

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu



Autoreferát disertační práce

**Testování posturální stabilizace motoriky ve vztahu  
k bolesti zad a evaluace dysfunkce posturálního  
řízení motoriky metodou  
posturální somatooscilografie**



## Souhrn:

**Úvod:** Pro objektivizaci *strukturálních změn* v hybném systému existuje mnoho vyšetřovacích a zobrazovacích metod. Pro vyšetřování *stavu řízení stabilizace motoriky* chyběla spolehlivá *jednoduchá* metodika, která by umožňovala *klinickou i přístrojovou evaluaci* bolestí trupu, u kterých se domníváme, že příčina bolesti je v dysfunkci řídicích stabilizačních mechanismů vertikalizované osoby. V této práci jsem poprvé zavedl Posturální Somatooscilografii (pSOG), která představuje nový způsob posturografie na definované instabilní ploše Posturomed za použití nové techniky vyšetření “provokačním testem“ kráčení/zastavení (**step/stand test**), při kterém se standardně zvyšují nároky na posturální stabilizaci a tedy na *způsob spolupráce svalů intersegmentálních a dlouhých povrchových*, udržujících posturu pomocí intersegmentální stabilizace buď ekonomicky či neekonomicky - se vznikem posturálně podmíněné bolesti v přetížených polysegmentálních svalech.

**Cíl práce:** Hlavním cílem práce byla validizace diagnostické metody nového klinického testu posturální stabilizace na standardizované instabilní ploše Posturomed – Posturální Somatooscilografie.

Vyšetřoval jsem odlišnosti posturální stabilizace motoriky.. Testoval jsem zdravé osoby a osoby s bolestí trupu při posturální instabilitě na ploše Posturomed. Tato plocha se používá od r. 1993 pro testování posturální stabilizace přesně definovaného stoje na jedné dolní končetině po opakovaném standardizovaném kráčení na místě, prováděném za účelem definovaného přenášení těžiště těla. Dále jsem hledal specifické parametry charakterizující kvalitu posturální stabilizace v nově zavedeném přístrojovém vyšetření Posturální Somatooscilografie. Poté jsem u vybraných pacientů provedl léčbu ovlivňující posturální stabilizaci. Po této léčbě jsem u vybraných osob po terapii vyšetřil změny posturální stabilizace v Posturální Somatooscilografii.

**Výzkumné soubory:** Byly vyšetřovány 2 skupiny osob. První skupina 24 osob byla vybrána z posturálně zdravých, v posledních 2 letech zcela bez bolestí a v dobré tělesné i duševní kondici, bez klinických příznaků posturální patologie. U těchto osob se nevyskytovala žádná neurologická či orthopedická onemocnění. Na numerické vizuální stupnici udávaly všechny osoby intenzitu bolesti v posledních letech stupněm 0. Druhou skupinu 28 osob tvořili pacienti s výraznými klinickými příznaky posturální dysfunkce a *s opakovaně vznikajícími intenzivními bolestmi v hybném systému závislými na stabilizaci těla vstoje a vsedě při práci horními končetinami*.

**Metody výzkumu:** U obou skupin byl proveden *posturální provokační test kráčení/zastavení* na testovací ploše Posturomed, jejíž pohyb byl snímán akcelerometry diagnostického systému Microswing a vyhodnocen novou metodou Posturální Somatooscilografie s programem Posturomed Commander. Zjištěné rozdíly byly statisticky zpracovány v programu SPSS. U vybraných pacientů s typickou posturální bolestí byla provedena léčba obsahující posturální prvky a poté byly tyto osoby znovu proměřeny jako před terapií.

**Výsledky:** V první skupině byly hodnoty stabilizačních parametrů, především tlumení výkmitů a celkového rozkmitu plochy Posturomed během 8-sekundového testu statisticky signifikantně lepší než u pacientů s posturální dysfunkcí. Vybrané osoby se po léčbě též posturálně signifikantně stabilizovaly, pro malý počet probandů nelze však výsledky zobecnit.

**Závěry:** Podařilo se identifikovat pacienty s posturální dysfunkcí v oblasti trupu. Ukázalo se, že nová metoda vyšetřování posturální instability s programem Posturomed Comander – **posturální somatooscilografie** – je vhodná pro objektivizaci klinického obrazu posturální dysfunkce motoriky u vertikalizovaných osob, které se zatěžují dlouhodobě činnostmi přetěžujícími stabilizaci trupu převážně vsedě a vstoje.

**Klíčová slova:** postura, test posturální stabilizace, posturální dysfunkce, bolest, posturální somatooscilografie, pSOG

Title:

**Testing the postural stabilization of the movement system and evaluating the dysfunction of the postural cybernetic of the movement system by a new method postural somatooscillography**

Abstract:

Introduction:

For the objectification of the structural damages in the musculoskeletal system there are many research methods and imaging techniques. For the investigation of the stabilization of the locomotion system a simple, reliable method for the clinical and instrumental evaluation of the pain-body is missing so far. These methods probably would include the cause of the dysfunction of the stabilizing mechanisms in vertically integrated persons. Therefore I introduce a Postural Somatooscillography in this work, which is a new kind of posturography on a Posturomed surface that can be unstable in a metered way. Second, a new technique of "provocation test" (Step/Stand) is introduced here. In this test, standardized claims to the increased postural stability and so on the nature of the cooperation of the intersegmental muscles and the superficial polysegmental muscles are made evident. Either caused by a good segmental stabilizing a good economic posture, without pain, or non-economic activation of polysegmental muscles caused postural related pain in these congested superficial muscles.

Objectives:

My aim is the determination of the differences in postural stabilization of the locomotion system in healthy people and people with pain in the body in postural instability. This is reached by testing with the specific-area-Posturomed that has been used since 1993 (Rašev 1993) for the study of postural stabilization ability of a well-defined single-leg stand followed by standardized steps on the spot. The purpose of this technique is a defined transfer of gravity in the human body. In addition, I sought for specific parameters to characterize the quality of postural stabilization in the test of postural Somatooscillography first introduced by me. Next, in selected patients treatment was carried out to influence postural stability. After this treatment, the changes in postural stabilization were investigated in this group of patients by Postural Somatooscillography.

The main objective of this study was the validisation of the new diagnostic method Postural Somatooscillography and of the new clinical test of postural stability on the standardized unstable surface Posturomed therapy.

Groups of patients:

There were studied two groups of individuals. The first group of 24 people consisted of postural-healthy persons, who in the last two years had been without pain, in good physical and mental condition, without clinical signs of postural pathology. There was no evidence of neurological or orthopedic disorders with them. On the visual numeric scale the intensity of pain in recent years was 0, i.e. no pain. The second group (28 persons) consisted of patients with severe clinical symptoms of postural dysfunction and recurrent musculoskeletal pain, which were dependent on the stabilization of the body's standing and sitting while working with the upper extremities.

Research methods:

In both groups a provocation test step /stand on the special test area Posturomed was conducted. The oscillations of the area Posturomed caused by body-sways were registered by

acceleration sensors of the diagnostic system Microswing and were evaluated by means of Postural Somatooscillography, applying Posturomed Commander, a newly developed program. Differences observed were statistically analyzed in SPSS program. In selected patients showing typical postural pain treatment was carried out using the postural elements; later, these patients were measured after the treatment, as before the therapy, using postural Somatooscillography.

**Results:**

In the first group the values of stability parameters were better than in patients with postural dysfunction, in particular the damping of the sways of the surface Posturomed during the 8-second single-leg stand test. Significantly better stabilization also could be observed after the treatment of selected individuals. Because of the small sample size, the results we have can not be generalized, however.

**Conclusions:**

We could identify patients with postural dysfunction in the trunk. It could be proved that the new method is suited to study the postural instability with a new program Posturomed Commander. By this program, Postural Somatooscillography, an objectification of clinical postural dysfunction is possible in people working in vertical positions for a long time. These people overload the stabilization of their trunks by activities mainly in sitting and standing.

**Key words:**

posture, test postural stabilization, postural dysfunction, pain, Postural Somatooscillography,

## Obsah

1. ÚVOD do problematiky stabilizace motoriky a vzniku bolesti v hybném systému .....	6
2. Přehled názorů na problematiku stabilizace motoriky .....	8
3. Vymezení pojmů týkajících se posturální stabilizace a vzniku bolesti .....	11
4. 3 vrstvy svaloviny trupu = efekторы při posturální stabilizaci stoje .....	12
5. posturální ontogeneze – základ posturální stabilizace .....	13
6. Řízení motoriky .....	14
7. Cílená posturální stabilizace motoriky – pro určité cíle, anticipace - attituda.....	14
8. Dysfunkce stabilizace motoriky = posturální dysfunkce .....	15
9. Klinický obraz posturální dysfunkce = dysfunkce stabilizace motoriky .....	15
10. Nocicepce a její zpracování na 3 úrovních řízení motoriky.....	15
11. Limbický systém a motorika neboli vliv emocí na hybnost a na vznik bolesti .....	16
12. Posturální bolesti = bolesti závislé na posturální instabilitě .....	17
13. Principy léčby bolesti v hybném systému .....	17
14. Cíle disertační práce .....	18
15. Hypotézy .....	19
16. Výzkumné soubory .....	19
17. Metody získání dat .....	20
18. Posturomed .....	21
19. klinický PROVOKAČNÍ TEST POSTURÁLNÍ STABILIZACE motoriky na definovaně instabilní ploše POSTUROMED – test step/stand .....	22
20. <i>Posturální SOMATOOSCILOGRAFIE (pSOG)</i> ... ..	24
21. Nová metodika vyšetření posturální stabilizace v pSOG .....	26
22. Průběh vyšetření pSOG .....	28
23. Vysvětlení 8 parametrů hodnocení posturální stabilizace v pSOG.....	29
24. Zásadní odlišnosti Posturální SOMATOOSCILOGRAFIE od posturografie .....	34
25. Výsledky .....	34
26. Zpracování dat ve vztahu k hypotézám .....	38
27. Diskuze.....	42
28. Závěry .....	43
29. Předpokládané využití výsledků práce.....	44
30. LITERATURA .....	45

## **1. Úvod do problematiky stabilizace motoriky a vzniku bolesti v hybném systému**

Pojem *stabilizace hybnosti* označuje opakované nastavování určitých oblastí těla do klidu v souvislosti se zamýšleným a probíhajícím pohybem dalších oblastí těla (Rašev 2009). Tato posturální stabilizace se týká jak horizontálních poloh těla, tak vertikálních (posture z angl. znamená nastavení určité polohy, v hybném systému synergickými svalovými aktivitami). U vertikalizovaných osob se jedná o stabilizaci vsedě a vstoje hlavně při pohybu končetin a hlavy, při kterém musí být centrální oblasti těla (trup) nastavovány jako puncta fixa do klidu. Pohyb puncta mobile (končetin a hlavy) vede k přenášení těžiště těla. Pokud by pohyb hlavy a končetin nebyl zajištěn = stabilizován v oblasti trupu a pletenců, vedl by ke kolísání trupu, v krajním případě k pádu, tedy ke ztrátě stability. Trup musí být flexibilně pevný (Lewit 2000).

Při pohybu části těla je vždy generována svalová síla potřebná k překonání odporu prostředí. Ta pak převedena na momenty sil v segmentovém systému lidského těla vyvolává reakční síly v celém hybném systému. Dochází ke zpevnění jednotlivých kloubů, aby byla získána co nejpevnější (nejstabilnější) puncta fixa, odolávající účinku zevních sil (Véle, Čumpelík, Pavlů 2001). Tyto zevní síly vznikají dle různých cílů<sup>1</sup> motoriky – lehké či těžké břemeno, rychlost přemísťování, vzdálenost ruky od aktuální těžnice těla, činnost jemné motoriky ruky atd. Jestliže se dlouhé povrchové svaly aktivují *příliš* v situaci, ve které by byla dostatečná stabilizace zpevněním segmentu *diferencovanou* činností intersegmentálních svalů, pak dochází k přestřelující stabilizační reakci, při které se přetěžují dlouhé povrchové svaly těla, schopné vyvinout daleko větší momenty sil než krátké intersegmentální svaly prostoupené ještě k tomu silně vazivem.

<sup>1</sup> Pozn. pro praxi – různé cíle motoriky: jestliže uložíme lehký kufřík ve vlaku do regálu ve výši hlavy a někdo ho nepozorovaně naplní olovem, stane se i svalnatému jedinci, že si při vyndání kufříku zhmoždí ramenní svaly nebo i svaly trupu, protože se jeho stabilizace nastaví na zcela jiný cíl pohybu než je aktuální realitou. **Puncta fixa byla zajištěna nedostatečně.** Naopak, když se připravíme na zvednutí těžkého kufru a někdo ho nepozorovaně vymění za lehký z polystyrenu, pak vede trhnutí paží při zvednutí kufru k titubaci celého těla i dokonce k pádu. Posturální stabilizace byla nastavena **přestřelující neadekvátní svalovou aktivitou.**

Při přestřelující intenzitě synergické svalové aktivity vzniká svalová dysbalance, při které přetrvává zvýšená dráždivost některých svalů, které se zapojují do hybnosti přílišnou

intenzitou i v situacích, ve kterých by měly být spíše inhibovány (Janda 1984). Tyto svaly mění rozdělení tlaků na kloubech a i způsob stabilizace, čímž míním nastavování puncta fixa.

Když přetrvává zvýšená aktivita určitých svalových snopců dlouhodobě, vzniká přetížení svalových bříšek a svalových úponů. Vzniklá nociceptivní aktivita z převážně izometrické aktivity těchto snopců vede často k **bolesti způsobené špatnou posturální stabilizací\***.

**Tato posturální bolest** je v klinické praxi jednou z nejčastějších bolestí v těle (Rašev 1999).

Řešení této bolesti není nikdy v medikamentózní léčbě, lokální masáži, lokální fyzikální terapii nebo v chirurgických intervencích, i když je to bohužel častá klinická praxe.

Řešení posturální bolesti spočívá ve fyzioterapeutických technikách a v technikách fyzikální a rehabilitační medicíny, které inhibicí určitých svalových skupin a facilitací inhibovaných svalových oblastí buď odbrzdí dostatečně posturální řízení (desinhibice posturální stabilizace) nebo připraví terén pro konečnou senzomotorickou stabilizační techniku, která má za cíl aktivovat co neoptimálněji řízení stabilizace pro tu konkrétní činnost, kterou se jedinec dlouhodobě zatěžuje.

\* **posturální stabilizace**: k pojmu stabilizace přidáváme slovo *posturální* nebo též *funkční* proto, abychom ji odlišili od stabilizace strukturální, při které např. chirurg znehýbní = stabilizuje dva obratle k sobě osteosyntézou, která neumožňuje pohyblivost. Posturální = funkční stabilizace hybnost umožňuje vždy. Slovo stabilizace se tedy bez předchozího adjektiva může chápat různě.

Disertační práce je zaměřena na **evaluaci posturálních poruch** novým tzv. **provokačním testem na dávkovaně instabilní ploše Posturomed**. Tímto testem bych chtěl vyplnit mezeru v diferenciální diagnostice původu bolesti pomocí objektivizačních přístrojových metod.

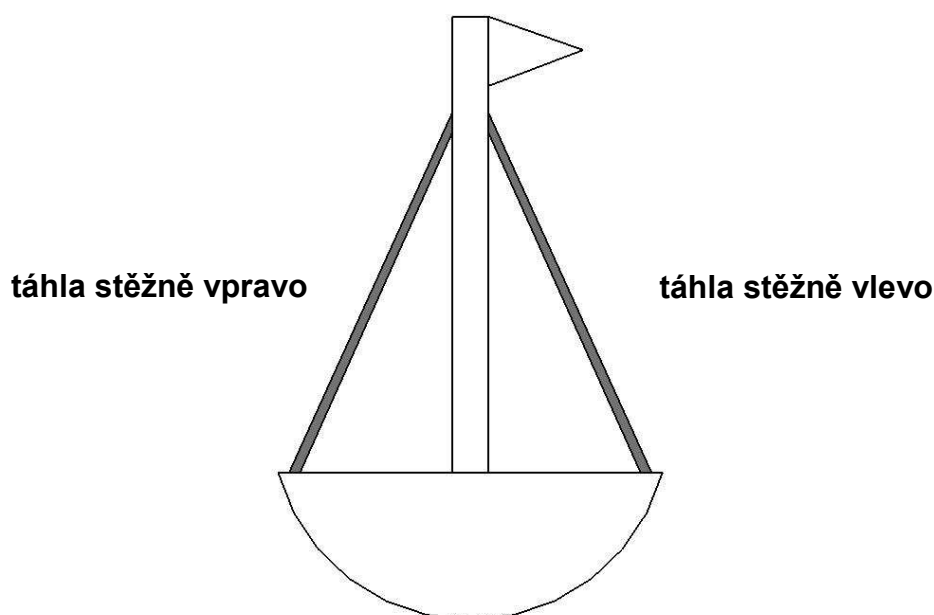
U dospělých bipedálních vertikalizovaných osob dosud chyběla jednoduchá objektivizace posturální dysfunkce, i když existují desítky let již posturografické metody (Kohen Raz 1991), vyšetření tzv. segmentální stabilizace vleže dle australských autorů (Hodges, 1996) nebo hodnocení svalové dysbalance a testování stereognozie a somatognozie (Kolář2009). Všechny tyto metody jsou buď zatíženy subjektivními chybami vyšetřovatele nebo náročností časovou i finanční jako např. vyšetření posturální funkce bránice magnetickou rezonancí (Rychnovský 2010).

