

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

**Klinika rehabilitace**

**Pavel Homolka**

**Diskriminační cití u pacientů s chronickými  
vertebrogenními obtížemi**

*Bakalářská práce*

Praha 2008

Autor práce: **Pavel Homolka**

Vedoucí práce: **Doc. PaedDr. Pavel Kolář, CSc.**

Datum obhajoby: 2008

Hodnocení:

## **Bibliografický záznam**

HOMOLKA, Pavel. *Diskriminační čítí u pacientů s chronickými vertebrogenními obtížemi*. Praha: Karlova univerzita, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace, 2008. 59 s. Vedoucí Bakalářské práce Doc. Paeddr. Pavel Kolář, CSc.

## **Anotace**

Bakalářská práce „Diskriminační čítí u pacientů s chronickými vertebrogenními obtížemi“ pojednává o experimentálním ověření empirických zkušeností založených na diagnostice a terapii pacientů s chronickými vertebrogenními obtížemi. Proběhlo experimentální měření metodou dvoubodové diskriminace u dvou skupin probandů, kde v první skupině žádný jedinec netrpěl chronickými bolestmi v oblasti zad popř. hlavových kloubů, u jedinců druhé skupiny byly diagnostikovány nejen strukturální změny v oblasti axiálního skeletu, ale i změny funkčního charakteru, jenž dotyčným jedincům působilo dlouhodobou bolest. Cílem práce je ověřit validitu empirických zkušeností, zhodnocení kvalit stereognostické funkce u 20 jedinců s chronickými obtížemi a 20 zdravých jedinců. Kvalita stereognostické funkce byla hodnocena pomocí měření diskriminace dvou bodů, celkem na osmi lokalitách, akrálně a kořenově v průběhu dermatomů C7 a L5, jelikož se jedná o nejčastěji postižené kořeny periferních nervů v rámci horních a dolních končetin v rámci vertebrogenních poruch.

## **Klíčová slova**

**Chronické vertebrogenní obtíže, dvoubodová diskriminace, stereognozie**

## **Annotation**

The graduation theses called „Discriminatory sensation of the patients suffering from chronic vertebrogenic complaints“ disserts on experimental attestation of empirical evidences based on diagnostics and therapeutics of the patients suffering from chronic vertebrogenic complaints. There was experimental measurement based on a two - point discrimination method done with two groups of probands. In the first group of probands nobody suffered from the chronic back pain, eventually occipital joints. As far as the second group of probands concerns the structural changes were diagnosed in the axial skeleton area as well as changes of a functional character which caused long- term pain. The objective of the theses is to verify the validity of the empirical evidences, sum up a quality of the stereognostic functions (*senses*) of 20 individuals in chronic pain and 20 healthy individuals. The quality of the stereognostic functions (*senses*) was evaluated by measurement based on a two-point discrimination, on 8 spots of the human body, acraly and radikulary in dermatome C7 and L5. It is because roots of peripheral nerves are the most damaged nerves within upper and lower limbs in terms of vertebrogenic disorders.

## **Keywords**

**Chronic vertebrogenic complaints, two - point discrimination, stereognosis**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato diplomová práce byla umístěna v Ústřední knihovně UK a používána ke studijním účelům.

V Praze dne 25. dubna 2008

Pavel Homolka

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval Magistru Čechovi za věcné připomínky a inspirující náměty řešení dané problematiky. Dále bych chtěl poděkovat všem lidem, jenž se podrobili experimentálnímu měření. Nemalý dík patří mému otci za četné rekognoskační diskuze s důrazem na vertebrogenní problematiku. Však největší poděkování patří Docentu Kolářovi za celkové vedení práce.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>3</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>4</b>
<b>1. CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>5</b>
<b>2. VŠEOBECNÉ POZNATKY STEREOGNOZIE</b> .....	<b>6</b>
2.1. STEREOGNOZIE A DISKRIMINAČNÍ ČITÍ .....	7
2.1. DISKRIMINAČNÍ ČITÍ - PŘEHLED METODIK A MĚŘÍČÍCH NÁSTROJŮ DLE DOSTUPNÉ LITERATURY .....	7
<b>3. NEUROFYZIOLOGIE A NEUROANATOMIE TAKTILNÍHO ČITÍ</b> .....	<b>9</b>
3.1 RECEPTORY .....	10
3.2. CENTRÁLNÍ A PERIFERNÍ ASCENDENTNÍ DRÁHY .....	12
3.2.1. Lemniskální systém - systém zadních provazců .....	13
3.2.1.1. Přenos taktilních informací v lemniskálním systému .....	13
3.2.2. Anterolaterální systém .....	14
3.2.3. Somatosenzorický kortex .....	16
3.3. RECEPTIVNÍ POLE V RÁMCI SOMATOSENZORICKÉHO SYSTÉMU .....	19
3.4. LATERÁLNÍ INHIBICE .....	20
<b>4. PROBLEMATIKA VERTEBROGENNÍCH OBTÍŽÍ</b> .....	<b>22</b>
4.1. KLASIFIKACE VERTEBROGENNÍCH OBTÍŽÍ (DLE BEDNAŘÍKA A KOL.) .....	22
4.2. DIAGNOSTIKA VERTEBROGENNÍCH OBTÍŽÍ .....	23
<b>5. PSYCHOLOGICKÉ ASPEKTY VNÍMÁNÍ A POZORNOSTI</b> .....	<b>26</b>
<b>6. PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>28</b>
6.1. POPIS VÝBĚRU MĚŘENÝCH PROBANDŮ .....	28
6.2. INSTRUKTÁŽ PROBANDŮ PŘED ZAHÁJENÍM MĚŘENÍ .....	29
6.3. METODIKA MĚŘENÍ .....	29
6.3.1 Lokalizace měření dvoubodové diskriminace .....	31
6.4. PATOLOGICKÉ JEVY ODHALENÉ PŘI MĚŘENÍ .....	32
<b>7. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ</b> .....	<b>34</b>
7.1. PŘEHLED TABULEK STATISTICKY ZPRACOVANÝCH DAT DLE JEDNOTLIVÝCH LOKALIT .....	36
7.2. GLOBÁLNÍ HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ EXPERIMENTU .....	43
<b>8.DISKUZE</b> .....	<b>44</b>
8.1. ODLIŠNOSTI OD METODIKY DLE ČECHA .....	44
8.2. NEGATIVNĚ PŮSOBÍCÍ VLIVY NA MĚŘENÍ.....	45
8.3. ÚVAHA NAD PATOLOGICKÝMI JEVY .....	46
8.4. ÚVAHA NAD VHODNOSTÍ ZPRACOVÁNÍ DAT .....	47
8.5. PROBLEMATIKA VÝBĚRU PROBANDŮ .....	48
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>48</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>49</b>
<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>52</b>

## Úvod

Téma své bakalářské práce Diskriminační čítí u pacientů s chronickými vertebrogenními obtížemi jsem si vybral na základě svého dlouholetého zájmu o problematiku vertebrogenních bolestivých poruch a jejich terapie, k čemuž jsou bezpodmínečně nutné znalosti nejen anatomické, neurofyziologické, znalosti vertebroviscerálních vztahů, řetězení poruch hybného systému a jejich etiologie, ale zejména praktická zkušenost diferenciální diagnostiky, metod terapie a schopnost určení relevantních prognostických a terapeutických postupů při léčbě vertebrogenních algických stavů.

V celém světě je známá česká vertebrlogická škola, která se může pyšnit jmény Lewit, Janda, Véle, a řadou jejich žáků a následovníků. Přesto není dosud jednotný názor na to, co je vlastně hlavní příčinnou vertebrogenních poruch a co se vlastně "napravuje" při manipulačních a mobilizačních zákrocích na páteři. Nejprokazatelnější a jasnou poruchou je výhřez meziobratlové ploténky. Stav meziobratlových plotének byl a dosud je často veden jako jediná nebo hlavní příčina vertebrogenních obtíží. Vysunutí části meziobratlové ploténky nebo její výhřez totiž lze objektivně prokázat zobrazovacími metodami a jsou viditelné i při operaci. Stejně tak jsou anatomicky prokazatelná zúžení meziobratlových otvorů z jiných příčin (výrůstky, srůsty, úrazy, nádory aj.) nebo zúžení míšního kanálu. Problematika vertebrogenních obtíží je však značně složitější. Často se setkáváme s poruchou funkčního charakteru pohybového aparátu jako celku (vadné držení těla), což se nejčastěji projevuje bolestmi v různých etážích páteře, či přenesených bolestí do kloubů končetin a hlavy, jejichž primární příčinou je funkční resp. strukturální změna v oblasti axiálního skeletu.

