

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



## **Stimulace zón používaných při reflexní lokomoci pomocí**

### **proudu TENS**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**PhDr. Jitka Čemusová, Ph.D.**

Vypracovala:

**Bc. Markéta Vodňanská**

Praha, duben 2011

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze uvedenou literaturu v seznamu bibliografické citace.

V Praze, 11. dubna 2011

.....  
Bc. Markéta Vodňanská

## Evidenční list knihovny

Souhlasím se zapůjčením diplomové práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení

Datum

Poznámky

---

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala PhDr. Jitce Čemusové, Ph.D., za odborné vedení práce, cenné rady a připomínky při tvorbě diplomové práce. Děkuji též MUDr. Davidu Pánkovi, Ph.D. za možnost provedení experimentu pod jeho vedením.

## **Abstrakt**

**Název práce:** Stimulace zón používaných při reflexní lokomoci pomocí proudu TENS

**Autor:** Markéta Vodňanská

**Cíl práce:** Cílem práce bylo zjistit, zda při Vojtově reflexní lokomoci typu reflexního plazení dojde při stimulaci spoušťových zón pomocí transkutánní elektrické neurostimulace k aktivaci příslušného lokomočního vzoru jako je tomu při manuální stimulaci spoušťových zón reflexního plazení.

**Metoda:** Podstatou této studie je stimulace spoušťových zón používaných při reflexní lokomoci manuálně a transkutánní elektrickou neurostimulací o frekvenci 30 Hz a 182 Hz. Experimentu se účastnilo 6 probandů. V průběhu manuální i elektrické stimulace proudem TENS byla snímána elektrická aktivita ve vybraných svalech prostřednictvím povrchové elektromyografie. Bylo hodnoceno jednak pořadí aktivace vybraných svalů pomocí „standard timing“ analýzy v programu MyoResearch XP Master, jednak vizuálně vybavení lokomočního vzoru reflexního plazení.

**Výsledky:** Bylo potvrzeno, že lokomoční vzor reflexního plazení, který se vybaví při manuální stimulaci spoušťových zón, se vybaví i při stimulaci proudem TENS při použití stejných spoušťových zón. Z toho vyplývá, že vektor směru působení a tlak při manuální stimulaci zón není nezbytný pro vybavení lokomočního vzoru reflexního plazení. Dále bylo zjištěno, že při stimulaci trupové zóny manuálně i pomocí proudu TENS dochází u každého probanda k obdobnému pořadí aktivace vybraných svalů, při stimulaci patní zóny je pořadí aktivace zcela individuální.

**Klíčová slova:** vývojová kineziologie, reflexní plazení, spoušťové zóny, transkutánní elektrická nervová stimulace

## **Abstract**

**Thesis title:** Stimulation of the zones used during reflex locomotion by the TENS

**Name:** Markéta Vodňanská

**The aim of the thesis:** The aim of this thesis is to determine, whether is activated the appropriate locomotor pattern during Vojta reflex locomotion - reflexive crawling, when TENS is used for a stimulation of trigger zones, as it is during manual stimulation of trigger zones for reflexive crawling.

**Method:** The essence of this study is the stimulation of trigger zones used in the reflex locomotion manually and by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) at a frequency of 30 Hz and 182 Hz. Six probands participated in this experiment. During the manual and TENS stimulation was scanned electrical activity in selected muscles by surface electromyography. First, it was evaluated the order of activation of selected muscles, using "standard timing" analysis by MyoResearch XP Master program. Second, it was evaluated the crawling reflex locomotion pattern visually.

**Results:** It was confirmed, that the crawling reflex locomotion pattern, which is provoked by manual stimulation of trigger zones, is provoked by TENS stimulation as well, using the same trigger zones. It follows that the vector of direction and pressure during manual stimulation of trigger zones is not necessary for recall of the crawling reflex locomotion pattern. It was also found that the stimulation of thoracic zone manually and using the TENS as well provoke a similar order of activation of selected muscles for each proband. During the stimulation of heel zone is the order of activation completely individual.

**Keywords:** developmental kinesiology, reflex crawling, trigger zones, transcutaneous electrical nerve stimulation

# Obsah

1	Úvod .....	10
2	Teoretická východiska .....	11
2.1	Poznámky z vývojové kineziologie .....	11
2.1.1	Posturální aktivita .....	11
2.1.2	Posturální reaktivita .....	18
2.1.3	Primitivní reflexologie .....	18
2.2	Vojtova reflexní lokomoce .....	19
2.2.1	Vznik metody .....	19
2.2.2	Globální lokomoční vzory .....	19
2.2.3	Lokomoční princip .....	20
2.2.4	Účinky reflexní lokomoce .....	21
2.2.5	Příklady indikací Vojtovy metody .....	21
2.3	Reflexní plazení .....	23
2.3.1	Výchozí poloha .....	23
2.3.2	Spoušťové zóny .....	25
2.3.3	Kineziologický obsah reflexního plazení .....	27
2.4	Transkutánní elektrická neurostimulace .....	33
2.4.1	Charakteristika TENS .....	33
2.4.2	Mechanismus účinku .....	33
2.4.3	Účinky TENS .....	35
2.4.4	Tvar a polarita impulsů .....	37
2.4.5	Délka impulzu .....	37
2.4.6	Způsoby aplikace a uložení elektrod .....	38
2.4.7	Typy TENS .....	39
2.4.8	Přehled indikací aplikace TENS .....	43

2.4.9	Přehled kontraindikací aplikace TENS.....	43
3	Cíl práce, formulace výzkumné otázky a hypotéz.....	44
3.1	Cíl práce .....	44
3.2	Výzkumná otázka.....	44
3.3	Hypotézy .....	44
4	Metodika výzkumu.....	45
4.1	Charakteristika výzkumu .....	45
4.2	Charakteristika výzkumného souboru.....	45
4.3	Technické vybavení potřebné pro měření .....	45
4.4	Měření a sběr dat.....	46
4.5	Analýza a zpracování dat .....	47
4.6	Rozsah platnosti .....	48
5	Výsledky a vyhodnocení .....	49
5.1	Vyhodnocení vybavení lokomočního vzoru reflexního plazení .....	49
5.1.1	Stanovení parametrů týkajících se pořadí zapojení vybraných svalů .....	49
5.1.2	Proband č. 1 .....	49
5.1.3	Proband č. 2 .....	57
5.1.4	Proband č. 3 .....	64
5.1.5	Proband č. 4 .....	72
5.1.6	Proband č. 5 .....	78
5.1.7	Souhrn výsledků .....	86
6	Diskuze.....	89
7	Závěr.....	92
	Seznam použité literatury .....	93
	Přílohy.....	98



## Seznam použitých zkratek

AKU-TENS	TENS pro dráždění akupunkturních jehel
APL-TENS	TENS pro perkutánní dráždění akupunkturních bodů
CKP	centrální koordinační porucha
CNS	centrální nervová soustava
ČHK	čelistní horní končetina
ČDK	čelistní dolní končetina
DF	dorsální flexe
DMO	dětská mozková obrna
EMG	elektromyografie
ENS	elektrická neurostimulace
FTVS UK	Fakulta tělesné výchovy a sportu univerzity Karlovy
FM	frekvenční modulace
ICP	infantilní cerebrální paréza
IP	interphalangeální
LS	lumbosakrální
m.	musculus
MCP	metacarpophalangeální
mm.	musculi
MENS	mikroelektroneurostimulace
n.	nervus
NMES	neuromuskulární elektrostimulace
PF	punctum fixum
RP	reflexní plazení
TENS	transkutánní elektrická neurostimulace
Th/L	thorako lumbální
TrP	trigger point
ZHK	záhlavní horní končetina
ZDK	záhlavní dolní končetina

# 1 Úvod

Reflexní lokomoce je terapeutický systém vypracovaný profesorem Václavem Vojtou. Metoda vznikla na empirických základech v Čechách na přelomu 50. a 60. let, Vojta ji pak dále rozvíjel v 70. a 80. letech v Německu (Husárová, 2005; Vařeka, 2000). Dnes je v České republice v rámci propagace Vojtovy metody hlavním centrem zařízení RL-Corpus v Olomouci. V posledních letech se rozvojem určitých elementů Vojtova principu na bazi nových neurofyziologických poznatků zabývá v České republice fyzioterapeut Pavel Kolář (Pavlů, 2003).

Podle Vojtovy představy se dítě rodí s geneticky složitými pohybovými programy, které během vývoje postupně zapojuje do své motoriky. Při poškození CNS lze Vojtovou metodou do geneticky kódovaného pohybového programu člověka vstoupit, probudit CNS a znovuobnovit vrozené fyziologické pohybové vzory. V určitých výchozích polohách se provádí manuální aplikace tlaku na tzv. spoušťové zóny sloužící k vyvolání automatických lokomočních pohybů, které autor označil jako reflexní plazení a reflexní otáčení (Kolář, 2009; Kováčiková, 2003).

Vojtova metoda se používá se především u dětí s poruchami motorického vývoje, populární je však i u dospělých v léčbě centrálních a některých periferních poruch motoriky (Husárová, 2005; Kolář, 2009).

V minulosti bylo vypracováno několik studií zkoumajících účinnost Vojtovy reflexní lokomoce. Většina se zakládala jen na klinických pozorováních a nepřinesla vždy jednoznačné tvrzení. Je známo pouze několik studií nebo diplomových prací o reflexní lokomoci doložených elektromyograficky (Pavlů, Věle, Havlíčková, 2000).

Moje práce se zaměřuje především na to, zda se lokomoční vzor reflexního plazení, který se aktivuje při manuální stimulaci spoušťových zón reflexního plazení, bude aktivovat také při stimulaci stejných spoušťových zón pomocí proudu TENS, kde chybí aplikace tlaku a vektor směru působení. Dosud jsem nenašla práci zabývající se obdobným výzkumem.

## **2 Teoretická východiska**

### **2.1 Poznámky z vývojové kineziologie**

Vývojová kineziologie, pojem vytvořený Václavem Vojtou, se zabývá motorickým vývojem člověka. Seznamuje nás především s kineziologickým obsahem každého motorického vývojového vzoru, charakteristickým pro určitý věk, přičemž zásadní roli hrají globální svalové souhry (Kováčiková, 2003; Vojta, Peters, 2010). Probíhá od intrauterinního vývoje po celý život, je však zaměřená především na období prvních 12-18 měsíců po narození, protože v tomto období si dítě osvojí pohybové vzorce, které tvoří základ pro další vývoj. Tyto pohybové vzorce jsou dané již v okamžiku narození, jejich spontánní použití však závisí na zralosti CNS (Orth, 2009; Vařeka, 2000).

Pomocí postupů vývojové kineziologie lze diagnostikovat, zařadit a léčit poruchy pohybového vývoje. Jedná se o modely držení těla v motorické ontogenezi, systém primitivních reflexů a polohových reakcí, terapeutický systém reflexní lokomoce a teorie náhradních motorických modelů s abnormálními diferenciacemi svalových funkcí (Vojta, Peters, 2010). Diagnosticky tedy využíváme principů vývojové kineziologie pro stanovení stadia motorického vývoje dítěte a odhalení pohybových poruch již v prvních týdnech života (Kolář, 2001). Vývojová kineziologie tvoří dle Koláře (1996) kineziologický základ pro léčebné techniky aplikované u neurologicky postižených dětí, dle Kováčikové (2003) je znalost vývojové kineziologie přínosem i v rehabilitaci dospělých.

Hodnocení pohybového vývoje a jeho odchylek provádíme hodnocením posturální aktivity, posturální reaktivity a primitivní reflexologie, mezi nimiž existuje funkční souvislost (Kolář, 2009). Cíbochová (2004) hodnotí i svalový tonus.

#### **2.1.1 Posturální aktivita**

Při hodnocení posturální aktivity se hodnotí jednak vzpřimovací a antigravitační funkce - opěrná motorika, jednak cílená fázická hybnost - cílená motorika (Cíbochová, 2004; Kolář, 2009). Podkladem pro ideální modely držení těla během motorického vývoje jsou globální diferenciaci svalových funkcí, které jsou rovněž obsahem reflexní lokomoce. Pro tyto diferenciaci svalových funkcí je rozhodující vyrovnání se s gravitací a schopnost svalstva měnit směr působení (Vojta, Peters, 2010).

Ve spontánním pohybu člověka vidíme analogie nebo paralely se svalovými souhrami ve vzorech reflexní lokomoce. Vzpřimovací a lokomoční pohybové komponenty a cíleně orientovaná hybnost z motorické ontogeneze se objevují jako dílčí modely ve vzorech reflexního pohybu vpřed (Vojta, Peters, 2010). Reflexní plazení je umělý vzor, který se ve spontánním vývoji dítěte jako celek nevyskytuje. Dílčí vzory reflexního plazení se však vyskytují ve spontánním vývoji od konce 1. trimenonu po první roky života. V 1. roce života se tyto dílčí vzory vyskytují především v symetrické opoře o lokty, v opoře o jeden loket, v lezení po čtyřech (Orth, 2005). Z tohoto důvodu se budu věnovat popisu vývojové kineziologie především v těchto obdobích. Ostatní období budou popsána stručně, budou zaměřena na vývoj držení v poloze na břiše.

## **I. trimenon**

*V novorozeneckém období (0 - 4 týdny)* dominuje v poloze na břiše silné flekční držení pánve a dolních končetin, které se opírají pouze o kolena. Horní končetiny jsou těsně u těla a lokty zůstávají za linií ramen. Těžiště se nachází v oblasti sternu a pupku. Neexistuje žádná opěrná báze, pouze jakási úložná plocha. Dítě naléhá na polovinu těla od tváře přes hrudník až do oblasti pupku. V tomto období dítě ještě nemá k dispozici rovnovážné funkce, ještě neexistuje schopnost koaktivace, tj. schopnost synchronní aktivity mezi svaly s antagonistickou funkcí. Dílčí vzory novorozeneckého věku v reflexní lokomoci neexistují (Kolář, 2009; Orth, 2009; Vojta, Peters, 2010).

*Ve 4. – 8. týdnu* nastupují rovnovážné mechanismy, které se uplatňují prostřednictvím koaktivace, tj. schopnosti synchronního zapojení antagonistických svalových skupin a jejich vzájemné reciproční facilitačně-inhibiční spolupráce. Objevuje se posturální aktivita fázických svalů. Do stabilizačních funkcí zajišťujících držení těla se zapojují fylogeneticky mladší svaly nebo jejich části (Kolář, 2009; Kolář 2002). Opora těla se přenáší kaudálně do oblasti epigastria a povoluje anteflexe pánve. Objevuje se opěrná funkce horních končetin na předloktích v blízkosti zápěstí, hrudník se zvedá od podložky a mění se celkové držení těla. Tato globální změna držení těla přichází automaticky, je závislá na mentálním vývoji. Optická orientace podmiňuje další vzpřimování na horní končetiny (Kolář, 2009; Orth, 2009).

*Na konci 1. trimenonu* je v poloze na břiše dokončena první opora. Opěrnou bázi tvoří v poloze na břiše loket-loket-symfýza. Paže se v ramenních kloubech pohybují do 90° flexe k napřímené hrudní páteři, 30° abdukce a zevní rotace. V opoře jsou zevní a

vnitřní rotátory, flexory a extenzory, abduktory a adduktory stejně aktivovány, jejich proximální směr působení se mění na distální. Loketní klouby se dostávají pod ramenní klouby a jsou ve 40-45° flexi tak, aby zápěstí ležela v linii ramenních kloubů. Zápěstí jsou v nulovém postavení, prsty jsou v semiflexi, ruce se můžou na podložce uprostřed spojit (Kolář, 2009; Orth, 2005; Vojta, Peters, 2010). Páteř je podélně napřímená až k thorakolumbálnímu přechodu a je intersegmentálně volně rotabilní. Hlava je volně rotabilní a nesena mimo opěrnou bázi. Oči se pohybují izolovaně bez souběžných pohybů hlavy. Dolní končetiny jsou drženy v uvolněné pozici. Horní trup je nadzvednut v prostoru do výše délky paží (Vojta, Peters, 2010).

Extenze osového orgánu je zajištěna rovnovážnou aktivací mezi extenční funkcí autochtonní muskulatury v celém jejím rozsahu a flexory osového orgánu a nitrobřišním tlakem. Ten je v posturální funkci zajišťován bránicí, břišními svaly a svaly pánevního dna. Zapojení bránice do posturální funkce, nikoliv jen dechové, je pro vývoj páteře klíčové. Prostřednictvím vyvážené funkce mezi antagonisty dochází v oblasti páteře i periferních kloubů k nastavení polohy umožňující nejvýhodnější statické zatížení kloubů, klouby jsou funkčně centrovány (Kolář, 2009; Kolář 2002).



Obrázek 1 – Symetrická opora na loktech na konci I. trimenonu (Kolář, 2009)

#### Přítomnost motorických dílčích vzorů reflexního plazení v symetrické opoře o lokty

- napřímení celé páteře
- antigravitační funkce vnitřních rotátorů v ramenním kloubu a břišních svalů
- oči se stáčí ke straně až do konečného postavení, tzn., že oko záhlavní strany se pohybuje až k temporálnímu koutku, oko čelistní strany k nazálnímu koutku
- axiální rotace hlavy (Vojta, Peters, 2010)

## II. trimenon

Na začátku 2. trimenonu se v poloze na zádech objevuje možnost úchopu z laterální strany, což je spojeno s rozvojem stereognozie v oblasti hypotenaru. Předmět je uchopován rukou čelistní horní končetiny, která je v ulnární dukci a předmět uchopuje malíčkem a prsteníčkem (Kolář, 2009; Vojta, Peters, 2010). Při snaze o uchopení předmětu vzniká generalizovaný úchop, tj. dítě otevře pusinku a zavře prstíčky na nohou (Kolář, 2009; Orth, 2009).

Ve 4,5 měsících se objevuje opora na jednom lokti, která se vyvíjí ze symetrické opory na loktech, a to přes úchop ve směru abdukce. Hlava a horní končetina jsou drženy proti gravitaci. Odlehčení horní končetiny je možné jen při distálním tahu svalů protilehlé zatížené končetiny směrem opěrnému bodu (Kolář, 2009; Vojta, Peters, 2010). Osový orgán a periferní klouby se nacházejí v centrovaném postavení a opora má trojúhelníkový tvar – loket, spina iliaca anterior jedné strany a epicondylus medialis femoris strany opačné. V úchopu se při tomto modelu držení objeví radiální uzavření ruky, což signalizuje dokončení vývoje stereognozie v oblasti ruky (Kolář, 2009). Krční a hrudní páteř je intersegmentálně rotována k úchopové paži, bederní páteř se nastavuje konvexně k záhlavní straně. Se zvětšující se abdukci v ramenním kloubu při úchopu se na čelistní straně zvětšuje zatížení mediální části kolenního kloubu. Objevuje se dílčí vzor opory dolní končetiny, která je v kyčelním kloubu plně abdukována a v kolenním kloubu flektována do pravého úhlu. Úchopová horní končetina a hlava jsou mimo opěrnou bázi. Uchopující horní končetina může uchopit cíleně a izolovaně předmět až do 120° flexe a 60° abdukce v ramenním kloubu. Osy ramenního a pánevního pletence zůstávají v horizontální poloze vzhledem k podložce, pohybují se na čelistní straně současně směrem kraniálním, tj. vpřed (Kolář, 2009; Vojta, Peters, 2010).



Obrázek 2 – Opora na jednom lokti ve 4,5 měsících (Kolář, 2009)

### Přítomnost motorických dílčích vzorů reflexního plazení v opoře na jednom lokti

- intersegmentální rotace krční a hrudní páteře – při opoře o jeden loket dochází k otočení obratlových těl směrem k uchopující ruce, tzn. k čelistní straně. U reflexního plazení se otáčí k horní končetině záhlavní strany kráčeji vpřed
- vzpřimovací mechanismus na opřeném lokti čelistní strany odpovídá vzpřimovacímu mechanismu záhlavního lokte v opoře na jednom lokti
- bederní páteř je nastavena konvexně k záhlavní straně
- fázičkový pohyb dolní končetiny a opora na čelistním kyčelním a kolenním kloubu se uskutečňují stejným způsobem jako u opory na jednom lokti

(Vojta, Peters, 2010)

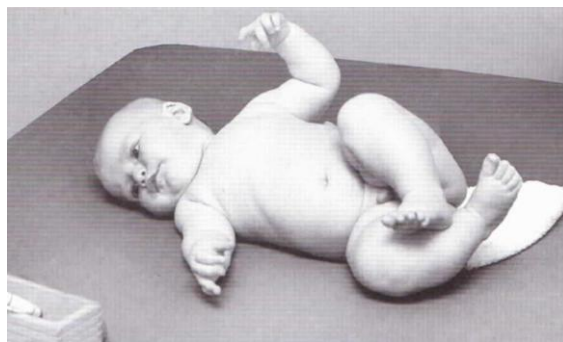
V poloze na zádech je již úchop možný ze střední roviny. Opora přechází na úroveň thorakolumbálního přechodu, který je přitom svalově stabilizován (Orth, 2009).

V 5. měsíci se v poloze na zádech objevuje úchop přes střední rovinu, s čímž je spojeno otočení dítěte na bok a později na břicho (Kolář, 2009). Zatížení putuje od spina scapulae k mediálnímu epikondylu humeru zatížené horní končetiny a od stejnostranné crista iliaca k laterálnímu epikondylu femuru při polonatažené dolní končetině. Svrchní dolní končetina zůstává až do polohy na boku ve flexi, poté se na břicho pohybuje do natažení (Vojta, Peters, 2010). Trup je otáčen do polohy na bok aktivací břišních řetězců, které se poprvé v tomto věku začínají používat cíleně (Kolář, 2002; Vojta, Peters, 2010). První šikmý řetězec rotuje pánev ve směru opěrné horní končetiny. Kontrakce probíhá od m. obliquus abdominis internus čelistní strany přes m. transversus abdominis a m. obliquus abdominis externus záhlavní strany. V antagonistické synergii působí dorsální muskulatura. Druhý šikmý řetězec pracuje v synergistické funkci s m. pectoralis major et minor čelistní a záhlavní strany a zajišťuje rotaci horní poloviny trupu a vzpřímení na rameni (Kolář, 2009; Kolář, 2002).

Během otáčení ze zad na břicho se stávají uchopující horní končetina a stejnostranná dolní končetina opěrnými a druhostranné končetiny ná kročnými. Opěrné a ná kročné končetiny jsou na stejné straně, tj. ipsilaterálně. Vzniká reciproční vzor ná kroku a opory. Tato ná kročná a opěrná funkce se začíná diferencovat i v poloze na břicho, ale dítě je ještě bez lokomoce (Kolář, 2009). V souvislosti s vývojem ná kroku a opory se objevuje diferenciaci směru vlivu působící síly svalu, tj. diferenciaci svalového tahu. Na opěrné končetině je pohyb vyvolán v distálním segmentu směrem k opoře (svalová funkce má antigravitační roli), tah svalů je směrován distálně, svalové

punctum fixum je distálně a punctum mobile proximálně. Na straně nároku je tomu přesně naopak. Náročné končetiny se z biomechanického hlediska chovají jako otevřené kinematické řetězce a opěrné končetiny jako uzavřené kinematické řetězce (Kolář, 2009).

Opěrné a náročné končetiny provádí pohyby opačného charakteru. Opěrná končetina provádí v kořenovém kloubu vnitřní rotaci, addukci a extenzi, náročná zevní rotaci, abdukci a flexi. U opěrných končetin probíhá pohyb jamky vůči hlavici, resp. proximálního segmentu vůči distálnímu, u náročných končetin se distální segment pohybuje proti proximálnímu (Kolář, 2009).