Proto jsem zaměřil tuto práci na **validizaci a určení diagnostické citlivosti klinického a zároveň přístrojového testu provokace posturálního řízení**, který jsem zavedl v r. 1993.

Rád bych navázal na práce Brüggera, Jandy, Koláře, Lewita, Véleho, Vojty a dalších zástupců neuro-ortopedické rehabilitace tzv. Pražské školy při hodnocení funkční pathologie motoriky.

## **2. Přehled názorů na problematiku stabilizace motoriky**

V roce 1975 popsal Farfan, že bolesti bederní páteře vznikají při špatné kontrole stabilizace páteře, při které dochází k mikrotraumatizaci struktur páteře. Stabilizaci páteře popsali Crisco a Panjabi 1991 jako protipůsobení sil, které mají tendenci ohýbat páteř a objevilo se přirovnání stabilizace páteře ke stabilizaci stěžně lodi kombinovanými silami tahů provazů – táhel.



Obr.1: stěžně lodě a táhla, které stabilizují polohu stěžně

Tento model měl však nedostatky v tom, že nerespektoval funkční potřeby jednotlivých segmentů páteře při komplexních pohybech jako např. při pohybu z flexe do extenze páteře, který je provázen řízenou kontrolovanou translací a rotací (Bogduk a kol. 1995).

V r. 1992 popsal Pandjabi tzv. neutrální zónu, ve které vede řízená spolupráce intersegmentálních svalů vést k udržování polohy. V této poloze má mít páteř nejmenší nároky na stabilizaci pasivními vazivovými strukturami.

V r. 1982 popsali Cordo a Nashner, že se u stojící osoby ještě před pohybem paže registrovaným elektromyograficky na m. biceps brachii aktivovaly mm. gastrocnemii s 60 sek. předstihem. Tím byla prokázána anticipační reakce zajišťující stabilitu stoje při pohybu paže. V posturografickém vyšetření prokázali Frank a Earl v r. 1990 anticipační pohyb COP (centrum of pressure) před volným pohybem paže spojeným s tlakem dopředu a dozadu s tahem.



V r. 1999 popsali Hodges a spol. klinická pozorování, že přenášení těžiště těla pohybem paže vede k *anticipační* aktivaci trupových svalů, které tímto kompenzují očekávané flekční zatížení, ke kterému při pohybu paže dojde. Obdobně jako při zvedání činky vzpěračem musí být činnost svalů zabráněno přílišnému neekonomickému páčení páteře v poloze, která by narušovala její stabilitu (Cholewicki a kol. 1991). V r. 2003 popsali Hodges a kol. víceúrovňovou kontrolu činnosti intervertebrálních svalů při přenášení těžiště těla.

Kolář (2009) popisuje stabilizaci jako opakující se program řídicí nastavování úponové stabilizace všech svalů provádějících pohyb. Tento program nazývá posturálním vzorem, jehož kineziologický obsah je uložen v mozku jako program, který řídí posturální ontogenezi = vývoj aktivního držení segmentů těla proti působení zevních sil, ze kterých dominuje gravitace. Tento vzor je integrován do všech pohybů, nejen při bipedální lokomoci, ale i při vertikální poloze těla. V tomto smyslu zavádí pojem hlubokého stabilizačního systému. Takto označuje hluboce uložené intersegmentální svaly, které zajišťují nastavení poloh v segmentech těla před každým stabilním pohybem. Zvláště zde vyzdvihuje posturální význam aktivace bránice.

Dle Brüggera (1977) zabraňuje stabilizační synergická činnost svalů přílišnému napětí v ohybu, které by ohrožovalo integritu tkání hybného systému a produkovalo nocicepci. Od kontroly těžiště těla, přes řízení intersegmentálních a kloubních sil, a to vše vztaženo do souvislostí jak se zamýšleným, tak s probíhajícím pohybem, je posturální stabilizace integrujícím elementem motoriky.

### **Shrnutí literárních názorů na stabilizaci motoriky**

Literární údaje o představách podstaty stabilizace motoriky lze rozdělit do dvou hlavních a několika vedlejších skupin:

První hlavní skupinu názorů lze vztahovat na hodnocení projekce buď těžiště (COG) nebo bodu maximálního tlaku do podložky (COP) a tyto názory jsou charakterizovány vyšetřováním balančních schopností vyšetřované osoby. Vyšetřuje se tedy kinematická projekce kolísání těla.

Druhá hlavní skupina literárních údajů se zabývá nastavováním tělesných segmentů do určité polohy a definováním *puncta fixa* a *puncta mobile*. Tyto literární údaje zahrnují i vyšetřování pohybu bránice v posturálních souvislostech. Dá se tedy říci, že zahrnují i podíl dýchání na stabilizaci těla.

Třetí skupina literárních údajů se zabývá "Equilibriem", tedy vyšetřováním rovnováhy. Autoři jsou převážně otorhinolaryngologové a zabývají se závratěmi a vyšetřováním rovnováhy.

Přesto se jim podařilo popsat vyšetření, které částečně spojuje oba předchozí literární názory. Totiž CranioCorpoGrafii (CCG), při které se vyšetřuje projekce hlavy a ramen při provokačním testu kráčením v temné místnosti a předpažených pažích (Claussen 1975). Autoři hodnotili dráhu, která odpovídala projekci hlavy a ramen během určité doby kráčení na místě. Vyšetřování prováděli pouze za účelem hodnocení rovnováhy, na stabilizační problematiku nezacházeli, i když byli metodikou blízko. Jedná se hlavně o japonské, německé a skandinávské autory.

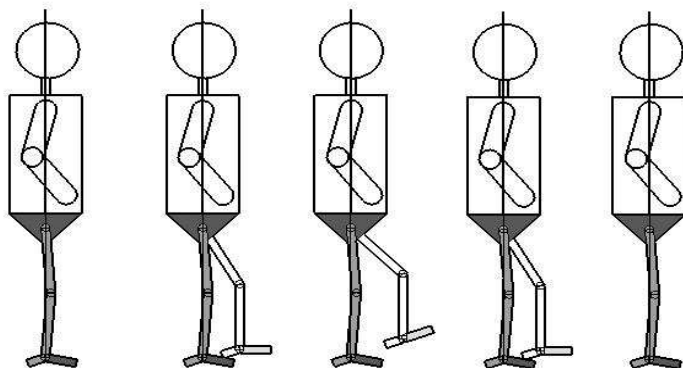
Zvláštní skupinu tvoří zastánci Posturologie, převážně ve Francii (Gagey, Bricot). Snaží se studovat systém podvědomého držení těla v závislosti na funkci receptorů, které však berou v úvahu převážně jen v oblasti plosky nohy a kranio-mandibulární krajině. Vydávají posturologii za regulační postup, kterým se analyzuje držení těla člověka ve své celistvosti. Prakticky se ve své celistvosti ale zaměřují hlavně na stimulaci plosky nohy profilem speciálních vložek do bot, na hodnocení rozdílu délky dolních končetin, který spatřují extrémně často, někdy i na stomatologické postupy zaměřené na korekci postury stoje a chůze ovlivněním okluze a hyoidálních svalů.

Je nutno se zmínit o poslední skupině osteopatických názorů, popisovaných v množství knih posledních 10 let, které se též zaměřují na ovlivnění postury a berou v úvahu vliv vnitřních orgánů jakožto zdroje informace z receptorů, která mění způsob svalové aktivace. Tato skupina osteopátů zohledňuje psychický a "energetický" stav jedince a snaží se regulovat s neochvějnou jistotou a přesvědčením o účinnosti vlastních technik posturální reakce různými jemnými technikami kožní stimulace, manuální terapie a technikami viscerálními, které mají ovlivňovat funkci vnitřních orgánů a i posturu. Zastánci tzv. kraniosakrální osteopathie si představují jako častý zdroj změněné postury změny kraniosakrálního rytmu a jako terapii si představují jemné ovlivnění pohyblivosti lebečních kostí. I když jim nelze upřít relaxační terapeutické úspěchy, vysvětlení účinku není z oblasti přírodních věd.

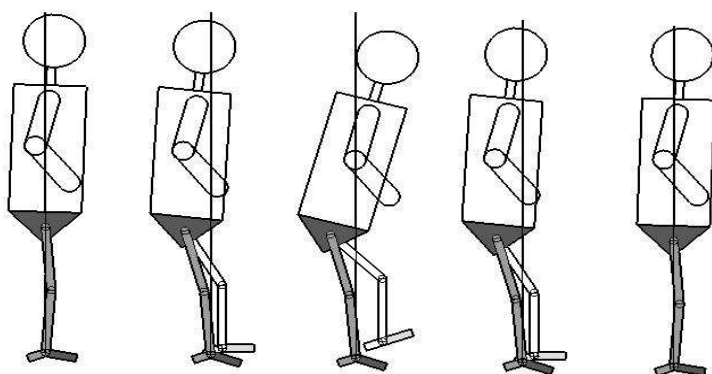
***Vlastní názor autora na stabilizaci motoriky po srovnání všech literárních pramenů:***

*Z literárních pramenů i z vlastní 24 leté praxe vyplývá, že stabilizace těla je otázkou integrace činnosti svalů nastavujících puncta fixa a umožňujících pohyb puncta mobile v souvislostech jak se zamýšleným, tak s probíhajícím pohybem, v rámci individuálních posturálních možností jedince (řídící stabilizační geneticky dané programy a individuálním vývojem získané posturální strategie). Posturální stabilizace závisí na kvalitě vstupní informace z receptorů těla, na aktuálním stavu mechanismů řídících infrastruktury těla (únava contra odpočinitý*

stav, najedený/nenajedený, kardiovaskulární, pulmonární, vegetativní systém atd.) a na stavu emocí, stejně jako na kvalitě svalové a vazivové hmoty především co se týče elasticity.



Obr.2: vykročení pravou dolní končetinou při dobrém nastavení puncta fixa v oblasti trupu



Obr.3: vykročení levou dolní končetinou při špatné posturální stabilizaci v oblasti trupu - **pánev se vychyluje dorzálně** – puncta fixa jsou nastavena insuficientně, m. iliopsoas "strhává" svoji aktivitou pánev do změněné polohy – do dorzální výchylky, kterou nezadržely především synergicky činné trupové svaly a svaly stejné končetiny – špatně stabilizovaly

**Protože se činnostmi vsedě a vstoje zatěžuje více než polovina populace, chtěl jsem se v disertační práci pokusit též o zodpovězení otázky, zda jsou stavy bolestí zad, které nemají v pozadí prokazatelné strukturální pathomorphologické změny, spojené s problematikou insuficientní posturální stabilizace motoriky pro činnosti vsedě a vstoje. Tedy zda lze identifikovat stavy posturální dysfunkce a pak jejich klinických důsledků.**

### **3. Vymezení pojmů týkajících se posturální stabilizace a vzniku bolesti**

Udržování rovnováhy bipedální osoby vertikalizovaného těla není totožné s posturální stabilizací. V klinických obrazech silně instabilních pacientů není v naprosté většině případů přítomna porucha rovnováhy. I při dobré rovnováze zajišťují *svalové vrstvy trupu* zpevnění jednotlivých segmentů těla (Junghans) *diferencovaně a synergicky\*\** buď kvalitně – pak vzniká dobrá *segmentální stabilizace*; nebo špatně – pak vzniká posturální porucha, která může být provázena bolestí.

\*\* synergicky – označení **současné aktivace** dvou nebo více svalů, s různou intenzitou, které udržují určitý segment těla v klidu a umožňují klidové nastavení puncta fixa a tím úponovou stabilizaci svalů provádějících pohyb. Synergicky aktivované svaly mohou v jiných souvislostech pracovat jako antagonisté (protihráči).

#### **4.3 vrstvy svaloviny trupu = efekty při posturální stabilizaci stoje**

Do stabilizace se mohou zapojovat všechny svaly těla, záleží vždy na výchozí poloze těla a na cíli motoriky. V oblasti trupu se aktivují svaly uložené v několika vrstvách. Nejhlubší svaly zad jsou nejkratší a překračují jeden segment (Junghans 1954). Svaly přední části trupu jsou též uloženy ve vrstvách, ale jejich nejhloběji uložená vlákna jsou výrazně delší, uložená horizontálně, obkružují trup.

*Intersegmentální nejhloběji uložené svaly zad představují první vrstvu*, neobsahují fascie, jsou to spíše roztroušené svazky svalových vláken uložené v paravertebrálním vazivu. Těmto vnitřním svalům s krátkými vlákny, bez výrazněji vyvinutých svalových bříšek, je přisuzována anticipační úloha, to znamená, že se mají aktivovat již několik desítek milisekund před zamýšleným pohybem a nastavit polohu obratlů do požadované postury - polohy. Do intersegmentálních svalů se zařazují mm. interspinozi, intertransversarii, rotatores breves et longi a jako přechodový sval je m. multifidus, který překračuje 1 až 3 segmenty a je tedy na přechodu mezi hlubokou a střední vrstvou svaloviny. Tím myslím na přechodu funkce intersegmentální, která je podle australských autorů zajišťována tzv lokálními stabilizátory (totožné s intersegmentálními svaly) a globálními stabilizátory (totožné s dlouhými polysegmentálními svaly). Vlákna překračující 3 meziobratlové prostory mohou jen stěží cíleně nastavit segmentální polohu v jednom meziobratlovém prostoru. M. multifidus tedy musí pracovat diferencovaně. V posledních 20 letech je tento sval středem zájmu autorů zabývajících se segmentální stabilizací (Richardson, Hodges, Hides). *Druhá = střední vrstva svalů zad* překračuje 4 až 6 segmentů, obsahuje hlavně m. longissimus, iliocostalis a semispinalis, zepředu pak např. m. longus coli a m. longus capitis. *Třetí povrchová vrstva svalů zad* překračuje více než 6 segmentů a jejími zástupci jsou hlavně m. latissimus dorsi, m. trapezius, m. serratus ant., dále serratus posterior superior a posterior inferior, m. quadratus lumborum, m. levator scapulae, mm. scaleni, mm. splenii, z přední strany trupu pak břišní svaly uložené šikmo i v dlouhé ose, a m. pectoralis major. *Dlouhé svaly* se dle představ o posturální stabilizaci aktivují při pohybech s většímí změnami úhlu na kloubech a při větších destabilizačních silách. Je nutno zdůraznit, že se jedná také o svalová vlákna spojující

pletence ramenní a kyčelní. Tyto svaly zajistí stabilizaci při výrazných a rychlých změnách těžiště těla. V neposlední řadě je zde bránice a svalovina pánevního dna i oblasti krku. Tyto svalové skupiny uzavírají dolní a horní trupové apertury a m. diaphragma se přímo účastní na stabilizaci trupu (Rychnovský 2010).

Sval se nemusí aktivovat jako celek. Jednotlivé svalové snopce se mohou aktivovat diferencovaně. Literární údaje nevyvracejí možnost parciální aktivace i u jiných než hluboce uložených svalů, s cílem nastavení polohy v segmentu a tudíž určitého podílu na segmentální stabilizaci. Jistě je to možné i v trojrozměrném prostoru i do rotace a lateroflexe.

Prakticky znamená tato skutečnost, že se na stabilizaci podílejí diferencovaně i jiné než pouze hluboké vrstvy, totiž i ty povrchověji uložené, dle cílů motoriky, že však musí včas relaxovat. Na vysvětlení principů posturální stabilizace a posturální ontogeneze se přitom nic nemění.