Podstatou této práce zůstává ověření empirických zkušeností, kdy se domníváme, že součástí klinického obrazu těchto poruch je deficit kvality somatosenzorických a stereognostických funkcí, což má za následek „rozostření“ vnímání tělesného schématu. Kožní vnímání spolu s propiocepcí zprostředkovává náš vztah k prostoru prostřednictvím informací o kontaktu s tímto prostorem.

Stereognostické vnímání integrované kožní exterocepcí a propiocepcí je bazálním předpokladem jakéhokoli pohybu. (Kolář, Olšanská 1996)



## 1. Cíle práce

Základem této práce jsou empirické poznatky a zkušenosti vedoucího práce v oblasti terapie a pozorování motorických projevů pacientů s chronickými vertebrogními obtížemi, jejichž validitu se pokoušíme prokázat v experimentální části této práce. Jsou známy práce Čecha, Koláře a Olšanské, Rokyty a dalších, jenž jsou zaměřeny na experimentální prokázání změny kožní citlivosti ve vztahu k lokální funkční poruše pohybového aparátu. Teoretická část pak shrnuje poznatky v oblasti anatomie a neurofyziologie kožního čítí, vertebrogní problematiky, dostupných metodik měření dvoubodové diskriminace a poznatků v oblasti vnímání a interpretace nejen mechanoceptivních vjemů. V praktické části je popsána metodika měření dvou bodové diskriminace, statistické zpracování výsledků měření dvou-bodové diskriminace u dvou skupin probandů, na jejichž základě se pokoušíme potvrdit či vyvrátit naše hypotézy.

Cílem práce je prokázat respektive vyvrátit či stanovit míru validity empirických zkušeností vycházejících z motorických projevů a schopností pacientů této specifické skupiny. Domníváme se, že součástí klinického obrazu postižení, projevujících se poruchou funkce s následnou poruchou struktury axiálního skeletu je současná dysfunkce plasticity neuromotorického projevu pacienta, jejichž podkladem je snížená funkční kvalita CNS, jenž má výrazný podíl na rychlosti motorického učení. Což je dáno adekvátní funkčností korových struktur CNS. Na perspektivu rychlosti motorického učení resp. kvality CNS pohlížíme ze tří směrů:

- schopnost selektivní hybnosti (jemné izolované pohyby v jednotlivých hybných segmentech);
- úroveň stereognostické a somatosenzorické funkce má rozhodující vliv na utváření tělesného schématu;
- schopnost volní relaxace jednotlivých hypertonních svalů, popřípadě svalových vláken (Kolář 2008; *podrobněji viz kap. 4.1.*).

Experimentální část práce se zabývá odlišnostmi ve vnímání a interpretaci stereognostické funkce skupiny zdravých probandů a skupiny probandů s chronickými vertebrogními obtížemi (s diagnostikovanou funkční nebo strukturální poruchou v oblasti páteře), což bylo měřeno pomocí dvou bodové diskriminace.

## 2. Všeobecné poznatky stereognozie

Stereognostická funkce je definována jako schopnost poznání tvarů předmětu hmatem bez kontroly zraku (Vokurka et Hugo 2005).

Avšak taktilním kontaktem vnímáme nejen tvar tělesa či jeho povrch, ale i nastavení či ohraničení části našeho těla tímto předmětem. Lze říci, že jakékoli těleso, s nímž máme společný kontakt nám umožňuje zpětnovazebně vnímat ohraničení sebe samých. Nejedná se jen o oblečení, s nímž máme během dne nejčastější kontakt, madlo v tramvaji, jehož se držíme, židle či postel během noci, nesmíme však zapomenout na vzduch. I když kontakt se vzduchem není zcela stejný jako u předešlých příkladů, nedá se ho dotknout a uchopit ho, ale lze povrchem kůže vnímat jeho teplotu nebo směr a rychlost jeho proudění, v čem nám pomáhají deriváty povrchu kůže, tj. vlasy a chlupy. V rámci pojmu stereognozie se proto často nově setkáváme s definicí vnímání těla a jednotlivých jeho segmentů a jejich uspořádání v prostoru, resp. vnímání jednotlivých částí těla v kontaktu se zevním prostředím s vyloučením kontroly zraku ve vztahu k vnímání našeho tělesného schématu (Kolář in Kraus et al. 2005).

Předpokladem pro vznik a vývoj stereognostické funkce je vyhasínání kožně motorických reflexů, což poukazuje na vznik kortikální regulace dané oblasti. Vznik stereognostické funkce je pak základním předpokladem pro vznik ideomotoriky, resp. segmentální hybnosti nezávislé na okolních segmentech (Véle 1997).

Většina kožně motorických reflexů je ve vyšším věku výbavná pouze za patologických situacích při lézích CNS, což je využito zejména v neurologické diagnostice (Véle 1997).

Při vyšetřování kvality taktilního čítí se setkáváme s bezděčnými reakcemi, kdy i pacient bez patologických změn CNS vykazuje nejen změny kožní citlivosti, ale hlavně vykazuje abnormální reakce motorické, které jsou rozsahem i intenzitou značně variabilní, jejichž projevy přesahují segmentální úroveň řízení. Pacient tyto vjemy subjektivně hodnotí jako lechtivost. Tyto reakce a možnosti jejich ovlivnění popsala Hermachová (2001). Důležitým poznatkem je důsledek terapeutického zásahu, jejich spontánní a téměř okamžitá normalizace jak motorické odpovědi, tak interpretace senzitivního vjemu. V naší práci jsme se pokusili objektivizovat empiricky podložené domněnky, že součástí klinického obrazu vertebrogeních poruch je snížení kvality stereognostické funkce, jenž bylo měřeno v její exteroceptivní složce pomocí diskriminace dvou bodů.

## 2.1. Stereognozie a diskriminační čítí

Diskriminační čítí je globální sensorická schopnost rozeznat dva body od jednoho. Diskriminace, jakožto taktilní podnět, spolu s vnímáním tlaku a vibrací tvoří mechanoreceptivní vnímání, které s termorecepcí a nocicepcí tvoří receptivní vnímání jednoho z největších tělesných orgánů, tj. kůže. Kožní vjemy jsou ve značné míře emotivně podbarveny. (Kuthan in Trojan 1996)

Taktilní eferentní signály jsou jedny z prvních, kterými dítě začíná rozpoznávat okolní prostředí a za fyziologických podmínek je přítomno po celý život na celém povrchu těla. Taktilní vjemy poskytují dostatek informací popisující zevní okolí dítěte, jenž se učí pomocí jemné manipulace s předměty srovnávat, řadit a počítat tyto předměty. Tím pádem jsou taktilní stimuly základem myšlenkových operací. Během života je v podstatě každá činnost spojena se schopností kožního vnímání okolního prostředí, větší či menší intenzitou. (Kraus 2005).

Kvalita taktilní diskriminace dvou bodů je úzce spjata s kožní percepcí nejbližšího okolního prostoru obklopující tělo. Schopnost kvalitního prostorového vnímání je proto základním předpokladem kvalitní pohybové, ale i posturální aktivity (Čech 2003).

Vnímání kvality a kvantity doteku ovlivňuje celá řada faktorů, zejména momentální psychické ladění jedince, schopnost soustředění a vliv zkušenosti s daným stimulem.

Neurofyziologicky je stereognostická funkce integrována z vjemů exteroceptivních, propioceptivních a viscerceptivních. Značnou měrou se na ovlivnění kvality této funkce podílí vnímání bolesti a to ve smyslu pozitivním tak negativním, což dle výsledků prací Koláře, Olšanské a Čecha statisticky významně převažuje. Stereognostická funkce a potažmo měření dvoubodové diskriminace je značně závislé na schopnosti soustředění, udržení pozornosti a vnímání, další její komponentou je schopnost relevantní interpretace vjemu.

### 2.1. Diskriminační čítí - přehled metodik a měřících nástrojů dle dostupné literatury

V učebnicích neurologie je popsáno základní vyšetřování kožní senzitivity, mezi nimiž je často brán zřetel i na vyšetřování diskriminačního čítí pomocí Weberova kružítko. Tento nástroj, jakožto obchodní komodita, je však na našem trhu zcela

nedostatkovým zbožím. Později jsem se přesvědčil, že ve zbytku civilizovaného světa je situace podobná. Tento fakt mě přinutil k výrobě měřicího nástroje resp. esteziometru (dle Čecha), jehož podkladem je známé strojírenské posuvné měřidlo, lidově zvané šuplera. Rozdíl mezi tímto měřidlem a naším esteziometrem je pouze v přítomnosti dvou relativně otupěných hrotů (obr. viz příloha).