Obrázek 3 – Otáčení ze zad na bok (Orth, 2005)

### III. trimenon

V 7. měsíci se objevuje první lokomoce z polohy na břiše. Dítě se dostává do polohy na čtyřech, a to z polohy, kterou v 6. měsíci používá k úchopu (opora o dlaň, distální část stehna a druhostranný mediální epikondyl femuru). Na končetinách probíhá vzpřímení a nárok, vzpřimovací a náročné končetiny jsou umístěny kontralaterálně. Na opěrné dolní končetině se pohybuje pánev proti femuru. Abduktory, adduktory, zevní rotátory a flexory kyčelního kloubu vzpřimují pánev a táhnou směrem k punctu fixu na mediálním epikondylu femuru. Pánev je přitom zpevněna zádonými svaly a nitrobřišním tlakem. Při porušení této souhry se dítě vzpřimuje v anteverzním postavení pánve a při zvýšené reklinaci v krční páteři. Na opěrné horní končetině se pohybuje lopatka přes humerus. Předpokladem pro biomechanicky optimální vzpřímení je vyvážená stabilizace lopatky. Na náročných končetinách je pohyb a směr tahu svalů opačný. Punctum fixum je na pánvi, páteři a punctum mobile na končetinách. V 8. měsíci již dítě v poloze na čtyřech uchopuje hračku, v 9. měsíci se objevuje lezení po čtyřech a pinzetový úchop s opozicí palce (Kolář, 2009).





Obrázek 4 – Poloha na čtyřech (Kolář, 2009)

Při lezení po čtyřech jsou zkřížené končetiny kladeny vpřed ve stejném čase. Zatížené zkřížené končetiny se pohybují v klíčových kloubech do extenze. Krční a hrudní páteř se intersegmentálně otáčí ke straně horní končetiny, která jde vpřed. Bederní páteř se nastaví konvexně k zatížené dolní končetině. Ramenní a pánevní osa se k sobě staví lichoběžníkově. Na opěrné končetině je ramenní i loketní kloub držen v nulovém postavení. Na protilehlé zatížené dolní končetině se nastaví osa nohy do podélné osy bérce, která je v podélné ose trupu. Nárt zůstává na podložce. Krokový pohyb horní končetiny je závislý na kvalitě opěrné funkce zatížené paže a také na rotační schopnosti střední hrudní páteře ve směru horní končetiny, která jde vpřed. Kvalitní krokový pohyb dolní končetiny je závislý na kvalitní opěrné funkci kontralaterální dolní končetiny, tzn. na kvalitě konvexního nastavení bederních obratlů k zatížené dolní končetině. Při koordinovaném zralém lezení se trup nenaklání ke straně, končetiny jsou střídavě stejně zatěžovány (Vojta, Peters, 2010; Vojta, 2008).

#### Přítomnost motorických dílčích vzorů reflexního plazení v lezení po čtyřech

- krční a hrudní páteř se intersegmentálně otáčí ke straně horní končetiny, která jde vpřed (záhlavní končetina)
- bederní páteř je nastavena konvexně k natažené, na noze zatížené ZDK
- čelistní dolní končetina se pohybuje do zevní rotace, abdukce a flexe
- kyčelní a kolenní kloub jsou flektovány a koleno pak následně přebírá oporu
- noha se nastavuje v podélné ose bérce (Vojta, Peters, 2010)

#### **IV. trimenon**

Objevuje vertikalizace do stoje, která se připravuje již v 9. měsíci nárokem v poloze na čtyřech a ve vzpřímeném kleku. Jedna dolní končetina se v poloze na čtyřech unožuje a postupně se dostává do flekčního postavení s oporou o chodidlo.

Z této polohy se dítě vzpřimuje do opory o dlaně a přední stranu obou chodidel. Následuje přechod do hlubokého dřepu a stoje. Do vzporu o dlaně a přední části chodidel se dítě dostává také přes šikmý sed. Další varianta vertikalizace do stoje je z polohy vzpřímeného kleku, kdy dítě nakročí jednu dolní končetinu, která se stane vzpřimovací, a pomocí opěrné funkce druhostranné horní končetiny se vertikalizuje do stoje. Ze stoje se nejdříve vyvíjí chůze ve frontální rovině, na ni navazuje mezi 12.-14. měsícem života samostatná bipedální lokomoce (Kolář, 2009; Orth, 2009).

### **2.1.2 Posturální reaktivita**

Polohové reakce se uplatňují ve vývojové diagnostice již od novorozeneckého období. Jsou provokovány pasivní změnou polohy těla. Odpovědi na změnu polohy se konstantně opakují a modifikují se podle vývoje posturální aktivity - jsou tedy závislé na zralosti CNS. Lze z nich odečíst posturálně lokomoční funkce a jejich poruchy. Při vyšetření se využívá následujících 7 polohových reakcí:

1. trakční zkouška
2. Landauova reakce
3. axilární vis
4. Vojtova sklopná reakce
5. horizontální závěs podle Collisové
6. reakce podle Peipera a Isberta
7. vertikální závěs podle Collisové

Není předmětem této práce popisovat jednotlivé polohové reakce, proto odkazují na literaturu (Vojta, 2008; Kolář, 2009; Orth, 2005). Vojta (2008) uvádí, že při vybavování polohových reakcí reaguje 75% dětí okamžitě „ideálním vzorem“, ostatní děti reagují „náhradním modelem“. Kolář (2005) zdůrazňuje, že z výsledku jedné zkoušky lze odhadnout pravděpodobné výsledky ostatních zkoušek, spontánní motorický projev a přítomnost i nepřítomnost určitých reflexů.

### **2.1.3 Primitivní reflexologie**

Při nezralosti vyšších center CNS je možné vybavit motorické reakce (reflexy) integrované na spinální a kmenové úrovni řízení. Vybavitelnost primitivních reflexů je možná do časově vymezeného období. Za patologické situace je jejich výbavnost prodloužena (Kolář, 2009). Přehled primitivních reflexů není v této práci uveden, odkazují proto na literaturu (Vojta, 2008; Kolář, 2009, Orth, 2005).

## **2.2 Vojtova reflexní lokomoce**

### **2.2.1 Vznik metody**

Reflexní lokomoce je terapeutický systém vytvořený profesorem Václavem Vojtou, jeho spolupracovníky a žáky (Vařeka, 2000). Základy této metody byly vypracované na Hennerově neurologické klinice v Praze a v léčebném ústavu v Železnici na přelomu 50. a 60. let, Vojta ji pak dále rozvíjel v 70. a 80. letech v Německu. K dalšímu rozvoji této metody v Čechách došlo v 90. letech. Reflexní lokomoce byla přijatá nejen v Evropě, ale i v Japonsku, Jižní Americe, Indii, Korei (Husárová, 2005).

Vojta vycházel ze základní myšlenky, že „pohyb je vyjádření CNS“ (Vojta, 1997). Všiml si, že u dětí s cerebrální parézou byly prostřednictvím zvláštních výchozích poloh a cíleného působení na určité části těla vyvolány takové svalové souhry, které byly dosud vyřazeny z funkce. Mimo to se měnilo zvýšené napětí svalů a docházelo ke změnám ve vegetativních reakcích. Bylo pozoruhodné, že účinek často vydržel hodiny. Zvláště po vícečetném opakování byly některé změny svalové souhry automaticky zařazeny do spontánní motoriky a byly dále používány samostatně. Takovýmto způsobem vypracoval globální pohybové vzorce – reflexní plazení a reflexní otáčení – motorické prostředky, které jsou k dispozici pro vzpřímení a cílený pohyb. Označil je jako reflexní pohyb vpřed, protože reakce byly vyvolány reflexně terapeutem, který působil na určité části těla ve stanovených výchozích polohách (Hencelová, 2003; Kolář, 2009; Orth, 2009). Oba vzory dnes tvoří základ pro motorickou rehabilitaci dětí i dospělých podle Vojtova principu (Vojta, Peters, 2010).

### **2.2.2 Globální lokomoční vzory**

Podle Vojtovy představy jsou v CNS každého člověka geneticky naprogramovány základní pohybové lokomoční vzory, které jsou globální. Je v nich zakódovaná funkce svalových synergií, které se realizují teprve v průběhu zrání CNS (Kolář, 2001; Vojta, Peters, 2010). Kolář (2009) je nazývá „stavebními kameny“ pro vzpřímení a pohyb vpřed.

Při poruchách CNS a pohybové soustavy je přístup k těmto vrozeným pohybovým vzorům omezen, a tím je omezeno jejich spontánní zapojení (Kolář, 2009; Kováčiková, 2003; Orth, 2009). Vojtovou metodou lze do geneticky kódovaného

pohybového programu vstoupit, probudit CNS a vrozené pohybové vzory znovuobnovit. V určitých výchozích polohách se provádí manuální aplikace tlaku na tzv. spoušťové zóny sloužící k vyvolání automatických lokomočních pohybů (reflexního plazení a reflexní otáčení). Vyvolaná motorická odpověď není nahodilá, ale zákonitá a pravidelná (Kolář, 2009; Kováčiková, 2003). Zastánci tohoto tvrzení uvádí, že vhodnou aferentní stimulací lze tedy u dítěte navodit takovou posturální situaci, kdy předvede pohyb, kterého by jinak bylo schopno až na dalším vývojovém stupni během svého pozdějšího vývoje (Kolář, 1999). Jiní autoři se však domnívají, že mozek novorozence je spíše „tabula rasa“ s velmi jednoduchými pohybovými vzory, na kterých si dítě buduje svoji motoriku metodou „pokus – omyl“ (Vařeka, 2000).

Reflexní plazení aktivujeme v poloze na břiše, reflexní otáčení v poloze na zádech a na boku. Při jejich spuštění se aktivuje celá příčně pruhovaná svalovina v určitých přesně definovaných koordinačních souvislostech. CNS se účastní při jejich aktivaci od svých nejnižších až po nejvyšší roviny řízení. Vyvolané svalové souhry jsou ukládány do CNS a později jsou uvolněny pro spontánní motoriku. Abnormální motorika se tak začne měnit na ideální motorické vzory (Kolář, 2001; Vojta, Peters, 2010; Vojta, Peters, 1995). Čím komplexněji a spolehlivěji jsou vzorce aktivovány a čím déle jsou po terapii k dispozici, tím stabilnější jsou propojení. Proto je nutné přiměřené denní dávkování terapie. Opakovanou nabídkou se stabilizuje zpravidla i použití ve spontánní motorice. Aktivovaný stav přetrvává individuálně různě dlouho, může trvat od půl hodiny po několik hodin až dnů (Orth, 2009).

### **2.2.3 Lokomoční princip**

Vojtův lokomoční princip platí pro všechny vzory pohybu vpřed, které se rozvinou v lidské motorické ontogenezi (otáčení, tulenění, lezení po čtyřech, volná bipedální chůze). Správný pohybový vzor má dle Vojty tyto tři nedílné komponenty:

- vyváženou, automaticky řízenou polohu těla (posturální aktivita)
- druhově specifické vzpřimovací mechanismy v klíčovách kloubech se vzpřímením trupu proti gravitaci
- izolovanou cílenou fázickou práci svalů s danými úhlovými pohyby mezi segmenty končetin a osovým orgánem (hlava a páteř), která se projevuje úchopovým a kráčivým pohybem končetin

(Bauer, 1992; Kolář, 2009; Varga, 2008; Vojta, Peters, 2007)

#### 2.2.4 Účinky reflexní lokomoce

Jednou z rozhodujících podmínek pro pozitivní účinek léčby je její včasné zahájení. Reflexní lokomocí jsou aktivovány svaly ve fyziologických pohybových vzorech či řetězcích, které dosud pracovaly ve vzorech patologických nebo vůbec. Dochází mimo jiné k těmto změnám:

- fyziologické nastavení páteře ve všech třech rovinách, hlavy a všech kloubů
- diferenciaci svalů z pohledu vývoje
- normalizace primitivních novorozeneckých reflexů, které přetrvávají i děti s ICP
- úprava spinálních automatismů a probuzení zbytkové možnosti pohybu u transversální míšní léze
- rozvinutí mediastina a plic - zvětšení rozsahu kostálního dýchání a zvýšení vitální kapacity plic
- zlepšení polykání a žvýkání, nástup řeči, zlepšení výslovnosti
- koordinace pohybu očí - zabránění rozvoje hemianoptické poruchy, ovlivnění strabismu convergens alternans
- ovlivnění procesu zrání a růstu
- oslovení hladké svaloviny v trávicím a vylučovacím ústrojí, aktivace pilomotorické a sudomotorické funkce v kůži

(Kolář, 2009; Kováčiková, 2003; Vojta, Peters, 2010)

#### 2.2.5 Příklady indikací Vojtovy metody

Vzhledem k tomu, že Vojtova metoda pracuje s geneticky zakódovaným globálním vzorcem a univerzálními neurofyziologickými principy, můžeme tuto metodu považovat za obecně indikovanou u všech poruch funkce pohybového systému. Přehled indikací u dětí i dospělých uvádí Vojta (2008) i další autoři (Bauer, 1992; Husárová, 2005; Kolář, 2009; Kováčiková, 2003; Orth, 2009).

##### **Příklady indikací u dětí:**

- *onemocnění CNS*: CKP, DMO, stavy po poranění mozku a míchy
- *poškození periferních nervů*, např. paréza plexus brachialis
- *ortopedické poruchy*: skolióza, dysplazie kyčelního kloubu, chybná postavení nohy, např. pes equinovarus, torticollis,

- *dále*: spina bifida, vrozená myopatie, hypotonické syndromy, poruchy držení a chyby ve vzpřimování

**Příklady indikací u dospělých:**

- cévní mozková příhoda
- roztroušená skleróza
- transverzální míšní léze
- výhřez meziobratlové ploténky
- myopatie
- vrozené a získané periferní parézy (při nepoškození  $\alpha$ -motoneuronu v předním rohu míšním)
- astma bronchiale
- kloubní kontraktury
- skoliózy, kyfózy – podpůrná terapie, funkční omezení pohybového aparátu

## 2.3 Reflexní plazení

Lokomoční vzorec reflexního plazení se ve své komplexnosti v lidské lokomoci jako spontánní lokomoční komplex neobjevuje, vykazuje však srovnatelné dílčí vzorce z různých vývojových stadií od prvních 3 měsíců po narození až do ukončení vývoje chůze v cca 6-7 letech (Orth, 2009; Vařeka, 2000).

Reflexní plazení obsahuje vzpřímení a pohyb trupu vpřed ve zkříženém vzoru ve směru opěrných končetin. Předpokladem vzpřímení trupu je extenze páteře ve všech jejích úsecích, což umožní rotaci v oblasti osového orgánu a centraci kořenových kloubů (Hencelová, 2003; Vojta, Peters, 1995).

### 2.3.1 Výchozí poloha

Výchozí polohou je poloha na břiše. Je považována za „automatické dveře“ k nastartování vrozených pohybových programů. Vyžaduje počáteční protažení svalstva, a tím informace z receptorů reagujících na protažení svalů, informace ze šlach, kůže a fascií (Orth, 2005). Použitím spoušťových zón se z ní prostřednictvím globálních svalových funkcí stává aktivovaná labilní poloha těla, ze které vychází lokomoční pohyb reflexního plazení (Vojta, Peters, 2010; Laufens, et al., 1991).

V aktivovaném výchozím postavení již nastavení kloubů směřuje ke vzpřímení. Vyvolaný pohybový vzor probíhá v tzv. zkříženém vzoru, ve kterém se současně pohybují opačné končetiny. Tělo se opírá o jednu dolní končetinu a protilehlou horní končetinu, hlava se začíná otáčet na opačnou stranu a terapeut klade jejímu pohybu odpor. Tím zesiluje aktivaci svalů celého těla a vytváří předpoklady pro vzpřimovací proces. Jde především o aktivaci mechanismů potřebných k opoře, úchopu, vzpřímení a chůzi (Kolář, 2009).

Výchozí poloha je asymetrická, protože obě strany těla jsou rozdílně nastaveny. Strany těla jsou přiřazovány podle otočení hlavy- strana obrácená k obličeji je čelistní strana, strana obrácená k týlu je záhlavní strana. Když je hlava otočena z původní výchozí polohy k druhé straně, začíná nový start reflexního plazení (Laufens, et al., 1991; Orth, 2009).

## Úhlové nastavení kloubů ve výchozí poloze

*Hlava* je pasivně protažená v krční páteři a rotována asi 30° tak, že se tuber frontale opře o podložku. Tím dochází k narovnání krční lordózy (Vojta, Peters, 2010).

*Čelistní horní končetina* je flektována v rameni mezi 120° a 135° a abdukována 30°. Mediální epikondyl humeru leží na podložce. Loket je asi 45° flektován. Předloktí leží volární plochou na podložce, zápěstí leží v linii ramenního a kyčelního kloubu. Podélná osa humeru směřuje k vrcholu infantilní kyfózy v oblasti thorakolumbálního přechodu. U dospělého vložíme do dlaně tvrdý předmět, který zajistí pasivní rozšíření plochy ruky a ulehčí mm. interossei palmares synergickou spoluprací s izometricky kontrahovanými mm. interossei dorsales (Husárová, 2005; Vojta, Peters, 2010).

*Záhlavní horní končetina* je v rameni i v lokti v nulovém postavení a leží podél trupu. Ruka a prsty jsou volně drženy (Husárová, 2005; Vojta, Peters, 2010).

*Čelistní dolní končetina* je u kojenců a malých dětí flektována v kyčli 30 – 40°, abdukována 60° a zevně rotována 40°. Kolenní kloub je ve 40° flexi, hlezenní kloub leží volně na podložce a nachází se v linii rameno – kyčel, na níž se nachází také tuber ossis ischii. Přední část nohy a postavení prstů na noze nejsou korigovány, protože se v motorické odpovědi krokového pohybu dolní končetiny pohybuje a není použita k opoře a odrazu jako noha na záhlavní straně (Orth, 2009; Vojta, Peters, 2010). U dospělého je ČDK v extenzi, addukci a vnitřní rotaci (Husárová, 2005).

*Záhlavní dolní končetina* má u kojenců a malých dětí stejné úhlové nastavení jako čelistní dolní končetina. Kyčel je v tak velké zevní rotaci a abdukci, že mediální kondyl femuru leží na podložce. Funkční rozdíl mezi čelistní a záhlavní dolní končetinou spočívá v „plánovaném“ a očekávaném pohybu. Při dráždění patní zóny je horní hlezenní kloub pasivně držen terapeutem na podložce v 90° úhlu s inverzí nohy (Vojta, Peters, 1995; Vojta, Peters, 2010). Dospělý má menší pohyblivost pánve a dolních končetin než kojeneček, protože se snižuje schopnost abdukce a zevní rotace v kyčelním kloubu. (Husárová, 2005)

*Osa ramenního a pánevního pletence* směřuje šikmo v důsledku výchozí polohy. Ramenní kloub na čelistní straně a kyčelní kloub na záhlavní straně jsou více dorsálně a kraniálně než ramenní kloub na záhlavní straně a kyčelní kloub na čelistní straně (Orth, 2009).



### 2.3.2 Spoušťové zóny

Spoušťové zóny jsou zvláště citlivá stimulační místa na trupu a končetinách, jejichž pomocí dochází k aktivaci lokomočního vzorce z předem nastavených výchozích poloh. Stimulace spoušťových zón způsobuje motorické odpovědi v oblasti samotné zóny i ve vzdálených oblastech těla (Orth, 2005).

Rozeznáváme vybavovací zóny na končetinách a vybavovací zóny v oblasti pletenců. Od dělení zón na hlavní a vedlejší se upustilo, protože rozdíl mezi zónami nemá ve vztahu k terapeutickému použití žádný význam (Vojta, Peters, 2010). Spoušťové zóny na končetinách způsobují dráždění periostu, spoušťové zóny v oblasti ramenního a pánevního pletence způsobují stimulaci periostu i stimulaci protažením jistých svalových skupin. Výjimku vzhledem k lokalizaci tvoří trupová zóna, jejímž prostřednictvím je oslovena autochtonní muskulatura (Vojta, Peters, 2007).

Při stimulaci neuronálních struktur jsou zvláště oslovovány receptory reagující na protažení svalů a šlach (svalová vřetenka, Golgiho tělíska), mechanoreceptory kůže, interoreceptory, v malé míře i kloubní receptory. (Orth, 2009). Vojta, Peters (2010) uvádějí, že stimulace periostu, protažení svalových skupin a stimulace tlakem na kloubní plochy a vazy má proprioceptivní charakter. S tímto tvrzením polemizuje Trojan a et al. (2005), alespoň pokud jde o zóny na končetinách. Tlak jde především přes povrchové receptory a pod pokožkou jsou v těchto místech šlachové úpony, které se však tlakem nemohou protáhnout, aby vyvolaly aferenci ze svalových vřetének.

Variacemi a kombinacemi použitých zón lze nesčetnými způsoby modifikovat a znásobit proud aferentních impulzů (Vojta, Peters, 1995; Vojta, Peters, 2010).