## **5. posturální ontogeneze – základ posturální stabilizace**

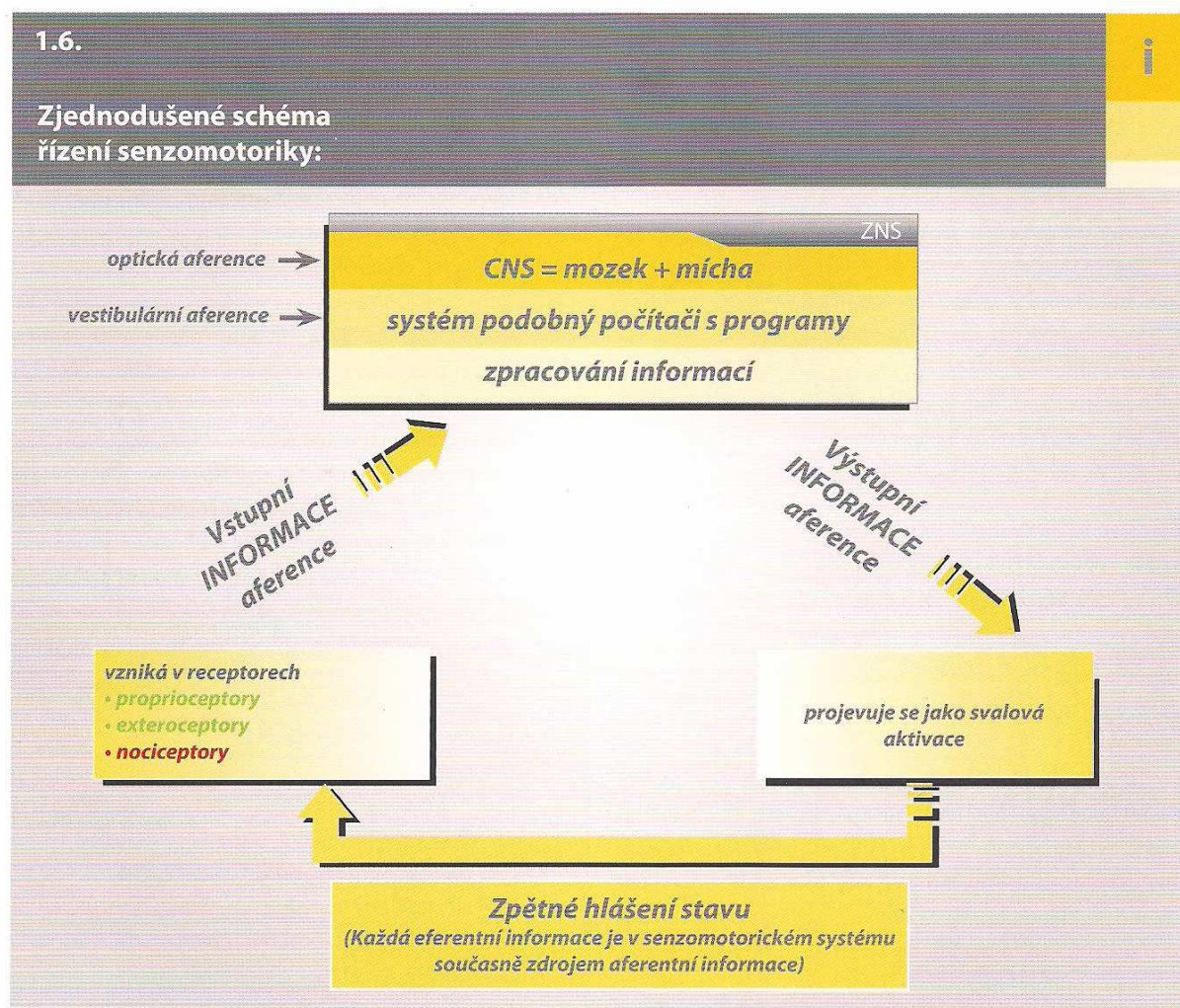
Jako posturální ontogenezi označuje Kolář (2009) vývoj aktivního držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, od 4. až 6. týdne, kdy se objeví orientační mechanismy jako např. optická fixace. Pro zvednutí hlavičky dítě musí aktivovat posturální program měnící celkové flekční držení těla a objevuje se aktivní synergicky realizovaná opěrná funkce. Prostřednictvím zrání posturálního programu se uplatňuje synchronní synergická aktivita u svalů s antagonistickou funkcí (Vojta 1992). Svalová souhra zpevňující páteř a klouby končetin, nastavující puncta fixa pro úponovou stabilizaci, je vázána na každou polohu až po vertikalizaci. Kolář hovoří o posturálním vzoru, který se promítá do posturální stabilizace každé polohy těla.

Doplňuji zde tuto koncepci pozorováním, že se po vertikalizaci dítěte mění u adolescenta délky končetin a proto jsou páky a síly působící na trup v tomto adolescentním věku výrazně větší, zvláště v labilním bipedálním postoji oproti poloze dítěte vleže. Každý zná náhle neohrabanou chůzi a motoriku adolescentů.

Ve vertikálních polohách adolescenta se musí *kalibrovat* programy řízení posturální stabilizace na novou, vyšší úroveň. Tato kalibrace probíhá někdy dobře, někdy výrazně hůře, zvláště u hypermobilních jedinců a nejhůře po malých cervikokraniálních traumatech (malé automobilové nehody) vedoucích k subkortikálním dysfunkcím softwaru-podobného posturálního řízení.

## **6. Řízení senzomotoriky**

V následující tabulce je zestručněně jednoduché schéma řízení motoriky po zpracování vstupních informací.



Obr.4: řízení motoriky

## **7. Cílená posturální stabilizace motoriky pro určité cíle, anticipace - attituda**

Před každým pohybem vzniká stav zvýšené dráždivosti určitých motoneuronů, které zajišťují tzv. přednastavení stavu aktivace motoneuronů před startem vlastního pohybu – tzv. orientovaná postura neboli *attituda*. Z této attitudy vychází vlastní pohyb. Attituda je vlastně označení klinické svalové reakce při anticipační aktivitě stabilizačních posturálních programů. Chceme li dát někomu ránu pěstí, bude anticipační reakce v oblasti trupu zcela jiná než když chceme někoho pohladyt v oblasti těla, která je ve výši cíle zmíněné pěsti.

V obou případech bude začátek i směr pohybu zcela shodný, jen rychlost pohybu a *tudíž intenzita anticipační reakce v oblasti např. m. transversus abdominis a v segmentech páteře* bude v obou případech zcela odlišná. Zvedání pytle cementu může být opticky stejné jako

zvedání stejně velkého břemena z polystyrénu. Kdyby však první anticipační reakce byla stejně intenzivní jako při zvedání polystyrénu, snadno by si dotyčný natrhl sval nebo si přivodil výhřez ploténky z nedostatečného silového zajištění stabilizace pohybu.

## **8. Dysfunkce stabilizace motoriky = posturální dysfunkce**

*Posturální dysfunkce je totožná s porušením kybernetických stabilizačních procesů zpracování informace v neuronálních sítích v centrálním nervovém systému.* Příčinou jsou chronická přetěžování, stresy, opakované horečnaté stavy, opakovaná vyčerpání (burn out syndrom), whip lash injury neboli otřesy mozku při nečekávaných náhlých zrychleních např. při autonehodách, kdy do stojícího auta postižené osoby neočekávaně narazí další automobil.

Tyto klinické skutečnosti lze shrnout do věty: „**posturální dysfunkce** vede ke vzniku těch nejčastějších bolestí v hybném systému moderní doby“. Protože moderní doba vyžaduje zaujímání monotónních poloh trupu (vsedě, vstoje) při práci horními končetinami (práce u počítače), vede to k přenášení těžiště v malém pracovním sektoru a klade zvýšené nároky na anticipační i průběžnou stabilizaci tohoto přenášení těžiště těla pohybem končetin především v řízení intersegmentálních svalů.

**Přílišná činnost polysegmentálních dlouhých svalů není při stálých malých přenášení těžiště výhodná**, jako např. při práci u počítače, naopak, vede ke vzniku posturální bolesti při **izometrické aktivaci svalu**, neumí-li dlouhé svaly relaxovat. Při větších hmotnostech přemísťovaných břemen je samozřejmě činnost dlouhých polysegmentálních svalů nutná, tyto musí však *včas* relaxovat.

## **9. Klinický obraz posturální dysfunkce = dysfunkce stabilizace motoriky**

Vychylování pletenců během klinického provokačního testu kráčení na místě i při chůzi dostatečně zviditelní analýzou symetrie či asymetrie pohybů pletenců a amplitudy výchylek klinické projevy posturální dysfunkce. Zvláště se zaměřujeme na oblasti *acromion* a *spina iliaca anterior superior bilaterálně*.

## **10. Nocicepce a její zpracování na 3 úrovních řízení motoriky**

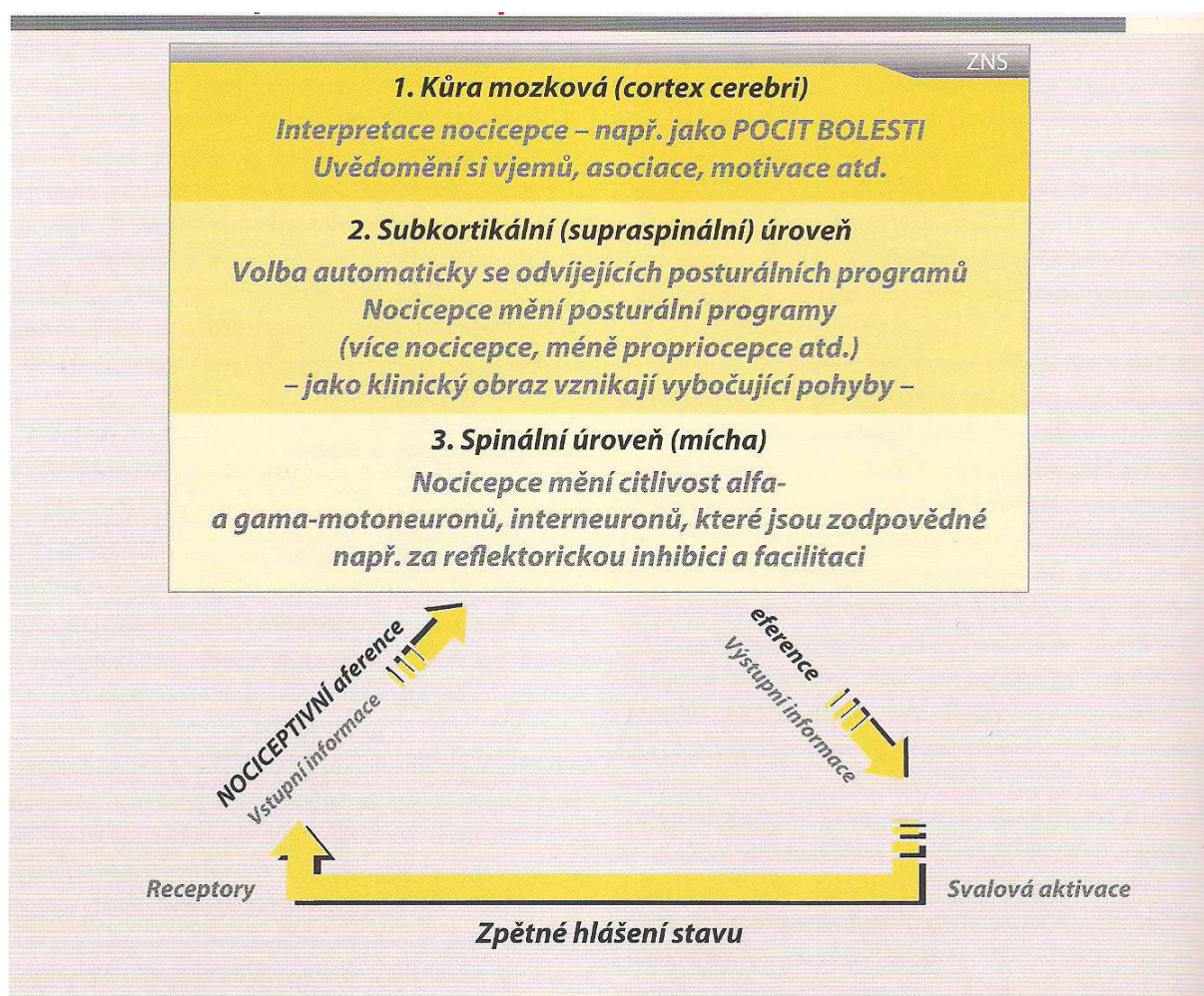
Důležité je, že nocicepce na úrovni míšni mění aktivaci tonických a fázických alfa motoneuronů, aniž by byla na této úrovni pocíťována jako bolest. Změněná aktivace motoneuronů poté často vede k *přetrvávající svalové dysbalanci*, i když původní příčina nocicepce odezněla. Změněné pohybové stereotypy mohou poté vést k bolesti posturálního původu, která nemá s původní příčinou nocicepce nic společného. Naneštěstí se často tito



pacienti neléčí adekvátně, protože až na svalovou dysbalanci, která se ne vždy odpovědně diagnostikuje, nevykazují strukturální pathologii. A bez pathomorphologie jsou tyto osoby často předmětem psychoterapeutických snah, které nemají bez posturálních aspektů šanci na úspěch.

Na subkortikální úrovni může vznikat přímo posturální dysfunkce ovlivněním zpracování informace za účelem posturální stabilizace projevující se situací neadekvátním nastavením *synergické* svalové aktivity.

Bolest vzniká, až když je nocicepce vnímána, což si představujeme, že se uskutečňuje až na *korové úrovni* zpracování nociceptivní aference.



Obr.5: zpracování nocicepce na 3 úrovních řízení motoriky

## **11. Limbický systém a motorika - vliv emocí na hybnost a na vznik bolesti**

Limbickým systémem se označuje řízení emotivní složky motoriky. Každý motorický projev má emotivní náboj a emotivní složka se podílí na startování motorických programů a trvale jejich řízení doprovází. Nechtěl bych příliš redukovat podíl emocí na motorice ani zacházet do



podrobností. Ale jisté je, že emočně negativně ladění jedinci mají sklon nastavovat globální držení těla do flexe a extenční držení těla vidíme u všech aktuálně úspěšných a vyrovnaných osob. Takže oprava držení těla má šanci na trvalé přeladění posturálního programování jen tehdy, když je provázána emoční aktivitou, kterou lze definovat jako motivaci a zájem na aktivním podílení se na změně vlastního motorického chování.

## **12. Posturální bolesti = bolesti závislé na posturální instabilitě**

Obecně platí, že se v pozadí těchto bolestí v hybném systému jedná o změny řídicích funkcí centrálního nervového systému, vznikající při zvýšených nárocích na stabilizaci převážně v oblasti osového orgánu páteře při přemísťování těžiště těla pohybem končetin. Zajímavé je, že je tyto bolesti možno výrazně zlepšit a často i eliminovat, podaří li se zlepšit synergickou spolupráci svalových vrstev zajišťujících stabilizaci postury (z angl. posture = držení, spíše myšleno jako udržování polohy určitých oblastí těla v klidu, při pohybu dalších částí těla) během pohybu končetin.

Bolesti přitom vznikají při poruše řízení synergické spolupráce svalů a nikoliv při destrukci tkáně traumaticky či při organicky (např. zánětlivě) podmíněné nocicepci. Porucha motoriky je zde totožná s poruchou řízení a nocicepce zde vzniká při přetížení struktury a nikoliv při jejím nevratném zničení.

Kybernetické řízení udržování polohy je přitom dysfunkční a tato dysfunkce je srovnatelná s porušených zpracováním dat v programech počítače nebo s přívodem změněných dat do počítače buď náhle, či v určitém časovém období, což vede ke změněnému režimu práce softwarového programu. Tento režim řízení vede k přetěžování svalů, který pak dané situaci neadekvátně stabilizuje.

Proto sval bolí, aniž by byl postižen pathomorphologickým destruktivním procesem.

Degenerativní či traumaticky nebo zánětlivě způsobené strukturální kloubně-svalové změny buď nejsou přítomny, nebo jsou klinicky dobře či špatně kompenzovány. Při kvalitním řízení posturálních reakcí mohou zůstat i velké morfologické změny (masivní výhřez meziobratlové ploténky) bez bolestí a naopak minimální zúžení meziobratlového prostoru může provokovat velké bolesti, je-li řízení posturální stabilizace dysfunkční a dochází-li při pohybu k nociceptivnímu tření (dření) nervových obalů o okraje inter/vertebrálního otvoru.

## **13. Principy léčby bolesti v hybném systému**

Posturální a pathomorphologické příčiny bolesti v hybném systému je nutno diferencovat proto, protože léčebné metody jsou v obou případech zcela odlišné.

**a) Špatná posturální stabilizace se léčí senzomotorickými technikami fyzikální medicíny a fyzioterapie.**

**b) Nociceptivně aktivní strukturální patologie se léčí na místě, kde nocicepce vzniká, medikamenty a metodami neuro-orthopedicko-chirurgickými.**

Vliv převládající míšní reciproční inhibice po „pádu posturálního softwaru“ se projevuje svalovou dysbalancí trvající i mnoho měsíců. Posturální řízení je přitom na subkortikální úrovni inhibováno.

Přeprogramování takto vzniklých dysfunkcí je často možné technikami autogenní a reciproční inhibice, které odbrzdí posturální řízení tím, že optimalizují aferentní informaci do míchy a normalizují řízení na spinální úrovni. Tím desinhibují řízení posturální stabilizace. Dá se říci, že zmíněné techniky proklestí cestu descendentním informacím předávaným na míšní úrovni.

## **14. Cíle disertační práce**

Hlavními cíli disertační práce bylo ověření mých mnohaletých klinických pozorování, že existuje závislost vzniku bolesti na posturální dysfunkci a pokus o validizaci a o ověření citlivosti nové diagnostické metody **Posturální SOMATOOSCILOGRAFIE**.

Od 60. let 19. století přišla „pražská škola neuroorthopedické rehabilitace a terapie bolesti v motorice“ (Lewit, Janda, Vojta, Věle...) se systematizovaným pojetím funkční pathologie motoriky. Na základě tohoto konceptu vývoje funkční pathologie je nutno diferencovat, kdy jsou bolesti v hybném systému způsobeny poruchami v řízení motoriky a kdy poškozeními myoskeletních struktur. Proto jsem definoval následující cíle této studie:

### **Vlastní cíle:**

1. Zjištění odlišností posturální stabilizace motoriky zdravých osob a u osob s bolestí trupu při posturální instabilitě testem na ploše Posturomed.
2. Nalezení specifických parametrů charakterizujících kvalitu posturální stabilizace v přístrojovém vyšetření Posturální Somatooscilografie.
3. Ovlivnění posturální stabilizace motoriky léčbou obsahující posturální prvky u vybraných pacientů.
4. Zjištění změn posturální stabilizace v přístrojovém vyšetření Posturální Somatooscilografií u těchto osob po terapii.

## **15. Hypotézy:**

Hypotézy byly vytvořeny na základě sledování aktuálního stavu problematiky posturální stabilizace v literatuře a na podkladě vlastních klinických zkušeností.

**H1:** Předpokládám, že existují rozdíly v motorickém chování posturálně stabilních a posturálně instabilních osob, zjistitelné vyšetřením Posturální Somatooscilografie.

**H2:** Předpokládám, že lze najít odlišné hodnoty parametrů stabilizace vyhodnocením titubací (výchylek) těla pozorovaných v nově zavedeném posturálním provokačním testu na testovací ploše Posturomed v programu Posturomed Commander.