Česká literatura je v otázkách měření dvoubodové diskriminace poněkud skeptická. Hlavním zdrojem informací a prověřených metodik je práce Čecha, jenž navazuje či rozšiřuje práci Koláře a Olšanské. Čech pojednává o lokální změně stereognostické funkce v oblastech trupu a končetin spojené s patologicky změněnou svalovou funkcí (hypertonus, Trigger point). Tato práce je pro nás stěžejním dílem v otázce metodiky měření a zdrojem informací v oblasti neurofyziologických mechanismů kožní senzitivity.

Ve zbytku české literatury bohužel nenajdeme více článků u jejichž obsahem by bylo vyšetřování diskriminace dvou bodů. V otázce stereognostické funkce je literatura bohatší. Například Kasalová píše o měření vibračního čítí pro včasnou diagnostiku periferních neuropatií (Kasalová 2002). Dále je popsán vliv zdravotních rizik vibrací a rázů u vybraných profesí (Soukupová 2001). V oblasti diskriminační funkce rukou jsou popsány studie, jejich základem je hodnocení diskriminace předmětů každodenních činností (2 různé mince, pero, tužka, hřebec, sklenice, šálek, nůžky, houba na mytí) dle Nottingham test of stereognosis (Gaubert et Mockett, 2000)

V zahraniční literatuře lze nalézt články týkající se měření diskriminace dvou bodů u patologických poruch kožního vnímání zejména u centrálních a periferních lézích nervového systému. Tyto články popisují metody měření diskriminace zejména manuální identifikací objektu. Například Krumlinde-Sundholm a Eliasson popisují testování taktilní sensibility u dětí s centrální spastickou hemiplegií, kde mimo jiné užívají metodu zjištění diskriminační schopnosti rukou pomocí kancelářské sponky (Krumlinde-Sundholm a Eliasson 2002). Touto metodou a její spolehlivostí se dále zabývá Finnel et al., kde srovnávají validitu měření pomocí již zmíněné kancelářské sponky s nástrojem zvaným Mackinnonův - Delonův diskriminační disk (obr. 1). Z obrázku je logicky odvoditelná metoda měření, jenž bylo prováděno na konečcích prstů. Tato metoda je pouze srovnávací pro postiženou a nepostiženou ruku (Finnel et al 2004).

**Obrázek 1:** Mackinnon - Delon disk-criminator®

Dalším autorem, jenž se zabývá taktilní diskriminací dvou bodů, je Shooter. Dvoubodovou diskriminaci užívá při terapii poruchy periferního nervu. Základní metodou je užití tzv. kalibrované kancelářské sponky (Shooter 2005).

Z výše uvedených článků se mi nepodařilo zjistit podstatu metody užití kancelářské sponky k testování diskriminace dvou bodů, tím méně princip její kalibrace.

Domnívám se, že tato metoda je pouze observační ke sledování průběhu terapie u periferních paréz nervů zejména horních končetin.

Hlavní podstatou detailního researche dostupné literatury je fakt, že pro naši potřebu je popsána pouze jedna metodika měření dvoubodové diskriminace, jenž propracoval a experimentálně ověřil Čech ve své diplomové práci. Výše zmíněné metody nejsou vhodné pro náš experiment, jelikož se budeme zabývat měřením v oblastech trupu, kde předpokládáme vzdálenost korové registrace taktilního vjemu dvou bodů v řádech desítek milimetrů. Zatím co, většina propracovaných metod pro testování diskriminační citlivosti konečků prstů je nastavena do maximální hodnoty 10mm, což je pro naše potřeby, jak ukazují výsledky měření, absolutně nedostačující.

### **3. Neurofyziologie a neuroanatomie taktilního čítí**

Senzitivní a motorické funkce jsou na sobě vzájemně závislé. Neurony těchto aferentních a eferentních drah jsou v těsné blízkosti na všech úrovních nervového systému od míchy až po mozkovou kůru. Veškerá pohybová aktivita je závislá na nepřetržitém toku aferentních informací. V rámci této práce považuji za důležité popsat mechanismy vedoucí senzitivní informace do CNS, kde mají specifický vliv na plánování, řízení a regulaci motoriky v jednotlivých etážích. Přičemž aferentní vlákna senzitivních neuronů počtem převyšují vlákna motorická. Z hlediska úrovně, na které jsou senzitivní aferentní signály zpracovány se významně liší systém hlubokého a kožního čítí. Zatímco aferentní kožní vjemy jsou většinou zpracovány vědomě (tedy na

kortikální úrovni), jsou informace z pohybového systému zpracovány podvědomě (tedy na nižších úrovních), avšak v případě potřeby mohou dospět až do kortexu. (Bednařík in Ambler 2004)

### 3.1 Receptory

Základní anatomickou a funkční jednotkou senzitivního nervového systému jsou receptory, což jsou různě složitě opouzdřená či neopouzdřená nervová zakončení axonů pseudounipolárních neuronů spinálních ganglií (resp. ganglií hlavových nervů), které převádějí určité typy energií na percepční potenciál, jenž je prostřednictvím vlákna převáděn jako potenciál akční přes zadní míšní kořeny do dorzálních rohů míšních. Jde o senzitivní ekvivalent motorické jednotky. Histologicky známe několik typů kožních receptorů, receptory svalové a šlachové, receptory kloubní a receptory viscerální (Albe Fesard 1998).

Oblast, ze které lze vyvolat aferentní senzitivní impulz nazýváme jako receptivní pole. Hranice receptivních pole se navzájem překrývají. Mechanická, chemická a termická energie stimulu je transformována na energii elektrickou - **transdukce stimulu** (Bednařík in Ambler 2004). Z hlediska funkce rozlišujeme receptory dle charakteristiky receptivního pole, rychlosti adaptace a senzitivity na rozličné modalitity různých kvalit. Receptory mohou reagovat trvalým výbojem nebo je odpověď krátkodobá. Kožní mechanoceptory jsou volná nebo opouzdřená zakončení aferentních nervových vláken typu  $\beta$ . Jednotlivé typy receptorů se z hlediska své funkce liší v rychlosti adaptace a vlastnostech receptivního pole. Dle rychlosti adaptace je rozdělují na **Rapidly Adapting** - rychle se adaptující (Meissnerova tělíska (RA I) a Vater-Pacciniho tělíska (RA II)) a na **Slowly Adapting** - pomalu se adaptující (Merkelovy disky (SA I) a Rutinního tělíska (SA II)) (Kuthan in Trojan 1996).

Kůže je však značně zásobena volnými nervovými zakončeními, jenž jsou specifické zejména pro přenos aferentních informací algických a termických.

Tab. 1 - volně upraveno dle Hagbartha (in Čech 2003) a Perla (in Ambler 2004)

Charakteristika receptoru			Receptivní pole	
<i>Histologický typ</i>	<i>Adekvátní stimulus</i>	<i>Adaptace</i>	<i>Hranice</i>	<i>Velikost</i>
Meissnerova tělíska	Slabý kontakt jednotlivý či oscilace	rychlá	zřetelné	malá
Vater - Pacciniho tělíska	Slabý kontakt jednotlivý či oscilace	rychlá	nezřetelné	velká
Merkelovy disky	Trvalý ortogonální tlak	pomalá	zřetelné	malá
Ruffiniho tělíska	Trvalý ortogonální tlak	pomalá	nezřetelné	velká

Meissnerova tělíska (RA I): Nacházejí se v papilách koria. Rychle se adaptují. Nejsou směrově citlivá. Adekvátním podnětem pro jejich aktivaci je jemné mechanické chvění do frekvence 80 Hz. RA I receptory jsou společně SA I ve velké hustotě nakupeny zejména na bříškách prstů. Soudí se, že slouží k přesné taktilní detekci objektu, přičemž RA I detekují strukturu ohmatávaného objektu (Kuthan in Trojan 1996, Králíček 2004).

Vater - Pacciniho tělíska (RA II): Jde o strukturálně nejsložitější kožní mechanoreceptor s neobyčejně rychlou adaptací. Nalézají se v tela subcutanea. Extrémní rychlost adaptace umožňuje detekovat vibrace, přičemž jejich optimální reakce je v oblasti kolem 200 Hz. Rovněž jako RA I nemají schopnost detekce směru. Receptory podobné RA II nalézáme i v kloubních pouzdrech a vazech, kde mají funkci propioceptivní (Kuthan in Trojan 1996, Králíček 2004).