#### Spoušťové zóny na čelistní straně

##### *Epicondylus medialis humeri*

- směr tlaku je dorsálně, kaudálně a mediálně, stimulace je periostální

##### *Mediální okraj lopatky*

- na hranici mezi střední a spodní třetinou
- směr tlaku je laterálně, kraniálně a dorsálně, případně ventrálně k opěrnému lokti ve směru epicondylus medialis humeri
- kombinace periostálního dráždění s protažením m. serratus anterior

##### *Spina iliaca anterior superior*

- směr tlaku je veden dorzálně, kaudálně a mediálně

- stimulace periostální s protažením šikmých břišních svalů a m. quadratus lumborum

#### *Epicondylus medialis femoris*

- směr tlaku je dorsálně, mediálně a kraniálně, tedy ve směru kyčelního kloubu
- stimulace je periostální

### **Spoušťové zóny na záhlavní straně**

#### *Acromion*

- ventrální okraj
- směr tlaku je dorsálně, mediálně a kraniálně
- stimulace periostální se stimulací protažení m. pectoralis minor a horní části m. trapezius

#### *Trupová zóna*

- kaudálně od spodního úhlu lopatky ve vertebro-skapulární linii záhlavní strany, na hranici m. erector trunci, mezi 6.-8. interkostálním prostorem
- směr tlaku je veden ventrálně a mediálně ke sternu a ve výchozím postavení do středu páteře nebo k lokti čelistní strany, při vykonané flexi čelistní dolní končetiny ke kolenu
- stimulace: periostální v oblasti 7. a 8. žebra, přenesená na kostovertebrální klouby, na rotátory autochtonní muskulatury, přenesené protažení svaloviny ramenního a pánevního pletence na čelistní straně a spodní části m. trapezius, přímá stimulace mm. intercostales externi, podráždění interoreceptorů pleury (změna dechové frekvence a hloubky dýchání)

#### *Processus styloideus radii*

- 1 cm proximálně od processus styloideus radii na medioventrální straně radia
- směr tlaku je dorsálně, mediálně a kraniálně ve směru lokte a ramenního kloubu
- stimulace je periostální

#### *Aponeurosis m. gluteus medius*

- směr tlaku je ventrálně a mediálně, třetí vektor mění směr podle polohy čelistní dolní končetiny – ve výchozí poloze tlak ke kyčelnímu kloubu čelistní strany, při flekční fázi ke kolenu čelistní strany
- stimulace – ve výchozím postavení protažení stimulovaného m. gluteus medius, nepřímé protažení laterální strany trupu čelistní strany,

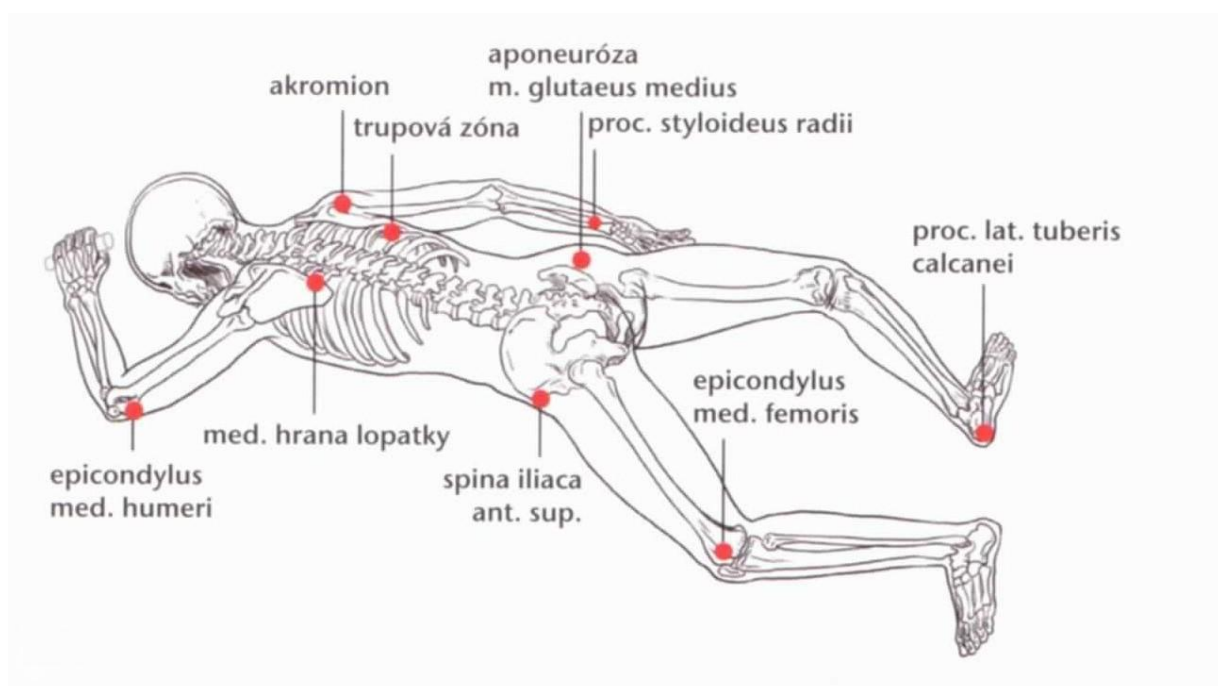
adduktorů kyčle a m. triceps brachii čelistní strany

- při flektované čelistní dolní končetině protažení m. quadriceps femoris, hamstringů a m. gluteus medius čelistní dolní končetiny

#### *Vnější strana paty*

- na processus lateralis tuberis calcanei, na origu m. abduktor 5. prstu
- směr tlaku je ventrálně, kraniálně a mediálně
- stimulace je proprioceptivní

(Orth, 2005; Vojta, Peters, 2010; Vojta, 2008)



Obrázek 5 – Výchozí poloha a spoušťové zóny reflexního plazení (Vojta, Peters, 2007)

### **2.3.3 Kineziologický obsah reflexního plazení**

#### **Krokový cyklus**

Při popisu krokových fází se Vojta orientoval podle Grillnera, který popisuje čtyři stále se opakující fáze kroku na všech čtyřech končetinách. Tento průběh se nazývá krokový cyklus. Řízení propojení krokových fází pochází z nejvyšších úrovní CNS. Krokové fáze se recipročně opakují vždy ve stejném sledu, horní končetiny se vždy pohybují dříve než dolní končetiny. Fáze kroků se nemění náhle, přechází plynule do sebe, čímž vypadá celkový obraz pohybu jako vyvážený. Plynulý průběh zajišťují malé rotační a extenční pohyby páteře. Čtyři charakteristické krokové fáze jsou přiřazeny v pořadí 1 až 4.

- ✓ *Flekční fáze*, kterou začíná krok (1)
- ✓ *Relaxační fáze*, v níž se přepíná svalstvo do další fáze (2)
- ✓ *Opěrná fáze*, v níž se trup vzpřímí na končetině (3)
- ✓ *Odrázová fáze*, která způsobuje pohyb vpřed (4)

Předem danými výchozími polohami vznikají tzv. fixované hybné fáze jako výřez z celého cyklu. Zpravidla jsou v tomto výřezu v terapii používány opěrná a odrázová fáze záhlavní dolní končetiny, relaxační a opěrná fáze čelistní horní končetiny a flekční a relaxační fáze čelistní dolní končetiny v přechodu z jedné fáze do druhé jako „jednotka“ (Orth, 2009; Vojta, Peters, 2010).

### **Relaxační a opěrná fáze čelistní horní končetiny**

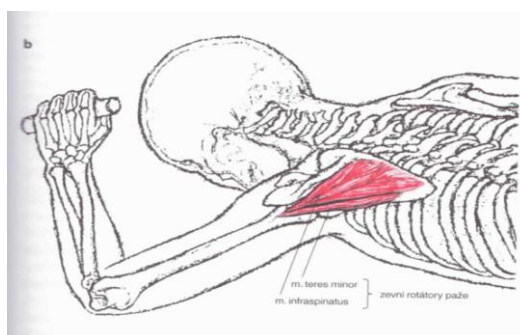
Relaxační fáze krokového cyklu představovaná pohybem lokte k podložce a opěrná fáze představená oporou na lokti jsou tak úzce spjaty, že lze většinou pozorovat pouze opěrnou fázi (Orth, 2005).

V ramenním kloubu čelistní strany, na kterém visí při pohybu vpřed celá hmotnost těla, se odehrává celý otáčecí mechanismus reflexního plazení. Předpokladem pro přenesení váhy trupu směrem k humeru, který slouží jako opěrná páka, je svalové připojení trupu na lopatku. Lokomoční směr trupu jde přes kranio-laterální úhel lopatky a přes cavitas glenoidalis směrem k hlavici humeru, nad nimiž se celý trup točivým pohybem vzpřimuje jako corpus mobile. Koncentraci svalové síly směrem k ramennímu kloubu zajišťuje tvar lopatky. Pohyb uskutečňují svaly upínající se na lopatku, které pracují v synergii (Hencelová, 2003; Orth, 2009; Vojta, Peters, 2010).

Dorsálně uložené svaly pohybují trup distálním tahem k opěrnému ramennímu kloubu směrem k paži. Tvoří je mm. rhomboidei, pars transversa a ascendens m. trapezius a m. subscapularis. Protože se upínají k trnům obratlů a působí na ně tahem, mají úzký vztah k autochtonní muskulatuře. Mm. rhomboidei a pars transversa trapezius působí jako rotátory jednotlivých obratlů, pars ascendens m. trapezius má silný extenční vliv na tzv. infantilní kyfózu v oblasti dolní hrudní páteře. Laterálně na tuto skupinu navazuje m. serratus anterior, m. serratus posterior inferior a m. latissimus dorsi, které pracují s dorsální muskulaturou v synergii (Vojta, Peters, 2010). Vějířovitý odstup m. serratus anterior umožňuje rozšíření hrudníku, a tím zintenzivnění dýchání (Hencelová, 2003). Pomocí laterální muskulatury dochází ke spojení spodní části trupu s hrudníkem (Vojta, Peters, 2007).

Ventrální svalové spojení hrudníku s ramenem se uskutečňuje prostřednictvím m. pectoralis major. Při zajištěném punctu fixu na epicondylus medialis humeri čelistní strany působí svým distálním tahem antigravitačně, a zvedá tak ramenní kloub a stejnostrannou polovinu trupu zespoda nahoru (Hencelová, 2003; Vojta, Peters, 2007). Kontrakcí m. pectoralis major neklesne trup na záhlavní straně ventrálně, protože tomu zabrání aktivované protažení dorsálních rotátorů trupu, pars transversa a ascendens m. trapezius. Při reflexním plazení je na ČHK viditelná silná kontrakce mediální části m. deltoideus, který má nepřímý vzpřimovací vliv na hrudník (Vojta, Peters, 2010).

Naproti m. pectoralis major jsou uloženy zevní rotátory, které mají roli vzpřimovačů. Jejich síla táhne ve směru gravitace. Vnitřní rotace je brzděna flexí v loketním kloubu prostřednictvím m. brachialis a m. brachioradialis (Vojta, Peters, 2007). Ruka je odlehčená, zaujímá postavení v dorsální flexi a radiální dukci v úchopové pozici. Metakarpy jsou v abdukci, prsty flektovány, palec je v opozici a flexi (Hencelová, 2003; Vojta, Peters, 2010).



Obrázek 6- Zevní rotátory ramenního kloubu (Vojta, Peters, 2007)

### **Krokový pohyb (flekční fáze) záhlavní horní končetiny**

Aby se flekční fáze krokového cyklu na záhlavní horní končetině uskutečnila, musí dojít ke vzpřímení pletence ramenního na ČHK, čímž vznikne volný prostor pro její krokový pohyb. Takto dochází k funkčnímu propojení ČHK a ZHK (Hencelová, 2003; Orth, 2005).

ZHK se pohybuje do flexe přes abdukci a zevní rotaci. Tahem m. infraspinatus, m. teres minor a pars spinalis deltoidei klouže hlavice humeru ve fossa glenoidalis a táhne ZHK kraniálně. Abdukci ramenního kloubu vykonává pars acromialis m. deltoidei, abdukci lopatky m. serratus anterior (Hencelová, 2003; Orth, 2009). Loketní kloub se pohybuje do flexe prostřednictvím kontrakce brachioradialis, m. brachialis, m.

biceps brachii a částečně m. extenzor carpi radialis longus. Současně vzniká supinace předloktí, která má přímou souvislost se zevní rotací v ramenním kloubu. Supinační funkce zajišťuje kontrakce m. brachioradialis, dlouhé hlavy m. biceps brachii a m. supinator. Teprve na konci flekční fáze je předloktí opět pronováno. Na ruce se objeví plné rozvinutí dlaně a prstů. Dochází k dorzální flexi a radiální dukci zápěstí a k abdukci metakarpů prostřednictvím kontrakce mm. interossei dorsales. Ruka se rozevívá z malíkové strany pro budoucí úchopovou funkci (Orth, 2009; Vojta, Peters, 2010).

## **Hlava**

Hlava se při napřimení krční páteře otáčí během aktivace na záhlavní stranu. Pokud tomuto pohybu nasadíme odpor, zesílí kontrakce m. sternocleidomastoideus čelistní strany a m. splenius capitis záhlavní strany. Hlava je udržovaná ve středním postavení stranově různou kontrakcí mm. scaleni. Ventrální krční svalovina se dostává do izometrického napětí, které se šíří přes m. pectoralis major na čelistní straně na celou ventrální abdominální muskulaturu. Při nedostatečné synergické funkci dorsální a ventrální svaloviny krku chybí napřimení krční páteře, hlava je v reklinačním postavení. Pokud je hlava aktivně držena ve výchozí poloze a nasazením odporu je brzděna její rotace, vznikne oporná funkce ČHK, což umožní vykonat flekční fázi ČDK (Hencelová, 2003; Orth, 2009; Vojta, Peters, 2007).

## **Flekční a opěrná fáze čelistní dolní končetiny**

Flekční fáze ČDK probíhá při vzpřímení a pohybu trupu vpřed k opěrnému bodu na lokti prostřednictvím ventrálně uložených svalů. Zároveň začíná opěrná fáze na záhlavní dolní končetině (Orth, 2009; Vojta, Peters, 2007).

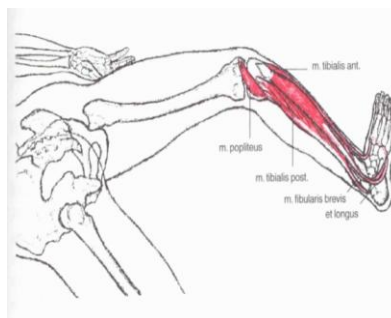
Tím, že je pánev vzpřímená na záhlavní straně, vzniká potřebný volný prostor pro flexi ČDK. Flexe v kyčelním kloubu dosahující 140° vzniká kontrakcí m. iliopsoas, m. rectus femoris a m. sartorius prostřednictvím kontrakce m. gluteus medius v zevní rotaci a abdukci kyčle. Na abdukci se minimálně účastní i m. gluteus minimus, zevní rotaci provádějí vlastní zevní rotátory kyčelního kloubu. Adduktory se dostávají do protažení a jsou donuceny ke kontrakci ve všech svých částech. Vzniká klouzavý otáčivý pohyb hlavičky femuru do středu acetabula, což má formativní vliv na hlavičku femuru a jamku kyčelního kloubu. Směr tahu svalů jde při tom proximálně. V průběhu celého pohybu zůstává mediální epikondyl femuru v kontaktu s podložkou. Flexi kolene

zajišťuje distální konec ischiokrurálních svalů a m. gastrocnemius. Noha se pohybuje v horním hlezenním kloubů do DF až k nulovému postavení a v dolním hlezenním kloubu do everze prostřednictvím mm. peronei. Funkcí mm. interossei dorsales pedis dochází k rozvinutí nohy. Aktivavcí m. latissimus dorsi a m. quadratus lumborum s následným protažením šikmého břišního svalstva je pánev šikmo postavená směrem k oporné ČHK (Hencelová, 2003, Vojta, Peters, 2010).

Po flekční fázi, která splývá s relaxační fází, vzniká opora o koleno. Pánev je udržovaná v dorsální flexi, je šikmo rotovaná. Trup je vzpřímený a tažený pákou femuru kraniálně a laterálně vpřed, acetabulum se posouvá po hlavici femuru ve směru opěrné ČHK. To se děje prostřednictvím m. latissimus dorsi a m. quadratus lumborum. Vzpřímení pánve se projeví na akru změnou everze na střední postavení s rozvinutím nožní klenby. Tím se opěrná fáze ČDK mění ve fázi odrazu ZDK (Hencelová, 2003; Vojta, Peters, 2010).

### **Opěrná a odrazová fáze záhlavní dolní končetiny**

Extenční aktivita záhlavní dolní končetiny je provázená v opěrné fázi masivní kontrakcí zevních rotátorů kyčelního kloubu. Zevní rotátory pracují při distálním směru tahu v synergii s m. pectineus a m. adduktor brevis. Krátké adduktory působí proti gravitaci a zvedají hlavici femuru a pánev dorzálně. Ischiokrurální svaly a šikmý svalový řetězec táhnou pánev kraniálně v sagitální rovině. (Vojta, Peters, 2010). V oblasti Th/L přechodu zajišťuje extenzi m. serratus posterior inferior. Krátké hlavy m. quadriceps femoris působí extenzi kolenního kloubu, stehno tak stává pákou, pomocí níž se odráží trup k opěrnému lokti. Odraz ve směru ČHK je zprostředkován především m. triceps surae. Pevný kontakt calcaneu s podložkou umožňuje oporu na noze. Předem nastavená inverze je přitom aktivně převzata (Hencelová, 2003; Orth, 2009).



Obrázek 7 – Svaly záhlavní dolní končetiny (Vojta, Peters, 2007)

Při reflexním plazení dochází kontrakcí břišní stěny k zesílení břišního lisu. Kontrakce svaloviny břišní stěny působí protitlakem proti vychýlení bránice při dýchání, což vede k prohloubenému dýchání, rozvinutí hrudního koše a zesílení kostálního dýchání. Zvýšení intraabdominálního tlaku zvyšuje i napětí pánevního dna – upravuje se funkce sfinkterů, močový měchýř se vyprazdňuje proudem, zlepši se peristaltika střev a formování stolice. V neposlední řadě dochází při reflexním plazení k aktivitě v orofaciální oblasti. Směr působení svalů jde ve směru otočení hlavy. Dochází k pohybu očí, jazyka a mandibuly k záhlavní straně, zavírání úst a zintenzivnění polykacího aktu (Hencelová, 2003; Orth, 2009; Vojta, Peters, 2007).

### **Dílčí vzory reflexního plazení ve spontánním vývoji dítěte**

Dílčí vzory reflexního plazení se ve spontánním motorickém vývoji dítěte projevují v poloze na břiše od konce 1. trimenonu do prvních roků života (Orth, 2005).

#### *Čelistní horní končetina a hlava*

- extenze krční páteře a hlavy v symetrické opoře o předloktí ve 3 měsících
- vzor opory o jeden loket ve 4,5 měsících
- radiální uzavření ruky na konci 6. měsíce

#### *Záhlavní horní končetina*

- rozvinutí ruky na konci 6. měsíce

#### *Hlava a krční páteř*

- otáčení hlavy a očí o 30° ve 3 měsících
- otáčení očí o 30° ve 3 měsících

#### *Čelistní dolní končetina*

- 140° flexe kyčelního kloubu se zevní rotací a abdukci při vstávání ze dřepu nebo nároku na vysoký schod
- šikmé postavené pánve s flexí v kyčelním kolenním kloubu při vstávání v 9. až 10. měsících

#### *Záhlavní dolní končetina*

- dorsální flexe (extenze) pánve ve 3 letech
- vzpřímení extendované pánve na dolní končetinu ve vyzrálé chůzi v 7 letech (v RP vzpřímení pánve na ZDK)

(Orth, 2009; Vojta, Peters, 2010)



## **2.4 Transkutánní elektrická neurostimulace**

### **2.4.1 Charakteristika TENS**

Transkutánní elektrická neurostimulace je forma nízkofrekvenční terapie využívající velmi krátkých impulzů ke stimulaci nervových kmenů nebo nervových vláken pomocí elektrod přiložených na povrch kůže. Je založená na poznatku, že vedení bolestivých vzruchů a vnímání bolesti je možné zmírnit až potlačit drážděním nervových vláken na různých úrovních nervového systému (Capko, 1998; Poděbradský, Vařeka, 1998). Jedná se o značně nesourodou skupinu elektroterapeutických proudů jak z hlediska tvaru proudů, tak terapeutických účinků. V současné době se jako jediný společný faktor jeví délka impulzu, která je kratší než 1 ms. Původně byl využíván analgetický účinek proudu pomocí mikroelektrod implantovaných přímo na zadní míšní kořeny (ENS), stejný účinek však byl prokázán při aplikaci přes neporušenou kůži. TENS nachází široké uplatnění v oblasti nefarmakologického tlumení bolesti, dnes se ale využívají i jiné účinky než analgetické (Poděbradský, Poděbradská, 2009; Šajter, 2005).

### **2.4.2 Mechanismus účinku**

Všechny snahy o vysvětlení mechanismu tlumení bolesti vycházejí z několika teorií bolesti. Existuje jich celá řada, což svědčí o tom, že mechanismy percepce, vedení a interpretace bolesti nejsou dosud detailně známy. Nejrozšířenější teorie bolesti se vztahem k fyzikální teorii jsou vrátková teorie, endorfinová teorie, teorie kódů a citová teorie bolesti.

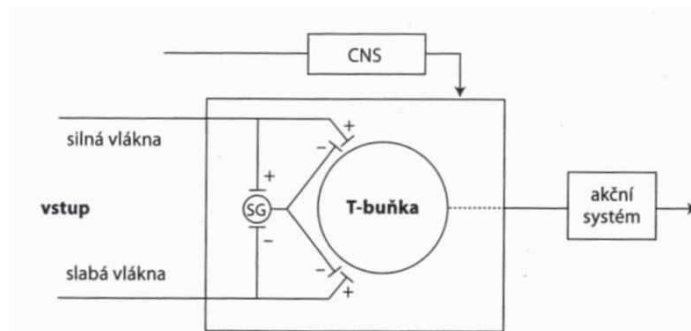
#### **Vrátková teorie (gate control theory)**

Jedná se o značně rozšířenou teorii kanadského psychologa Ronalda Melzacka a anglického neurofyziologa Patricka D. Walla, kterou formulovali v roce 1965 (Melzack, 1987). Autoři předpokládají existenci dvou rozhodujících úrovní, které mají vliv na percepci bolesti: vrátka v míše a interpretační ústředí v CNS (Véle, 2006).

Nociceptivní signál se přenáší tenkými nervovými vlákny do míchy, kde se v zadních rožích míšních předpokládá existence neuronů, které mají funkci vrátek (SG neurony - substantia gelatinosa Rollandi). Tato vrátka mohou propouštět méně nebo více signálu do mozku podle toho, jak jsou pootevřena. Míšní vrátka se dají uzavřít z periferie aktivitou tlustých propioceptivních vláken ( $A\beta$ ), které mají tendenci přenos

nocicepce tlumit a otevřít aktivitou tenkých nociceptivních vláken (A $\delta$ , C), které přenos facilitují. Je však možné vrátka ovlivňovat i aktivitou podkorových struktur (Véle, 2006; Poděbradský, Poděbradská, 2009). V mozku předpokládají autoři existenci interpretačního ústředí, které určuje, zda budou tyto signály přivedeny do vědomí a interpretovány jako bolest nebo tlak, či přivedeny nebudou. Centrální interpretační ústředí nasvědčuje tomu, že interpretace nocicepce jako bolest je spíše psychologického rázu než organického původu (Véle, 2006).

TENS může zasáhnout především zvýšením frekvence vzruchů v silných myelinizovaných vláknech. Cílem terapie je tedy přivést segmentálně aferentní informaci do spinální etáže prostřednictvím A $\beta$  vláken, nejčastěji podrážděním volných nervových zakončení v kůži. Tlumení bolesti využitím vrátkové teorie by mělo být metodou první volby u funkčních i strukturálních poruch, pokud není pro tuto metodu kontraindikace (Poděbradský, Poděbradská, 2009).



Obrázek 8 – Vrátková teorie bolesti (Poděbradský, Poděbradská, 2009)

### Endorfinová teorie

Vychází z objevu endogenních látek opiátové povahy, které organismus vylučuje při větším poranění i stresu, ale i při elektrické stimulaci C vláken. Jedná se o *endorfiny*, které působí na morfiové receptory v mozku, *enkefaliny*, které působí v mozku, míše i periferních nervech a *dynorfiny*, které působí v celém CNS v menší koncentraci, ale jsou účinnější (Capko, 1998; Poděbradský, Poděbradská, 2009).

Basbaum a Fields (1978) dokázali, že elektrická stimulace senzoričkových nervových vláken vede ke zvýšení hladiny těchto cirkulujících neurofarmakologických látek, které snižují vnímání bolesti. Využívají se stimuly o frekvenci 1-4 Hz, analgetický efekt je dosažen v průběhu 20-60 min. Capko (1998) uvádí, že dráždění C-vláken vyžaduje frekvenci 2-8 Hz, Calta (1994) uvádí frekvenci nižší než 10 Hz s

délkou impulzu kolem 100  $\mu$ s. Urban (2000) udává prahově algickou intenzitu s délkou impulzu více než 500  $\mu$ s.

Některé formy TENS (např. TENS-burst) kombinují frekvenci impulzů kolem 100 Hz („zavírání vrátek“) s burst-frekvencí 2-8 Hz (tvorba endorfinů) (Capko, 1998).

### **Teorie kódů**

Teorie kódů vychází z předpokladu, že informace z periferie do centra je přenášena ve formě určitého kódu a výsledný pocit vzniká až v CNS dekodováním (Poděbradský, Poděbradská 2009). Horká (2009) se ve své diplomové práci zabývala potvrzením existence teorie kódů v elektroléčbě při tlumení bolesti TENS proudy. Výsledky ukázaly, že po jedné aplikaci TENS dojde ke zmírnění bolesti alespoň o jeden stupeň na vizuální analogové škále, ovšem k absolutnímu ústupu bolesti po jedné terapii nedochází. V rámci celé sledované skupiny se během pětidenní terapie bolest sníží o 2 až 3 stupně, ale nesníží se během jedné aplikace proudu, jak uvádí teorie. Experiment byl ovšem proveden na malém počtu probandů.

### **Citová teorie bolesti**

Citová teorie nepovažuje bolest za senzorický jev, ale za „citovou záležitost“. Tento vyhraněný psychologický pohled připomíná v praxi často opomíjený fakt, že afektivní a motivační procesy bolesti probíhají vždy současně s procesy senzorickými a vědomými na mnoha různých úrovních. Tyto složky je nutné ovlivňovat zvláště u chronické bolesti (Poděbradský, Poděbradská, 2009).