**H3:** Předpokládám, že posturálně nestabilní osoby trpí více bolestmi zad závislými na zvýšených nárocích na posturální stabilizaci monotonně zaujímaných poloh těla než osoby klinicky posturálně stabilní vystavené stejným posturálním nárokům.

**H4:** Předpokládám, že je možné definovanou léčbou (posturální terapie - zohledňující zákonnitosti posturální ontogeneze) změnit posturální stabilizaci motoriky a že se tím ovlivní vznik posturálně podmíněných bolestí v těle *vybraných* osob.

**H5:** Předpokládám, že bude možno tyto změny posturální stabilizace též najít ve vyšetření Posturální Somatooscilografie po zpracování v programu Posturomed Commander.

## **16. Výzkumné soubory:**

V projektu byly vyšetřovány 2 skupiny osob.

### **První skupina:**

První skupinu **CG (control group)** tvořily posturálně zdravé osoby, v posledních 2 letech zcela bez bolestí a v dobré tělesné i duševní kondici, bez klinických příznaků posturální patologie. U těchto osob se nevyskytovala neurologická onemocnění ani nebyla prokázána jiná výrazná neurologická či orthopedická patologie. Na numerické vizuální stupnici NAS udávaly všechny osoby intenzitu bolesti v posledních měsících stupněm 0, tedy zcela bez bolesti. Do první skupiny nebyly zařazeny osoby s bolestmi v hybném systému v posledních 3 měsících.

### **Druhá skupina:**

Druhou skupinu **PD (postural dysfunction)** tvořili pacienti s výraznými klinickými příznaky posturální dysfunkce a *s opakovaně vznikajícími intenzívními bolestmi v hybném systému závislými na stabilizaci těla vstoje a vsedě při práci horními končetinami*. Tyto osoby byly vybrány z nových pacientů přicházejících k léčbě v Institutu pro neuroortopedickou rehabilitaci a léčbu bolesti v hybném systému. V této skupině byly již provedeny v minulosti

léčebné pokusy, před mým prvním vyšetřením, které nevedly k výraznějšímu zlepšení stavu. Tyto léčebné pokusy měli společné charakteristiky, spočívající v zaměření léčby principiálně výlučně na lokální strukturální patologii, bez zohlednění principů posturální ontogeneze a zákonitostí statiky držení těla. Bolesti v oblasti trupu trvaly u těchto osob nejméně 3 měsíce (spíše roky) a zlepšovaly se vždy lokomocí a obecně pohybem těla, i když nemizely úplně. Tito pacienti určili v den vyšetření Posturální Somatooscilografii na numerické vizuální stupnici NAS intenzitu bolesti vznikající při zaujímání monotónních poloh trupu.

## **17. Metody získání dat:**

### a) Anamnéza zaměřená na vznik bolesti v motorice

U obou výzkumných souborů byla zjišťována anamnestická data týkající se vzniku bolesti v hybném systému závislé na poloze a na vznik bolesti v těle dotyčného vůbec. Jestliže se bolest v oblasti trupu objevovala v závislosti na zaujímání monotónních poloh trupu jako např. při dlouhodobém sezení u počítače či stání, trvala minimálně 3 měsíce, spíše ale roky, a při lokomoci vymizela, pak jsem dotyčného zařadil do skupiny PD, tímto mezi pacienty s posturální dysfunkcí.

Ze skupiny mých spolupracovníků a praktikantů byly vybrány osoby, které neuváděly v posledních letech absolutně žádné bolesti v těle závislé na zaujímání monotónních poloh delší dobu, ani jiné bolesti, zvláště ne v posledních 2 letech a už vůbec ne v posledních 3 měsících. Tito probandi vytvořili skupinu CG (controlní skupina).

### b) Posturální provokační test a měření pomocí programu MICROSWING

U obou skupin byl proveden *posturální provokační test* (podrobně popsán v kapitole 8.1.2.) na testovací ploše Posturomed, jejíž pohyb byl snímán akcelerometry diagnostického systému Microswing a vyhodnocen novou metodou Posturální Somatooscilografie s programem Posturomed Commander, která je podrobně popsána na v kapitole 8.2..

Tímto posturálním provokačním testem na testovací ploše Posturomed byl zjišťován rozdíl mezi motorickým chováním skupiny zdravých osob a pacientů s obtížemi = bolestmi při stabilizaci vertikálně drženého trupu. Nalezení rozdílů bylo hlavním cílem studie.

### c) léčba obsahující posturální prvky u vybraných pacientů s výraznou klinicky očividnou posturální dysfunkcí

U vybraných osob výzkumného souboru PD (osob s jednoznačnými klinickými příznaky posturální dysfunkce) byla dále provedena terapie mající za cíl zlepšení kvality posturálních reakcí. Tato terapie používala definovaný třístupňový postup léčby (Rašev 2009, modifikováno dle Jandy).

d) konečné proměření vybraných osob pomocí programu MICROSWING a vyhodnocení metodou Posturální Somatooscillografie

Po této terapii byl vyšetřován rozdíl ve funkční = posturální stabilizaci jak anamnesticky po terapii, tak druhým proměřením v posturálním provokačním testu. Opět byla sbírána data pomocí programu Microswing, vyhodnocení bylo opět provedeno novou metodou Posturální Somatooscillografie.

## **18. Posturomed**

Posturomed je neuro-orthopedická cvičební pomůcka k testování a ovlivnění posturální stabilizace. Plocha Posturomedu se zásadně odlišuje od tzv. nestabilních ploch pro cvičení sensomotorických dovedností a) ***tlumením výkmitů*** a tím, že umožňuje b) ***dávkovatelné*** neboli ***nastavitelné stupně instability*** cvičební plochy.

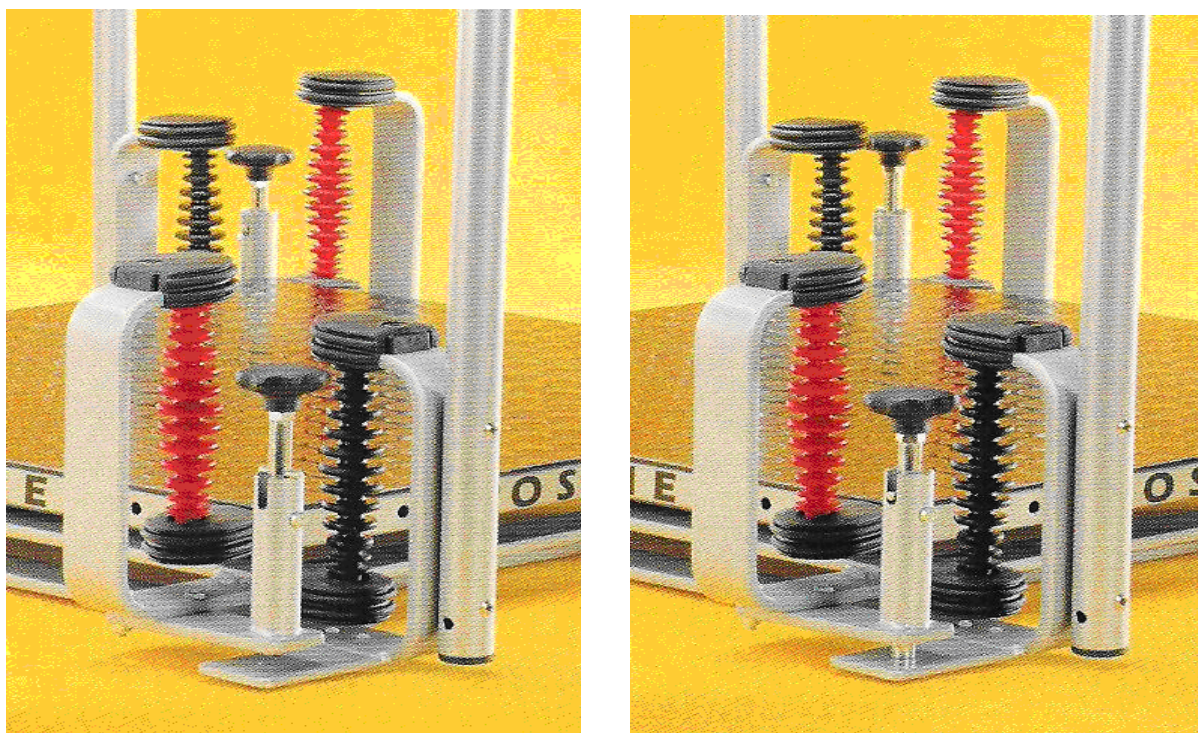


Obr.6: Posturomed

Plocha nejprve standartně destabilizuje stoj tím, že každé (i malé) přenesení těžiště zvýrazní a poté pomůže tlumením kmitu návratu do rovnovážné polohy. Kvalita posturálního stabilizačního řízení probanda rozhodne o tom, zda bude tento návrat do rovnovážné polohy přestřelovat do opačného směru či nikoliv, protože při dosažení střední polohy se celý process opakuje. Vlastnosti plochy pomohou vypracování stabilizační posturální reakce. NASTAVENÉ TLUMENÍ kmitu je jedna z nejdůležitějších vlastností plochy Posturomedu.

### **Nastavení instability plochy Posturomedu otevřením brzdíček**

Celkem lze nastavit 3 stupně instability diagnosticko-terapeutické plochy Posturomed. V klinické praxi se ukázalo, že tyto 3 stupně nastavení instability plochy plně dostačují pro potřeby testování posturální stabilizace i pro potřeby jejího nácviku. V testu provokace posturální stabilizace k činnosti na vyšší úrovni byly obě brzdičky otevřené a tedy byla nastavena největší instabilita plochy Posturomedu.



Obr.7: a) brzdička otevřená = max. instabilita plochy Posturomedu, b) brzdička zavřená

## **19. Klinický PROVOKAČNÍ TEST POSTURÁLNÍ STABILIZACE motoriky na definovaně instabilní ploše POSTUROMED**

Posturální provokační test využívá toho, že při špatné segmentální posturální stabilizaci stoje dojde k vychýlení z rovnovážné polohy instabilitou plochy Posturomedu snáze než při dobrém posturálním nastavení segmentů těla.

Instabilita plochy Posturomedu produkuje vedle gravitace další zevní sílu, na kterou musí stabilizační řízení motoriky reagovat.

*Posturální provokační test má za cíl vyprovokovat řízení CNS k mobilizaci rezerv při posturální stabilizaci ve výrazně náročnější situaci (na instabilní ploše), než je v denním životě běžné, přesto však v takové posturální situaci, která se v denním životě opakovaně vyskytuje. Tedy během kráčení a zastavení. Testujeme v podstatě rozfázovaný krok v jakési zmrzlé fázi, jak to popisuje Janda (1984).*

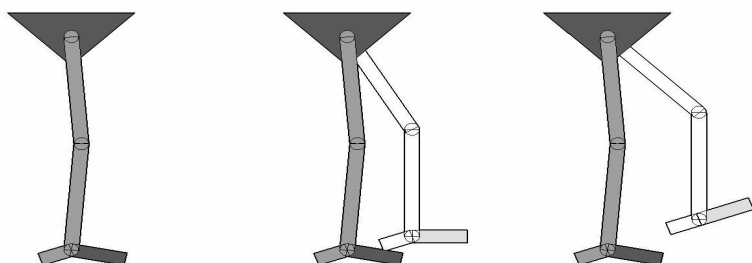
Posturální provokační test se skládá ze dvou částí:

**1. kráčení 3 kroky na místě**

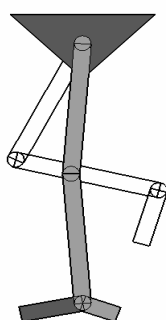
**2. zastavení po dobu 8 sekund na jedné dolní končetině**

Provedení 3 kroků na místě slouží ke standardizovanému přenášení těžiště těla. Musí být dodržena technika kráčení, obsahující následující prvky:

- švihová noha se pohybuje vždy *dopředu* a nezvedá se *nikdy pod hýždí*, bércec je po celou dobu pohybu nohy dopředu nastaven *vertikálně*, pro optimální přenesení těžiště těla
- koleno se nesmí dotknout pomyslné mediální sagitální roviny, celá dolní končetina je zvedána ve středním postavení mezi zevní a vnitřní rotací
- noha se vzdálí do výše maximálně 10 až 15 cm od plochy Posturomedu



Obr.8: a) správný pohyb dolní končetiny při vykročení, s klidnou pánví a postupným plynulým zvedáním špičky nohy

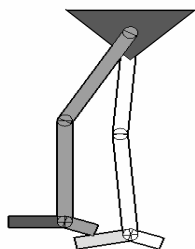


Obr.8: b) noha zvedána pod hýždí – velká chyba, protože nedojde k žádoucímu přenesení těžiště těla.

**Pravidlo dostatečně zvednuté nohy**

Švihová dolní končetina se nesmí zvedat ani příliš málo, ani příliš moc. Je-li noha zvednuta výše než 15 cm, je excentrická aktivita m. iliopsoas redukována a udržování stoje je snadnější, což není žádoucí při standardizovaném vyšetření. Toto pravidlo platí i pro nácvik posturální stabilizace na Posturomedu. Je-li noha zvednuta příliš málo a více pod tělem místo před frontální rovinou, pak je obtížnost zaujetí polohy minimalizována a není dodržena

standardizace testování – platí též pro terapii. U starších osob se změnou pohyblivosti nemusí noha dosáhnout konečné polohy tak daleko před frontální rovinou, ale vždy se musí pohybovat dopředu, alespoň o jednu délku chodidla.



Obr.9: Dostatečné zvednutí nohy u méně mobilních osob

### ***1. Zastavení na jedné dolní končetině***

Zastavení na jedné dolní končetině slouží hodnocení stabilizační schopnosti ve spojení s balanční složkou (statická posturální stabilita).

Při kráčení hodnotí vyšetřovatel opticky především vychylování pletenců, t.j. sleduje se vychylování acromion vlevo a vpravo a SIAS vlevo a vpravo v oblasti pletence pánevního. Existuje možnost objektivizace těchto výchylek po připevnění akcelerometrů k uvedeným oblastem. Toto další vyšetření však není obsahem této práce. Dále se sleduje vychylování hlavy a vertikálního držení celého těla.

### **Zastavení na jedné noze – proč právě po dobu 8 sekund**

*Doba zastavení* byla určena *8 sekund* proto, protože klinické zkušenosti ukázaly po 5 letech pozorování (1993 – 1998), že při delší době nastupuje únava zkreslující výsledky klinického testu a při kratší době nelze spolehlivě vyhodnotit kvalitu stabilizačního posturálního chování.

## **20. Posturální somatooscilografie (pSOG)**

*Posturální somatooscilografie je vlastně posturografií s novou technikou motorického chování na definované instabilní ploše Posturomed, znesnadňující stabilizaci těla ve standardizovaných testovaných situacích, které byly v r. 1993 poprvé zavedeny do vyšetřování (Rašev 1994), při které vzniká záznam projekce COP (působíště reakční síly),.*

PSOG se skládá z vyšetřovací plochy Posturomed, akcelerometru připevněného na spodní ploše Posturomedu, z měřicího boxu, z kterého se přenášejí data do počítače, ve kterém se sbírají data v programu Microswing. Tato data se poté přenášejí do programového prostředí Matlab a vyhodnocují v programu Posturomed Commander (Melecký 2008).



### **Sběr dat pomocí programu Microswing**

Sběr dat probíhal při proměřování pacientů na diagnostické a terapeutické ploše Posturomed pomocí akcelerometru připevněného na spodní ploše Posturomedu. Akcererometr vysílal signály, které byly registrovány v programu MICROSILING firmy Haider Bioswing.



Obr.10: Senzor – akcelerometr s kabelem



Obr.11: Senzor – akcelerometr připevněný uprostřed zesoda na diagnostické a terapeutické ploše Posturomed



Obr.12: měřicí box



Obr.13: Posturomed a měřící zařízení používané pro tuto práci

## **21. Nová metodika vyšetření posturální stabilizace v pSOG**

Místo vyšetřování bipedálního stoje jako u posturografií se vyšetřuje *kráčení na místě s přesně definovaným pohybem končetin sloužícím ke standardizovanému přenášení těžiště těla a technika stabilizace stoje na jedné dolní končetině.*

Testuje se tzv. **rozejití neboli startování lokomoce z klidového stoje** a poté po 3 krocích na místě (step) **zastavení a 8 sekundový stoj na jedné dolní končetině = stop** (stand).

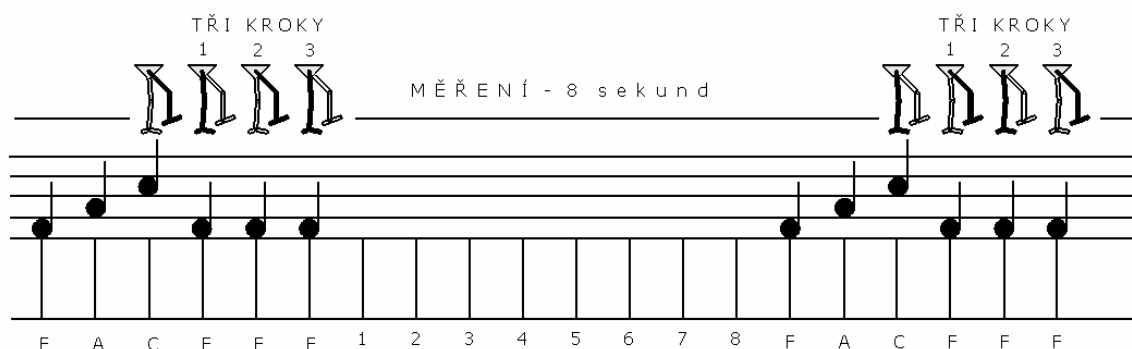
Hlavní pozornost je věnována matematickému vyhodnocení toho, *jak* vyšetřovaná osoba provede **zastavení a 8 sekundový stoj na jedné dolní končetině** - po jehož ukončení provede vyšetřovaný další 3 přesně definované kroky na místě a opět se zastaví na jedné, tentokrát kontralaterální dolní končetině. Tuto techniku provede celkem desetkrát, takže se celkem vyšetřuje 5 stojů na levé a pět na pravé dolní končetině.