Merkelovy disky (SA I): Jsou uloženy nejpovrchněji, v epidermis. Pomalu adaptují. Adekvátním podnětem je dotek nebo lehký tlak působící na kůži. Společně s RA I jsou sdruženy do hmatových a vlasových destiček na bříškách prstů. Zřejmě se podílejí i na identifikaci detekovaného tělesa. Mají směrovou citlivost k natažení kůže. (Kuthan in Trojan 1996, Králíček 2004).

Ruffiniho tělíska (SA II): Jsou detekovány v hlubokých vrstvách koria. Pomalu adaptují. Optimálně reagují na napínání kůže, zejména nad klouby prstů a končetin, jejich směrová citlivost je větší než u SA I. (Kuthan in Trojan 1996, Králíček 2004).

Existují rozdíly mezi lysou a ochlupenou kůží. V ochlupené kůži nalézáme taktéž uvedené typy receptorů. Oproti lysé jsou však zde další rozdíly:

Jedním z rozdílů je inervace vlasového folikulu, jenž je „omotan“ volným nervovým zakončením, což reaguje zejména na změnu směru a rychlosti pohybujícího se vlasu (Čihák 2004). Tyto receptory jsou řazeny k RA receptorům a reagují v závislosti na rychlosti ohýbání vlasu (Kuthan in Trojan 1996). Dále se SA I shlukují do tzv. hmatových a vlasových destiček, jejichž průměr je od 0,2 - 0,5 mm. Nacházejí se v epidermis a mohou lehce vyzdvihovat povrch kůže. V ochlupených oblastech může být taktilní vjem vyvolán i ohnutím vlasu. V tomto případě je mechanický podnět detekován SA I ve vnější vrstvě vlasového folikulu a rychle se adaptujícím volným nervovým zakončením, jenž folikulus oplétá (Králíček 2004).

### 3.2. Centrální a periferní ascendentní dráhy

Všechna aferentní vlákna receptorů z předešlé kapitoly jsou myelinizována. Mají průměr 6 - 11  $\mu\text{m}$  a vedou rychlostí 30 - 72 m/s. jsou zařazeny do skupiny A $\beta$ . (Kuthan in Trojan 1996).

Všechny somatosenzorické informace z trupu, zadní poloviny hlavy a končetin vstupují do míchy a resp. do CNS skrz zadní kořeny míšní. Z oblasti přední poloviny hlavy se tak děje cestou aferentních vláken jednotlivých větví V. hlavového nervu.

Okrsek kůže tělesného povrchu, který je inervován aferentními vlákny jednoho míšního kořene se nazývá **dermatom**. Toto dermatomové uspořádání je na trupu v horizontálních pruzích a na končetinách ve svislých, lze jej testovat dotykem. Dodnes se autoři dermatomových map lidského těla neshodují v přesném segmentální uspořádání. Lewit a Véle ve svých publikacích uvádějí určité dermatomy lokalizované pouze periferně na končetinách s postrádající segmentální inervací kořenové oblasti. Nejednotnost vymezení rozsahu kořenových okrsků spočívá mimo jiné v tom, že většina radikulárních areí je inervována minimálně ze tří míšních kořenů: z hlavního nervu a ze dvou do okrsku přesahujících sousedních nervů - sousedního vyššího a sousedního nižšího nervu (tzv. Sherringtonovo pravidlo plurisegmentální inervace kořenových okrsků (Čihák 2004).

Dle zahraničních autorů je segmentální uspořádání zachováno na základě evolučního vývoje člověka jako savce, z dob, kdy se ze čtyř začal postupně vzpřimovat na zadní resp. dolní končetiny. Jedním z nejčastěji citovaných autorů, jenž popsal dermatomové mapy a jejich uspořádání, je Keegan a Garrett, jenž popsali tyto mapy na základě embryonálního vývoje dermatomů, myotomů a sklerotomů ve vztahu k segmentálnímu vývoji endoneurální trubice. Odkazy na tyto autory dermatomových map jsou dostupné ve světové i české odborné literatuře (Williams et al. 1989, Netter 1997, Čihák 2004).

Podkladem názorů nepravidelného dermatomového uspořádání je existence nervových pletení, zejména v oblasti krční a bederní páteře. V těchto pleteních si kořenové segmenty navzájem vyměňují určitou část jak aferentních tak motorických vláken, tím pádem se hranice dermatomů překrývají a poněkud liší v závislosti na modalitě podnětu, která byla použita k jejich stanovení. Při vyšetřování ostrým algickým stimulem jsou hranice dermatomů více zřetelnější a jejich plochy se méně



překrývají. Naopak při užití jemného taktilního stimulu jsou plochy více překryté a hranice méně zřetelné (Králíček 2004).

Po vstupu do míchy se přenos aferentních informací do vyšších center CNS uskutečňuje dvěma systémy drah: lemniskový systém a systém anterolaterální (Čihák 2004).

### **3.2.1. Lemniskální systém - systém zadních provazců**

Tento systém je znám také pod latinským názvem tractus spinobulbothalamicus. Je tvořen silně myelinizovanými, rychle vedoucími vlákny, jimiž zprostředkuje přenos propriocepce, vibrace a diskriminační citlivosti (Kuthan in Trojan 1996).

Lemniskální zahrnuje několik anatomických drah, jenž probíhají v zadních a bočních míšních provazcích. Jejich počátek tvoří centrální úseky axonů pseudounipolárních neuronů spinálních ganglií nebo neurity projekčních buněk zadních míšních rohů. V míše probíhají ipsilaterálně a přepojují se v některých z jader: ncl. gracilis, ncl. cutaneus, ncl. cutaneus accesorius. Teprve po výstupu z jader se dráhy kříží a ascendentně pokračují v systému vláken lemniskus medialis do thalamu, kde končí převážně v ncl. ventralis posterolateralis. Z tohoto jádra thalamu po přepojení pokračují informace dále do somatosenzorické kůry. Lemniskální systém přenáší informace týkající se tlaku, taktilního cití, diskriminace a propriocepce. (Čihák 2004, Králíček 2004).

#### **3.2.1.1. Přenos taktilních informací v lemniskálním systému**

Hlavní cestou pro přenos taktilního cití je dráha zadních provazců míšních. Její počátek tvoří centrální úseky primárních aferentních vláken neuronů spinálních ganglií.

Tato vlákna po vstupu do míchy obtáčí zadní roh a vstupují do ipsilaterálního zadního míšního provazce, kterým vstupují vzhůru do prodloužené míchy. Ascendentní vlákna jsou topograficky uspořádána podle Kahlerova pravidla: Ve fasciculus gracilis Golli probíhají v mediolaterálním pořadí nejprve axony ze spinálních ganglií segmentů sakrálních, pak lumbálních a nakonec dolních hrudních. Ve fasciculus cuneatus Burdachi stoupají ve stejném pořadí nejprve vlákna ze spinálních ganglií horních hrudních a potom krčních segmentů. Axony končí v prodloužené míše, kde vstupují do ncl. gracilis a ncl. cuneatus medialis. Končí zde synaptickými kontakty na neuronech v centrální části obou jader, která se nazývá zóna glomerularis. Snopečky vláken těchto neuronů - fibrae arcuatae intimae - po výstupu z jader kříží střední rovinu

a poté vstupují vzhůru jako součást svazku mediálního lemnisku. Axony lemniscus medialis pronikají do thalamu a končí zde synaptickými spoji na buňkách ncl. ventralis posterolateralis. Thalamické neurony pak vysílají své axony do somatosenzorického kortexu (Králíček 2004).

Primární aferentní vlákna buněk spinálních ganglií vydávají po vstupu do zadních provazců míšních vedle zmíněné hlavní ascendentní větve také kratší descendentní kolaterálu, která sestupuje do nejbližších 2-3 nižších míšních segmentů. Četné menší kolaterály vydává i hlavní ascendentní větev na své cestě k jádrům zadních provazců. Sestupná větev a drobné kolaterály vzestupné větve vytvářejí synaptické spoje s neurony III. - V. Rexedovy zóny (ncl. proprius columnae posterioris). Axony těchto buněk formují dvě další dráhy lemniskálního systému pro přenos taktilního cití: postsynaptickou dráhu zadních provazců míšních a spinocervikální trakt (Králíček 2004).

Počáteční úsek postsynaptické dráhy zadních provazců míšních je tvořen neurity projekčních buněk zmíněných zón zadních míšních rohů. Ty vstupují do ipsilaterálních zadních míšních provazců a stoupají jimi vzhůru do ncl. gracilis a ncl. cuneatus medialis. Narozdíl od primárních aferentních vláken zadních míšních provazců však nekončí v centrální části obou jader, ale v jejich periférii, kterou nazýváme zóna reticularis. Další průběh traktu se shoduje s dráhou zadních provazců míšních (kontralaterální lemniscus medialis - ncl. ventralis posterolateralis thalami - somatosenzorický kortex) (Králíček 2004).