### **2.4.3 Účinky TENS**

Při charakteristice účinků TENS můžeme vyjít z obecných účinků nízkofrekvenčních proudů, které Poděbradský a Vařeka (1998) rozlišují na dráždivé a hyperemizační.

#### **A. Dráždivé**

Dle Poděbradského a Vařeky (1998) je nutné rozlišovat dráždivý účinek při různých intenzitách:

*Intenzita prahově či nadprahově senzitivní-* účinek analgetický se dostaví při dráždění A $\alpha$  i A $\beta$  vláken optimální frekvencí 50 až 100 Hz. Při dané intenzitě vyvolává jakákoliv frekvence analgetický účinek, je ale nutné použít větší absolutní intenzitu.

*Intenzita prahově či nadprahově motorická* – izolovaný impulz vyvolá při působení na kosterní sval izolovanou kontrakci s následnou spontánní dekontrakcí. Při použití více impulzů závisí účinek na použité frekvenci.

*Intenzita prahově algická* – dochází k dráždění C vláken, zvýšení sekrece endorfinů a tlumení bolesti. Frekvenční optimum je dle Poděbradského a Vařeka (1998) 2-10 Hz..

Tabulka 1 - Parametry elektroterapie dle požadovaného účinku  
(Poděbradský, Vařeka, 1998)

Frekvence	Intenzita	Dominantní účinek
kolem 5 Hz	prahově algická	analgetický
kolem 50 Hz	nadprahově motorická	motorické dráždění
kolem 100 Hz	nadprahově senzitivní	analgetický
kolem 180 Hz	nadprahově motorická	myorelaxační

## B. hyperemizační

*Aktivní hyperémie* představuje zlepšený přívod arteriální krve účinkem na sympatická vlákna optimální konstantní frekvencí 100 Hz s nadprahově senzitivní intenzitou, dále pak lokálním zvýšením sekrece biogenních aminů (serotonin, histamin apod.) optimální frekvencí kolem 50 Hz s intenzitou podprahově motorickou (Poděbradský, Vařeka, 1998) .

*Pasivní hyperémie* je charakterizována zvýšením žilního odtoku aktivací svalové mikropumpy. Sandberg (2007) prokázal, že při aplikaci TENS o frekvenci 2 Hz v intenzitě nadprahově motorické se významně zvyšuje prokrvení svalu pod elektrodou. Krevní průtok v kůži nad svalem se však nezvyšuje. Poděbradský a Vařeka (1998) uvádějí pro stejný účel frekvenci 50 Hz v téže intenzitě.

Uvádí se, že zvolená frekvence TENS proudu s sebou nese určitou nutnou míru intenzity proudu (optimální pro danou frekvenci), a tím i odlišný efekt dle použité frekvence a intenzity proudu. Nižší frekvence (kolem 50 Hz) působí dráždivě a naopak vyšší frekvence (kolem a nad 100Hz) analgeticky (Čemusová, et al., 2010; Poděbradský, Vařeka, 1998). Z práce Černíkové (2009) ovšem vyplynulo, že aplikovaná frekvence se v organismu nezobrazí ve frekvenci použité, nýbrž ve svých

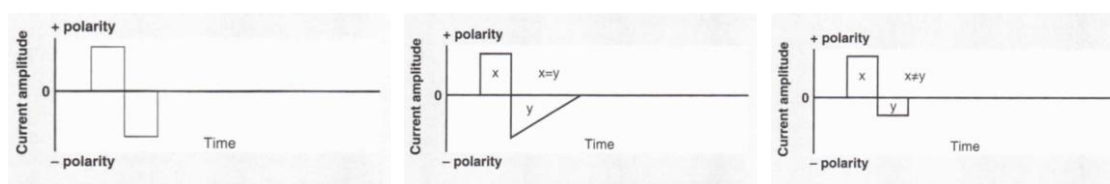
násobcích. Dochází tedy k rozrezonování základní stimulační frekvence. Proto se stává diskutabilní léčebný účinek TENS. V literatuře jsou autory doporučeny konkrétní frekvence s určitým účinkem na organismus. Je otázkou, do jaké míry mají tyto frekvence opravdu požadovaný efekt.

#### 2.4.4 Tvar a polarita impulsů

Z pohledu účinku ustupuje tvar impulsu do pozadí, především díky jeho extrémně krátké době trvání (Urban, 2000). Vždy však jde o impuls se strmým nástupem (Poděbradský, Poděbradská, 2009). Poděbradský a Vařeka (1998) uvádějí 3 tvary impulsů: symetricky bifázické, asymetricky bifázické a bifázické alternující.

Asymetricky bifázické impulsy mají v jedné polaritě tvar hrotu s vysokou amplitudou a krátkým trváním, ve druhé exponenciální průběh s nízkou amplitudou a delší dobou trvání. Negativní hrot (katoda) z malé diferenční elektrody zajišťuje požadovaný stimulační (depolarizační) účinek na tkáň a kladná (exponenciální) část impulsu eliminuje elektrolytické děje v místě styku elektrody s kůží (Urban, 2000). Tyto tvary impulsů jsou nejúčinnější, díky nerovnoměrné kladné a záporné části mají však při delší aplikaci galvanické leptavé účinky, doba aplikace by proto neměla přesáhnout 20 min (Capko, 1998; Poděbradský, Vařeka, 1998).

U bifázických alternujících impulsů se mění polarita při každé periodě, impulsy symetricky bifázické mají tvar a plochu obou půlvln stejnou. Poslední dva zmíněné tvary impulsů nemají žádné galvanické účinky, doba jejich aplikace není proto omezená (Poděbradský, Vařeka, 1998).



Obrázek 9 – Tvary impulsů: symetricky bifázické, asymetricky bifázické a bifázické alternující (Cameron, 2009)

#### 2.4.5 Délka impulsu

Extrémně krátký impuls (10  $\mu$ s) u většiny pacientů nepodráždí ani volná nervová zakončení v kůži, a to ani při maximální možné intenzitě (140 mA), takže nelze vyvolat potřebnou subjektivní intenzitu. Naopak při dlouhém impulsu (300-800  $\mu$ s)

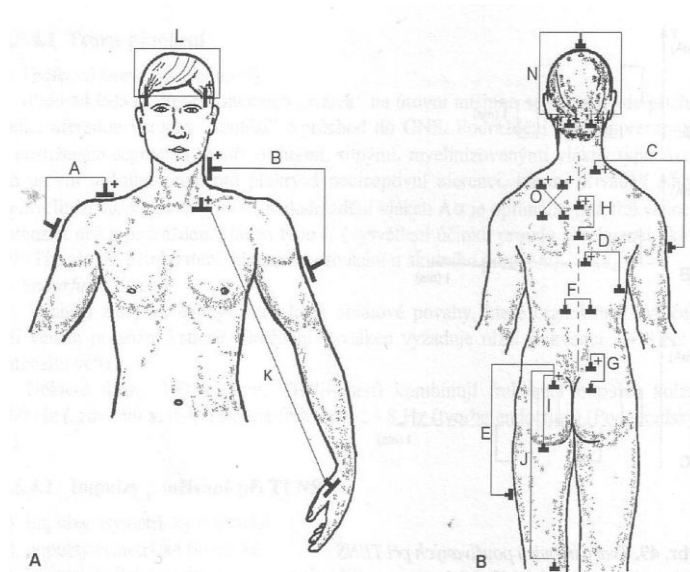
pociťuje řada pacientů nepříjemné pálení. Délka impulzu by proto měla být pro daného pacienta co nejkratší, ale ještě vyvolávající potřebnou intenzitu (Poděbradský, 1998; Poděbradský, Poděbraská, 2009).

#### **2.4.6 Způsoby aplikace a uložení elektrod**

Pro dosažení analgetického efektu TENS je optimální používat monopolární, neurální formu aplikace hrotovou nebo kuličkovou elektrodou. Použití fixních, i když výrazně asymetrických elektrod vede ke snížení analgetického účinku, transregionální bipolární aplikace je pak pro některé formy TENS přímo kontraindikována (Poděbradský, 1998).

Edel (1991) uvádí, že při přesné lokalizaci bolesti se využívá jednoho kanálu (2 elektrody), dvoukanalová aplikace (4 elektrody) se používá v případě špatně lokalizovatelného okrsku bolesti nebo pokud se jedná o větší plochu. Calta (1994), Edel (1991), Hupka (1993) a Low (2004) uvádějí následující možnosti uložení elektrod:

- do míst bolesti
- tak, aby se bolestivé místo nacházelo v dráze proudu
- v průběhu dermatomu (na trupu příčně, na končetinách podélně)
- v oblasti páteře transvertebrálně nebo podélně
- u kořenových bolestí anoda nad výstup kořene a katoda na periférii do místa projekce
- místo průběhu nervů bolestivé oblasti
- specifické body - spoušťové body ve svalech (Simons, Travell, 1983), akupunkturální body (Eriksson, 1983)
- souměrně na kontralaterální straně těla nebo i v oblastech vzdálených od primárního místa bolesti – využití reflexního oblouku



Obrázek 10 - Schématické znázornění přiložení elektrod při aplikaci TENS  
(Kolesár, Žaloudek, Hupka, 1988)

#### 2.4.7 Typy TENS

##### **TENS kontinuální (konvenční)**

Jde o nejstarší formu TENS proudů s konstantní frekvencí 50 až 200 Hz, délkou impulzu 70 až 300  $\mu$ s a intenzitou nadprahově senzitivní. Low (2004) uvádí frekvenci 40-150 Hz a délku impulzu 50  $\mu$ s. Doba aplikace je 20-60 min, aplikace neurální, výjimečně transregionální. Účinky:

- *analgetický* (teorie kódů): optimální frekvence 140 Hz, 30-60 min, 1-2x denně
- *trofotropní nepřímý, gangliotropní*: optimální frekvence 100 Hz, transvertebrálně, 15-20 min
- *myorelaxační nepřímý*, využitím adaptace: optimální frekvence 182 Hz.

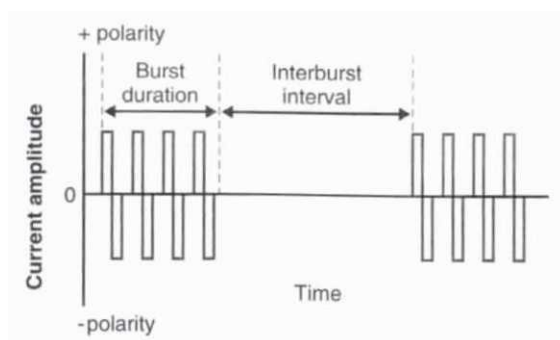
Nevýhodou je poměrně rychlá adaptace tkání na průchod proudu a oslabení až vymizení účinku (Capko, 1998; Low, 2004; Poděbradský, Vařeka, 1998).

##### **TENS randomizovaná (stochastická)**

Jedná se o pulzní proud s délkou impulzu 70 - 300  $\mu$ s a s náhodně probíhající změnou frekvence v rozsahu 30% kolem nastavené hodnoty. Svým randomizováním zamezuje adaptaci tkáně na průběh proudu. Intenzita je prahově či nadprahově senzitivní, aplikace neurální nebo transregionální. Účinek analgetický, vysvětlován vrátkovou teorií (Capko, 1998; Poděbradský, Vařeka, 1998; Poděbradský, Poděbradská, 2009; Vyskotová, 2010).

## TENS burst – skupinová

Rytmicky přerušovaný pulzní proud se základní frekvencí 100 Hz. Jednotlivé impulzy jsou seskupeny do salv, mezi nimiž jsou různě dlouhé pauzy. Počet impulzů v salvě je konstantní (obvykle 5), počet salv za sekundu je nastavitelná, obvykle v rozsahu 1-10 Hz (Poděbradský, Poděbradská, 2009). Cameron (2009) uvádí, že tento typ TENS je velmi dobře pacienty tolerován a zároveň jde o jednu z neúčinnějších analgetických forem fyzikální terapie, která dokáže utlumit i nejsilnější akutní bolesti. Neuvážená aplikace může ovšem znemožnit stanovení správné diagnózy s fatálními následky.



Obrázek 11 – TENS burst (Cameron, 2009)

## Low frequency TENS

Pulzní proud s výrazně prodlouženou dobou pauzy, frekvencí 1-10 Hz a délkou impulzu 100-300  $\mu$ s. Vyskotová (2010) a Poděbradský, Vařeka (1998) uvádějí 2 formy: *AKU-TENS*, který se využívá pro dráždění akupunkturních bodů prostřednictvím zavedených akupunkturních jehel nadprahově senzitivní intenzitě.

*APL-TENS*, který se používá pro perkutánní dráždění akupunkturních bodů v nadprahově motorické intenzitě k dosažení zvýšené tvorby endorfinů v akupunkturních bodech.

## Vysokovoltážní terapie

Aplikace pulzního proudu s velmi krátkými impulzy (30-200  $\mu$ s) a nízkou intenzitou v režimu constant voltage. Dynamická aplikace kuličkovou elektrodou je vhodná na reflexní změny. Pro mapování i kvantifikaci TrP se používá frekvence 50 Hz, 3 min na každý bod, pro myorelaxační účinek frekvenční modulace v intenzitě prahově motorické. (Poděbradský, Poděbradská, 2009)



## **TENS surge**

Jedná se o amplitudově modulovaný, většinou bifázický proud. Amplitudovaná modulace vytváří vlny s nastavitelnou délkou vlny (od 1 do 40 až 60 s) i pauzami mezi nimi (obvykle od 1 do 99 s). Délka impulzu musí být dostatečná k vyvolání svalové kontrakce (100 až 300  $\mu$ s), frekvence 50 Hz konstantní nebo FM 30 až 60 Hz (Poděbradský, Vařeka, 1998; Capko, 1998). Tvar obalové křivky je obvykle sinusový. Intenzita je nadprahově motorická, využívá se k elektrogymnastice a myostimulaci (Poděbradský, Poděbradská, 2009).

Poděbradský, Vařeka (1998) uvádějí, že při posilování fázických svalů se užívá impulz 50-500  $\mu$ s, frekvence 50 Hz, délka kontrakce 3-6s, pauza 2 až 3x delší než kontrakce, 1-5 minut na každý sval. Při posilování tonických svalů je délka impulzu a frekvence stejná jako u posilování fázických svalů, délka kontrakce je 10-20 s, pauza stejná nebo dvojnásobná, 5-10 minut na každý sval. Poděbradský, Poděbradská (2009) uvádějí, že uvedený tvar není optimální pro posilování, proto vznikla NMES. Při sinusovém tvaru obalové křivky sice dochází k plynulému náboru motorických jednotek podle jejich momentální dráždivosti, ale jakmile dosáhne nábore maxima, intenzita impulzů hned klesá.

Capko (1998) a Vyskotová (2010) uvádějí, že tento TENS surge je pacienty nejlépe tolerován, může být aplikován přes hypersenzitivní okrsky kůže, ale i přes sliznice.

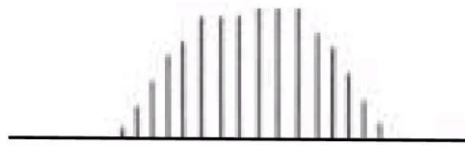


Obrázek 12 – TENS surge (Kitchen, Bazin, 2002)

## **Neuromuskulární elektrostimulace NMES**

Amplitudovaná modulace vytváří obalovou křivku ve tvaru lichoběžníku, intenzita je nadprahově motorická. Lze navolit dobu vzestupu, dobu plató s konstantní intenzitou, dobu poklesu intenzity k nule a dobu odpočinku stimulovaného svalu. Během trvání náběžné hrany dochází k nábore motorických jednotek podobně jako při gradované volní kontrakci. Během doby plató trvá kontrakce a během poklesu intenzity relaxují všechny motorické jednotky po dobu předepsanou pro pauzu. Při posilování fázických svalů je délka aplikace 5 min, při posilování tonických svalů 10-15 min.

Používají se deskové elektrody, nejčastěji o velikosti 2 x 3cm. (Poděbradský, Poděbradská, 2009; Braddom, Randall, 2007)



Obrázek 13 - Neuromuskulární elektrostimulace (Kitchen, Bazin, 2002)

### **Mikroelektrostimulace (MENS)**

Aplikace nemodulovaného ( $f = 2$  Hz) nebo frekvenčně modulovaného proudu ( $f = 80-100$  Hz) deskovými elektrodami. Délka bifázických alternujících impulzů se pohybuje od 20 do 250  $\mu$ s. Intenzita podprahově senzitivní, max. však 2 mA, bez ohledu na velikost elektrod. (Poděbradský, Poděbradská, 2009; Poděbradský, Vařeka, 1998). Edel (1991) a Berger (2007) udávají intenzitu nižší než 1 mA a velikost proudu 10- 600  $\mu$ A. Hüter-Becker, Dölken (2006) uvádějí, že při použití proudu 50 $\mu$ A dochází ke zvýšení syntézy bílkovin a zrychlení přenosu aminokyselin přes buněčnou membránu o 30-40%, což je důvod, proč se pro MENS používá název biostimulace. MENS může normalizovat citlivost a zlepšuje metabolismus buněk a hojení v místě bolesti (Berger, 2007). Aktuální oblast využití MENS zahrnuje posttraumatické a pooperační stavy, jako jsou otoky, záněty, hematomy, dále nachází využití u revmatických onemocnění (Hüter-Becker, Dölken, 2006). MENS je pacienty velice dobře tolerována a je aplikována hlavně u dětí a u pacientů, kteří jsou citliví na dotek a hůře snášejí jiné druhy TENS (Berger, 2007).

### **Ultraelektrostimulace**

Pulzní proud s fixní frekvencí 182 Hz, délkou impulzu 50  $\mu$ s. Na začátku aplikace je intenzita nadprahově motorická a během 2-3 minut se díky adaptaci i vlastnímu účinku změní na podprahově motorickou při konstantní absolutní intenzitě (Poděbradský, Vařeka, 1998). Při posilování povrchněji uložených svalů se používají malé deskové elektrody v longitudinální aplikaci (obě elektrody uloženy nad příslušným svalem). Pro posilování hlouběji uložených svalů je naopak vhodnější aplikace hrotovou či kuličkovou elektrodou v místě motorického bodu příslušného svalu a větší indiferentní deskovou elektrodou (anodou) uloženou kontralaterálně („monopolární“ aplikace). Tato aplikace elektrod platí i pro TENS surge (Poděbradský, 1998). Doba aplikace je 10-20 min. Ultraelektrostimulace využívá rozdílné dráždivosti reflexně

změněných částí svalů, je vhodná na ovlivnění reflexních změn v celých svalech nebo svalových skupinách. Při přítomnosti reflexních změn v povrchních svalech je diferentní elektroda o velikosti 2 x 3 cm nad postiženou oblastí, indiferentní elektroda o velikosti 5 x 6 cm se dává kontralaterálně (Poděbradský, Vařeka, 1998; Poděbradský, Poděbradská, 2009).

#### **2.4.8 Přehled indikací aplikace TENS**

(Poděbradský, Vařeka, 1998; Vyskotová, 2010; Calta, 1994; Vařeka, 1995)

- bolestivé stavy známé etiologie, převážně pohybového aparátu (poúrazové a pooperační bolesti, bolesti páteře, kloubů, měkkých tkání, vertebrogenní algický syndrom
- bolesti n. trigeminus, zubů, pásového oparu
- migrenózní bolesti, fantomové bolesti, kauzalgie, poporodní bolesti, hysterické parézy, algodystrofie
- svědění a bolest při hojících se popáleninách (Civaia, 2003)
- bolesti při nádorových onemocněních, paraneoplastické bolesti
- revmatické bolesti
- poruchy cirkulace, edémy, hematomy – zlepšení cirkulace v místě dráhy proudu
- reflexní změny ve svalech, myorelaxace
- myostimulace

#### **2.4.9 Přehled kontraindikací aplikace TENS**

(Calta, 1994; Low, 2004; Šajter, 2005)

- aplikace v blízkosti kardiostimulátoru a karotického sinu
- aplikace v místech zánětlivého onemocnění kůže
- psychopatologické syndromy a organické psychosyndromy
- v graviditě aplikace na břicho, podbříšek a lumbosakrální oblast
- aplikace přes oblast srdce, v blízkosti očí
- poruchy citlivosti
- při léčbě antikoagulancii, tromboembolické nemoci
- spastické stavy

### **3 Cíl práce, formulace výzkumné otázky a hypotéz**

#### **3.1 Cíl práce**

Cílem práce je zjistit, zda při Vojtově reflexní lokomoci typu reflexního plazení dojde při stimulaci spoušťových zón pomocí transkutánní elektrické neurostimulace k aktivaci příslušného lokomočního vzoru jako je tomu při manuální stimulaci spoušťových zón reflexního plazení.

#### **3.2 Výzkumná otázka**

Je vektor směru působení a tlak při dráždění spoušťových zón nezbytný pro vyvolání vzoru reflexní lokomoce typu reflexního plazení?

#### **3.3 Hypotézy**

- 1) Předpokládám, že lokomoční vzor, který se aktivuje při Vojtově reflexní lokomoci typu reflexního plazení pomocí manuální stimulace spoušťových zón, se bude aktivovat i při stimulaci stejných spoušťových zón pomocí proudu TENS.
- 2) Předpokládám, že dojde k obdobnému pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci stejných spoušťových zón transkutánní elektrickou neurostimulací stejně jako stimulací manuální v rámci jednoho probanda.

## **4 Metodika výzkumu**

### **4.1 Charakteristika výzkumu**

Jedná se o pilotní studii experimentálně deskriptivního charakteru. Výzkum má souhlas etické komise UK, k dispozici jsou podepsané informované souhlasy všech probandů. Výzkum probíhal na FTVS UK, v letech 2009-2011:

- 2009 – vyhledání a shromáždění literatury na toto téma
- leden 2010 až prosinec 2010 – zpracovávání tématu
  - hledání vhodného souboru probandů
  - řešení souhlasu s etickou komisí a informovaného souhlasu a sepsání informovaného souhlasu pro budoucí výzkum
  - sledování a prvotní pokusy v měření
  - průběžné konzultace s vedoucí práce
- 2011 – leden až duben
  - vlastní měření
  - zpracování získaných údajů
  - sepsání diplomové práce

### **4.2 Charakteristika výzkumného souboru**

Výzkumný soubor se skládal z 6 dospělých osob, 5 žen a 1 muže ve věku 20- 30 let. Jedinci jsou zdraví, tzn. v současné době si nejsou vědomi žádného zdravotního omezení. Výběr jedinců proběhl z řad studentů fyzioterapie FTVS UK, výzkumu se účastnili dobrovolně. Nebylo použito žádné kritérium týkající se senzitivity k Vojtově stimulaci, nebyla řešena ani otázka zkušenosti s Vojtovou terapií. Nebyly prováděny žádné přípravné a zkušební stimulační. Probandi byli předem seznámeni s průběhem experimentu a anonymním zpracováním výsledků v rámci informovaného souhlasu, který podepsali (viz příloha 2). Pro experiment byl získán souhlas etické komise FTVS UK (viz příloha 1).

### **4.3 Technické vybavení potřebné pro měření**

Veškeré technické vybavení potřebné pro výzkum je součástí kineziologické laboratoře katedry fyzioterapie FTVS UK. K aplikaci nízkofrekvenčního proudu typu

TENS byl použit elektroterapeutický přístroj Physys od společnosti Zimmer MedizinSystem (Zimmer MedizinSystem, 2009). Elektroterapie byla aplikována s využitím jednorázových nalepovacích elektrod o rozměru 2 x 3 cm. Pro polyelektromyografické vyšetření byl použit 8-kanálový telemetrický EMG přístroj Noraxon, software MyoResearch XP Master. Ke snímání elektrického potenciálu byly použity jednorázové bipolární snímací elektrody. V průběhu celého experimentu byl prováděn videozáznam digitální videokamerou. Celé měření probíhalo na Vojtově lehátku, které v průběhu aplikace manuální i elektrické stimulace bylo odpojeno od sítě elektrického napětí.