V programu **Posturomed Commander** se v této práci vyhodnocuje stoj po dobu 8 sekund.

Způsob vykročení a výchylky pletenců a hlavy dávají další informace o stabilizaci lokomoce, to však není předmětem výzkumu v této práci.

Obě brzdičky jsou během vyšetření pSOG uvolněné.

Důležitý je též rytmus kráčení. Proto zazní po 8 sekundách 3 tóny po sobě v intervalu nejprve velká, poté malá tercie, s frekvencí 0,9 Hz, což je přibližně frekvence klidné chůze.

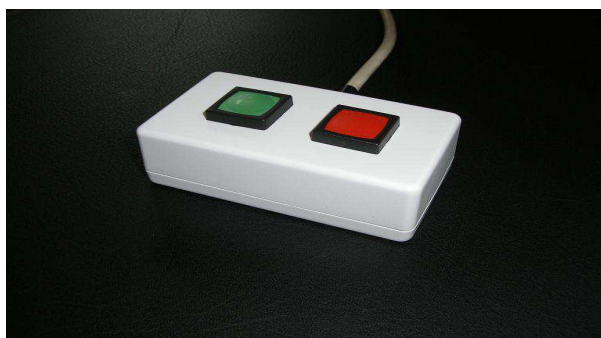


Obr.25: Časový průběh vyšetření Posturální Somatooscilografie, se 3 přípravnými tóny F,A,C a se 3 tzv. **krokovými tóny F, F, F** určujícími 3 kroky na místě. Malá schemata pánve a dolních končetin ukazují techniku kráčení a stoje v čase. U tří kroků je pod číslem 1 proveden první krok, pod číslem 2 druhý a pod číslem 3 třetí krok – v této poloze se vyšetřuje stoj.

3 přípravné tóny slouží přípravě pacienta na vykročení, poté má pacient za úkol kráčet tak, aby položil nohu na plochu Posturomedu přibližně při zaznění krokových tónů.

Vyšetřovatel měl v prvních verzích pSOG úlohu označit stlačením zeleného tlačítka *skutečné 3 dotyky nohy vyšetřované osoby s podložkou*, protože některé osoby krácejí rychleji než udávaly krokové tóny, jiné pomaleji. Nejdůležitější byl okamžik zaujetí stoje na jedné dolní končetině pro stání po dobu 8 sekund. Zde musí přesně začít měření titubací.

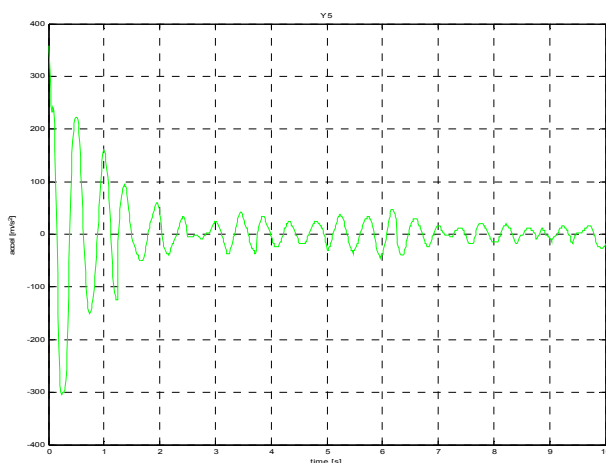
Po zastavení na jedné noze se pacient snaží stát bez pomocných dotyků zábradlí Posturomedu. Když se při ztrátě rovnováhy musí dotknout zábradlí, je toto měření stlačením červeného tlačítka označeno jako neplatné a na konci měření je automaticky zopakováno. Maximální počet opakování je 6x. Větší množství přídatných opření se pacientem je buď známka vestibulární nebo silné posturální instability. Zde k takovému případu nedošlo.



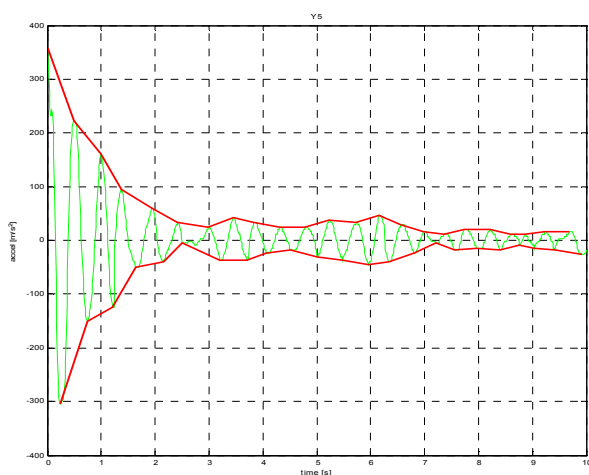
Obr.14: červené tlačítko pro označování neplatných stojů, zelené tlačítko pro označování jednotlivých kroků

## **22. Popis vyhodnocení Posturální SOMATOOSCILOGRAFIE (pSOG)**

Posturální SOMATOOSCILOGRAFIE (pSOG) umožňuje hodnotit oscilace plochy Posturomedu indukované vlastním motorickým chováním probanda při zastavení na jedné dolní končetině. Hodnocení je dále rozděleno na parametry vyhodnocení krátkodobé stabilizace (např. parametr 1 - koeficient tlumení kmitu) a na parametry vyhodnocení dlouhodobé stabilizace = po dobu celých 8 sekund (např. par. 7 - rozdíl vůči ideální obálce).



Obr.15: ukázka záznamu rozkmitání plochy Posturomedu během 8-sekundového stoje s dobrým tlumením kmitů, záznam zde probíhá 10 sekund, což obsahuje již část přípravné fáze pro nové 3 kroky.



Obr.16: ukázka vytvoření tzv. obálek, což jsou linie spojující vrcholky amplitud kmitání

## **23. Vysvětlení 8 parametrů hodnocení posturální stabilizace v pSOG:**

### Parametr 1: koeficient útlumu kmitů

Koeficient útlumu kmitů charakterizuje schopnost posturálního stabilizačního systému utlumit okamžitě po zastavení lokomoce stoj na jedné dolní končetině.

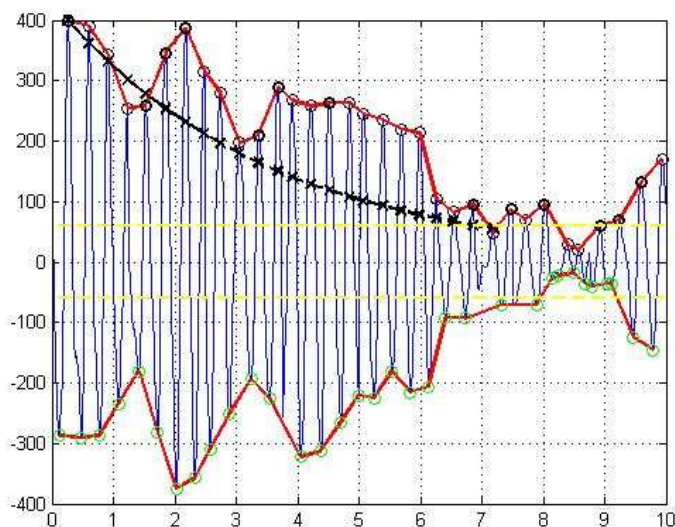
Vypočítá se jako logaritmus podílu první amplitudy a aritmetického průměru druhé a třetí amplitudy dělený periodou.

$$b = \frac{1}{T} \cdot \ln \frac{A_0}{0,5 \cdot (A_1 + A_2)}$$

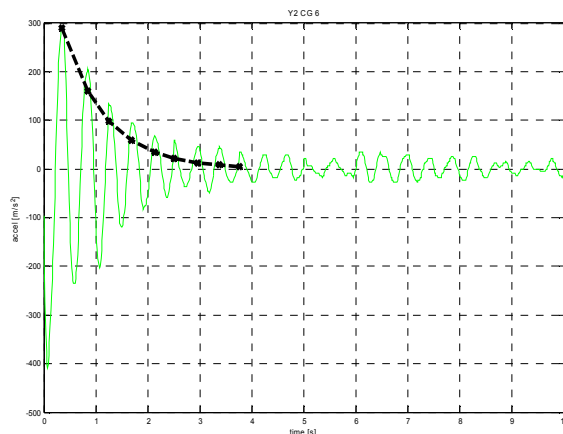
Byly počítány koeficienty útlumu kmitů pro první lokální maxima obálky, pro 10 signálů na ose X a pro 10 signálů na ose Y. Poté byl vypočten aritmetický průměr z těchto 20 hodnot a ten představuje konečnou hodnotu koeficientu útlumu kmitů.

Na základě prvních třech naměřených amplitud a z koeficientu útlumu lze názornit exponenciální pokles tlumeného signálu tak, jak by vypadal při předpokládané stabilizaci pacienta na základě prvních tří amplitud.

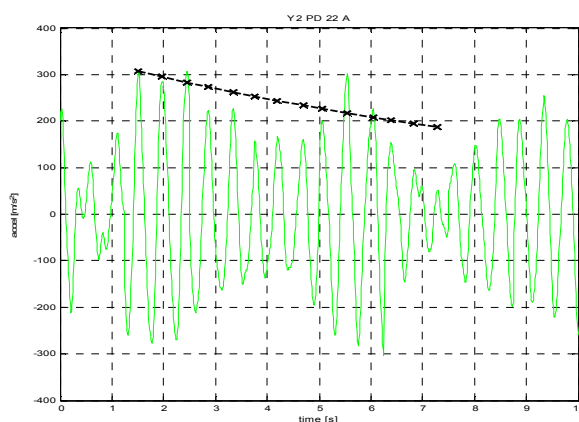
Tento předpokládaný průběh stabilizace pacienta je znázorněn černou přerušovanou čarou spojující černé křížky.



Obr.17: Předpokládaný exponenciální pokles amplitudy signálu na základě prvních tří amplitud a patrné rozdíly vůči tomuto průběhu u posturální dysfunkce u probanda PD 22 A



Obr.18: dobrá stabilizace s vysokým koeficientem útlumu u probanda CG 6 - křivka je strmá



Obr.19: špatná stabilizace s nízkým koeficientem útlumu u probanda PD 22 A, exponenciála je velmi málo strmá, je výrazně ploštlá

Pozn. pro rychlou představu: při vyhodnocování parametru 1 platí – čím vyšší hodnota, tím je stabilizace lepší.

### Parametr 2: koeficient utlumené energie

Koeficient utlumené energie udává poměr průměrné energie oscilátoru (člověk a Posturomed) ku průměrné hodnotě energie utlumené během jedné periody – tedy čím více se spotřebuje energie, tím více se UTLUMILA soustava a tím menší je výsledná hodnota.

$$Q = 2\pi \cdot \frac{\omega_0}{2b}$$

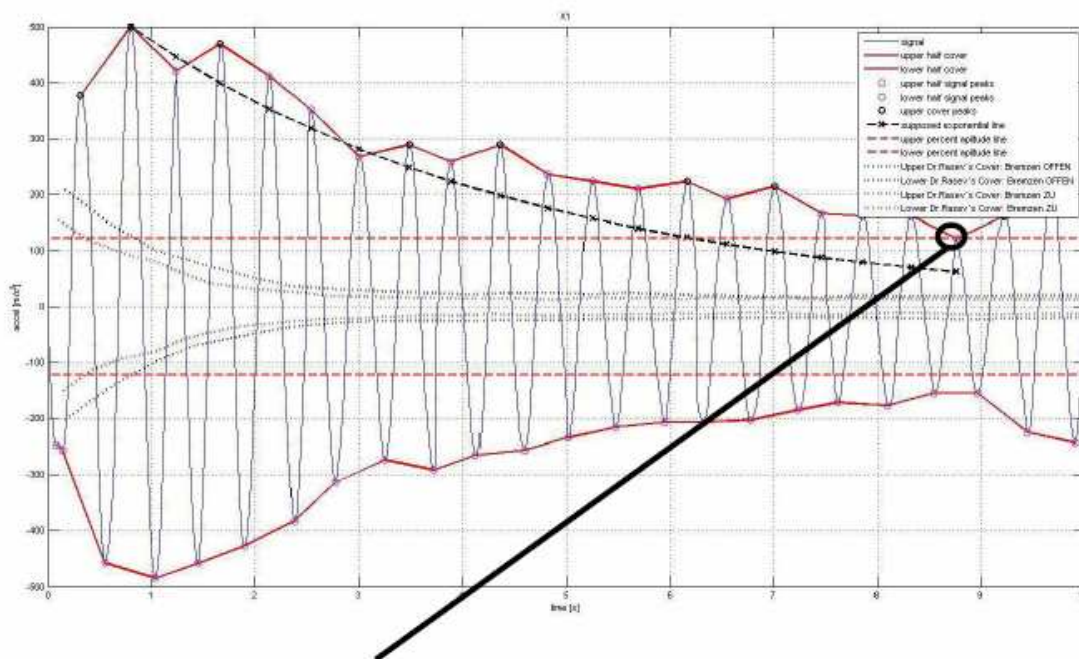
Přičemž  $\omega_0$  je úhlová frekvence netlumených kmitů a  $b$  je koeficient útlumu.

Pozn. pro rychlou představu: při vyhodnocování parametru 2 platí – čím nižší hodnota, tím je stabilizace lepší.



### Parametr 3: průměrné procento ustálení porovnané s maximální amplitudou

Průměrné procento ustálení porovnané s maximální amplitudou udává hodnotu bodu ležícího na obálce, který se objevuje jako nejmenší hodnota amplitudy signálu. Hodnota tohoto bodu je vyjádřena v procentech vůči první maximální amplitudě. Viz obrázek.



Obr.20: Určení nejmenší amplitudy signálu během stejné fáze

Pozn. pro rychlou představu: při vyhodnocování parametru 3 platí – čím nižší hodnota, tím je stabilizace lepší.

### Parametr 4: souhrnný parametr krátkodobé stabilizace

Souhrnný parametr krátkodobé stabilizace ohodnocuje průměrnou hodnotu nejmenších amplitud signálu. Výsledná známka nabývá hodnot 1 = ideální stabilizace, 2 = mírná instabilita, 3 = silná instabilita.

Buď je hodnota nejmenších amplitud signálu pod 10 % maximální amplitudy – pak se tato stabilizace ohodnotí známkou 1, mezi 10 a 15 % je hodnocena známkou 2, nebo průměrná hodnota minim signálu během 8-sekundového stoje přesahuje 15 % maximální amplitudy, pak se taková stabilizace ohodnotí známkou 3.

Souhrnně se v tomto parametru 4 vyhodnocuje 20 hodnot a pak se udělá aritmetický průměr.

Pozn. pro rychlou představu: při vyhodnocování tohoto parametru platí – čím nižší hodnota, tím je stabilizace lepší.

**Parametr 5: Počet ustálení pod hranicí 10 %**

Počet ustálení pod hranicí 10 % udává počet dosažených nejmenších hodnot signálu nacházejících se pod hranicí 10 % maximální amplitudy, během 10 měření, tedy 10x pro osu X a 10x pro osu Y. Maximální možná hodnota v jednom datovém souboru je tedy 20.

Pro lepší pochopení viz obr. 34.

Pozn. pro rychlou představu: při vyhodnocování parametru 5 platí – čím vyšší hodnota, tím je stabilizace lepší.

**Parametr 6: Počet ustálení nad hranicí 15 %**

Počet ustálení nad hranicí 15 % udává počet měření, ve kterých hodnota minimální amplitudy signálu překročila hranicí 15 % maximální amplitudy, během 10 měření, tedy 10x pro osu X a 10x pro osu Y. Maximální možná hodnota v jednom datovém souboru je tedy 20.

Pozn. pro rychlou představu: při vyhodnocování parametru 6 platí – čím nižší hodnota, tím je stabilizace lepší.

**Parametr 7: průměrná diference vůči ideální obálce**

Průměrná diference vůči obálce je absolutní hodnota rozdílu hodnot amplitud obálky signálu a ideální obálky vypočtené při stabilizaci ideálně posturálně stabilních osob.

Pozn. pro rychlou představu: při vyhodnocování parametru 7 platí – čím nižší hodnota, tím je stabilizace lepší.

**Parametr 8: Hodnocení celkové stabilizace**

Hodnocení celkové stabilizace se vypočte ze součtu ohodnocení jednotlivých faktorů a vydělí se sedmi. Tím je získaná zaokrouhlená známka, kterou se v programu Postuomed Commander klasifikuje celková posturální stabilizace.

Pozn. pro rychlou představu: při vyhodnocování parametru 8 platí – čím nižší hodnota, tím je stabilizace lepší.