Spinocervikální trakt: Axony neuronu III. - V. Rexedovy zóny v tomto případě vstupují do stejnostranných dorsolaterálních míšních provazců a stoupají jimi vzhůru do ncl. cervicalis lateralis. Jde o neuronální shluk uložený v zadní části bočního provazce v úrovni C1 - C2, těsně při hrotu zadního míšního rohu. Po přepojení v jádře je další průběh traktu shodný s dráhou zadních míšních provazců (kontralaterální lemniscus medialis - ncl. ventralis posterolateralis thalami - somatosenzorický kortex) (Králíček 2004).

### **3.2.2. Anterolaterální systém**

Jde o druhý systém somatosenzorických drah zprostředkovává přenos cití bolesti, tepla a chladu. Vedle těchto dvou hlavních modalit však převádí i jistou malou část taktilních informací. Hmatový vjem zprostředkovaný tímto systémem však není dostatečně přesný, vyžaduje vyšší prahový tlak podnětu, má vysoký prostorový práh,

neumožňuje přesnou autotopognosii a stereognosii. Počáteční úsek všech drah anterolaterálního systému tvoří axony projekčních neuronů zadních míšních rohů, na nichž končí synaptickými kontakty primární aferentní vlákna neuronů spinálních ganglií. Neurity se kříží hned v mateřském míšním segmentu a poté soupají v předních a bočních míšních provazcích. Tyto neurony končí retikulární formaci mozkového kmene nebo v ncl. ventralis posterolateralis thalami. Na tyto struktury navazují další dráhy, které pokračují v přenosu signálu dále do thalamu (z RF) a do mozkové kůry. Podle terminace rozlišujeme v tomto systému tři hlavní dráhy: tr. Spinothalamicus, tr. Spinoreticularis, tr. Spinotectalis.

a) tr. spinothalamicus je základní dráhou anterolaterálního systému. Těla projekčních neuronů jejichž vlákna formují tuto dráhu leží v široké oblasti šedé hmoty zadních míšních rohů. Neurity z valné části, cestou commissura anterior alba, přecházejí na opačnou stranu míšních segmentů a pronikají zde do anterolaterálního funiculu. Zde stoupají vzhůru a končí na neuronech v ncl. ventralis posterolateralis thalami. Při průběhu mozkovým kmenem se trakt přikládá z laterální strany ke svazku mediálního lemnisku. Axony thalamických neuronů poté pronikají do somatosenzorického kortexu. Vlákna spinothalamické dráhy jsou v anterolaterálním míšním provazci charakteristicky topograficky uspořádána. Neurity kaudálních míšních segmentů probíhají v políčku spinothalamické dráhy nejlaterálněji. K nim se postupně přidávají z mediální strany axony z vyšších segmentů, takže vlákna z krční míchy leží nejmediálněji. Vedle této anatomické topografie existuje ve spinothalamické cestě i topografie funkční podle přenášené modality. V nejlaterálnější části pole spinothalamické dráhy stoupají vlákna pro teplo, směrem ventromediálním se přikládají vlákna pro bolest a konečně nejmediálněji běží axony pro přenos taktilního cití.

Spinothalamickou dráhu funkčně doplňuje tzv. sekundární dráha spinothalamického systému. Trakt má následující průběh: projekční neurony zadních míšních rohů, bederních a hrudních spinálních segmentů neprojikují své axony do druhostranných anterolaterálních provazců jako u klasické spinothalamické dráhy, ale do ipsilaterální soustavy dlouhých propriospinálních svazků, jimiž uvedené axony stoupají do úrovně míšních segmentů C2 až C1, pronikají zde do ipsilaterálních zadních míšních rohů a napojují se na neurony spinothalamického traktu. Neurity těchto buněk se poté formují typickou výše popsanou dráhou.

b) tr. Spinoreticularis. Jde o fylogeneticky starší dráhu než dráha spinothalamická. Mateřské buňky dráhy leží opět v široké oblasti šedé hmoty zadních míšních rohů. Jejich axony probíhají zkříženě i nezkříženě v anterolaterálních míšních provazcích a končí synoptickými spoji na neuronech retikulární formace mozkového kmene. Na spinoretikulární dráhu navazuje dráha retikulothalamická, její axony končí na buňkách nespecifického thalamu, zvláště na jeho intralaminárních jádrech. Neurony nespecifického thalamu poté projektují své axony do rozsáhlých oblastí mozkové kůry. Ze spinoretikulární dráhy se vyčleňuje jako důležitá samostatná složka tr. spinomesencefalicus. Trakt začíná v první Rexedově zóně, probíhá v bočních provazcích míšních a končí substantia grisea centralis mesencephala. Neurony této oblasti poté projektují své axony do fasciculus longitudinalis dorsalis Schutsi. Jde o svazek vláken, který začíná v mediálním hypothalamu, prochází skrz substantia grisea centralis mesencephali do mozkového kmene a některá jeho vlákna pokračují až do míchy k viscerálním motoneuronům v ncl. intermediolateralis. Spinomesencefalický trakt vede výhradně algické signály. Soudí se, že touto cestou jsou nociceptivní podněty přepojovány do autonomního systému centrálních nervů a přes hypothalamus do emotivních a motivačních center limbického systému.

c) tr. Spinotectalis. Fylogeneticky jde o velmi starou dráhu, u člověka už značně redukovanou. Mateřské neurony traktu leží opět v zadních míšních rozích mezi neurony spinothalamické dráhy jejich axony se kříží v přední míšní komisuře pronikají do postranních provazců a stoupají do mozkového kmene, kde končí na neuronech hlubokých vrstev tectum mesencephali. Funkční význam traktu není zcela objasněn (Králiček 2004).

Za zmínku stojí ještě systém trigeminový jež převádí somatosenzorické informace z přední části hlavy. Tyto informace jsou převáděny do CNS aferentními vlákny větví nervus trigeminus. Tento systém však není pro naši práci významný, neboť měření dvoubodové diskriminace bylo prováděno na osmi lokalitách trupu a končetin.

### 3.2.3. Somatosenzorický kortex

Korová projekční oblast somatosenzorického systému zahrnuje tři velké oddíly: Přední parietální korovou oblast, Zadní parietální korovou oblast a Sekundární somatosenzorickou korovou oblast.

a) Přední parietální korová oblast je uložena v gyrus post centralis a na mediální ploše hemisféry v zadním úseku lobulus paracentralis. Z cytoarchitektonického hlediska

se dělí na čtyři **Brodmanovy** arey - 3a,3b,1 a 2. První dvě pole představují z funkčního hlediska primární somatosenzorickou kůru, která dekoduje somatosenzorické informace a přeměňuje je na nejjednodušší smyslový vjem zvaný počíteček. Obě pole dekodují informace rozdílné modalit. Oblast 3a zpracovává signály přicházejících z proprioceptorů, pole 3b z receptorů taktilních. Pokud jde o bolest a teplotu, mechanismy zajišťující jejich vnímání jsou zřejmě lokalizovány již na subkortikální úrovni, neboť percepce obou modalit není výrazně postižena při lézi korových oblastí. Studium receptivních polí bylo zjištěno, že korové buňky polí 3a a 3b jsou organizovány do sloupečků kolmých do povrchu kůry. Každý sloupec obsahuje submodalitně specifické neurony se shodnou lokalizací svých receptivních polí na tělesném povrchu. Například v oblasti 3b byly prokázány dva typy sloupečku neuronů. První reaguje pouze na adekvátní bodovou stimulaci Merkelových disků, druhý opět na bodové a adekvátní dráždění Meissnerových tělísek. V daném políčku tělesného povrchu. Rozložení korových neuronů do sloupečků je nejvýraznější ve IV korové vrstvě, kde končí na hvězdicovitých neuronech synaptickými kontakty terminály axonů thalamických neuronů. Ve vrstvách nad a pod IV korovou zónou se uvedené submodalitně specifické seskupování neuronů postupně vytrácí. Příčinnou je stále výraznější horizontální propojování neuronů ve vrstvách vyšších nebo nižších než je IV korová zóna. Brodmanova pole 3a a 3b jsou cílem většiny axonů thalamických neuronů v tzv. ventrobazálním jaderném komplexu. Prostřednictvím axonů pyramidových buněk II a III. korové vrstvy jsou obě pole propojena se zbývajícími dvěma areami 1 a 2 přední parietální korové oblasti. Obě tato pole plní funkci sekundární nebo asociační kůry somatosenzorického systému. Ve srovnání s poli 3a a 3b tedy představují hierarchicky výše položenou strukturu somatosenzorické kůry, která spojuje elementární somatosenzorické počítky (vznikající v primární somatosenzorické kůře) v komplexnější smyslový vjem. V areách 1 a 2 existují buňky, které vykazují složitější chování než neurony v areách 3a a 3b. Jisté neurony například reagují jen a pohyb mechanického podnětu po kůži zcela určitým směrem. Jiné nervové buňky optimálně odpovídají pouze na specificky tvarovanou konturu objektu přiloženého nebo přitlačeného na kůži. Některé neurony odpovídají pouze na nociceptivní stimulaci kůže. Moduly v area 1 mají periferní receptivní pole omezené (v případě zóny rukou) na jeden prst. Moduly v area 2 mají periferní receptivní pole pro více prstů a dostávají vstupní informace ze svalů, kloubních pouzder i kůže. Při poškození přední parietální korové