#### 4.4 Měření a sběr dat

Měření bylo prováděno jednorázově v kineziologické laboratoři FTVS UK pod vedením vedoucí práce PhDr. Jitky Čemusové, Ph.D., která je mimo jiné vyškolenou fyzioterapeutkou ve Vojtově metodě. EMG záznam provedl MUDr. David Pánek, Ph.D. Proband byl uložen na lehátko používané pro Vojtovu terapii do polohy reflexního plazení (Vojta, Peters, 2010). Měření bylo pouze jednostranné- LHK a LDK byly končetiny čelistní, PHK a PDK byly končetiny záhlavní.

EMG záznam byl snímán z těchto svalů:

- m. deltoideus pars acromialis čelistní horní končetiny
- m. infraspinatus čelistní horní končetiny
- m. obliquus externus abdominis čelistní strany
- m. obliquus externus abdominis záhlavní strany
- m. tibialis anterior záhlavní dolní končetiny
- m. biceps femoris v distální třetině svalu záhlavní dolní končetiny

Výběr těchto svalů měl dva hlavní důvody – jedná se o svaly, které se významně aktivují při reflexní lokomoci, konkrétně při reflexním plazení ( Vojta, Peters, 2010) a tyto svaly jsou zároveň vhodné pro povrchovou EMG. V místě aplikace elektrod byla pokožka očištěna lihobenzinem. Bipolární registrační elektrody byly aplikovány v místech motorických bodů<sup>1</sup> výše uvedených svalů. Elektrody byly umístěny v průběhu svalových vláken. Vzdálenost středů dvou elektrod na jednom svalu je 3 cm, okraje

---

<sup>1</sup> motorický bod = místo kde periferní nerv vstupuje do svalu (Bracciano, 2008)

elektrod se dotýkají. Zemní elektroda byla nalepena na malleolus medialis čelistní dolní končetiny.

Prvotní stimulace proběhla pomocí manuálního dráždění spoušťových zón reflexního plazení. Byla využita trupová zóna a patní zóna. Manuální stimulace probíhala u každého probanda v tomto pořadí:

- manuální stimulace trupové zóny záhlavní strany v poloze reflexního plazení
- manuální stimulace patní zóny záhlavní dolní končetiny v poloze reflexního plazení

Pro dráždění stimulačních zón proudem TENS byly použity elektrody o rozměru 2 x 3 cm. Katoda a anoda byly uloženy v místě spoušťových zón ve vzdálenosti 2 cm od sebe. Byly využity stejné stimulační zóny jako při manuální stimulaci, tedy trupová zóna na záhlavní straně a patní zóna na záhlavní dolní končetině. Průběh měření u jednoho probanda při aplikaci TENS:

- stimulace trupové zóny záhlavní strany TENS o frekvenci 30 Hz, délka impulsu 0,5 ms, pauza 33 ms, intenzita prahově senzitivní.
- stimulace trupové zóny záhlavní strany TENS o frekvenci 182 Hz, délka impulsu 0,5 ms, pauza 5 ms, intenzita prahově senzitivní
- stimulace patní zóny záhlavní dolní končetiny TENS o frekvenci 182 Hz, délka impulsu 0,5 ms, pauza 5 ms, intenzita prahově senzitivní
- stimulace patní zóny záhlavní dolní končetiny TENS o frekvenci 30 Hz, délka impulsu 0,5 ms, pauza 33 ms, intenzita prahově senzitivní.

Délka manuální i elektrické stimulace byla vždy minimálně 180s. Mezi jednotlivými aplikacemi byla 3 min pauza. Tento postup měření byl dodržen u všech probandů. Celý průběh byl snímán elektromyograficky a videozáznamem

#### **4.5 Analýza a zpracování dat**

Analýza a zpracování dat probíhala v programu MyoResearch XP Master verze 1.06.21. Zpracovaná data byla převedena do tabulkové formy v programu Microsoft Office Excel 2003. Analyzováno bylo pořadí zapojování sledovaných svalů při manuální i elektrické stimulaci spoušťových zón reflexního plazení pomocí standardní timing analýzy. Analyzován byl také videozáznam, který měl určit chování lidského organismu při manuálním i elektrickém dráždění spoušťových zón reflexního plazení

v rámci vybavení lokomočního vzoru. V případě vybavení lokomočního vzoru očekávám, že dojde v obou případech:

- 1) ke změně dechového rytmu
- 2) k napřímení osového orgánu včetně šíje
- 3) k dorsálnímu sklopení pánve
- 4) ke kaudálnímu posunu lopatky na čelistní straně
- 5) k využití oporných bodů reflexního plazení – distální části levé horní končetiny a distální části pravé dolní končetiny

EMG záznam i videozáznam byl vyhodnocován individuálně pro každého probanda. Porovnání v rámci probandů vůči sobě navzájem nemá vzhledem k individualitě osobnosti význam, šlo by maximálně o hledání tendencí pro další možný výzkum.

#### **4.6 Rozsah platnosti**

Jedná se o pilotní studii prováděnou na malém počtu probandů, proto neleze výsledky statisticky zhodnotit ani zobecnit. V případě potvrzení hypotéz je důvod k další studii této problematiky.

Omezení spočívá v řadě faktorů, které mohou EMG signál získaný z povrchových elektrod ovlivnit. Podle DeLucy (2001) se jedná o lokalizaci elektrody na svalu, vzdálenost mezi registrační elektrodou a sledovanými svalovými vlákny, interferenci z okolních sítí. Je nutné počítat se zvýšenou výbavností lokomočního vzoru reflexního plazení u jedinců – fyzioterapeutů, jakožto probandů. Dále je potřebné vzít v úvahu specifiku TENS proudu vzhledem k typu proudu, reakci na délku impulzu a délku pauzy. Měření bylo jednorázové, je nutné počítat s různou reaktivitou v rámci jednotlivce vzhledem k biologickým rytmům.



## **5 Výsledky a vyhodnocení**

### **5.1 Vyhodnocení vybavení lokomočního vzoru reflexního plazení**

#### **5.1.1 Stanovení parametrů týkajících se pořadí zapojení vybraných svalů**

Do zpracování výsledků bylo zařazeno pouze 5 probandů, 1 proband zařazen nebyl z důvodu nedodržení pokynů během stimulace spoušťových zón a vlastního EMG měření. Při vyhodnocování pořadí zapojení vybraných svalů byla využita „standard timing“ analýza v programu Myo Research XP Master. Jedná se o semiautomatickou analýzu doplněnou zrakovou kontrolou. Výsledky byly zpracovány formou tabulek v programu Microsoft Office Excel. Směrodatná odchylka byla vypočítávána v intervalu od 0 do 100 ms. Prahová hodnota byla stanovena jako třináásobek směrodatné odchylky. Minimální doba trvání subperrody byla stanovena na 100 ms. U manuální stimulace byl k vyhodnocení použit analogový EMG záznam, u stimulace pomocí proudu TENS byla použita „pásmová filtrace“ dle použité frekvence proudu.

#### **5.1.2 Proband č. 1**

Před začátkem stimulace leží ruka čelistní horní končetiny volně na podložce, zápěstí je v nulovém postavení v sagitální rovině. Pata záhlavní dolní končetiny spočívá nad podložkou, hlezenní kloub je ve středním postavení v sagitální rovině.

#### **Manuální stimulace trupové zóny**

Od 10. s stimulace se prohlubuje dýchání, které je lokalizované v oblasti střední a dolní hrudní páteře, je viditelný laterální rozvoj spodních žeber oboustranně, v oblasti lopatek je dýchání intenzivnější na straně čelistní lopatky. V oblasti čelistní strany je patrná svalová aktivita. Dýchání se postupně rozšiřuje kraniálně a kaudálně na celou oblast trupu a pánve. Páteř se napřimuje. 20 s po začátku stimulace je viditelný další záškub svalů ramenního pletence čelistní strany a pohyb hlavy ke středu. Navazuje vzpřimování na ČHK, opora je o loketní kloub, ramenní kloub se zvedá zespona nahoru a spolu s lopatkou se pohybuje kaudálně. Krční páteř se postupně napřimuje a hlava se stále točí směrem k záhlavní straně, střední rovinu však nepřesáhne. Páteř se napřimuje, pánev se klopí dorsálně. Toto vše probíhá během první minuty stimulace. Ve 2. minutě se dýchání lokalizuje zpět především do spodní hrudní oblasti, laterální rozvoj žeber je výrazný. Probíhá další vzpřimování ramenního pletence a trupu na čelistní straně, šíje je

napřímená. Na konci 2. minuty se rozevírají prsty na záhlavní ruce. Ve 3. minutě stimulace se dech opět rozvíjí, probíhá dechová vlna kaudokraniálně až do horní hrudní páteře. Ve 4. minutě dochází k mírné dorsální flexi zápěstí čelistní ruky s nadzdvížením prstů od podložky, prsty zůstávají v semiflekčním postavení. Postupně dochází k abdukci MCP. Ke konci 4. minuty je patrný náznak vzpřímení pánve na záhlavní straně s oporou o koleno, pata záhlavní dolní končetiny se postupně přibližuje k podložce, na podložku se však během stimulace nedostane. V 5. minutě je stimulace ukončena.



Obrázek 14 - Manuální stimulace trupové zóny probanda č.1

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivoval m. infraspinatus, následovala aktivace pravého a levého zevního šikmého břišního svalu, poté m. deltoideus na čelistní straně a následně m. tibialis anterior a m. biceps femoris na straně záhlavní.

Tabulka 2 – Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 1

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	1
m. obliquus abd. sin	3
m. obliquus abd. dx	2
m. tibialis anterior dx	6
m. biceps femoris dx	5

## Manuální stimulace patní zóny

Hlezenní kloub záhlavní dolní končetiny je pasivně nastaven do nulového postavení v sagitální rovině, pata spočívá asi 1 cm nad podložkou. Již po 5 s stimulace se hlava začíná točit směrem ke střední rovině, současně se lokalizuje dech do dolní poloviny trupu s laterálním rozvojem spodních žebér a rameno se začíná zvedat nahoru od podložky. Pata záhlavní dolní končetiny se po 30 s dostává do kontaktu s podložkou. Během následujících minut stimulace pokračuje vzpřimování horního trupu a ramenního pletence, posun lopatky kaudálně a napřimování všech úseků páteře. Na konci 2. minuty stimulace jsou prsty na čelistní ruce abdukovány, MCP klouby jsou v semiflexi, prsty se zvedají nad podložku. Hlava má tendenci odlepit čelo od podložky. V průběhu 3. minuty stimulace se abdukované prsty opět dotýkají podložky, pata záhlavní strany zůstává v kontaktu s podložkou, je viditelná oporná funkce distální části záhlavní dolní končetiny, páteř v bederní oblasti se dále napřimuje, bederní lordóza je vyhlazena, pánev dorsálně sklopena. Na konci stimulace je celá páteř včetně šíje napřimena.



Obrázek 15 - Manuální stimulace patní zóny u probanda č.1

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivoval m. infraspinatus, poté m. biceps femoris, následně pravý a levý m. obliquus externus abdominis, poté m. deltoideus a jako poslední m. tibialis anterior.

Tabulka 3 – Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 1

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	5
m. infraspinatus sin	1
m. obliquus abd. sin	4
m. obliquus abd. dx	3
m. tibialis anterior dx	6
m. biceps femoris dx	2

### **Stimulace trupové zóny proudem TENS o frekvenci 30 Hz**

Jako první je patrné prohloubení dechu, převládá dýchání dolní poloviny trupu, je viditelný rozvoj spodních žeber do stran a lokalizace dechu v bederní oblasti. Po 20 sekundách stimulace se hlava točí směrem ke střední rovině, dýchání se šíří i na horní polovinu trupu a ramenní pletenec a horní trup na čelistní straně se zvedají nahoru od podložky při současně opoře o loketní kloub čelistní horní končetiny – rameno se posouvá kaudálně a dorsálně. Po 40 s stimulace se prsty zdvihají od podložky, zvětšuje se dorsální flexe zápěstí na čelistní ruce a zápěstí se pohybuje do radiální dukce. Celá páteř se napřimuje, hlava je v prodloužení páteře. Pata záhlavní dolní končetiny se dostává na podložku, následně se opět od podložky vzdaluje a později se na podložku vrací. Pohyby probíhají v jakýchsi vlnách. V průběhu 3. minuty stimulace se dorsální flexe a radiální dukce zvětšuje a prsty jsou mírně abdukovány. Vzniká opora celé distální části čelistní horní končetiny. Páteř je napřímená a hlava má tendenci zvednout se od podložky. Současně je naznačeno vzpřímení pánve záhlavní strany a opora paty o podložku, která se v průběhu 4. minuty od podložky opět vzdaluje.



Obrázek 16 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 1

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, následovala aktivace m. infraspinatus a m. deltoideus na čelistní straně, poté m. biceps femoris a m. tibialis anterior na straně záhlavní.

Tabulka 4 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 1

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	6
m. biceps femoris dx	5

### **Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182 Hz**

Již po 5 s stimulace se objevuje pohyb hlavy, čelistní horní končetiny i změna dechového rytmu. Hlava se točí směrem ke střední rovině, krční páteř se napřimuje. Ramenní kloub se vzpřimuje, zvedá se nahoru od podložky, spolu lopatkou se pohybuje kaudálně. Po 10 s stimulace se přidává pohyb nohy záhlavní dolní končetiny a pohyb ruky čelistní horní končetiny. Pata se pohybuje směrem k podložce, na čelistní ruce dochází k dorsální flexi a radiální dukci zápěstí se semiflexí v MCP a IP kloubech. Následně se prsty zdvihají od podložky a jsou abdukovány v MCP kloubech. Palec je v opozici. Po 30 s stimulace je viditelná opora distální části čelistní horní končetiny a

další vzpřimování horního trupu a ramenního pletence na čelistní straně. Šije se napřimuje. Dýchání se rozšiřuje na celý trup, probíhá jako vlna. Pata se na malou chvíli dostává na podložku, je naznačena opora o distální část záhlavní dolní končetiny, poté se pata opět vzdaluje od podložky. Tento pohyb se několikrát za sebou opakuje v jakýchsi ve vlnách. Po 60 s stimulace dochází ke kontrakci svalových skupin v oblasti pánve na čelistní dolní končetině, poté dojde v kyčelním kloubu čelistní dolní končetiny k malé extenzi. Po 90 s stimulace se hlava při napřimené krční páteři zdvihá krátkodobě od podložky. Na záhlavní horní končetině dochází k abdukci prstů.



Obrázek 17 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz  
u probanda č. 1

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivoval m. obliquus externus abdominis vpravo, poté m. infraspinatus, teprve poté m. obliquus externus abdominis vlevo. Následuje aktivace m. deltoideus, pak m. tibialis anterior a m. biceps femoris.

Tabulka 5 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS  
s frekvencí 182Hz u probanda č. 1

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	2
m. obliquus abd. sin	3
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	5
m. biceps femoris dx	6

### **Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz**

5 sekund po dosažení prahově senzitivní intenzity proudu dochází současně k poklesu paty záhlavní dolní končetiny na podložku, pohybu hlavy směrem ke střední rovině a vzpřimování pletence ramenního. Zvětšuje se rozsah pohybu spodních žeber laterálně. Ramenní kloub a horní trup na čelistní straně se dále zvedají nahoru od podložky, následně se ramenní pletenec a celá ČHK pohybují kaudálně, loket se odlepuje od podložky a následně se po dokončení kaudálního posunu o podložku opírá. Po 30 s stimulace záhlavní dolní končetina provádí krátkodobou extenzi v kyčelním kloubu, poté se vrací zpět do výchozího postavení. Hlava je v této chvíli ve střední rovině, není rotovaná. Hrudní a bederní páteř není v této fázi napříměna. Po 50 s stimulace se začíná vzpřimovat pánev na záhlavní straně a posouvat se kranálně. Pata přitom ztrácí kontakt s podložkou, poté se hned do kontaktu vrací a pánev ve vzpřimení nezůstane. Po 60 s stimulace se rozvíjí ruka záhlavní horní končetiny, prsty jsou abdukovány. Po 90 s stimulace se zvětšuje dorsální flexe zápěstí čelistní ruky, přidává se radiální dukce a prsty nejsou v kontaktu s podložkou. Je vytvořena opora distálních částí čelistní horní a záhlavní horní končetiny. Bederní páteř se postupně napřimuje, pánev se klopí dorsálně.



Obrázek 18 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 1

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivoval m. obliquus externus abdominis dexter, poté m. infraspinatus, následně m. biceps femoris a m. tibialis anterior, pak m. obliquus externus abdominis sinister a jako poslední m. deltoideus.

Tabulka 6 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 1

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	6
m. infraspinatus sin	2
m. obliquus abd. sin	5
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	4
m. biceps femoris dx	3

### Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz

Pohybová odezva je rychlá, asi 5 s po dosažení prahově senzitivní intenzity proudu dochází současně k laterálnímu rozvoji spodních žeber, rotaci hlavy směrem do střední roviny a zvedání ramenního pletence čelistní strany nahoru a posunu kaudálně. Plynule navazuje pokles paty na záhlavní straně na podložku, následuje plynulé zvětšování flexe v kolenním kloubu na záhlavní straně. Hlezenní kloub se pohybuje do dorsální flexe až k nulovému postavení v sagitální rovině. Následuje další vzpřimování trupu a pletence ramenního se současným zvyšováním dorsální flexe v zápěstí a radiální dukce, prsty se dostávají mimo kontakt podložkou, jsou mírně abdukovány. Dochází k opoře distální části čelistní horní a záhlavní dolní končetiny. Prsty se postupně dostávají do plné abdukce v MCP kloubech. Dýchání je lokalizované především v dolní polovině zad. Toto výše popsané se děje již během jedné minuty stimulace. K úplnému napřimení páteře během stimulace nedojde, v bederní páteři je vyhlazena na krátkou dobu bederní lordóza, poté se znovu objevuje. Napřimení krční a hrudní páteře je ovšem docíleno.





Obrázek 19 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 1

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Zevní šikmé břišní svaly, m. infraspinatus, následně m. biceps femoris a m. tibialis anterior a jako poslední m. deltoideus.

Tabulka 7 - Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 1

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	6
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	5
m. biceps femoris dx	4

### 5.1.3 Proband č. 2

Před začátkem každé stimulace leží ruka čelistní horní končetiny volně na podložce, zápěstí je v nulovém postavení v sagitální rovině. Pata záhlavní dolní končetiny spočívá nad podložkou, hlezenní kloub je v mírné plantární flexi.

#### Manuální stimulace trupové zóny

10 s po začátku stimulace registruji aktivaci svalů v oblasti ramenního pletence na čelistní straně a během následujících 20s změnu postavení - rameno se pohybuje z protrakčního postavení do neutrální pozice a lopatka se současně pohybuje kaudálně.

Opora je v oblasti mediálního epikondylu humeru na čelistní straně. Při posunu lopatky a ramene se prsty čelistní ruky krátkodobě zdvihnou od podložky. Ve stejném čase postupně dochází ke změně dechového rytmu, mělké dýchání přechází v dýchání prohloubené, je lokalizované především v dolní hrudní a bederní oblasti. Bederní lordóza se během 1. minuty stimulace vyhlazuje, je naznačeno dorsální klopení pánve, páteř se ve všech svých úsecích začíná postupně napřimovat. Dechová vlna se postupně šíří až do oblasti hrudní páteře. Po 1 minutě stimulace je viditelná odpověď v oblasti ruky čelistní horní končetiny. Ruka provádí dorsální flexi zápěstí se současnou extenzí a abdukci prstů i palce. Palec se dostává do roviny s ostatními prsty, není v opozici. Pohyby ruky jsou chvějivé. Dochází k opoře distální části čelistní horní končetiny. Ke konci stimulace se dýchání lokalizuje spíše do hrudní oblasti. K opoře distální části záhavní dolní končetiny ani přiblížení paty k podložce během stimulace nedochází.



Obrázek 20 - Manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 2

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: První se aktivoval m. infraspinatus, po něm m. obliquus abdominis externus na záhavní straně, následovala aktivace m. obliquus abdominis na čelistní straně a jako poslední m. deltoideus.

Tabulka 8 – Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 2

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	1
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx.	3
m. tibialis anterior dx	
m. biceps femoris dx	

### Manuální stimulace patní zóny

Noha záhlavní dolní končetiny je pasivně nastavena v hlezenním kloubu do nulového postavení v sagitální rovině, pata spočívá nad podložkou.

Při manuální stimulaci patní zóny dochází již 3s po začátku stimulace k odpovědi v oblasti čelistní ruky. Ruka se pohybuje v zápěstí do dorsální flexe, prsty jsou opět extendovány a abdukovány, palec se dostává do roviny s ostatními prsty. MCP klouby jsou v hyperextenčním postavení. Dochází k opoře distální části čelistní horní končetiny, rameno se zvedá nahoru proti gravitaci. Po 15 s stimulace dochází k markantní změně dechového rytmu, je výrazný především rozvoj laterální strany spodního trupu oboustranně. Po 30 s stimulace se pata záhlavní strany dostává do kontaktu s podložkou, pánev na záhlavní straně se vzpřimuje. Dechová vlna probíhá od bederní části páteře až do oblasti krční. Pánev se klopí dorsálně, páteř se napřimuje ve všech svých úsecích kromě krční páteře. Hlava je v reklináčním postavením. Ramenní kloub i lopatka na čelistní straně byly posunuty během stimulace kaudálně.



Obrázek 21 - Manuální stimulace patní zóny u probanda č. 2

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Jako první se aktivoval m. infraspinatus, poté levý a následně pravý m. obliquus abdominis. Poté byla naměřena aktivace v m. tibialis anterior, následně m. deltoideus a jako poslední m. biceps femoris.

Tabulka 9 – Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 2

<b>Sval</b>	<b>Pořadí zapojení</b>
m. deltoideus sin	5
m. infraspinatus sin	1
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx	3
m. tibialis anterior dx.	4
m. biceps femoris dx.	6

### **Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30 Hz**

Jako první byla 5 s po začátku stimulace viditelná aktivita svalů v oblasti ramenního pletence čelistní strany a současný malý pohyb pletence nahoru a kaudálně. V 10. sekundě byla zpozorována změna dechového rytmu, dýchání se postupně prohlubuje a dech probíhá jako dechová vlna od střední hrudní páteře až do LS přechodu. V následujícím časovém úseku pokračuje pohyb ramenního pletence čelistní strany nahoru a kaudálně. Po 45 s stimulace dochází k sakadovanému pohybu ramenního pletence dorsokaudálně, dechová vlna také neprobíhá plynule - přechází do jakýchsi vln, kdy dochází k napřímení páteře a následnému návratu do výchozího postavení. Ve 2. minutě jsou patrné svalové záškuby v čelistní horní končetině, v oblasti trupu i pánve. Pata záhlavní dolní končetiny se sakadovaným pohyb lehce přibližuje k podložce. Při této stimulaci dochází k částečnému vybavení lokomočního vzoru RP, pohyby však nebyly tak plynulé jako pohyby při manuální stimulaci.



Obrázek 22 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 2

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: První se aktivoval m. infraspinatus, poté zevní šikmé břišní svaly, následoval m. deltoideus čelistní strany, a poté m. biceps femoris a m. tibialis anterior na záhlavní dolní končetině.