Data:		Hodnota parametru		Klasifikace:	Tridy
PD22_A					
Parametry					
prum koeficient utlumu b:	0.201254	3			<b>0 : Nezname</b> <b>1: Stabilni</b> <b>2: Mirne nestabilni</b> <b>3: Silne instabilni</b>
prum. koefecient utlumene energie Q:	13.0056	2			
prum procento ustalen k max amplitude:	34.1511	3			
prum. ampl. parametr kratkodobe stabilizace	2	3			
prum. pocet ustaleni pod prvni hranici 10%	7	2			
prum. pocet ustaleni nad prvni hranici 15%:	11	3			
prum. difference vuci idealni obalce:	222.183	3			
<b>Pacient byl klasifikovan jako:</b>		<b>silne instabilni</b>			

Obr.21: příklad klasifikace silně instabilního pacienta

Data:		Hodnota parametru		Klasifikace:	Tridy
CG6					
Parametry					
prum koeficient utlumu b:	1.27895	1			<b>0 : Nezname</b> <b>1: Stabilni</b> <b>2: Mirne nestabilni</b> <b>3: Silne instabilni</b>
prum. koefecient utlumene energie Q:	8.48743	1			
prum procento ustalen k max amplitude:	11.7679	1			
prum. ampl. parametr kratkodobe stabilizace	1	1			
prum. pocet ustaleni pod prvni hranici 10%	15	1			
prum. pocet ustaleni nad prvni hranici 15%:	0	1			
prum. difference vuci idealni obalce:	29.9825	1			
<b>Pacient byl klasifikovan jako:</b>		<b>stabilni</b>			

Obr.22: příklad klasifikace stabilního probanda

**Parametry, které při zlepšování stabilizace nabývají VYŠŠÍCH hodnot:**

**Parametr 1 a parametr 5.**

**Parametry, které při zlepšování stabilizace nabývají NIŽŠÍCH hodnot:**

**Parametry 2,3,4 a parametry 6, 7. Také celkový klasifikátor parametr 8.**

## **24. Zásadní odlišnosti Posturální SOMATOOSCILOGRAFIE (pSOG) od posturografie**

PSOG s využitím Posturomedu je od r. 1993 *první diagnostickou metodou využívající nový provokační test step/stand na instabilní ploše s definovaným stupněm instability a tlumením kmitů (Rašev)*. Pomocí provokačního testu lze provokovat řízení segmentální stabilizace k činnosti na vyšší úrovni a vyšetřovat segmentální stabilizaci motoriky při kráčení a zastavení, (podobně jako při lokomoci), *aniž by byla využívána pomocná stabilizace setrvačností*.

Tyto provokační testy posturální stabilizace vedou u latentně instabilních osob k rychlému vyčerpání posturálních rezerv a k odhalení posturální dysfunkce, i bez přítomnosti subjektivních bolestí. Probandi dobře posturálně stabilní ukazují zcela jiné výsledky.

Posturografie vyšetřuje pouze bipedální stoj, maximálně se sklápí posturografická deska nebo se mění optická informace při pohybu hlavy. To má sice též své indikace, Vařeka (2002) ale upozorňuje, že vyšetření schopnosti a případně míry posturální stabilizace pouze v klidném stoji nemůže mít dostatečnou výpovědní hodnotu pro velké kompenzační schopnosti organismu při udržování vzpřímeného stoje, bez přenášení těžiště.

Zásadní odlišnosti pSOG od statických i dynamických posturoografií představují nové *posturální situace navozované na ploše Posturomed*, zavedené 1993 (Rašev 94) a technika pohybu plochy Posturomedu.

Posturomed umožňuje přenášení váhy z jedné dolní končetiny na druhou při kráčení na místě a vyhodnocování 8-sekundových stojů na jedné dolní končetině je možné buď izolovaně nebo celkově sumačně. Simuluje se tím **rozejití (startování lokomoce) a zastavení**, ve srovnání s reálnou lokomocí zde však odpadá pomocná stabilizace setrvačností, což je při vyhodnocování stabilizace vertikalizované osoby výhodou.

Poprvé se vyšetřují jak krátkodobé, tak dlouhodobé posturální reakce během 8 sekundového definovaného standardizovaného stoje na jedné dolní končetině, opakovaně, aby se vyloučily náhodné jevy, střídavě vlevo a vpravo.

## **25. Výsledky**

V kapitole **výsledky měření** jsou předloženy naměřené hodnoty parametrů skupiny pacientů PD a kontrolní skupiny CG, včetně hodnot medianu, modu, průměru a směrodatné odchylky. Poté jsou prezentovány výsledky zpracování dat statistickými metodami v programu SPSS ve vztahu k jednotlivým hypotézám. Tento program jsem měl k dispozici bohužel jen v německé

verzi, proto se omlouvám za některé grafy, které nelze popsat česky, protože měly fixní popisy. Měření několika vybraných pacientů před a po terapii a jeden typický příklad indukované posturální patologie u sportovce jsou dokumentovány sloupcovými grafy.

### Věk, antropometrická data a Body-Mass-Index

Body-Mass-Index se vypočte podle následujícího vzorce:

$$BMI = \frac{m}{l^2}$$

přičemž  $m$  je [tělesná váha](#) (v kilogramech) a  $l$  je [tělesná výška](#) (v metrech).

Průměrný věk je u obou skupin velmi blízký, u skupiny pacientů PD činí průměrný věk 41,11 let, u skupiny kontrolní CG je průměrný věk 40,67.

Body-Mass-Index je u obou skupin též dobře srovnatelný, jeho průměrná hodnota u skupiny pacientů PD je 23,39, u skupiny kontrolní CG je 23,04.

### 9.2. Deskriptivní statistika skupiny CG:

CG Proband	NAS bolest	Par_1 CG	Par_2 CG	Par_3 CG	Par_4 CG	Par_5 CG	Par_6 CG	Par_7 CG	Par_8 CG
CG 1	0	1,53	8,18	12,67	1,7	8	2	55,61	2
CG2	0	1,24	13,47	11,36	1,25	15	0	61,55	1
CG3	0	1,47	9,6	11,88	1,25	16	1	44,64	1
CG4	0	1,37	9,54	12,34	1,3	15	1	52,95	1
CG5	0	1,31	8,08	11,66	1,05	19	0	62,85	1
CG6	0	1,37	8,49	11,77	1,15	17	0	30,59	1
CG7	0	1,61	8,29	11,88	1,2	16	0	29,21	1
CG8	0	1,24	12,42	11,44	1,25	15	0	37,4	1
CG9	0	1,3	8,48	9,72	1,05	19	0	36,52	1
CG10	0	1,22	12,02	11,16	1,1	18	0	23,76	1
CG11	0	1,18	10,51	13,66	1,6	9	1	36,64	2
CG12	0	1,19	10,32	11,53	1,1	18	0	25,66	1
CG13	0	0,8	12,19	12,69	1,5	10	0	36,53	2
CG14	0	1,47	7,87	11,8	1,35	13	0	44,76	1
CG15	0	1,4	9,25	11,81	1,5	11	1	40,62	1
CG16	0	1,52	8,41	11,74	1,5	11	1	46,95	1
CG17	0	1,13	8,21	14,07	1,4	12	0	38,33	1
CG18	0	0,85	14,87	15,21	1,1	18	0	54,32	2
CG19	0	1,23	8,41	15,69	1,35	14	1	46,39	1
CG20	0	1,49	9,04	10,51	1,05	19	0	58,05	1
CG21	0	1,21	9,39	13,21	1,3	15	1	42,03	1
CG22	0	1,31	10,61	11,15	1,4	12	0	59,19	1
CG23	0	1,09	8,87	13,34	1,3	15	1	54,05	1
CG24	0	1,16	16,98	10,79	1,15	17	0	56,88	1

Statistika

	Par 1CG	Par 2CG	Par 3CG	Par 4CG	Par 5CG	Par 6CG	Par 7CG	Par_8 CG
N platné	24	24	24	24	24	24	24	24
chybějící	0	0	0	0	0	0	0	0
střední hodnota	1,2788	10,1458	12,2117	1,2875	14,67	,42	44,8117	1,17
Median	1,2700	9,3200	11,8050	1,2750	15,00	,00	44,7000	1,00
Modus	1,24 <sup>a</sup>	8,41	11,88	1,05 <sup>a</sup>	15	0	23,76 <sup>a</sup>	1
Standardní odchylka = SD	,19767	2,37972	1,41085	,18193	3,279	,584	11,57371	,381

a – z více modů je zobrazen ten nejmenší

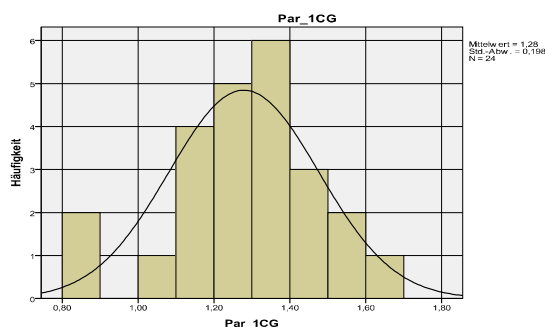
### 9.3. Deskriptivní statistika skupiny PD-A:

PatientiPD	NAS bolest	Par_1 PD-A	Par_2 PD-A	Par_3 PD-A	Par_4 PD-A	Par_5 PD-A	Par_6 PD-A	Par_7 PD-A	Par_8 PD-A
1pd	3	1,18	96,63	23,23	2,05	8	9	197,27	3
2pd	8	0,63	15	27,3	2,5	2	12	208,11	3
3pd	4	0,42	14,99	31,34	2,65	1	14	228,75	3
4pd	4	0,51	27,89	37,56	2,65	3	16	253,44	3
5pd	9	1,14	7,93	22,21	1,95	8	7	124,88	2
6pd	2	0,34	23,4	45,11	2,65	3	16	284,64	3
7pd	7	0,49	14,62	28,79	2,15	4	7	164,53	3
8pd	6	0,33	36,33	53,99	2,8	1	17	391,02	3
9pd	5	0,77	14,61	20,68	1,8	9	5	107,92	2
10pd	5	0,69	14	33,49	2,2	6	10	80,18	3
11pd	3	0,5	15,6	24,61	2	7	7	68,89	3
12pd	5	0,89	18,67	19,75	2,35	2	9	109,77	3
13pd	4	0,5	16,2	26,78	2,15	5	8	119,81	3
14pd	3	0,69	14,74	27,24	2,25	6	11	219,47	3
15pd	4	0,83	4,94	27,32	2,05	5	6	208,76	3
16pd	3	-0,04	19,66	40,26	2,65	3	16	201,09	3
17pd	5	0,3	19,55	28,38	2,5	2	12	194,68	3
18pd	8	0,96	11,4	11,83	1,7	10	4	62,31	2
19pd	3	1,73	9,79	12,48	1,8	8	4	218,29	2
20pd	8	0,44	13,7	18,25	2,35	1	8	199,99	3
21pd	7	1,08	10,3	19,55	2,05	6	7	67,66	2
22pd	5	0,75	18,2	12,41	1,35	14	1	66,72	2
23pd	8	0,62	34,89	43,52	2,4	4	12	254,29	3
24pd	3	0,57	15,15	44,69	2,45	4	13	271,21	3
25pd	6	-0,23	15,99	34,83	2,15	5	8	187,46	3
26pd	5	0,87	29,3	26,69	2,45	3	12	115,67	3
27pd	3	0,51	7,88	38,93	2,45	4	13	305,34	3
28pd	7	0,37	90,9	39,43	2,6	2	14	260,28	3

Příklad testu normálního rozložení hodnot četnosti – Häufigkeit (Items) parametrů 1 až 8

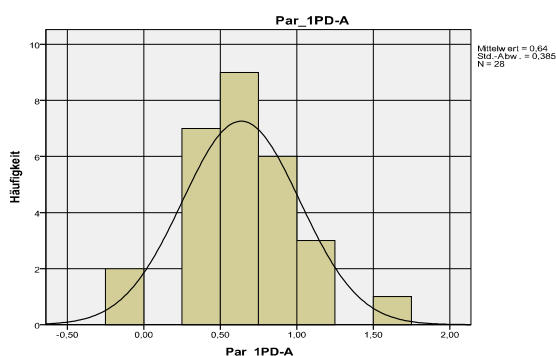
Statistika								
	Par_1PD-	Par_2PD-	Par_3PD-	Par_4PD-	Par_5PD-	Par_6PD-	Par_7PD-	Par_8PD-
	A	A	A	A	A	A	A	A
N platné	28	28	28	28	28	28	28	28
chybějící	0	0	0	0	0	0	0	0
středníhodnota	,6371	22,5807	29,3089	2,2536	4,86	9,93	184,7254	2,79
Median	,5950	15,3750	27,3100	2,3000	4,00	9,50	198,6300	3,00
Modus	,50 <sup>a</sup>	4,94 <sup>a</sup>	11,83 <sup>a</sup>	2,65	2 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	62,30 <sup>a</sup>	3
standardní odchylka = SD	,38462	21,46748	10,76037	,34290	3,100	4,163	83,32241	,418

a – z více modů je zobrazen ten nejmenší  
skupiny CG s histogramem a křivkou normálního rozdělení.



**Dle histogramů křivky normálního rozdělení se ve skupině CG u žádného vzorku parametrů (parametr 1 až parametr 8) nejednalo o normální rozdělení hodnot.**

Příklad testu normálního rozložení Item parametrů Par\_1 až Par\_8 s histogramem a křivkou normálního rozdělení u skupiny PD-A :



**Dle histogramů křivky normálního rozdělení se ve skupině PD-A u žádného vzorku parametrů (parametr 1 až parametr 8) nejednalo o normální rozdělení hodnot.**

## 26. Zpracování dat ve vztahu k hypotézám

### Hypotéza 1:

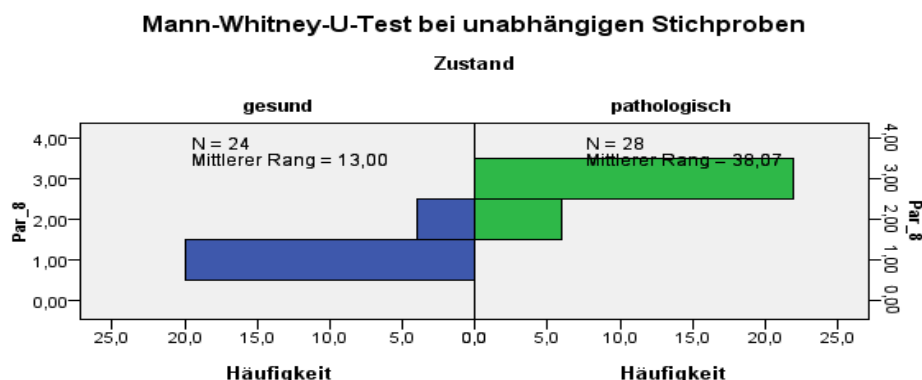
Předpokládám, že existují rozdíly v motorickém chování posturálně stabilních a posturálně instabilních osob, zjistitelné vyšetřením Posturální Somatooscilografie.

**H<sub>1/0</sub>:** Neexistují rozdíly mezi motorickým chováním mezi posturálně stabilními a posturálně instabilními osobami.

**H<sub>1</sub>:** Existují rozdíly mezi posturálně stabilními a posturálně instabilními osobami.

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von Par_8 ist in den Kategorien von Zustand identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.



Gesamtanzahl	52
Mann-Whitney-U-Test	12,000
Wilcoxon-W	312,000
Teststatistik	12,000
Standardfehler	50,539
Standardisierte Teststatistik	-6,411
Asymptotische Sig. (Zweiseitiger Test)	,000

*S pravděpodobností omylu 5% je nulová hypotéza odmítnuta a hypotéza H<sub>1</sub> přijata.*

Bylo prokázáno s hladinou signifikance 0,05, že platí hypotéza H<sub>1</sub>.

Platí: H<sub>1</sub> : Existují rozdíly mezi motorickým chováním mezi posturálně stabilními a posturálně instabilními osobami.

### **Hypotéza 2:**

**Předpokládám, že lze najít odlišné hodnoty parametrů stabilizace vyhodnocením titubací (výchylek) těla pozorovaných v nově zavedeném posturálním provokačním testu na testovací ploše Posturomed v programu Posturomed Commander.**

**H<sub>2/0</sub>: Nelze najít rozdílné hodnoty motorického chování projevujícího se titubacemi**

**H<sub>2</sub>: Lze najít rozdílné hodnoty motorického chování projevujícího se titubacemi.**

Použil jsem testování parametru 1 až parametru 8 pomocí metody Mann Whitney-U-test nezávislých vzorků. Ve VŠECH parametrech je nulová hypotéza odmítnuta a hypotéza H<sub>2</sub> byla přijata. Úroveň signifikance je 0,05.