oblasti je somatosenzorické čítí zhoršeno, ale nezaniká úplně. Korovou lézí trpí nejvíce jemné taktilní čítí a propiocepce, méně již vnímání tepla na citlivost na bolest téměř vůbec. Tyto výsledky ukazují, že hlavní percepcie bolesti není zajišťována pouze somatosenzorickou kůrou, ale velkou měrou se zde podílejí subkortikální struktury zejména thalamus, limbický systém a retikulární formace mozkového kmene. Somatosenzorický kortex má zřejmě význam jen pro přesnější rozlišení kvality, intenzity a lokalizace bolestivých podnětů. (Králiček 2004).

Při poškození přední parietální korové oblasti je však nejvíce postiženo vnímání taktilního čítí a propiocepce. Z hlediska posuzování taktilního čítí pak můžeme pozorovat následující defekty:

- zvyšuje se prahový tlak nutný k detekci taktilního podnětu.
- zvyšuje se prostorový práh při testování dvou bodové diskriminace
- nemocný nedokáže přesně lokalizovat podnět na svém těle (tzv. autotopagnosie)
- nemocný nedokáže rozpoznat předmět hmatem (astereognosie)
- je postiženo vibrační čítí (porucha parestesie)
- zhoršuje se vnímání pohybu a polohy citu jednotlivých pohybových segmentů (Králiček 2004).

b) Zadní parietální korová oblast se nalézá zhruba v oblasti lobulus parietalis superior et interiér. Dle Brodmana jsou tyto pole značena 5a, 5b, 7a, 7b, 39 a 40. Somatosenzorickým funkcím má vztah pouze část této oblasti zahrnující pole 5a 5b a 7b. Vstupní informace dostává tato část především z pole 2 přední parietální korové oblasti. Hlavní informační výstup směřuje do motorických oblastí frontálního laloku. Důležitý je dále reciproční spoj zadní parietální korové oblasti s limbickým systémem. Pokud jde o funkci somatosenzorického oddílu zadní parietální korové oblasti soudí se, že je analogická k funkci její kaudální části, která má vztah ke zrakovému systému. Předpokládá se, že ve spolupráci s motivačními centry v limbickém systému generuje takový vzorec chování, který směřuje pozornost organismu na somatosenzorické podnět působící na povrch těla. (Králiček 2004)

c) Sekundární somatosenzorické korové oblast se nalézá v parietálním laloku na horním valu sulcus lateralis. Je recipročně propojena s výše uvedenými somatosenzorickými korovými oblastmi a ventrobásálním jaderným komplexem thalamu. Její funkce je dosud málo jasná. Soudí se, že má vztah k taktilnímu učení a

paměti, neboť její experimentální léze u opic způsobuje neschopnost zvířat naučit se rozpoznávat předměty hmatem. (Králíček 2004)

### 3.3. Receptivní pole v rámci somatosenzorického systému

Mouncastle a kol. prokázali, že neurony v somatosenzorickém systému jsou spontánně aktivní. Senzorické stimuly proto působí modulaci neuronální aktivity na centralních jádrech a v mozkové kůře. Aktivita dané buňky odpovídá jen na stimulaci specifické arey kůže. Tato oblast se nazývá receptivním polem (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

Každý centrální neuron má tedy své specifické receptivní pole. Receptivní pole je definováno jako oblast, jejíž stimulace excituje nebo inhibuje spontánní aktivitu buňky. Anatomicky se jedná o plochu kůže, jejíž projekce se přímo nebo nepřímo vztahuje na příslušnou buňku. Ve fyziologických termínech se jedná o areu, přes kterou je možné zvyšovat nebo snižovat spontánní aktivitu buňky. **Receptivní pole je pravděpodobně nejdůležitějším konceptem senzorické fyziologie. Omezení receptivního pole neuronu v příslušné aree má důležité funkční konsekvence** (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

Jestliže aplikujeme stimulus do bodu na kůži, excitujeme neurony, jejichž aferentní vlákna inervují stimulovaný bod. Jestliže aplikaci stimulu přesuneme do nového bodu, bude aktivována jiná populace neuronů. Takto vědomě vnímáme jeden stimulovaný bod na kůži odlišně od druhého, neboť v mozku jsou takto aktivovány jiné populace neuronu. Mouncastle popsal dvě odlišné vlastnosti receptivních polí: jejich distribuci velikosti na tělesném povrchu a jejich jemnou strukturu (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

Velikost receptivních polí se liší v přesné závislosti na lokalizaci na tělesném povrchu (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

Oblasti s rozlehlou kortikální reprezentací (špičky prstů, jazyk, rty, ...) mají malá receptivní pole a vyšší počet receptivních polí na jednotku plochy kůže. Od špiček prstů proximálně po paži nacházíme rozsáhlejší receptivní pole při jejich nižší hustotě, což odráží úroveň taktilní citlivosti. Receptivní pole na trupu jsou přibližně 100krát větší než na špičkách prstů, což má za následek snížení jejich hustoty na jednotku plochy. Tyto jejich vlastnosti jsou nepřímo úměrně provázány (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

Receptivní pole na kůži mají oválný tvar a jsou na končetinách orientovány svým delším rozměrem podél dlouhé osy končetiny. Proto měření v radioulnárním směru vykazuje nižší hodnoty dvoubodové diskriminace než měření ve směru distoproximálním. Orientaci receptivních polí na trupu se nám nepodařilo v literatuře nalézt, domníváme se však, že lze předpokládat jejich orientaci v ose průběhu dermatomu, jako je tomu u končetin (Čech 2003).

Každé receptivní pole má jemnou strukturální organizaci. Existuje gradient excitační porce receptivního pole, který je reflektován v mozku jako gradient aktivity na každém úseku aferentní dráhy včetně kortexu. Výstup buňky je největší, je-li stimulus aplikován do centra excitační oblasti receptivního pole. Výstup je nejslabší na periférii. Mimo tento excitační gradient je zde ještě gradient inhibice, který je maskován silnějším gradientem excitace. Inhibiční gradient je také největší v centru a klesá směrem k hranici excitační zóny receptivního pole. Inhibice někdy přesahuje za hranice excitačního receptivního pole a dává tak vzniknout obkružující okrajové inhibiční zóně. Za těchto okolností stimulace této okrajové oblasti obkružující excitační porci receptivního pole inhibuje buňku. Takto stimulus v excitační porci receptivního pole zvyšuje gradient aktivity v mozku a aktivuje populace buněk někdy hodně, někdy středně a jindy lehce. Tato aktivní populace je obklopena populací méně aktivních buněk, což poskytuje možnost vyostření peaku aktivity v mozku (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

### 3.4. Laterální inhibice

Laterální inhibice může pomoci v diskriminaci dvou bodů. Mountcastle navrhl model dvoubodové diskriminace založený na rekonstrukci neurálních jevů v postcentrálním gyru kortexu vyvolaných lehkým taktilním stimulem aplikovaným na kůži. Podle tohoto modelu dva stimuly aplikované na separované pozice na kůži zvyšují excitační gradient aktivity v každém úseku somatosenzorického systému spjatým s daným místem. Aktivita v každé populaci buněk má oddělený peak. Inhibiční okolí vyostřuje každý peak a dále zvyšuje zřetelnou oddělenost mezi dvěma peaky (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

Uvažujeme-li jednobodový stimulus, tento stimulus aktivuje několik dotykových receptorů, které vytváří krátké skupiny impulzů na primárním aferentním vlákne, jenž je takto aktivováno. Tyto aferentní vlákna provokují výstupy na skupině buněk v jádrech



zadních provazců a tyto buňky aktivují jinou skupinu buněk v nucleus ventralis posterolateralis thalamu, které aktivují skupinu buněk v kortexu. Na každé úrovni CNS je populace buněk tvořící impulzy zúžena na omezenou zónu dvěma faktory:

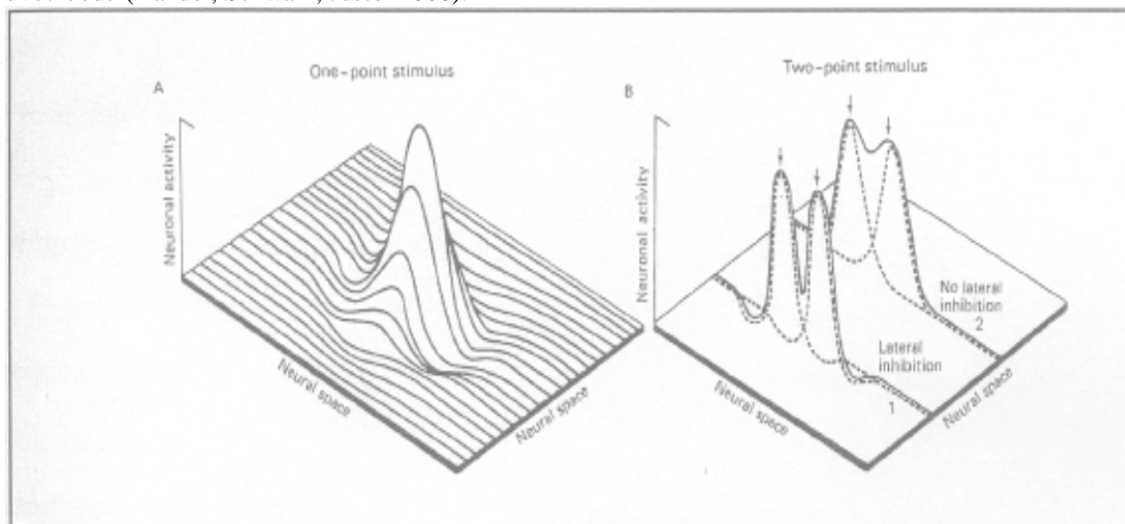
1) specifickými anatomickými spoji, které jsou excitovány jednotlivými stimulovanými receptory.

2) laterální inhibici

Laterální inhibice není přítomna na úrovni receptorů, ale objevuje se v jádrech zadních provazců a nalézáme ji na všech následných úrovních příslušné aferentní dráhy takže v mozku populace buněk excitovaných stimulem je také obklopena prstencem inhibice (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

Každý stimulus excituje skupinu buněk, které mají receptivní pole s centrální zónou obkrouženou slabší excitační zónou. Slabší excitační zóna je dále potlačena inhibičním okolím. Aplikujeme-li dva stimuly blízko sebe, dojde k sumaci inhibičních obkružujících oblastí každého pole, které ovlivňuje neurony aktivované v aree kůže mezi dvěma stimuly. Tato sumace inhibice brání splývání excitačních zón vyvolaných dvěma stimuly, tak nastavuje peaky aktivity na kortikální úrovni a zvyšuje tak kontrast mezi dvěma body. Laterální inhibice vzniká jak v celém senzoryckém, tak motorickém systému. V každém systému, na každé úrovni je její funkcí zvýšení kontrastu. Je snadné vidět, jak neurální organizace jako je tato, může vést ke schopnosti rozpoznat vzor a konturu (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).

**Obrázek 2:** Schematický diagram navržený Mountcastleem pro ilustraci, jak laterální inhibice umožňuje diskriminaci dvou bodů. A. Distribuce aktivity v populaci buněk znázorněná v 3D nervovém prostoru mozku. Populace je aktivovaná jednobodovou stimulací kůže. B. Distribuce aktivity buněk aktivovaných stimulací dvěma body, které jsou aplikovány blízko sebe. Aktivita každého bodu je znázorněna tečkovanou čarou. Plná čára znázorňuje sumaci aktivit z obou bodů. Křivka 1 znázorňuje sumaci aktivity za přítomnosti laterální inhibice, křivka 2 znázorňuje sumaci aktivity bez laterální inhibice diskriminaci dvou bodů (Kandel, Schwarz, Jessel 2000).



## 4. Problematika vertebrogenních obtíží

Bolestivé poruchy pohybového aparátu, zejména bolesti zad, jsou jedním z nejčastějších důvodů návštěvy lékaře. Vertebrogenní algické syndromy jsou choroby, které mají svůj původ v páteři a přilehlých strukturách, u nichž je dominantním příznakem bolest, často však i porucha funkce pohybového segmentu postiženého bolestí. Vertebrogenní onemocnění jsou poměrně častá a mají výrazný sociálně ekonomický dopad. Jedná se o nejčastější onemocnění po nemocech z nachlazení, jsou hlavní příčinou omezení nejen pohybové aktivity u lidí do 45 let věku a jde o pátou nejčastější příčinu hospitalizace. Od 70. let minulého století významně roste podíl bolestí zad na celkovém počtu dnů krátkodobé pracovní neschopnosti i na částečné a plné invaliditě. Roční prevalence bolesti zad se pohybuje kolem 15 - 45 %, celoživotní prevalence mezi 60 - 90 %, přičemž chronické bolesti páteře se vyskytují u 5 - 9 % produktivní populace. Lokalizace výskytu vertebrogenních obtíží je nejčastěji oblastí bederní, následované krční a hrudní, a to v poměru 4 : 2 : 1. Obtíže v krajně bederní a křížové jsou nejčastěji u dospělých pacientů a to až v 50 %. Největším faktorem působícím na rozvoj vertebrogenních obtíží se usuzuje sedavý způsob životního stylu se současnou pohybovou hypoaktivitou, díky čemuž se setkáváme s čím dál mladšími nemocnými (Bednařík, Mičánková-Adamcová 2007).

### 4.1. Klasifikace vertebrogenních obtíží (dle Bednaříka a kol.)

Z etiologického hlediska je mono vertebrogenní obtíže rozdělit do dvou skupin:

- a) Vertebrogenní obtíže vzniklé na podkladě funkčních a nespecifických degenerativních změnách páteře. Funkční změny nemají jasně definovaný organický korelát, základem je funkční kloubní blokáda, která vzniká v pohybovém segmentu mezi dvěma sousedními obratli. Nejčastěji dochází k omezení rozsahu pohybu, vzácně k hypermobilitě. Vztah poruch funkce páteře k rozvoji komplexních degenerativních a proliferativních změn je komplikovaný a ne vždy jasně definovaný. Porucha funkce obvykle předchází strukturální změny. Dlouhodobě fixovaná porucha urychluje vznik degenerativních změn. Přítomnost těchto změn však v některých případech může disponovat ke vzniku poruchy funkce páteře. Určení přesné etiologie vertebrogenních syndromů je obtížné. Odhaduje se, že přesná etiologická diagnóza není možná u 85 % nemocných s vertebrogenními obtížemi.

- b) Vertebrogeenní onemocnění, při kterých je páteř postižena organickým postižením nedegenerativní povahy, a to zejména zánětlivého, metabolického, traumatického, nádorového či vývojového charakteru. Tento typ vertebrogeenních poruch je méně častý, ale obvykle závažnější a vyžaduje rychlou diagnostiku a léčbu. Klinicky se manifestují zejména zpočátku lokální bolestí, která je atypická, velmi intenzivní, klidová, progredující, mohou však vzniknout i jasně definované neurologické syndromy.

#### Dělení dle klinických manifestací:

- a) Segmentové syndromy, které se mimo bolesti projeví poruchou páteře buď přímo v postiženém segmentu (blok, vzácně hypermobilita) nebo rozsáhlejší reverzibilní změny postavení páteře (skolióza, prohloubení či vyrovnání lordózy resp. kyfózy). Dochází k rozvoji reflexních změn v okolních pojivových tkáních, jsou přítomny spazmy nejen paravertebrálního svalstva. Mluvíme rovněž o funkčních vertebrogeenních poruchách.
- b) Pseudoradikulární syndromy - dochází k vyzařování bolesti napodobující někdy kořenovou bolest, nikoli však v přesné dermatomální distribuci. Nejsou přítomny jasné objektivní známky kořenové léze (parézy, svalové atrofie, výpadky čítí poruchy reflexů).
- c) Kompresivní vertebrogeenní syndrom, kdy je bolest přesně lokalizována a často i vyzařuje podél dermatomu postiženého nervového kořene, což je často doprovázeno jak motorickým tak senzitivním deficitem.

#### Dělení dle délky onemocnění:

- a) akutní - trvá méně jak 3 měsíce  
b) chronické - trvá více jak 3 měsíce

Akutní stavy mají dobrou prognózu, většinou dochází k uzdravení, nicméně asi u 20 - 30 % pacientů se rozvinou chronické bolestivé stavy (Bednařík, Mičánková-Adamcová 2007).