Tabulka 10 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 2

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	1
m. obliquus abd. sin	3
m. obliquus abd. dx.	2
m. tibialis anterior dx	6
m. biceps femoris dx	5

### **Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182 Hz**

Již v prvních 10 s od počátku stimulace je patrná změna dechového rytmu, dýchání je již od počátku stimulace více prohloubené než při stimulaci stejné spoušťové zóny s frekvencí 30 Hz. Dýchání je lokalizované především do oblasti bederní páteře a lumbosakrálního přechodu s napřimováním bederního úseku páteře. Ve 30. s je viditelný pohyb ramenního pletence směrem dorsálně a kaudálně, napřimuje se krční i hrudní úsek páteře. Po 1 minutě stimulace se dýchání šíří kraniálním směrem až do hrudní oblasti, probíhá jako dechová vlna – plynuleji než při aplikaci TENS o frekvenci 30 Hz. Pánev se klopí dorsálně. Po 90 s stimulace dochází k záškubu záhlavní dolní

končetiny a pata se lehce přiblíží k podložce, ihned se ale vrací do výchozí pozice. Po 2 minutách se ramenní pletenec ještě více vzpřimuje a předpokládám, že v této chvíli je opora o loketní kloub na čelistní straně největší. Pohybová odezva ruky čelistní horní končetiny při aplikaci této frekvence není patrná. Při aplikaci TENS o frekvenci 182 Hz byly pohyby plynulejší než při aplikaci 30 Hz, ale záškuby byly stále patrné, především v oblasti horního trupu a ramenního pletence čelistní strany.



Obrázek 23 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz  
u probanda č. 2

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, následovala aktivace m. infraspinatus a m. deltoideus na čelistní straně, poté m. tibialis anterior a m. biceps femoris na straně záhlavní.

Tabulka 11 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS  
s frekvencí 182Hz u probanda č. 2

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx.	1
m. tibialis anterior dx.	5
m. biceps femoris dx.	6



### **Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz**

Po dosažení subjektivní intenzity proudu registrují již po 5 s změnu dechového rytmu, dýchání se lokalizuje do oblastí spodních žeber, která se rozvíjejí laterálně. Po 15 s dochází k pohybu ramenního pletence čelistní horní končetiny směrem nahoru a kaudálně. Nástup pohybu není plynulý, probíhá v záškubech. Koncem 1. minuty se začíná prohlubovat dýchání a dochází k dorsálnímu sklápění pánve a napřimování páteře v bederní a lumbosakrální oblasti. Pata na záhlavní straně se přibližuje k podložce. Opět jsou všechny pohyby sakadované. Asi po 80 s začíná pohyb čelistní ruky, která se pohybuje v zápěstí do dorsální flexe, prsty jsou extendovány a abdukovány. Pohyb je ovšem spíše chvějivý než plynulý, prsty opakovaně povolují do flexe a následně se vrací do extenčního postavení. Současně s pohybem ruky dochází ke vzpřimování pánve na záhlavní straně a k opoře na mediálním epikondylu femuru. V této fázi je záhlavní pata stále nad podložkou. Postupně se pata dostává blíže k podložce, pánev se ještě více vzpřimuje a pohybuje se kranálně. Krční páteř není napřimená, hlava se nachází v reklinačním postavení. Celý tento popsany pohybový vzorec neprobíhá plynule, nýbrž v záškubech. Po 180 s stimulace se pata dostává na podložku a pokračuje posun kolenního kloubu po podložce směrem kranálním a záhlavní pata se dostává do úrovně popliteální jamky na čelistní straně. Po 200 s se objevuje rozevření ruky s abdukcí prstů na záhlavní horní končetině. Na ruce čelistní horní končetiny se zvětšuje dorsální flexe v zápěstí. Krční páteř zůstává v patologickém postavení. Po 4 minutách stimulace během několika sekund dochází k návratu do výchozí polohy, pohybová reakce „vyhasne“.



Obrázek 24 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 2

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejdříve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, poté pravý m. biceps femoris, následně levý m. deltoideus a m. infraspinatus a jako poslední m. tibialis anterior vpravo.

Tabulka 12 – Pořadí zapojení svalů při stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 2

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	5
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx.	1
m. tibialis anterior dx	6
m. biceps femoris dx	3

Probandka se cítila po stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30 Hz vyčerpaná, a proto po doporučení MUDr. Pánka nebyla stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182 Hz uskutečněna.

#### 5.1.4 Proband č. 3

Před začátkem stimulace leží ruka čelistní horní končetiny volně na podložce, MCP klouby jsou v semiflekčním postavení. Pata záhlavní dolní končetiny spočívá nad podložkou, hlezenní kloub je v mírné plantární flexi.

#### Manuální stimulace trupové zóny

Po 10 s stimulace se objevuje změna dechového rytmu, dýchání se lokalizuje do bederní oblasti, registruji i laterální rozvoj spodních žeber. Po 20 s stimulace pozoruji izometrickou kontrakci svalů v oblasti ramenního pletence čelistní strany. Po 30 s stimulace je viditelný první pohyb ramenního pletence, zvedá se nahoru a pohybuje se současně kaudálním směrem. Dýchání se prohlubuje, přenáší se kaudálně až do oblasti pánve, bederní páteř se napřimuje. Ve 2. minutě se dále pohybuje pletenec ramenní dorsokaudálně a krční i hrudní úsek páteře se napřimuje. Koncem 2. minuty registruji pohyb čelistní ruky, flexe v MCP kloubech se zvětšuje a současně se zvětšuje dorsální flexe v zápěstí. Prsty zůstávají v semiflekčním postavení v kontaktu s podložkou. Ve 3. minutě je laterální rozvoj žeber výrazný, současně se dále zvedá rameno čelistní strany nahoru od podložky. Na záhlavní dolní končetině nedochází k poklesu paty směrem k podložce, během stimulace není viditelné ani vzpřimování pánve na záhlavní straně.





Obrázek 25 - Manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 3

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, následovala aktivace m. infraspinatus a m. deltoideus na čelistní straně, poté m. tibialis anterior a m. biceps femoris na straně záhlavní.

Tabulka 13 – Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 3

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	1
m. obliquus abd. dx.	2
m. tibialis anterior dx	5
m. biceps femoris dx	6

### Manuální stimulace patní zóny

Pata záhlavní dolní končetiny spočívá nad podložkou, hlezenní kloub je pasivně nastaven do nulového postavení v sagitální rovině.

Při manuální stimulaci patní zóny je několik málo sekund patrná změna dechového rytmu, dech se prohlubuje a je patrný laterální pohyb spodních žeber, podobně jako u stimulace hrudní zóny. Po 30 s stimulace je viditelný záškrb svalů ramenního pletence čelistní horní končetiny a malý pohyb směrem dorsokaudálním. Během následujícího časového úseku (2. a 3. minuta) dochází k zintenzivnění dýchání v thorakolumbální a bederní oblasti směrem dorsálním. Dochází k napřimení spodního úseku páteře a k dorsálnímu klopení pánve. Především ve 3. minutě se pata postupně

přibližuje k podložce, na konci 3. minuty je v kontaktu s podložkou, dochází k opoře distální části záhavní dolní končetiny a pánve na záhavní straně se lehce vzpřimuje. Na začátku 4. minuty je patrný další pohyb ramene dorsokaudálně. Po ukončení stimulace pata nezůstává na podložce, vrací se zpět do výchozího postavení.



Obrázek 26 - Manuální stimulace patní zóny u probanda č. 3

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivují zevní šikmé břišní svaly, poté m. infraspinatus, následuje m. biceps femoris a m. tibialis anterior na záhavní dolní končetině a jako poslední m. deltoideus na čelistní straně.

Tabulka 14 – Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 3

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	6
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	1
m. obliquus abd. dx.	2
m. tibialis anterior dx.	5
m. biceps femoris dx.	4

### **Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30 Hz**

Za 7 s od počátku stimulace se prohlubuje dýchání v lumbální i dolní hrudní oblasti, viditelný je výrazný laterální rozvoj spodních žeber. Dýchání se postupně přenáší až do oblasti pánve. Po 25 s stimulace se objevuje svalová aktivita v oblasti pletence ramenního čelistní horní končetiny, který se začíná zvedat nahoru a posouvat kaudálním směrem při současné opoře o mediální epikondyl humeru. Pohyb plynule

pokračuje i v následujících desítkách sekund. Po 60 s stimulace se viditelně zintenzivňuje dýchání v oblasti hrudní, bederní i lumbosakrální. Po 90 s se bederní úsek páteře napřimuje a pánev se sklápí mírně dorsálně, pata záhlavní strany se plynule pohybuje směrem k podložce. Po 100 s stimulace dále pokračuje vzpřimování ramenního pletence a horního trupu na čelistní straně. K pohybu čelistní ruky během stimulace dochází.



Obrázek 27 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 3

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, následovala aktivace m. infraspinatus a m. deltoideus na čelistní straně, poté m. biceps femoris a m. tibialis anterior na straně záhlavní.

Tabulka 15 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 3

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx.	1
m. tibialis anterior dx	6
m. biceps femoris dx	5

### **Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182 Hz**

Ihned po dosažení subjektivní intenzity proudu dochází k prohloubení dýchání v thorakolumbální oblasti směrem laterálním i dorsálním. Po 10 sekundách registrují svalovou aktivitu v oblasti ramenního pletence čelistní strany a následuje pohyb dorsokaudálně. Po 15 s stimulace se zintenzivňuje dýchání především v bederní oblasti do laterálního směru. Postupně dochází k napřimnutí bederního úseku páteře. Po 1 minutě stimulace se objevuje pohyb čelistní ruky do dorsální flexe v zápěstí, prsty zůstávají v semiflekčním postavení v kontaktu s podložkou. Po 100 s stimulace se dech šíří až do střední hrudní oblasti, zároveň pokračuje pohyb ramenního pletence dorsokaudálně a krční a hrudní úsek páteře se napřimuje. Po 120 s se dále zvětšuje dorsální flexe v zápěstí, které se pohybuje i do radiální dukce, prsty se zvedají od podložky. Současně se zvyšuje flexe v MCP kloubech prstů. Opora je v distální části čelistní horní končetiny. Ve 3. minutě stimulace je dechová vlna viditelná v celé oblasti zad, probíhá při nádechu i výdechu kaudokraniálním směrem. Během stimulace nedochází k posunu záhlavní paty k podložce.



Obrázek 28 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz  
u probanda č. 3

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivoval m. obliquus externus abdominis vlevo, poté m. infraspinatus, teprve poté m. obliquus externus abdominis vpravo. Následuje aktivace m. deltoideus, pak m. biceps femoris a m. tibialis anterior.

Tabulka 16 - Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 3

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	2
m. obliquus abd. sin	1
m. obliquus abd. dx.	3
m. tibialis anterior dx.	6
m. biceps femoris dx.	5

### Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz

20 s od začátku stimulace se prohlubuje dýchání v bederní oblasti, zvláště na pravé straně, současně dochází k přiblížení záhlavní paty k podložce. Dech se přenáší až do oblasti pánve, dochází k napřimění bederního úseku páteře a dorsálnímu klopení pánve. Po 40 s stimulace se pánev na záhlavní straně začíná vzpřimovat, pata se dále plynule pohybuje směrem k podložce a současně je viditelná aktivita svalů pletence ramenního a jeho pohyb dorsálněkaudálně. Po 60 s stimulace dochází k pohybu pánve i záhlavní dolní končetiny směrem kraniálním. Koleno se psouvá po podložce kraniálně, pánev se ještě více vzpřimuje a následně dochází opoře celé distální části záhlavní dolní končetiny. Pata se nachází na podložce, hlezenní kloub je v nulovém postavení v sagitální rovině. Po 90 s se dýchání v bederní oblasti se dále prohlubuje, ramenní pletenec se posouvá stále dorsokaudálně a celá čelistní horní končetina se pohybuje směrem kaudálním – loket se posouvá kaudálně po podložce, dostává se až do úrovně ramene. Nyní dochází na čelistní ruce k dorsální flexi v zápěstí se semiflekčním postavením prstů, které zůstávají na podložce. Po 120 s se prsty odlepují od podložky, zůstávají v semiflekčním postavení, zápěstí se klopí radiálně. Dochází k napřimění krční páteře a k nadzvihnutí hlavy od podložky, páteř zůstává napřimená, nedochází k reklinaci. Rameno a lopatka se posouvají dále kaudálním směrem. Po 3 minutách stimulace je docílena opora distální části čelistní horní a záhlavní dolní končetiny.



Obrázek 29 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 3

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Jako první se aktivoval m. biceps femoris vpravo, poté m. obliquus externus abdominis dexter, m. deltoideus, m. infraspinatus, poté m. obliquus externus abdominis sinister a nakonec m. tibialis anterior na záhlavní straně.

Tabulka 17 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 3

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	3
m. infraspinatus sin	4
m. obliquus abd. sin	5
m. obliquus abd. dx.	2
m. tibialis anterior dx	6
m. biceps femoris dx	1

### **Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz**

20 s po začátku stimulace je viditelná výraznější změna dechového rytmu, dýchání se lokalizuje především do bederní oblasti, pata na záhlavní straně se mírně pohybuje směrem k podložce. Po 30 s stimulace se dýchání rozšiřuje z oblasti bederní kaudálním i kraniálním směrem, dochází k napřimování bederního úseku páteře a vzpřimování pánve na pravé straně těla. Po 40 s následuje pohyb ramenního kloubu a čelistní lopatky směrem dorsokaudálním při opoře končetiny o loketní kloub. Současně dochází k dorsální flexi zápěstí čelistní ruky se semiflexí prstů a napřimování páteře



v krční i hrudní oblasti. Po 75 s je viditelné napřímení všech úseků páteře včetně šíje. Hlava se zvedá od podložky v napřímeném postavení, prsty se odlepují od podložky, zápěstí se pohybuje do radiální dukce. V této chvíli se objevují záškuby na čelistní dolní končetině. Pata záhlavní dolní končetiny zůstává po celou dobu stimulace nad podložkou. Ve 3. minutě stimulace se hlava pokládá zpět na podložku. V poslední fázi dochází k záškubům v ramenním kloubu čelistní HK a v záhlavní dolní končetině, krční páteř má tendenci se znovu zdvihnout v napřímení od podložky.



Obrázek 30 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 3

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Jako první se aktivoval m. biceps femoris vpravo, poté mm. obliqui abdomines externi, m. infraspinatus, poté m. deltoideus a nakonec m. tibialis anterior na záhlavní straně.

Tabulka 18- Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 3

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	5
m. infraspinatus sin	4
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx.	3
m. tibialis anterior dx.	6
m. biceps femoris dx.	1

### 5.1.5 Proband č. 4

Před začátkem stimulace leží ruka čelistní horní končetiny volně na podložce, zápěstí je v nulovém postavení v sagitální rovině. Pata záhlavní dolní končetiny spočívá nad podložkou, hlezenní kloub je ve středním postavení v sagitální rovině. U tohoto probanda nebyla snímána pomocí EMG elektrická aktivita v m. biceps femoris.

#### Manuální stimulace trupové zóny

Při manuální stimulaci hrudní zóny se po 15 s stimulace prohlubuje dýchání, které je lokalizované především do oblasti spodních žebér a břišní stěny, dochází k laterálnímu a dorsálnímu rozvoji v oblasti ThL přechodu a bederní páteře. Současně je viditelná svalová aktivita v oblasti pletence ramenního na čelistní straně, který se po 30 s stimulace začne pohybovat nahoru od podložky a směrem kaudálně. Pohyb je velmi malého rozsahu. Během následujících 2 minut se dech dále prohlubuje a šíří se z oblasti thorkalolumbálního přechodu kaudálně až do LS oblasti a kraniálně do střední hrudní oblasti. Je naznačeno napřimování bederního úseku páteře. Plynule pokračuje i pohyb čelistního ramenního pletence dorsokaudálně. Ve 3. minutě stimulace se ještě více prohlubuje dýchání, při nádechu dochází k pohybu záhlavní paty směrem k podložce, při výdechu se pata od podložky opět vzdálí. Během stimulace pata nezíská kontakt s podložkou.



Obrázek 31 - Manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 4



Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Jako první se aktivoval pravý zevní šikmý břišní sval, poté m. infraspinatus, dále levý zevní šikmý břišní sval, poté m. deltoideus a následovala aktivace m. tibialis anterior.

Tabulka 19 - Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 4

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	2
m. obliquus abd. sin	3
m. obliquus abd. dx.	1
m. tibialis anterior dx	5

### Manuální stimulace patní zóny

Při manuální stimulaci patní zóny byla noha záhlavní dolní končetiny pasivně nastavena v hlezenním kloubu do nulového postavení v sagitální rovině. Po 15 s stimulaci pozoruji opět prohloubení dýchání, rozvoj v oblasti bederní páteře je nejprve laterální, později se dech šíří až do oblasti LS přechodu a je viditelný dorsokaudální rozvoj této oblasti. Po 30 s stimulace dochází k aktivaci svalů v oblasti pletence ramenního čelistní strany, po 1 minutě stimulace pozoruji pohyb lopatky kaudálně. Pohyb je velmi malého rozsahu. Od 40 s stimulace je viditelný postupný pohyb záhlavní paty směrem k podložce, na konci 2.minuty stimulace se dostává do kontaktu s podložkou. Ve chvíli opory záhlavní paty o podložku dochází k dalšímu vzpřimování pletence ramenního a horního trupu na čelistní horní končetině. Páteř se napřimuje ve všech svých úsecích.



Obrázek 32 - Manuální stimulace patní zóny u probanda č. 4

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, následovala aktivace m. infraspinatus na čelistní straně, poté m. tibialis anterior a m. deltoideus.

Tabulka 20 - Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 4

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	5
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx.	1
m. tibialis anterior dx	4

### Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30 Hz

Již 5 s po začátku stimulace se prohloubuje dýchání, především v dolní hrudní oblasti, je výrazný laterální pohyb spodních žeber do stran. Následuje aktivace svalů v oblasti ramenního pletence čelistní strany, pohyb zatím není patrný. Po 30 s stimulace se dech šíří až do oblasti dolního úseku bederní páteře. méně pak v oblasti bederní páteře. Větší rozsah dýchacích pohybů se zdá být větší na záhlavní, tj. pravé straně trupu. Současně se čelistní lopatka posunuje kaudálně a ramenní kloub se vzpřimuje na čelistní horní končetině. Pohyb paty na záhlavní straně směrem k podložce během stimulace neregistruji.



Obrázek 33 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 4

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, následovala aktivace m. infraspinatus a m. deltoideus.

Tabulka 21 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 4

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx.	1
m. tibialis anterior dx	5

### Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182 Hz

Při stimulaci proudu TENS o frekvenci 182 Hz dochází ke stejnému sledu jednotlivých pohybových reakcí, avšak pohybová odezva je mnohem rychlejší než při aplikaci proudu TENS při frekvenci 30 Hz. Vizuálně dochází k většímu rozvoje laterální strany trupu do stran, pohyb ramenního pletence je patrný již po 10 s stimulace. Pohyb paty na záhlavní straně směrem k podložce během stimulace neregistrují, do kontaktu s podložkou se nedostává.



Obrázek 34 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 4

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: M. obliquus externus abdominis sinisterm poté m. infraspinatus, následně m. obliquus externus abdominis dexter, poté m. deltoideus a m. tibialis anterior.

Tabulka 22 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 4

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	2
m. obliquus abd. sin	1
m. obliquus abd. dx.	3
m. tibialis anterior dx	5

### Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30 Hz

Bezprostředně po začátku stimulace dochází rychle k přiblížení paty záhlavní dolní končetiny směrem k podložce. V následujících sekundách pohyb paty k podložce nepokračuje. Po 20 s stimulace se mírně prohlubuje dýchání v oblasti bederní páteře směrem laterálním i dorsálním. Po 30 s stimulace registrují pohyb ramenního pletence čelistní strany, který se vzpřimuje od podložky. Během druhé minuty stimulace se nadále prohlubuje dýchání a pokračuje pohyb ramenního pletence čelistní strany dorsokaudálně, krční, hrudní a bederní úsek páteře se začíná napřimovat. Po 90 s dochází náhle k záškubu paty záhlavní strany směrem k podložce a současněmu záškubu ramenního pletence na čelistní straně směrem dorsokaudálním. Na začátku 3. minuty je viditelné mírné vzpřimování pánve na záhlavní straně při současném pohybu paty k podložce, během stimulace se však pata do kontaktu s podložkou nedostane.



Obrázek 35 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 4

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: M. obliquus externus abdominis dexter poté m. infraspinatus a m. deltoideus, následně m. obliquus externus abdominis sinister a nakonec m. tibialis anterior.

Tabulka 23 - Pořadí zapojení svalů při stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č.4

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	3
m. infraspinatus sin	2
m. obliquus abd. sin	4
m. obliquus abd. dx.	1
m. tibialis anterior dx	5

### Stimulace TENS patní zóny 182 Hz

Po 15 s stimulace se mírně prohlubuje dýchání v oblasti bederní páteře směrem laterálním i dorsálním. Současně registruji pohyb ramenního pletence čelistní strany, který se vzpřimuje od podložky. Pohyb je ovšem velmi malého rozsahu. Během první minuty stimulace se začíná napřimovat bederní úsek páteře. Při nádechu se pata na záhlavní straně lehce přiblíží k podložce, při výdechu se vzdaluje. Po 50 s opět pozoruji záškub svalů v oblasti pletence ramenního, konkrétně mediální části deltového svalu. Ve druhé a třetí minutě se dále prohlubuje dýchání. Během stimulace nedochází ke kontaktu záhlavní paty s podložkou, neregistruji ani pohyb akra čelistní horní končetiny.



Obrázek 36 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 4

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve m. infraspinatus a m. deltoideus, následně zevní šikmé břišní svaly a jako poslední m. tibialis anterior.

Tabulka 24 - Pořadí zapojení svalů při stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 4

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	2
m. infraspinatus sin	1
m. obliquus abd. sin	4
m. obliquus abd. dx.	3
m. tibialis anterior dx	5

### 5.1.6 Proband č. 5

Před začátkem stimulace leží ruka čelistní horní končetiny volně na podložce, zápěstí je v nulovém postavení v sagitální rovině. Pata záhlavní dolní končetiny spočívá nad podložkou, hlezenní kloub je v mírné plantární flexi.

#### Manuální stimulace trupové zóny

V 9 s stimulace je viditelný svalový záškub v oblasti ramenního pletence na čelistní straně a poté nepatrný pohyb ramenního pletence dorsokaudálně. Současně dochází ke změně dechového rytmu, objevuje se laterální rozvoj spodních žebér, dýchání se lokalizuje v oblasti Th/L přechodu a bederní oblasti páteře. Postupně se prohlubuje a přechází až do oblasti hýždí. Při nádechu se klopí pánev dorsálně a bederní páteř se napřimuje. Po 25 s stimulace dochází k další viditelné aktivaci svalů v oblasti ramenního pletence na čelistní straně a ke zvedání ramenního pletence od podložky a pohybu kaudálně. Na začátku 2. minuty stimulace je lopatka v kaudálním postavení, šíje je napřímená a mediální kondyl humeru je v maximální opoře. Ve 2. minutě stimulace se stále prohlubuje dýchání, pánev na záhlavní straně se na krátkou dobu lehce vzpřimuje, pata je stále vzdálená od podložky. Ve druhé polovině 2. minuty stimulace se prsty čelistní ruky posouvají po podložce ke kořeni dlaně, zápěstí se postupně pohybuje do DF a dlaň se rozšiřuje. Ve 3. minutě se prsty zdvihají od podložky, na konci 3. minuty se prsty abdukují v MCP kloubech. Pata záhlavní dolní končetiny se během stimulace nedostává do kontaktu s podložkou.





Obrázek 37 - Manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 5

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Jako první se aktivoval pravý zevní šikmý břišní sval, poté m. infraspinatus, dále levý zevní šikmý břišní sval, poté m. deltoideus a následovala aktivace m. tibialis anterior a m. biceps femoris.