*S pravděpodobností omylu menší než 5% je hypotéza H<sub>1</sub> přijata.*

**Je tedy prokázáno s hladinou signifikance 0,05, že platí hypotéza H<sub>2</sub>.**

**Lze najít odlišné hodnoty parametrů stabilizace vyhodnocením titubací (výchylek) těla pozorovaných v nově zavedeném posturálním provokačním testu na testovací ploše Posturomed v programu Posturomed Commander.**

### **Hypotéza 3:**

**Předpokládám, že posturálně nestabilní osoby trpí více bolestmi zad závislými na zvýšených nárocích na posturální stabilizaci monotonně zaujímaných poloh těla než osoby klinicky posturálně stabilní vystavené stejným posturálním nárokům.**

**H<sub>3/0</sub>: Neexistuje vztah mezi posturální stabilizací a bolestí trupu.**

**H<sub>3</sub>: Existuje vztah mezi posturální stabilizací a bolestí trupu.**

**Snažím se vypočítat, zda je bolest (Variable NAS) v korelaci se stupněm posturální stability (Par\_8 = parametr 8). Byl použit model lineární regrese, která prokázala na vysoké hladině statistické signifikance závislost vzniku bolesti na nezávislých proměnných a to na parametrech 1 a 7.**

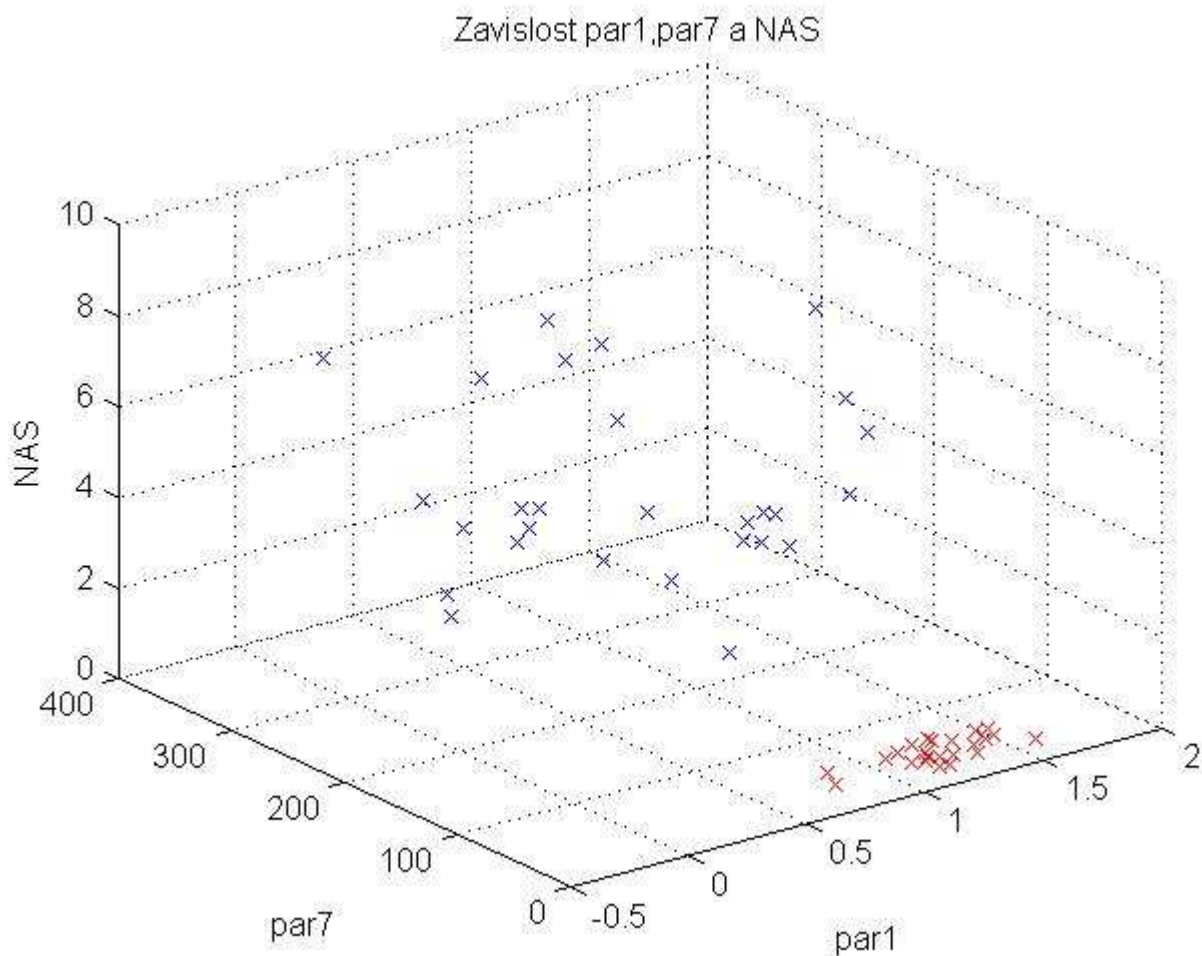
	Coeficient	StdErr - rozptyl regresních parametrů	TStat – hodnoty t-statistiky pro koeficienty par 1 a par 7	PVal – hladina signifikance
intercept	3,9489	1,3738	2,8744	0,0059728
Parametr 1	-2,6029	0,96235	-2,7047	0,0093745
Parametr 7	0,01024	0,004618	2,2174	0,031267

Tabulka s výpočtem regresního koeficientu

**Hypotéza 3 tím byla potvrzena na hladině signifikance 0,05.**

**Je tedy prokázáno s hladinou signifikance 0,05, že platí hypotéza H<sub>3</sub>.**

**posturálně nestabilní osoby trpí více bolestmi zad závislými na zvýšených nárocích na posturální stabilizaci monotonně zaujímaných poloh těla než osoby klinicky posturálně stabilní vystavené stejným posturálním nárokům.**



#### **K hypotéze 4 a 5**

Hypotézy 4 a 5 byly zpracovány společně, protože jedna závisela na druhé.

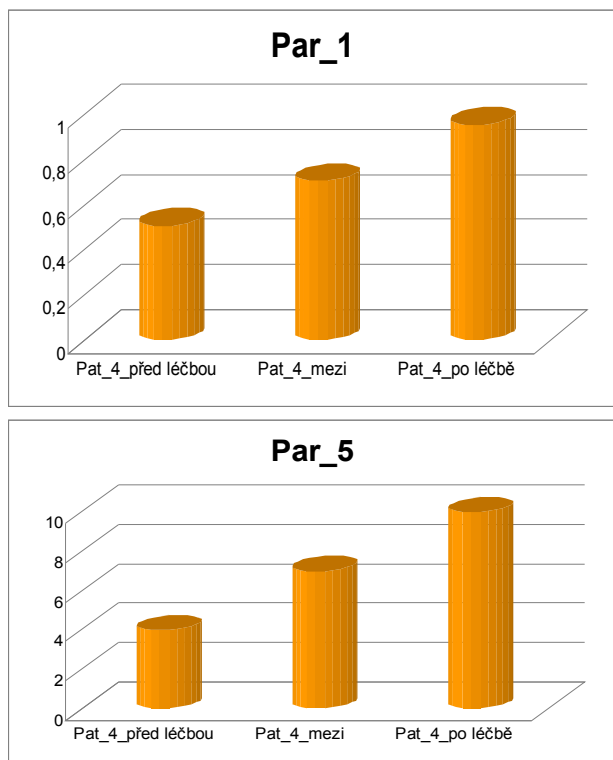
**Hypotéza 4: Předpokládám, že je možné definovanou léčbou (posturální terapie - zohledňující zákonnitosti posturální ontogeneze) změnit posturální stabilizaci motoriky a tím ovlivnit vznik posturálně podmíněných bolestí v těle vybraných osob.**

**Hypotéza 5: Předpokládám, že bude možno tyto změny posturální stabilizace též najít ve vyšetření Posturální Somatooscilografie po zpracování v programu Posturomed Commander.**



Zde jsem použil srovnání ve sloupcových grafech, kde jsem srovnával jednotlivé parametry před a po terapii.

Využil jsem skutečnosti, že při ideální stabilizaci hodnoty parametrů 1 a 5 stoupají a hodnoty ostatních parametrů klesají. Viz další obrázek



pacient 4 – parametry 1 a 5 se zlepšily

Pacient 4 – mírné zhoršení parametru 2

Pacient 4 – celkové zlepšení parametrů 3,4,6,7, 8

Pacient 3 – zlepšení parametrů 1 a 5

Pacient 3 – zlepšení parametrů 2,3,4,6,7,8

Pacient 2 – zlepšení parametrů 1, 5

Pacient 2 – mírné zhoršení parametru 2

Pacient 2 – zlepšení parametrů 3,4,6,7,8

Pacient 1 – zhoršení parametru 1

Pacient 1 – zlepšení parametru 5

Pacient 1 – zlepšení parametrů 2,3,4,6,7,8

### **Závěr srovnání před léčbou a po léčbě:**

Subjektivně se všichni pacienti zlepšili a udávali úlevu od bolestí, kterou blíže na NAS nespecifikovali.

Z 32 možností zlepšení či zhoršení v parametrech pSOG se 29x parametry stabilizace zlepšily, 3x se zhoršily. Výsledná klasifikace se u všech 4 pacientů zlepšila minimálně o stupeň. I když pro malý počet probandů nelze výsledky statisticky signifikantně zhodnotit, ukazuje se velmi slibná tendence ke zlepšení, jak 29 hodnot ukazuje oproti jen 3 zhoršení parametru.

**Považuji tedy hypotézy 4 a 5 za potvrzené.**

**H4: Platí, že je možné definovanou léčbou (posturální terapie - zohledňující zákonnosti posturální ontogeneze) změnit posturální stabilizaci motoriky a tím ovlivnit vznik posturálně podmíněných bolestí v těle vybraných osob.**

**H5: Platí, že lze tyto změny posturální stabilizace též najít ve vyšetření Posturální Somatooscilografie po zpracování v programu Posturomed Commander.**

## **27. Diskuze:**

Ustálení pod 10% hodnoty maximální výchylky a oscilace pod touto hodnotou celých 8 sekund by v podstatě mohly dokumentovat stabilizaci v oblasti neutrální zóny dle Panjabi (1992).

Ukázalo se, že všichni probandi CG skupiny vykazovaly hodnoty stabilizačních parametrů zřetelně odlišné od hodnot skupiny pacientů PD. Zvláště hodnoty dlouhodobé reakce monitorované parametrem 7 – průměrná diference vůči ideální obálce byly znatelně odlišné. U kontrolní skupiny CG nepřekročily nikdy dvoumístné číslo, konkrétně 62,85. U skupiny PD se z 28 pacientů pouze 5 osob dostalo v parametru 7 pod hodnotu 100. Většinou se hodnota parametru 7 u pacientů skupiny PD pohybovala mezi 100 a 360.

Další velké rozdíly hodnot se projevily u parametru 6, který dokumentuje neschopnost se ustálit pod hodnotou 15 % maximální amplitudy. Hodnoty u pacientů skupiny PD byly výrazně vyšší. 14 z 28 pacientů překročilo hodnotu 10, a žádný se zbývajících 14 pacientů se nedostal pod hodnotu 4. Hodnoty parametru 6 se u skupiny CG pohybovaly od 0 do maximálně 2. Tu dosáhl jedinný proband, 8 jich dosáhlo hodnoty 1 a zbylí vykazovali

hodnotu 0, tedy ideální výsledek, který znamená, že se ustálili vždy, v každém z 10 měření pod 15 % maximální amplitudy.

Parametr 5 charakterizuje schopnost ustálení pod hranicí 10 % z maximální amplitudy, tedy velice dobrou schopnost stabilizace. Až na 2 výjimky se všichni probandi skupiny CG ustálili více než 10x a většinou výrazně častěji než 10x pod hranicí 10 % maximální amplitudy. Pacienti skupiny PD se až na 2 výjimky právě naopak nedostali přes jednomístné číslo.

V hodnotě parametru 4 se též skrývala velká výpovědní hodnota. Jen 5 osob z 28 členné skupiny pacientů PD se dostalo pod hodnotu 2, přičemž optimální hodnota parametru 4 se rovná jedné. Naopak ve skupině probandů CG žádný z nich nepřekročil hodnotu 1,7.

Obdobně to platí i pro parametry 3 a 2. Podrobnější srovnání obsahuje tabulka ve výsledcích.

U parametru 1 – koeficient tlumení kmitů se až na jednu výjimku všichni probandi skupiny CG dostali nad hodnotu 1,09. Z pacientů skupiny PD se nad hodnotu 1,09 dostaly pouze 3 osoby z 28.

Celkově lze konstatovat, že výsledky u klinicky nápadných titubací u pacientů s posturální dysfunkcí motoriky jsou dobře ověřitelné ve vyšetření pSOG na ploše Posturomed.

## **28. Závěry**

V této práci se podařilo jak klinicky, tak pomocí přístrojového vyšetření diagnostikovat *posturální dysfunkci ve vztahu k* původu bolesti v muskuloskeletním systému při změněném řízení stabilizace hybnosti. Podařilo se objektivizovat *funkční bolesti posturálního původu*.

Celá studie vychází z poznatků každodenní klinické praxe a představuje úzké spojení výzkumu s klinickou praxí. Nejednalo se tedy o výzkum modelových situací, ale o velmi typické příklady bolesti v hybném systému u pacientů, kteří už za sebou měli ve velké většině mnohaměsíční „odysseu“ po různých pracovištích, která se též zabývala léčbou bolesti v těle, v naprosté většině případů však zcela opomíjela *posturální funkční patologii* neboli posturální hledisko při diagnostice původu bolesti. Dá se říci, že pacienti PD představovali reprezentativní vzorek populace se syndromem bolest v hybné soustavě s rozhodujícím podílem funkční patologie.

Startování měření stoje neboli označení skutečného začátku měření stoje se provádělo ručně, což nevyloučilo malé zpoždění, závislé na reakčním času vyšetřovatele. V této studii sice zmíněné zpoždění hrálo zanedbatelnou roli, protože označování bylo prováděno zkušeným pozorným pracovníkem, pro denní práci by však mělo být zautomatizováno. V budoucnosti by se mělo nahradit toto ruční startování kroků automatizovaným procesem, při kterém např. dotykový sensor signalizuje přesný okamžik dotyku nohy na ploše Posturomed a tím

odstartuje měření s naprostou přesností. Další slabinou měření Posturální Somatooscilografie bylo ruční označování dotyků zábradlí rukou pacienta nebo označování dotyků zvednuté nohy plochy Posturomedu při velkém kolísání probanda, před uplynutím 8 sekund. I tento proces by bylo vhodné zautomatizovat, aby se vyloučily chyby vzniklé nepozorností vyšetřovatele a tedy zbytečné zkreslování výsledků lidským faktorem.

Počet probandů CG, který byl v pozadí určení norem, by bylo třeba zvýšit. Není ovšem snadné najít v populaci dostatek osob, které splňují ideálně všechny požadavky kladené na ideální posturální reakce a které jsou dlouhodobě zcela bez bolesti a bez jakýchkoliv známek přetěžování posturální stabilizace, v dnešní moderní době chronického pracovního stresu.

Posturální dysfunkce mírného stupně nemusí vést za každých okolností k bolesti trupu, při dobré anamnéze však se vždy zjistí staticky podmíněné obtíže, což bylo možno potvrdit i v pSOG. Každoročně mám možnost proměřit pomocí pSOG několik studentů fyzioterapie ve věku kolem 22 let, vždy sportujících alespoň rekreačně, neudávajících při prvním dotazu žádné zdravotní obtíže. Když se však zeptám na dobu psaní diplomové práce, kdy museli dlouhé hodiny sedět, zda se objevovaly bolesti zad, které zcela vymizely při pohybu (*s využitím setrvačnosti hmoty jako pomocným, ale výrazným stabilizačním faktorem*), pak mi převážná většina těchto mladých osob sdělila, že při delším sezení trpí takovými bolestmi zad. Dotazoval jsem se takto proto, protože jsem hledal ideální probandy pro vytvoření norem. I když bolest nebyla většinu času v popředí klinického obrazu těchto mladých osob, přesto se většina po cílených dotazech přiznala, že má zkušenosti s posturálně podmíněnou bolestí zad. Určením signifikance mírných rozdílů v hodnotách parametrů by se měl v budoucnosti zabývat další výzkum. Další výzkumná činnost by mohla být zaměřena na standardizované pohyby horními končetinami, které by vedly k přenášení těžiště podobně jako u určitých pracovních činností. V dalším výzkumu by měly též být zpřesněny normy, zaměřené na určitá onemocnění, k tomu vztažená proměrování před léčbou a po léčbě.

## **29. Předpokládané využití výsledků práce**

Výsledky této práce by měly přispět k novému přístupu k diagnostice bolestí zad a trupu a ke zmenšení počtu neadekvátních způsobů léčby u bolestí posturální etiologie medikamenty, operačními intervencemi apod. u klinických stavů, u kterých tyto léčby spíše poškozují jedince. Výsledky by mohly pomoci ekonomizovat zdravotní péči a uspořit nemocenským pojišťovněm miliony korun DENNĚ (v rámci celé České republiky) za zbytečná zobrazovací vyšetření a neadekvátní léčebné postupy u problematiky posturální dysfunkce, zodpovědné za nejčastější bolesti v hybném systému moderního člověka.

Další využití vidím při objektivizaci následků stále čtenějších automobilových nehod vedoucích ke změně centrálních posturálních řídicích programů ve smyslu tzv. whip lash injury, ke kterým dochází neočekávaným nárazem za malých rychlostí, i při sportu, apod., a dále i k objektivizaci léčebných postupů při terapii zmíněných poruch.

### **Literatura:**

- ALLUM, J. H. C., BLOEM, B. R., CAEPENTER, M. G., HULLIGER, M., HADDERS-ALGRA, M. Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait and posture*, 1998, Nr. 8, s. 214 -242.
- BAAR, H. A. *Schmerzbehandlung in Praxis und Klinik*. 1. vyd. Heidelberg : Springer-Verlag, 1987.
- BARRAL, J-P., MERCIER, P. *Lehrbuch der viszeralen Osteopathie*. Band 1. 2. Auflage. München : Urban & Fischer, 2005. ISBN: 978-3-437-56371-3.
- BARRAL, J-P. *Lehrbuch der viszeralen Osteopathie*. Band 2. 2. vyd. München : Urban & Fischer, 2005. ISBN 978-3-437-56451-2.
- BERÁNKOVÁ, D. *Hodnocení posturální zralosti dětí předškolního věku*, Praha, 2009. Diplomová práce FTVS UK na katedře fyzioterapie.
- BRANDT, T., PAULUS, W., BLES, W., DIETERICH, M., KRAFCZYK, S., STRAUBE, A. *Disorders of Posture and Gait*. 1. vyd. Georg Thieme Verlag, 1990.
- BREIDERT, M., HOFBAUER, K. Placebo: Missverständnisse und Vorurteile, *Deutsches Ärzteblatt*, 2009, Jg. 106, Heft 46, S. 751 – 755.
- BRÜGGER, A. *Die Erkrankungen des Bewegungsapparates und seines Nervensystems*. 2. vyd. Stuttgart, New York : Gustav Fischer Verlag, 1977. 1179 s. ISBN 3—437-10660-0.
- BRUMAGNE, S., JANSSENS, L., JANSSENS, E., GODDYN, L. Altered postural control in anticipation of the postural instability with recurrent low back pain. *Gait and posture*, 2008, s. 187 - 199.
- CLAUSSEN, C.-F. *das Elektronystagogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik*. 1. vyd. Hamburg und Neu Isenburg : edition m + p dr. werner rudat, 1976.
- CLAUSSEN, C.-F., SAKATA, E., ITOH, A. Vertigo, Nausea, Tinnitus and Hearing Loss in Central and Peripheral Vestibular Diseases. *Excerpta Medica*, April 1995.
- CLAUSSEN, C.-F. Über die Objektivierung von normalem, simuliertem und gestörtem Gleichgewichtsverhalten mittels der Cranio-Corpo-Graphie (CCG). *Verhandl. Deut. Ges. Arbeitsmedizin*, 1975, Nr. 15, 155 – 164.
- CRISCO, J. J., PANJABI, M. M.: The intersegmental and multisegmental muscles of the spine: a biomechanical model comparing lateral stabilising potential. *Journ. Spine*, 1991, Nr. 7, 793-799.
- ČEMUSOVÁ, J. Rešeršní problematika posturální stability, referát, Konference – *Kineziologie*, 2008, Praha.
- DEETJEN, P., SPECKMANN, E.-J. *Physiologie*, Urban & Schwarzenberg Verlag, 1992.
- DELLA VOLPE, R., POPA, T., GINANNESCHI, F., SPIDALIERI, R., MAZZOCCHIO, R., ROSSI, A. Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low ack pain. *Posture & Gait* , 11/2005.
- DETHLEFSEN, U. *Chronischer Schmerz – Therapiekonzepte*. 1.vyd. Wien : Springer-Verlag, 6. – 8.5.1988.
- DITTEL, R. *Schmerzphysiotherapie*. 2. vyd. Stuttgart : Gustav Fischer Verlag,1992.
- DOROTHY, E. V., MARJORIE, K. I., BEVERLY, J. M. *Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation*. 4. vyd. Stuttgart : Gustav Fischer Verlag, 1988.

- DVOŘÁK, J., DVOŘÁK, V. *Manuelle Medizin*. 4.vyd. Stuttgart : Thieme Verlag, 1991.
- DYLEVSKÝ, I. *Kineziologie*. 1.vyd. Alberta, s.r.o., 1994. ISBN: 80-85792-08-7.
- FARFAN, H. F. Muscular mechanism of the lumbar spine and the position of power and efficiency. *Orthopedic Clinics of North America*, 1975, Nr. 6, s.135-145.
- FRISCH, H.: *Programmierte Untersuchung des Bewegungsapparates*. Springer-Verlag, 1983.
- GAGEY, P-M. *Entrées du système postural fin*. 1. vyd. Paris : Masson, 1995. ISBN : 2-225-85023-2.
- GANZ, P., WINTERFELD, S. *Evaluation der posturalen Therapie nach Dr. Rašev bei chronischen unspezifischen Rückenschmerzen*. Bachelorarbeit, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, vorgelegt am 18.06.09.
- GROSSMANN, A., BLOCK, R. *Stemmführung nach R. Brunkow*. 2. vyd. Enke Verlag, 1989. ISBN 3-432-89865-7.
- HAID, T., HOFFERBERTH, A., HORTMANN, J. *Schwindel und Gleichgewichtsstörungen*. Ullstein Mosby Verlag, 1997.
- HAMILTON, Ch. Segmentale Stabilisation der LWS, *Krankengymnastik*, 1997, Jahrgang 49, Nr.4, S. 614-622.
- HODGES, P.W., RICHARDSON, C.A. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Journ. Spine*, 1996, Nr. 21, s. 2640 – 2650.
- HORAK, F.B., NASHNER, L.M., DIENER, H.C. Postural Strategies Associated with Somatosensory and Vestibular Loss. *Journ. Exp Brain*, 1990, Res. 82, s. 167-177.
- JANDA, V., KRAUS, K. *Neurologie pro rehabilitační pracovníky*. Praha : Avicenum, 1975.
- JANDA, V. *Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik*. 3.vyd. Ullstein Mosby, 1994.
- JANDA, V. *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch*. Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, Brno, tirážní znak 57-855-84, 1984.
- JUNGHANS, H. *Das Bewegungssegment der Wirbelsäule und seine praktische Bedeutung*. Hippokrates, 1954.
- Kafková, H. Pusher syndrom. Neurofyziologický podklad, symptomy, terapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2004, č.3.
- KAPANDJI, I. A. *Funktionelle Anatomie der Gelenke*. Band 1 Obere Extremität. Stuttgart : Enke-Verlag, 1984.
- KAPANDJI, I. A. *Funktionelle Anatomie der Gelenke*. Band 2 Untere Extremität. Stuttgart : Enke-Verlag, 1985.
- KAPANDJI, I. A. *Funktionelle Anatomie der Gelenke*. Band 3 Rumpf und Wirbelsäule. Stuttgart : Enke-Verlag, 1985.
- KARNATH, H.O., FERBER, S., DICHGANS, J. The origin of contraversive pushing: Evidence for second graviceptive system in humans. *Neurology*, 2000, 9, s. 1298-1304.
- KERSCHAN-SCHINDL, K., EBENBICHLER, G. Sicher bewegen im Alter: Optimierung der sensomotorischen Fähigkeiten zur Sturzprävention. *Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2009, Nr. 2; s. 107-113.
- KLINKE, R., SILBERNAGEL, S. *Lehrbuch der Physiologie*. Stuttgart New York : Thieme Verlag, 1994.
- KLOUČEK, V. Využití stabilografické plošiny k rehabilitaci a kontrole vadného držení těla, *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2000, č. 2.
- KOHEN-RAZ, R., HIMMELFARB, M., TZUR, S., KOHEN-RAZ, A., SHUB, Y. An Initial Evaluation Of Work Fatigue And Circadian Changes By Multiplate Posturography. *Z. Perzeptual and Motor Skills*, 1996, Nr. 82, s. 547-557.
- KOHEN-RAZ, R. Application of tetra-ataxiometric posturography in clinical and developmental diagnosis. *Z. Perzeptual and Motor Skills*, 1991, Nr. 48, s. 635-656.

- KOLÁŘ, P. Operační léčba u pacientů s dětskou mozkovou obrnou (DMO) a jejich motorická vývoj. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, č. 4, s. 165 – 168.
- KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*, 2009, ISBN 978-80-7262-1.
- KOLÁŘ, P.: Senzomotorická podstata posturálních funkcí jako základ pro nové přístupy ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1998, č.4, s. 142 – 147.
- KOLÁŘ, P. Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, č.4, s. 152 – 164.
- KOLÁŘ, P. Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře – diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2006, č. 4.
- KOLÁŘ, P. Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře – terapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2007, č. 1, s. 3 – 17.
- KOZIJAVKIN, V. *Das System für intensive neurophysiologische Rehabilitation*. 1. vyd., 1999. ISBN 3-00-004399-3.
- KRAUS, J. *Dětská mozková obrna*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing a.s., 2005. ISBN 80-247-1018-8.
- LÁNIK, V. *Kineziologia*, Vydavatelstvo Osveta, 3/1989.
- LEDERMAN, E. Mýty o stabilizačním systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2008, č. 2.
- LEWIT, K. Chodidlo – významná část stabilizačního systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2008, č. 3.
- LEWIT, K. Rehabilitace u bolestivých poruch pohybové soustavy, část II. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, č. 4.
- LEWIT, K. Stabilizační systém bederní páteře a pánevní dno. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1999, č. 2.
- MELECKÝ, R. Diagnostika posturálních poruch, Diplomová práce, fakulta elektrotechnická, katedra kybernetiky ČVUT Praha, květen 2008.
- NASHNER, L. M., SHUPERT, C. L., HORAK, F. B. Head-trunk movement coordination in the standing posture. *Progress in brain research*; 1988, Vol. 76; 243-51.
- ORTH, H. *Das Kind in der Vojta-Therapie*. Elsevier Urban & Fischer, 2005. ISBN 3-437-46940-1.
- PANJABI, M., ABUMI, K., DURANCEAU, J., OXLAND, T . Spinal stability and intersegmental muscle forces. A biomechanical model, *Journ. Spine*, 1989, Nr. 14, s. 194-200.
- PANJABI, M. The stabilizing System of the Spine, Part II, Neutral Zone and Instability Hypothesis. *Journal of Spinal Disorders*, 1992, Nr. 5, s. 390 – 397.
- PAVLŮ, D., VÉLE, F., HAVLÍČKOÁ, L. Elektromyografická a kineziologická analýza Vojtova terapeutického principu, *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, č. 2, 2000.
- PAVLŮ, D. *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody I*, Brno: CERM, 2002, 239s.
- PYYKKÖ, I., ENBOM, H., MAGNUSSON, M., SCHALEN, L. Effect of Proprioceptor Stimulation on Postural Stability in Patients with Peripheral or Central Vestibular Lesions. *Journ. Acta Otolaryngol Stockh*, 1991, Nr. 11, S. 27-35.
- QUANTE, M., HILLE, E. Propriozeption: Eine kritische Analyse zum Stellenwert in der Sportmedizin. *Z Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 1999, Nr. 10, S. 306-310.
- RAŠEV, E. Was ist Koordination, *Die Säule*, Nr. 4, November 1, ISBN 1432-6043, S. 6-14,
- Rašev, E.: Škola zad, Direkta, ISBN 80-900272-6-1
- Rašev, E.: Propriozeptive posturale Therapie der axialen posturalen Instabilität auf POSTUROMED, KG Intern, Teil 1, 6/1997

- Rašev, E.: Propriozeptive posturale Therapie der axialen posturalen Instabilität auf POSTUROMED, KG Intern, Teil 2, 2/1999
- Rašev, E.: Propriozeptive posturale Therapie der axialen posturalen Instabilität auf POSTUROMED, KG Intern, Teil 1, 3/1999
- Rašev, E., Sládek, B.: Objektivierung der segmentalen Instabilität in der Rehabilitation, Deutsche Gesellschaft für Physikalische Medizin und Rehabilitation 103. Kongreß, PhysRehabKurMed 8 139 – 166, Georg Thieme Verlag Stuttgart.New York, 1998
- Rašev, E.: Funktionspathologie der Ansatzendopathien – Ätiologie und Therapieansätze, 1996
- Rašev, E.: Prinzipien der Therapie der posturalen Störungen nach TEP, 6/1996
- Rašev, E.: Možnosti využití rehabilitační pomůcky POSTUROMED u pacientů postižených roztroušenou sklerózou, časopis Unie ROSKA 1997
- RAŠEV, E. Koordinačné cvičenie v liečbe segmentálnej instability chrbtice a váhonosných klbov ako proprioceptívna posturálna terapia na Posturomede podľa Dr. Raševa. *Rehabilitácia*, 1999, č. 32, s. 14 – 25.
- RAŠEV, E.: Neurophysiologie der Sitzens, 3.9.1996, Vortrag, Kongress für Ergonomie, Nürnberg.
- RAŠEV, E. Posturomed, Therapieanleitung für die posturale Therapie nach Dr. Rašev, 2005.
- RAŠEV, E. Propriozeptive posturale Therapie bei Koordinationsstörungen auf dem Therapiegerät POSTUROMED, *Gesundheitsport und Sporttherapie*, 1997, Jahrgang 13, Nr. 6.
- RAŠEV, E. *Entlastung der Wirbelsäule im Berufsalltag auf schwingenden dynamischen Böden und dynamische Sitzflächen*, Wirbelsäulenkongreß, Leipzig, 1995.
- RAŠEV, E. Propriozeptive posturale Behandlung auf POSTUROMED im Rahmen der sensomotorischen Therapie, *Manuelle Medizin*, April 1995, 33. Jahrgang, Heft 2.
- VÝLETOVÁ, S., RAŠEV, E., VÉLE, F. *Polyelectromyographic study of postural muscles working on a dynamic platform*, 1<sup>st</sup> conference of the czech neuroscience society, Prague, Abstracts, October 1994.
- RUTTE, R., STURM, S.: *Atemtherapie*. 1. vyd. Berlin Heidelberg New York : Springer-Verlag, 2003. ISBN 3-540-44022-4.
- REINECKER, H. *Lehrbuch der Verhaltenstherapie*. 1.vyd. Heidelberg : Springer Verlag, 2009. ISBN 978-3-540-79542-1.
- RICHARDSON, C., HODGES, P., HIDES, J. *Therapeutic Exercises for Lumbopelvic Stabilization. A motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain*. Second Edition. Elsevier/Churchill Livingstone, 1989. ISBN 0-443-07293-0.
- ROELEVELD, K. *Surface motor unit Potentials*. Proefschrift, Juni 1997. ISBN 90-90-10-559-X.
- RÖHRING, B., DU PREL, J. B., WACHTLIN, D., KWIECIEN, R., BLETTNER, M. Fallzahlplanung in klinischen Studien. *Deutsches Ärzteblatt*, 2010, Jahrgang 107 , Nr 31-32, S. 552 – 555.
- SACHSE, J., SCHILDT-RUDLOFF, K. *Manuelle Untersuchung und Mobilisationsbehandlung der Wirbelsäule*. 5. vyd. München : Elsevier, 1992. 268 s. ISBN-13 978-3437469916.
- SCHMIDT, R. F., SCHAIBLE, H. G. *Neuro- und Sinnesphysiologie*. 5. vyd. Berlin : Springer, 1993. 530 s. ISBN 3540257004.
- SHUMWAY-COOK, A., WOLLACOOT, M.H. *motor control, theory and practical applications*. 2.ed., Philadelphia Lippincot Williams & Wilkins, 2001.
- SUCHOMEL, T. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2006, No. 3, s. 112 – 124.



- TOŠNEROVÁ, V., HVĚZDOVÁ, J., MILÁČEK, Z. Výsledky vyšetření na stabilografické plošině na Rehabilitační klinice FN v Hradci Králové. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2004, č. 3.
- TRAVELL, J. G., SIMONS, D G. *Myofascial Pain and Dysfunction*. 1. vyd. Lippincott : Williams & Wilkins, 1992. 628 s. ISBN -13 978-0683083675.
- TROJAN, S., DRUGA, R., PFEIFFER, J. *Centrální mechanismy řízení motoriky*. 1. vyd. Praha : Avicenum, 1991. 225 s. ISBN 80-201-0054-7.
- TŮMOVÁ, J. *Ověření vlivu pohybového programu na zlepšení stability u starších osob pomocí posturografie*. Praha, 2003. Disertační práce v oboru Kinantropologie na FTVS UK.
- VAŘEKA, I., DVOŘÁK, R. Ontogeneze lidské motoriky jako schopnost řídit polohu těžiště, *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, č. 3, 1999, s. 84 – 85.
- VAŘEKA, I. Posturální stabilita I. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, č.4, 2002, s. 115 – 121.
- VAŘEKA, I. Posturální stabilita II. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, č.4, 2002, s. 122 – 129.
- VAŘEKA, I., DVOŘÁK, R. Posturální model zřetězení poruch funkce hybného systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, č.1, 2001, č. 1, s. 33 – 37.
- VÉLE, F.: *Kineziologie pro Klinickou Praxi*, Avicenum, 1997
- VÉLE, F. *Přednášky z neurofyzologie 2000 - 2003*
- VÉLE, F., ČUMPELÍK, J., PAVLŮ, D. Úvaha nad problémem „stability“ ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, č. 3.
- VOJTA, V., PETERS, A. *Das Vojta-Prinzip*. 3. vyd. Heidelberg New York : Springer-Verlag, 2007. 169 s. ISBN 978-3-540-46509-6
- VOJTA, V. *Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku*. 1. vyd. Praha : Grada, 1993. ISBN 80-85424-98-3.
- WOLFF, H.-D. *Neurophysiologische Aspekte des Bewegungssystems*. 3. vyd. Springer-Verlag, 1996.
- WINTER, D.A. *A.B.C. (Anatomy, Biomechanics an Control) of Balance During Standing and Walking*. Ontario, Canada : University of Waterloo, 1995. ISBN 0-9699420-0-1.
- Zens, M. Jura, I.: *Lehrbuch der Schmerztherapie*, Gödecke AG, Stuttgart 1993
- ZICHNER, L. ENGELHARDT, M. FREIWALD, J. *Neuromuskuläre Dysbalancen*. 3.vyd. Nürnberg : Novatis Pharma Verlag, 1997.
- ZILLES, K.,REHKÄMPER, G. *Funktionelle Neuroanatomie*. 1.vyd. Berlin : Springer-Verlag, 1993. ISBN 3-540-54690-1.