Tabulka 25 – Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 5

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	2
m. obliquus abd. sin	3
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	5
m. biceps femoris dx	6

### Manuální stimulace patní zóny

Před začátkem stimulace je pata mimo kontakt s podložkou, noha je pasivně nastavena do nulového postavení v hlezenním kloubu v sagitální rovině. Asi 10 s po počátku stimulace se objevuje změna dechového rytmu, dýchání se prohlubuje, je lokalizované v bederní oblasti. Rozvoj je spíše dorsokaudální, v menší míře laterální. Pata se postupně během 1. minuty stimulace dostává do kontaktu s podložkou, pánev se sklápí dorsálně. Mediální epicondyl humeru je v opoře a po 40 s stimulace je viditelné, jak se ramenní pletenec začíná zvedat zespoda nahoru. Postupně se dále prohlubuje dýchání, dochází k napřímení páteře. Na začátku 3. minuty stimulace se ještě více

zvedá pletenec ramenní na čelistní straně a lopatka se posunuje kaudálně. Současně je viditelné napřimování šíje. V polovině 3. minuty se zápěstí čelistní ruky nastavuje do dorsální flexe, prsty ztrácí kontakt s podložkou, jsou v semiflekčním postavení a postupně jsou abdukovány při semiflekčním postavení v MCP kloubech. Palec je v opozičním postavení. Pata na záhlavní straně se v okamžiku rozvinutí čelistní ruky vzdaluje od podložky. Stimulace je na konci 4. minuty ukončena.



Obrázek 38 - Manuální stimulace patní zóny u probanda č. 5

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, následovala aktivace m. deltoideus a m. infraspinatus na čelistní straně, poté m. tibialis anterior a m. biceps femoris na straně záhlavní.

Tabulka 26 - Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č.5

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	3
m. infraspinatus sin	4
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	6
m. biceps femoris dx	5

### **Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30 Hz**

Oproti manuální stimulaci dochází od samého počátku stimulace k většímu rozvoji žeber laterálně. Asi 10 s po začátku stimulace dochází k záškubů svalů v oblasti lopatky čelistní strany a následnému pohybu ramenního pletence dorsálně a kaudálně.



Na začátku 2. minuty stimulace se ramenní pletenec dál zvedá nahoru od podložky a lopatka se posouvá kaudálně. Krční páteř se napřimuje. Dech se lokalizuje v bederní oblasti páteře, pánev se klopí dorsálně a páteř se napřimuje. Na přelomu 2. a 3. minuty se začne dechová vlna šířit kraniálně až do oblasti střední hrudní páteře. Ve 3. minutě se začne rozvíjet ruka, prsty jsou abdukovány, ale zůstávají v semiflekčním postavením na podložce. Poté dochází k dorsální flexi zápěstí a současnému zdvihnutí prstů od podložky. Současně se ještě více napřimuje krční páteř a hlava má tendenci zdvihnout se od podložky. Distální část čelistní horní končetiny je v opoře. Současně se pata přibližuje blíže k podložce a pohybuje se do dorsální flexe v hlezenním kloubu. Dýchání se stále prohlubuje a lokalizuje se zpět do oblasti bederní páteře a oblasti hýždí. Pata zůstává mimo kontakt s podložkou.



Obrázek 39 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 5

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly zevní šikmé břišní svaly, následovala aktivace m. infraspinatus na čelistní straně, poté m. biceps femoris a m. tibialis anterior na straně záhlavní a nakonec m. deltoideus.

Tabulka 27 - Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 5

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	6
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	1
m. obliquus abd. dx	2
m. tibialis anterior dx	5
m. biceps femoris dx	4

### **Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182 Hz**

Při stimulaci dochází vizuálně nejprve ke změně dechového rytmu. Mělké dýchání se postupně prohlubuje, je lokalizováno v dolní hrudní a bederní oblasti. Po 10 s stimulace se objevují první pohyby v oblasti ramenního pletence, který se začíná zvedat nahoru. Postupně se prohlubuje dýchání, při nádechu se pata přibližuje směrem k podložce, při výdechu se od podložky vzdaluje. Dochází k napřimování páteře v bederní oblasti, pánev se klopí dorsálně. V průběhu 1. i 2. minuty pokračuje posun ramenního pletence kaudálně a jeho zdvihání nahoru při opoře o mediální epikondyl humeru. Napřimuje se šíje, rozšiřuje se dlaň, prsty zůstávají v kontaktu s podložkou. Na začátku 3. minuty stimulace dochází k dalšímu prohlubování dechu, pánev na záhlavní straně se vzpřimuje, vzdálenost mezi patou a podložkou se zmenšuje. Mediální epikondyl femuru záhlavní dolní končetiny je v opoře. Ke konci 3. minuty stimulace se rameno ještě více zvedá od podložky, krční páteř je napřimená a hlava má tendenci zvednout se od podložky v napřimeném postavení. Prsty se zvedají od podložky, ruka je v dorsální flexi. Distální část horní končetiny se stává opornou. Na konci stimulace je celá páteř včetně šíje napřimená. Pata není v kontaktu s podložkou.



Obrázek 40 - Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz  
u probanda č. 5

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Jako první se aktivoval pravý zevní šikmý břišní sval, poté m. infraspinatus, levý zevní šikmý břišní sval, poté m. deltoideus a následovala aktivace m. tibialis anterior a m. biceps femoris.

Tabulka 28 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 5

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	4
m. infraspinatus sin	2
m. obliquus abd. sin	3
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	5
m. biceps femoris dx	6

### Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30 Hz

Ihned po začátku stimulace se mění dechový rytmus, dech je lokalizován v bederní oblasti páteře, je patrný i laterální rozvoj spodních žeber. Pánev se klopi dorsálně, pata se s každých nádechem více přibližuje k podložce a bederní lordóza se vyhlazuje. Po 30 s stimulace se objevuje svalová aktivita v oblasti ramenního pletence na čelistní straně a dochází ke zvedání pletence ramenního zespona nahoru, následuje pohyb lopatky i ramene kaudálně. Čelistní ruka zůstává ve výchozím postavení. Současně s pohybem lopatky a ramene se asi 75 s po začátku stimulace se objevuje vzpřímení pánve na záhlavní straně a opora distální části záhlavní dolní končetiny. Poté se začne rozšiřovat dlaň čelistní ruky, prsty se v MCP kloubech pohybují do abdukce, ale zůstávají ještě v kontaktu s podložkou. Na začátku 3. minuty se začne zvětšovat DF zápěstí, prsty se zvedají od podložky. Napřimuje se krční i hrudní páteř. V druhé polovině 3. minuty se začne pánev na záhlavní straně ještě více vzpřimovat, posouvá se kraniálně. Současně se zvětšuje rozsah dýchání v bederní oblasti, dech přechází až do oblasti hýždí. Vizuálně se zdá být dech většího rozsahu na pravé straně. Ke konci 4. minuty stimulace náhle dochází k poklesu ramenního pletence, ruky, pánve do původní pozice při přetrvávající stimulaci.



Obrázek 41 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 5

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Jako první se aktivovaly mm. obliqui externi abdomines, m. infraspinatus, poté m. tibialis anterior a m. biceps femoris a jako poslední m. deltoideus.

Tabulka 29 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 5

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	6
m. infraspinatus sin	3
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	4
m. biceps femoris dx	5

### **Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182 Hz**

Několik sekund po začátku stimulace se noha dostává do nulového postavení v sagitální rovině a pata se přiblíží k podložce. Současně se mění dechový rytmus, dech je z oblasti bederní páteře přenášen až do oblasti hýždí. Při nádechu se pánev klopi dorsálně a pata se stále přibližuje směrem k podložce. Páteř v bederní oblasti se postupně napřimuje. Ve 20 sekundě následuje záškub svalů v oblasti pletence ramenního na čelistní straně a malý pohyb dorsokaudálně. Ve 2. minutě stimulace se dýchání postupně prohlubuje. Na začátku 2. minuty je viditelný pohyb ramenního pletence čelistní strany dorsokaudálně se současným napřimováním šíje a oporou

mediálního kondylu humeru o podložku. Čelistní ruka zůstává ve výchozím postavení. Pohyb ramenního pletence kaudálním směrem pokračuje v průběhu 2. i 3. minuty stimulace. V druhé polovině 2. minuty se stále dech lokalizuje v bederní oblasti páteře, dochází ke vzpřimování pánve na záhlavní straně. Mediální epikondyl kolene záhlavní dolní končetiny je v oporné funkci. V průběhu 3. minuty se zvětšuje DF zápěstí, prsty zůstávají v kontaktu s podložkou, což znamená, že se zvětšuje flexe v MCP kloubech. Šije je napřímená, hlava má tendenci zvednout čelo od podložky. Na začátku 4. minuty se pánev na záhlavní straně ještě více vzpřimuje, dech je lokalizován i v oblasti hýždí a pata se dostává do kontaktu s podložkou. Celá distální část záhlavní dolní končetiny se dostává do opory.

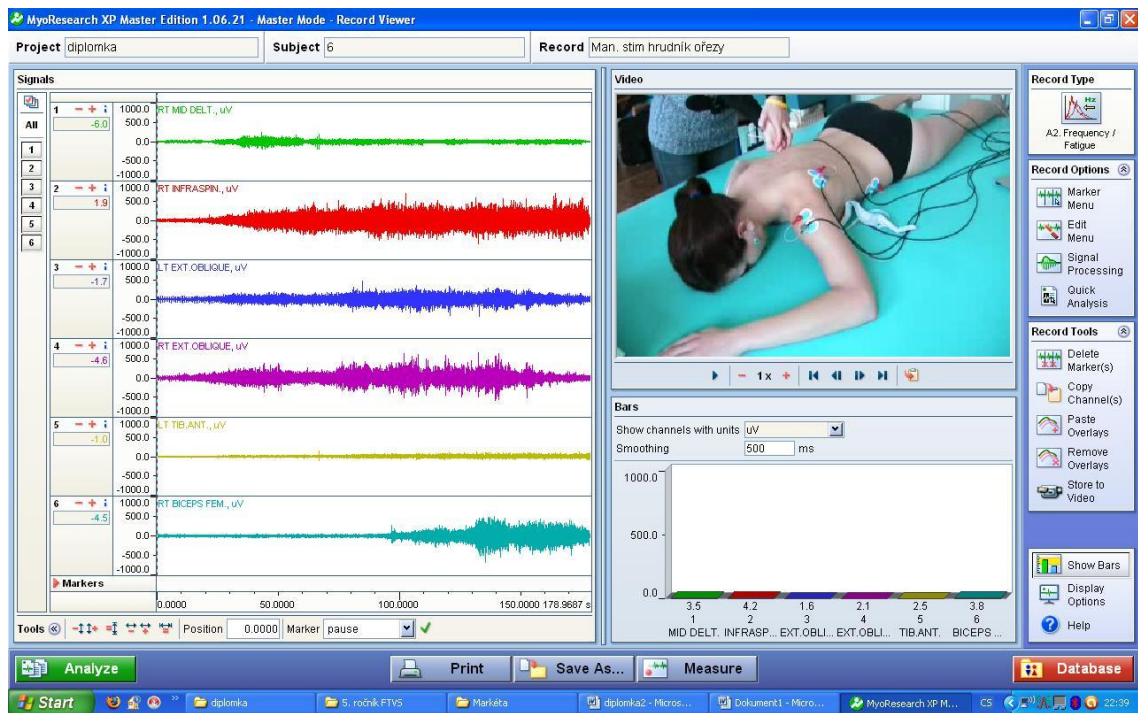


Obrázek 42 - Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 5

Zapojení vybraných svalů proběhlo v následujícím pořadí: Nejprve se aktivovaly mm. obliqui externi abdomines, poté m. tibialis anterior, následně m. infraspinatus a m. deltoideus a jako poslední m. biceps femoris.

Tabulka 30 – Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 5

Sval	Pořadí zapojení
m. deltoideus sin	5
m. infraspinatus sin	4
m. obliquus abd. sin	2
m. obliquus abd. dx	1
m. tibialis anterior dx	3
m. biceps femoris dx	6



Obrázek 43 – EMG záznam manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 5

## 5.1.7 Souhrn výsledků

### Proband č.1

Při stimulaci trupové zóny dochází k vybavení lokomočního vzoru reflexního plazení jak při stimulaci manuální, tak při stimulaci pomocí proudu TENS. Při manuální stimulaci jsou pohyby jednotlivých segmentů pomalejší, probíhají plynuleji. Při stimulaci proudem TENS je pohybová reakce rychlejší, globálnější, avšak pohyby probíhají v jakýchsi „vlnách“. Nejglobálnější a nejrychlejší pohybová odezva je při použití frekvence 182 Hz.

Při stimulaci patní zóny dochází také k vybavení lokomočního vzoru reflexního plazení při manuální stimulaci i elektrostimulaci. Platí zde totéž, co u stimulace trupové zóny. Při stimulaci proudem TENS je při použití frekvence 30 Hz i 182 Hz sklon k únikovému mechanismu.

Pořadí aktivace vybraných svalů je při stimulaci trupové zóny manuální stimulací a elektrostimulací obdobné, při stimulaci patní zóny je pořadí aktivace odlišné (viz příloha 4).



## **Proband č. 2**

Při stimulaci trupové zóny byl u manuální stimulace a u stimulace proudem TENS o frekvenci 30Hz a 182 Hz částečně vybaven lokomoční vzor, při manuální stimulaci byly pohyby více plynulé než při stimulaci proudem TENS.

Při stimulaci patní zóny byl lokomoční vzor vybaven u manuální stimulace i elektrostimulace. U manuální stimulace byla pohybová odezva plynulá, při stimulaci proudem TENS s frekvencí 30Hz byla pohybová odezva rychlejší, globálnější, pohyby byly ovšem sakadované, chvějivé, docházelo k únikovým mechanismům v oblasti osového orgánu a hlavy.

Pořadí aktivace vybraných svalů je při stimulaci trupové zóny manuální stimulací a elektrostimulací obdobné, u prudu TENS se aktivuje m. biceps femoris a m. tibialis anterior, které se u manuální stimulace neaktivují. Při stimulaci patní zóny je pořadí aktivace manuální stimulací a proudem TENS odlišné (viz příloha 5).

## **Proband č. 3**

Při stimulaci trupové zóny byl částečně vybaven lokomoční vzor reflexního plazení, pohyby probíhaly plynule. U stimulace proudem TENS byly pohyby více globální, k nejglobálnějšímu a nejplynulejším pohybům došlo při použití frekvence 182 Hz, lokomoční vzor reflexního plazení byl vybaven nejrychleji.

Pro stimulaci patní zóny platí totéž. Při stimulaci proudem TENS byla největší a nejplynulejší pohybová odezva při použití frekvence 182 Hz, tato odezva byla větší než při stimulaci trupové zóny touto frekvencí.

Pořadí aktivace vybraných svalů je při stimulaci trupové zóny manuální stimulací a elektrostimulací obdobné, při stimulaci patní zóny je pořadí aktivace manuální stimulací a proudem TENS odlišné (viz příloha 6).

## **Proband č. 4**

Při stimulaci trupové zóny je pohybová odezva při TENS rychlejší než při manuální stimulaci, pohyby jsou plynulé při obou stimulacích. Nejrychlejší pohybová odezva je při použití frekvence 182 Hz.

Při stimulaci patní zóny jsou pohyby při obou stimulacích plynulé, největší a nejrychlejší odezva je při stimulaci proudem TENS o frekvenci 30Hz.

Pořadí aktivace vybraných svalů je při stimulaci trupové zóny manuální stimulací a elektrostimulací obdobné, při stimulaci patní zóny je pořadí aktivace manuální stimulací a proudem TENS odlišné (viz příloha 7).

### **Proband č. 5**

Při stimulaci trupové zóny byla nejmenší pohybová odezva u manuální stimulace, největší při aplikaci proudu TENS o frekvenci 182Hz. Při použití proudu TENS byla pohybová odezva rychlejší. Pohyby byly plynulé u obou typů stimulace. K vybavení lokomočního vzoru RP došlo ve všech třech případech.

Při stimulaci patní zóny došlo při použití proudu TENS o frekvenci 30Hz k největší pohybové odezvě v oblasti pánve, při frekvenci 182 Hz v oblasti záhlavní nohy. Pro stimulaci patní zóny jinak platí totéž co u stimulace trupové zóny.

Pořadí aktivace vybraných svalů je při stimulaci trupové zóny manuální stimulací a elektrostimulací obdobné, u stimulace frekvencí 182 Hz a manuální stimulace je pořadí aktivace úplně identické. Při stimulaci patní zóny dochází ke stejnému pořadí aktivace šikmých břišních svalů, které se aktivují jako první, další pořadí je odlišné (viz příloha 8).

**Hypotéza č. 1 :** *Předpokládám, že lokomoční vzor, který se aktivuje při Vojtově reflexní lokomoci typu reflexního plazení pomocí manuální stimulace spouštěových zón, se bude aktivovat i při stimulaci stejných spouštěových zón pomocí TENS, byla potvrzena.* V případě vybavení lokomočního vzoru manuální stimulace byl lokomoční vzor vždy vybaven i stimulací proudem TENS. Lokomoční vzor byl často vybaven globálněji a rychleji, v některých případech ovšem pohybové odezvy nebyly tak plynulé jako u manuální stimulace.

**Hypotéza č. 2 :** *Předpokládám, že dojde k obdobnému pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci stejných spouštěových zón transkutánní elektrickou neurostimulací stejně jako stimulací manuální v rámci jednoho probanda, byla částečně potvrzena.* Bylo zjištěno následující: U 5 ze 6 probandů bylo při stimulaci trupové zóny pořadí aktivace vybraných svalů obdobné při stimulaci manuální jako při stimulaci TENS proudem. Při stimulaci patní zóny bylo ovšem u všech 6 probandů pořadí aktivace vybraných svalů manuální stimulací a stimulací proudem TENS zcela odlišné.



## 6 Diskuze

Experiment potvrdil hypotézu, že lokomoční vzor reflexního plazení, který se aktivuje při manuální stimulaci spoušťových zón, se aktivuje též při stimulaci nízkofrekvenčním proudem typu TENS při stimulaci stejných spoušťových zón. Z potvrzení této hypotézy vyplývá odpověď na výzkumnou otázku, zda je vektor směru působení a tlak při dráždění spoušťových zón nezbytný pro vyvolání vzoru reflexní lokomoce typu reflexního plazení. Výsledky tohoto výzkumu ukazují, že vektor směru působení a tlak zřejmě nehrají ve vybavení lokomočního vzoru zásadní roli. Je však otázkou, jak kvalitně je vybaven lokomoční vzor reflexního plazení stimulací manuální a stimulací elektrickou.

Z výsledků experimentu vyplývá, že v případě použití nízkofrekvenčního proudu typu TENS ke stimulaci soušťových zón je pohybová reakce vždy rychlejší a vždy více globální. O větší plynulosti a kvalitě pohybových reakcí se dá hovořit jen u některých probandů, konkrétně u třech. U zbylých dvou probandů byla pohybová odezva při použití proudu TENS bez ohledu na frekvenci velmi markantní, byla zde tendence k únikovým mechanismům.

Co se týče porovnání trupové a patní zóny v rámci proudu TENS, pohybová reakce byla vždy globálnější a rychlejší při stimulaci patní zóny, avšak v některých případech zde byla větší tendence k únikovým mechanismům a patologickým pohybovým odezvám, nejvíce pak u probanda č. 2 při použití frekvence 30 Hz. Je tedy možné uvažovat o významu vektoru směru působení, tlaku a kladenému odporu určitým pohybovým segmentům při manuální stimulaci, neboť při ní k únikovým mechanismům nedocházelo.

Druhá hypotéza, která předpokládala obdobné pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci stejných spoušťových zón transkutánní elektrickou neurostimulací stejně jako stimulací manuální v rámci jednoho probanda, byla potvrzena jen částečně. V případě stimulace trupové zóny byla potvrzena, v případě stimulace patní zóny byla vyvrácena, a to u všech probandů. Toto zjištění je velmi zajímavé. Poukazuje na to, že výběr spoušťové zóny v pořadí aktivace vybraných svalů zřejmě hraje roli.

Při stimulaci trupové zóny bylo pořadí aktivace při použití manuální stimulace a při použití transkutánní elektrické neurostimulace obdobné. U všech probandů mezi první tři aktivované svaly patřil *m. infraspinatus* a *m. obliquus externus abdominis*

dexter at sinister. Poté ve většině případů následovala aktivace m. deltoideus a následně vybraných svalů na záhlavní dolní končetině, tedy m. biceps femoris a m. tibialis anterior.

Při stimulaci patní zóny bylo pořadí aktivace vybraných svalů při manuální stimulaci a elektrostimulaci zcela individuální, nebyla nalezena žádná souvislost.

Stimulace proudem se jistě šířila na více svalových skupin než manuální stimulace. V budoucím výzkumu bych považovala za vhodné snímat elektrickou aktivitu z více svalů.

V rámci diskuse bych se chtěla zmínit i o charakteru vybraného souboru a počtu probandů. Do výzkumu bylo zahrnuto 5 žen a 1 muž, přičemž u 1 ženy nebyly výsledky vyhodnoceny. Výzkum probíhal na malém počtu probandů, proto bych chtěla zdůraznit, že výše popsané výsledky nelze zobecnit. Bylo zde vymezení jak z hlediska pohlaví, kdy převažoval počet žen, tak z hlediska věku. Všichni probandi byli ve věku od 23 do 25 let. Nabízí se otázka, jaké výsledky by podal obdobný výzkum prováděný na seniorech nebo kojencích. Dalším vymezením bylo, že všichni probandi byli studenti fyzioterapie a dle zkušeností PhDr. Čemusové (ústní sdělení) patří fyzioterapeuti do „výbavnější“ skupiny populace. Všichni probandi byli zdraví, toho času si nebyli vědomi žádného zdravotního omezení. Je otázkou, jaké výsledky by přinesl tento výzkum například u dětí s dětskou mozkovou obrnou. Jaký vliv na vybavení lokomočního vzoru by měla únava, psychický stres, množství podkožního tuku, či podmínky zevního prostředí?

Dalším bodem, o kterém by mohla být vedena diskuse, je výběr objektivizační metody. Použití povrchové elektromyografie pro zjištění pořadí aktivace vybraných svalů je velmi přínosné, nicméně získané výsledky měření mohou být ovlivněny řadou nezanedbatelných faktorů. V EMG signálu se může objevit rušení nejrůznější povahy. Tato rušení, označovaná jako artefakty, můžeme rozdělit do dvou základních skupin - na artefakty biologické povahy a artefakty technické povahy. Pod artefakty biologické můžeme zahrnout dechové pohyby, srdeční ozvy a arteriální pulzaci. Artefakty technické povahy, neboli šumy, zahrnují dle De Lucy (2001) jednak šum elektronických komponent detekovacího a nahrávacího zařízení, jednak okolní šum vycházející ze zdrojů elektromagnetického záření (zásuvky, kabely). Dominantní frekvence tohoto šumu je 50 Hz.

Elektromyografické studie provedené v souvislosti s Vojtovou metodou potvrzují vznik svalové aktivity při manuální stimulaci spoušťových zón. Kuchařová (2008) ve své práci poukázala na to, že již nastavení výchozí polohy daného vzoru reflexní lokomoce, konkrétně reflexního plazení, má význam na aktivaci svalů. Kolář (1999) sledoval v elektromyografické studii aktivitu dvou svalů s antagonistickou funkcí (m. gluteus medius a m. adduktor longus) na čelistní straně ve dvou rozdílných výchozích polohách. Vyšší aktivita daného svalu byla vždy v případě jeho protažení ve výchozí poloze. Magnus říká, že aferentní podněty přicházející z periferie mohou být přepojovány na různé nervové výstupy podle toho, jak je sval protažen, protože přednostně jsou vysílány k nejvíce protaženým svalům. V naší práci byly při manuální stimulaci trupové zóny mezi prvními třemi svaly vždy aktivovány mm. obliqui externi abdomines dx et sin. Tyto svaly patří mezi nejvíce protažené již ve výchozí poloze.

Pavlů, Véle, Havlíčková (2000) prokázali polyelektromyografickým vyšetřením svalovou aktivitu provokovanou stimulací spoušťových zón u dospělých probandů. Výsledky jejich studie ukázaly, že manuální stimulací spoušťových zón lze provokovat spontánní motorickou reakci, která probíhá sice u každého probanda individuálním způsobem, ale spěje ke konečnému cíli, tj. otáčení s možností následné vertikalizace a lokomoce. Urbanová (2001) ukázala rozvinutí pohybové odpovědi u méně senzitivních jedinců po opakovaných stimulacích.

Laufens, Polke, Reimann a Seits zkoumali závislost časové sumace na intenzitě reakce a prostorové sumace na kombinaci spoušťových zón. Studie se zúčastnilo 86 pacientů s roztroušenou sklerózou. Výsledkem bylo, že prostorová sumace zvyšuje počet aktivovaných svalů i elektromyografickou aktivitu jednotlivých svalů (Pavlů, Véle, Havlíčková, 2000).

V naší studii jsme ukázali aktivaci vybraných svalů i při použití stimulace nízkofrekvenčním proudem typu transkutánní elektrické neurostimulace o frekvenci 30Hz a 182 Hz. V použitých frekvencích jsme nenalezli zásadní vliv na vybavení lokomočního vzoru. U některých probandů byl lokomoční vzor reflexního plazení lépe vybaven při aplikované frekvenci 30Hz, u jiných při frekvenci 182 Hz.

## 7 Závěr

Diplomová práce s názvem: Stimulace zón používaných při reflexní lokomoci pomocí proudu TENS, zčásti zodpověděla základní otázky, které byly kladeny. Některé otázky však zůstávají nezodpovězeny. Bylo potvrzeno, že lokomoční vzor reflexního plazení, který se vybaví při manuální stimulaci spoušťových zón, se vybaví i při stimulaci nízkofrekvenčním proudem typu TENS při použití stejných spoušťových zón. Z toho usuzujeme, že vektor směru působení a tlak při manuální stimulaci zón není nezbytný pro vybavení lokomočního vzoru reflexního plazení. Při stimulaci transkutánní elektrickou neurostimulací docházelo k aktivaci i těch svalů, které při manuální stimulaci aktivovány nebyly. Můžeme říct, že při elektrické stimulaci byl lokomoční vzor vybaven vždy globálněji a rychleji než při stimulaci manuální. Nelze však hovořit o vyšší kvalitě pohybových reakcí.

Dále se ukázalo, že při stimulaci trupové zóny manuálně i pomocí proudu TENS dochází u každého probanda k obdobnému pořadí aktivace vybraných svalů, při stimulaci patní zóny je však pořadí aktivace zcela individuální. Toto tvrzení přináší řadu dalších otázek, kterými by se v budoucnu mohly zabývat další výzkumy.

## Seznam použité literatury

- ✓ BASBAUM, A. I., FIELDS, H. L. Endogenous pain control mechanismus: Review and hypothesis. *Annals of neurology*. 1978, vol. 4, no. 5, s. 451-462.
- ✓ BAUER, H., et al. Vojta neurophysiological therapy. *Indian Journal of Pediatrics*. 1992, vol. 52, no. 1, s. 37-51. ISSN 0019-5456.
- ✓ BERGER, P. *The Journey to Pain Relief: A Hands-On Guide to Breakthroughs in Pain Treatment*. 1st. U.S. ed. Alameda: Hunter House, 2007. 288 s. ISBN: 978- 0-89793-469-5.
- ✓ BRACCIANO, A. *Physical agent modalities: theory and application for the occupational therapist*. 2nd.ed. United States: SLACK Incorporated, 2008. 328 s. ISBN 1-55642-649-6.
- ✓ BRADDOM, RANDALL, L. *Physical medicine and rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007. 1472 s. 978-1-4160-2610-5.
- ✓ CALTA, J., MACHÁLEK, Z., VACEK, J. *Základy fyzikální terapie pro praxi*. 1. vyd. Praha: Rehabilitační forum, 1994. 65 s.
- ✓ CAMERON, M. *Physical agents in rehabilitation: from research to practice*. 3rd ed. St. Louis Elsevier, 2009. 457 s. ISBN 978-1-4160-3257-1.
- ✓ CAPKO, J. *Základy fyziatrické léčby*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 394 s. ISBN 80-7169-341-3.
- ✓ CIVAIA, A., FEDELE, C., GALLINO, A., et al. *The Rehabilitative Management of Burn Patients in the Post-acute Phase*. *Riabilitativa*. E.M.C., Roma-Parigi Medicina. 2003, č. 1, s. 10-12.
- ✓ CÍBOCHOVÁ, R. Psychomotorický vývoj dítěte v prvním roce života. *Pediatric pro praxi*. 2004, č. 6, s. 291-297. ISSN 1213-0494
- ✓ ČEMUSOVÁ, J., ČERNÍKOVÁ, K., PÁNEK, D. et al. Využití elektroterapeutických proudů typu TENS ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2010, vol. 17, no. 3, s. 113-117. ISSN 1211-2658.
- ✓ ČERNÍKOVÁ, K. *Šíření nízkofrekvenčního proudu typu TENS tkáněmi lidského organismu*. Praha, 2010. 85 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Jitka Čemusová.
- ✓ DE LUCA, G. *Fundamental concepts in EMG signal acquisition*. Delsys. 2001.

- ✓ EDEL, H. *Fibel der Elektrodiagnostik und Elektrotherapie*. 6., bearb. Aufl. Berlin: Verlag Gesundheit, 1991. 356 s. ISBN 3-333-00582-4.
- ✓ ERIKSSON, M. *Transcutaneous Nerve Stimulation and Chronic Pain*. Ludn: Department of Clinical Neurophysiology University Hospital, 1983.
- ✓ HENCELOVÁ, M. Využitie Vojtovho princípu v rehabilitácii centrálnych paréz u dospelých jedincov – teoretické základy a vlastné pozorovanie. *Rehabilitácia*. 2003, vol. 36 , no. 4, s. 230- 242. ISSN 0375-0922.
- ✓ HENDL, J., BLAHUŠ, P. Metodologie [online]. c2005, poslední revize 6.4.2010 [cit. 2010-11-27]. Dostupné z:  
<http://www.ftvs.cuni.cz/hendl/metodologie/index.htm>.
- ✓ HORKÁ, E. *Ověřování teorie kódů v elektroléčbě při použití TENS*. Praha, 2009. 66 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Jitka Čemusová.
- ✓ HUPKA, J. *Fyzikálna terapia*. 1. vyd. Martin: Osveta, 1993. 555 s. ISBN 80-217-0568-X.
- ✓ HUSÁROVÁ, R. Využitie Vojtovej techniky u dospelých. *Rehabilitácia*. 2005, vol. 42, no. 3, s. 138-144. ISSN 0375-0922.
- ✓ HÜTER, BECKER, A., DÖLKEN, M. *Physikalische Therapie, Massage, Elektrotherapie und Lymphdrainage*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2006. 327 s. ISBN 978-3-13-136871-3.
- ✓ KITCHEN, S., BAZIN, S. *Electrotherapy: evidence-based practice*. London: Elsevier, 2002. 347 s. ISBN 0443072167.
- ✓ KOLÁŘ, P., et. al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1
- ✓ KOLÁŘ, P. Vývojová kineziologie. In KRAUS, J a kol. *Dětská mozková obrna*. Praha: Grada, 2005. s. 93-107.
- ✓ KOLÁŘ, P. Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze. *Pediatric pro praxi*. 2002, č. 3, s. 106-109. ISSN 1213-0494.
- ✓ KOLÁŘ, P. Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, vol. 8, no. 4., s. 152-164. ISSN 1211-2658.
- ✓ KOLÁŘ, P. The Sensomotor Nature of Postural Functions. Its Fundamental Role in Rehabilitation on the Motor System. *The Journal of Orthopaedic Medicine*. 1999, vol. 21, no. 2, s. 40-45.

- ✓ KOLÁŘ, P. Význam vývojové kineziologie pro manuální medicínu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1996, vol. 3, no. 4, s. 139–143. ISSN 1211-2658.
- ✓ KOLESÁR, J., ŽALOUDEK, K., HUPKA, J. *Fyzikální terapie: učebnice pro střední zdravotnické školy, obor rehabilitační pracovník*. Praha: Avicenum, 1988. 590 s.
- ✓ KOVÁČIKOVÁ, V. Vývojová kineziologie [online]. © 2003 [cit. 1.3.2011]. Dostupné na www: < <http://www.rl-corporus.cz/kineziologie.htm>. >
- ✓ KUCHAROVÁ, L. *Biomechanika reflexní lokomoce: elektromyografická analýza*. Praha, 2008. 69 s. Diplomová práce na FTVS UK. Vedoucí diplomové práce Jakub Otáhal.
- ✓ LAUFENS, S., SEITZ, D., STAENECKE, G. Vergleichend biologische Grundlagen zur angeborenen Lokomotion, insbesondere zum „reflektorischen Kriechen“ nach Vojta. *Krankengymnastik*. 1991, no. 5, s. 448-456.
- ✓ LOW, J., REED, A., DYSON, M. *Electrotherapy explained: principles and practice*. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2004. 431 s. ISBN 0-7506-4149-5.
- ✓ MELZACK, R. Pain. *The short form McGill Pain Questionnaire*. 1987, 30, p. 191-197.
- ✓ PÁNEK, D., PAVLŮ, D., ČEMUSOVÁ, J. Počítačové zpracování dat získaných pomocí povrchového EMG. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2009, vol. 16, no. 4, s. 177-180. ISSN 1211-2658.
- ✓ PAVLŮ, D. *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody: koncepty a metody spočívající převážně na neurofyziologické bazi*. I. 2. opr. vyd. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, 2003. 239 s. ISBN 80-7204-312-9.
- ✓ PAVLŮ, D., VÉLE, F., HAVLÍČKOVÁ, L. Elektromyografická a kineziologická analýza Vojtova terapeutického principu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2000, vol. 7, no. 2, s. 74-77. ISSN 1211-2658.
- ✓ PODĚBRADSKÝ, J. Oblíbené omyly a chyby při aplikaci fyzikální terapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1998, vol. 5, no.4, s. 135-141. ISSN 1211-2658.
- ✓ PODĚBRADSKÝ, J., PODĚBRADSKÁ, R. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 200 s., 18 listů volné obrazové přílohy. ISBN 978-80-247-2899-5.

- ✓ PODĚBRADSKÝ, J., VAŘEKA, I. *Fyzikální terapie I.* 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 264 s. ISBN 80-7169-661-7.
- ✓ ORTH, H. *Dítě ve Vojtově terapii: příručka pro praxi.* 1. vyd. České Budějovice: Kopp, 2009. 216 s. ISBN 978-80-7232-378-4.
- ✓ ORTH, H. *Das Kind in der Vojta-Therapie: Ein Begleitbuch für die Praxis.* 1. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer, 2005. 230 s. ISBN 3-437-46940-1.
- ✓ SANDBERG, M. Blood Flow Changes in the Trapezius Muscle and Overlying Skin Following Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. *Physical Therapy.* August 2007. Vol. 87, no. 8. s. 1047-1055.
- ✓ SIMONS, D., TRAVELL, J. *Myofascial Pain and Dysfunction – the Trigger Point Manual.* Baltimore: Williams & Wilkins, 1983.
- ✓ ŠAJTER, V., a kol. *Elektroterapie a fototerapie.* Martin: Osveta, 2005. 126 s. ISBN 80-8063-171-9.
- ✓ TROJAN, S. et. al. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka.* 3. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2005. 237 s. ISBN 80-247-1296-2.
- ✓ URBAN, J. Transkutánní elektrická neurostimulace a mechanismy jejího účinku. *Fyzioterapie.* 2000. č. 1
- ✓ URBANOVÁ, L. *Sledování výbavnosti vzoru reflexního plazení u dospělých pomocí polyelektromyografie.* Praha, 2001. 117 s. Diplomová práce na FTVS UK. Vedoucí diplomové práce František Věle.
- ✓ VARGA, R. Vývinová kineziológia a funkčné poruchy chrbtice v rámci rehabilitačnej starostlivosti. *Rehabilitácia.* 2008, vol. 45, no. 2, s. 75-84. ISSN 0375-0922.
- ✓ VAŘEKA, I. Vojtova reflexní lokomoce a vývojová kineziologie. *Rehabilitácia.* 2000, vol. 33, no. 4, s. 196-200. ISSN 0375-0922.
- ✓ VAŘEKA, I. *Základy fyzikální terapie.* 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 1995. 83 s. ISBN 80-7067-491-1.
- ✓ VĚLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy.* 2. vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.
- ✓ VOJTA, V. *Die zerebralen Bewegungsstörungen im Säuglingsalter: Frühdiagnose und Frühtherapie.* 8. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2008. 325 s. ISBN 978-3-13-140768-9.



- ✓ VOJTA, V. Vyjadřovací schopnost vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1997, vol. 4, no. 1., s. 7-10. ISSN 1211-2658.
- ✓ VOJTA, V., PETERS, A. *Vojtův princip: svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi*. 1. české vyd., překlad 3. zcela přepracovaného vyd. Praha: Grada, 2010. 180 s. ISBN 978-80-247-2710-3.
- ✓ VOJTA, V., PETERS, A. *Das Vojta-Prinzip: Muskelspiele in Reflexfortbewegung und motorischer Ontogeneze*. 3 vollst. überarb. Aufl. Heidelberg: Springer, 2007. 169 s. ISBN 978-3-540-46509-6.
- ✓ VOJTA, V., PETERS, A. *Vojtův princip: svalové souhry v reflexní lokomoci a motorická ontogeneze*. 1. vyd. Praha: Grada, 1995. 181 s. ISBN 80-7169-004-X.
- ✓ VYSKOTOVÁ, J. *Manuál elektroléčby*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Fakulta zdravotnických studií, 2010. 76 s. ISBN 978-80-7368-696-3.
- ✓ *Zimmer MedizinSystem* [online]. c2009 [cit. 2011-03-01]. Dostupné z WWW: <[www.i-zimmer.cz](http://www.i-zimmer.cz)>.

# **Přílohy**

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Souhlas etické komise UK FTVS

Příloha 2: Informovaný souhlas

Příloha 3: Seznam tabulek a obrázků

Příloha 4: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 1

Příloha 5: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 2

Příloha 6: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 3

Příloha 7: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 4

Příloha 8: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 5

## Příloha 1: Souhlas etické komise UK FTVS



UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6 – Veveslavín  
tel. (02) 2017 1111  
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

### Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné diplomové práce, zahrnující lidské účastníky

**Název:** Stimulace zón, používaných při reflexní lokomoci, pomocí TENS

**Forma projektu:** diplomová práce

**Autor/ hlavní řešitel/:** Bc. Markéta Vodňanská

**Školitel (v případě studentské práce):** PhDr. Jitka Čemusová, Ph.D.

**Popis projektu:** Hlavním předmětem studie bude sledování, zda při stimulaci spouštěových zón, používaných při Vojtově reflexní lokomoci, pomocí elektroterapie typu TENS, dojde k aktivaci vybraných svalů jako je tomu při stimulaci ruční. Aktivita svalů bude měřena pomocí povrchové EMG. Studie bude prováděna na 6 zdravých dospělých probandech. Měření bude probíhat jednorázově.  
**Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:** Nebude využito žádných invazivních metod.  
**Návrh informovaného souhlasu:** přiložen

V Praze dne

Podpis autora:

### Vyjádření etické komise UK FTVS

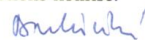
**Složení komise:** doc.MUDr.Staša Bartůňková, CSc  
Prof.Ing.Václav Bunc, CSc.  
Prof.PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc  
Doc.MUDr.Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 046/2011 .....

dne: ..... 3.2.2011 .....

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.**

  
.....  
podpis předsedy EK

razítko školy  
UNIVERZITA KARLOVA v Praze  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
sekretariát děkana  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

## **Příloha 2: Informovaný souhlas**

### **INFORMOVANÝ SOUHLAS**

Tímto Vás žádám o souhlas k experimentu, jehož výsledky budou následně uveřejněny v diplomové práci Markéty Vodňanské na FTVS UK.

Hlavním předmětem experimentu bude sledování, zda při stimulaci spoušťových zón, používaných při Vojtově reflexní lokomoci, pomocí elektroterapie typu TENS, dojde k aktivaci vybraných svalů jako je tomu při stimulaci ruční. Každý proband bude stimulován jednou ručně a jednou pomocí TENS. Aktivita svalů bude měřena pomocí povrchové EMG. Nebude použito žádných invazivních metod.

Měření bude probíhat jednorázově a bude trvat přibližně půl hodiny na každém probandovi. Osobní data nebudou zveřejňována a výsledky nebudou použity k jinému účelu než je výše uvedeno.

Dnes jsem byl/a poučen/a o plánovaném experimentu a plně mu rozumím. Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že mi bylo vysvětleno vše, co je obsahem tohoto písemného informovaného souhlasu, a že jsem měl/a možnost klást otázky, na které mi bylo řádně odpovězeno. Souhlasím s účastí v klinické studii a zveřejněním výsledků studie.

Datum: \_\_\_\_\_

Podpis osoby, která provedla poučení: \_\_\_\_\_

Podpis probanda/ky: \_\_\_\_\_

### **Příloha 3: Seznam tabulek a obrázků**

#### Seznam tabulek

- |            |   |
|------------|---|
| Tabulka 1  | Parametry elektroterapie dle požadovaného účinku (Poděbradský, Vařeka, 1998)                    |
| Tabulka 2  | Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 1                       |
| Tabulka 3  | Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 1                         |
| Tabulka 4  | Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 1  |
| Tabulka 5  | Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 1 |
| Tabulka 6  | Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 1    |
| Tabulka 7  | Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 1   |
| Tabulka 8  | Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 2                       |
| Tabulka 9  | Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 2                         |
| Tabulka 10 | Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 2  |
| Tabulka 11 | Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 2 |
| Tabulka 12 | Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 2    |
| Tabulka 13 | Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 3                       |
| Tabulka 14 | Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 3                         |
| Tabulka 15 | Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 3  |
| Tabulka 16 | Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 3 |

Tabulka 17	Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 3
Tabulka 18	Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 3
Tabulka 19	Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 4
Tabulka 20	Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 4
Tabulka 21	Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 4
Tabulka 22	Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 4
Tabulka 23	Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 4
Tabulka 24	Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 4
Tabulka 25	Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci trupové zóny u probanda č. 5
Tabulka 26	Pořadí zapojení svalů při manuální stimulaci patní zóny u probanda č. 5
Tabulka 27	Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 5
Tabulka 28	Pořadí zapojení svalů při stimulaci trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 5
Tabulka 29	Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 5
Tabulka 30	Pořadí zapojení svalů při stimulaci patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 5

### Seznam obrázků

Obrázek 1	Symetrická opora na loktech na konci I. trimenonu (Kolář, 2009)
Obrázek 2	Opора na jednom lokti ve 4,5 měsících (Kolář, 2009)
Obrázek 3	Otáčení ze zad na bok (Orth, 2005)
Obrázek 4	Poloha na čtyřech (Kolář, 2009)

- Obrázek 5 Výchozí poloha a spoušťové zóny reflexního plazení (Vojta, Peters, 2007)
- Obrázek 6 Zevní rotátory ramenního kloubu (Vojta, Peters, 2007)
- Obrázek 7 Svaly záhlavní dolní končetiny (Vojta, Peters, 2007)
- Obrázek 8 Vrátková teorie bolesti (Poděbradský, Poděbradská, 2009)
- Obrázek 9 Tvary impulzů: symetricky bifázické, asymetricky bifázické a bifázické alternující (Cameron, 2009)
- Obrázek 10 Schématické znázornění přiložení elektrod při aplikaci TENS (Kolesár, Žaloudek, Hupka, 1988)
- Obrázek 11 TENS burst (Cameron, 2009)
- Obrázek 12 TENS surge (Kitchen, Bazin, 2002)
- Obrázek 13 Neuromuskulární elektrostimulace (Kitchen, Bazin, 2002)
- Obrázek 14 Manuální stimulace trupové zóny u probanda č.1
- Obrázek 15 Manuální stimulace patní zóny u probanda č.1
- Obrázek 16 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 1
- Obrázek 17 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 1
- Obrázek 18 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 1
- Obrázek 19 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 1
- Obrázek 20 Manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 2
- Obrázek 21 Manuální stimulace patní zóny u probanda č. 2
- Obrázek 22 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 2
- Obrázek 23 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 2
- Obrázek 24 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 2
- Obrázek 25 Manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 3
- Obrázek 26 Manuální stimulace patní zóny u probanda č. 3

- Obrázek 27 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 3
- Obrázek 28 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 3
- Obrázek 29 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 3
- Obrázek 30 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 3
- Obrázek 31 Manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 4
- Obrázek 32 Manuální stimulace patní zóny u probanda č. 4
- Obrázek 33 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 4
- Obrázek 34 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 4
- Obrázek 35 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 4
- Obrázek 36 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 4
- Obrázek 37 Manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 5
- Obrázek 38 Manuální stimulace patní zóny u probanda č. 5
- Obrázek 39 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 5
- Obrázek 40 Stimulace trupové zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 5
- Obrázek 41 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 30Hz u probanda č. 5
- Obrázek 42 Stimulace patní zóny proudem TENS s frekvencí 182Hz u probanda č. 5
- Obrázek 43 EMG záznam manuální stimulace trupové zóny u probanda č. 5



**Příloha 4: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 1**

Trupová zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	4	4	4
m. infraspinatus sin	1	3	2
m. obliquus abd. sin	3	2	3
m. obliquus abd. dx	2	1	1
m. tibialis anterior dx	6	6	5
m. biceps femoris dx	5	5	6

Patní zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	5	6	6
m. infraspinatus sin	1	2	3
m. obliquus abd. sin	4	5	2
m. obliquus abd. dx	3	1	1
m. tibialis anterior dx	6	4	5
m. biceps femoris dx	2	3	4

**Příloha 5: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 2**

Trupová zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	4	4	4
m. infraspinatus sin	1	1	3
m. obliquus abd. sin	2	3	2
m. obliquus abd. dx	3	2	1
m. tibialis anterior dx		6	5
m. biceps femoris dx		5	6

Patní zóna

sval	pořadí zapojení	
	manuální	TENS 30Hz
m. deltoideus sin	5	4
m. infraspinatus sin	1	5
m. obliquus abd. sin	2	2
m. obliquus abd. dx	3	1
m. tibialis anterior dx	4	6
m. biceps femoris dx	6	3

**Příloha 6: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 3**

Trupová zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	4	4	4
m. infraspinatus sin	3	3	2
m. obliquus abd. sin	1	2	1
m. obliquus abd. dx	2	1	3
m. tibialis anterior dx	5	6	6
m. biceps femoris dx	6	5	5

Patní zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	6	3	5
m. infraspinatus sin	3	4	4
m. obliquus abd. sin	1	5	2
m. obliquus abd. dx	2	2	3
m. tibialis anterior dx	5	6	6
m. biceps femoris dx	4	1	1

**Příloha 7: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 4**

Trupová zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	4	4	4
m. infraspinatus sin	2	3	2
m. obliquus abd. sin	3	2	1
m. obliquus abd. dx	1	1	3
m. tibialis anterior dx	5	5	5

Patní zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	5	3	2
m. infraspinatus sin	3	2	1
m. obliquus abd. sin	2	4	4
m. obliquus abd. dx	1	1	3
m. tibialis anterior dx	4	5	5

**Příloha 8: Porovnání pořadí aktivace vybraných svalů při stimulaci manuální a nízkofrekvenčním proudem typu TENS u probanda č. 5**

Trupová zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	4	6	4
m. infraspinatus sin	2	3	2
m. obliquus abd. sin	3	1	3
m. obliquus abd. dx	1	2	1
m. tibialis anterior dx	5	5	5
m. biceps femoris dx	6	4	6

Patní zóna

sval	pořadí zapojení		
	manuální	TENS 30Hz	TENS 182Hz
m. deltoideus sin	3	6	5
m. infraspinatus sin	4	3	4
m. obliquus abd. sin	2	2	2
m. obliquus abd. dx	1	1	1
m. tibialis anterior dx	6	4	3
m. biceps femoris dx	5	5	6