## **4.2. Diagnostika vertebrogeenních obtíží**

V rámci tématu zvolené práce pokládáme za důležité popis či jakousi kategorizaci problematických aspektů v otázkách diagnostiky vertebrogeenních obtíží, nastínění příčin jejich možného vzniku, na jejich základě je nutno zahájit plánovanou

terapii. Avšak v těchto otázkách nelze nebrat ohled na psychickou povahu každého jedince.

Během posledních dvou desetiletí se na základě technického rozvoje rapidně zlepšila diagnostika zejména v oblasti zobrazovacích metod. Což má za následek daleko přesnější určení strukturální příčiny vzniku klinických obtíží. Ještě donedávna byla jednou z hlavních objektivně popsatelných příčin diagnostika výhřezu intervertebrálního disku. Nutno podotknout, že jsou popsány studie naprosto symptomatických hernií disku, které zůstávají často klinicky němé a nediodagnostikované. Otázka zůstává, zda výhřez disku je skutečně primární příčinnou vzniku obtíží. Většina rehabilitačních odborníků ze svých empirických zkušeností tvrdí, že výhřez ploténky je jen důsledkem patologické nestability pohybového segmentu, lokální svalové dysbalance, jenž se promítá do globálních posturálních a pohybových vzorů. Dle známého úsloví: „funkce tvoří orgán a orgán vytváří funkci,“ lze s naprostou jistotou říci, že dysfunkce stabilizace páteře jako celku má vliv na její patologické přetvářování, což samo o sobě znemožňuje spontánní reparaci stabilizační funkce. Tento děj však musíme chápat dlouhodobě, řádově i několik desetiletí.

Při vstupním vyšetření je v souvislosti s léčebnými a dalšími diagnostickými postupy a s ohledem na popsané skutečnosti velmi důležité:

A. Odpovědět na tři otázky:

1. Je příčinou systémové onemocnění nebo tumor?
2. Je přítomna lokální porucha, která vyvolává neurologické příznaky takového charakteru, že je nutné chirurgické řešení? Je tato porucha akutně vzniklá nebo chronická?
3. Je přítomen sociální nebo psychický stres, který zesiluje nebo prodlužuje patologický stav?

Na tyto otázky lze v zásadě odpovědět již na základě anamnézy a fyzikálního vyšetření. Jednotlivé anamnestické údaje a fyzikální vyšetření ovlivňují pak nejen léčebný postup, ale i rozhodnutí o výběru zobrazovacích a laboratorních vyšetření a vyšetření u specialisty (revmatologa, neurochirurga atd.).

B. Za předpokladu, že odpověď na tyto otázky je negativní, zaměřujeme naše vyšetření na poruchy funkce. Jejich ovlivnění má značný terapeutický efekt (Lewit, Kolář 2005).

Jelikož vertebrogenní poruchy jsou léčeny celým spektrem lékařských specialistů, liší se proto i diferenciatně diagnostický pohled jednotlivých specializací.

Základem diagnostiky bolestivých poruch páteře často bývá laboratorní či radiologické vyšetření pro vyloučení organických příčin těchto potíží. Diagnostika funkčních poruch je však nezanedbatelná, jelikož valná většina pacientů trpí těmito problémy dlouhodobě latentně, kdy akutní zhoršení nastává při přetížení nestabilních segmentů páteře se současným poklesem kompenzačních schopností či jejich naprostou nepřítomností. Hledisko funkční diagnostiky a terapie bývá z pohledu nerehabilitačních lékařských specialistů značně podceňováno, nejen důsledkem neznalosti principů, metodik a myšlení fyzioterapeutických postupů, často však mylným zaujetím, že pod pojmy rehabilitace a fyzioterapie se skrývá pouze aplikace fyzikálních procedur popř. masáží. Zastáncem tohoto postoje je však i značná část laické veřejnosti. Jako hlavní prvek změny těchto postojů je význam interpretace terapeutických úspěchů a jejich zvyšující se absolutní četnost s následným snížením počtu invazivních zásahů.

Hlavním objektem pozornosti pro funkční diagnostiku vertebrogeních poruch je bezesporu tzv. Hluboký stabilizační systém páteře (HSSP). Jedná se soubor biomechanických vlastností muskulatury nejen osového skeletu, jehož hlavní funkční princip je zajištěn svalovou souhrou, která zabezpečuje stabilizaci, neboli zpevnění páteře během všech pohybů. Svaly HSSP jsou aktivovány nejen při jakémkoliv statickém zatížení, tj. stojí, sedu apod. Doprovází však každý cílený pohyb horních resp. dolních končetin. Zapojení svalů do stabilizace páteře je automatické (Lewit, Kolář 2005).

Předobrazem pozdějšího rozvoje vertebrogeních obtíží je bezesporu klinický obraz „Vadného držení těla“ jež manifestuje dysfunkci svalů HSSP zejména v abdominální oblasti. Přičemž na vzpřímeném držení těla je podmíněno svalovou souhrou anatomicky antagonistických svalových skupin axiálního skeletu (např. abdominální svaly kontra dorzální extenzory páteře). Z funkčního pohledu je však nutné tyto svalové skupiny brát jako synergisty a jejich vzájemnou aktivitu jako kooperaci podílející se na nezbytné stabilizaci páteře, nejen při statickém zatížení, ale zejména při provádění pohybově dynamických úkonů.

Diagnostikou funkce HSSP vyšetřujeme současně i kvalitu řídicích schopností CNS. Často se setkáváme s projevy vědomé neschopnosti aktivace svalů HSSP, jejichž příčinou je dlouhodobá fixace patologických posturálních a pohybových stereotypů, což značně ovlivňuje možnost jejich destrukce, nápravy ve smyslu fyziologie a rychlost jejího vytvoření. Tuto funkční reparaci můžeme nazvat motorické učení.

Na perspektivu rychlosti motorického učení resp. kvality CNS pohlížíme ze tří směrů:

- schopnost selektivní hybnosti (jemné izolované pohyby v jednotlivých hybných segmentech), čím je lepší úroveň selektivní hybnosti, tím větší je míra a schopnost adaptace na lokální poruchu, bez okamžitého vyvolání zřetězení funkčně patologických reakcí s globální odezvou v pohybovém systému;
- úroveň stereognostické a somatosenzorické funkce má rozhodující vliv na utváření tělesného schématu, tím i lepší prožitek pohybu těla jako celku i jeho jednotlivých segmentů, z čehož plyne dokonalejší podvědomá orientace v prostoru, lepší kvalita obraných reakcí, energeticky ekonomičtější posturální a pohybová reaktivita (Kolář 2008);
- schopnost volní relaxace jednotlivých hypertonních svalů, popřípadě svalových vláken. Významným faktorem jsou poruchy relaxace nebo poruchy při diferenciaci pohybu. Zjednodušeně lze říci, že pacient při pohybu využívá nadměrné svalové síly a větší počet svalů, než je při cíleném pohybu třeba. Vznikají tak vnitřní síly, které značně přetěžují pohybové segmenty (Kolář 2006).

Při funkční diagnostice vertebrogenních poruch (resp. dysfunkce HSSP) sledujeme odchylky ve stabilizační funkci svalů ve srovnání s vývojovým modelem stabilizace. Jde o svalovou nerovnováhu při zapojení svalů během jejich stabilizační funkce. Jednotlivé segmenty jsou při pohybu nedostatečně fixovány resp. jsou fixovány v nefyziologickém postavení. To vede k výraznému chronickému přetěžování a k nedostatečné svalové ochraně jednotlivých segmentů páteře během pohybu, při statickém zatížení a při působení vnějších sil. Jedná se také o poruchu svalové kompenzace (Lewit, Kolář 2005).

## 5. Psychologické aspekty vnímání a pozornosti

Při testování dvou bodové diskriminace nelze nebrat v potaz vliv psychické stránky každého jedince na interpretaci taktilního stimulu jako objektivního vjemu, na níž se podílí do značné míry nejen pozornost a soustředění na daný taktilní vjem, ale i složka interpretační podmíněná zkušeností s aplikací stimulu jednoho nebo dvou bodů.

Částečnou měrou se na této interpretaci podílí i vliv fantazie, avšak v našem případě jsme omezeni pouze na vnímání jednobodového či dvoubodového stimulu. Roli v interpretaci hraje taktéž představivost nejen daného stimulu, ale i rozpoložení či postavení naší tělesné schránky v souvislosti, jaký prostor naše tělo zaujímá a jak je

tento prostor přetvářen a modifikován, nejen při statickém držení postury, ale i během konání pohybu jednotlivými hybnými segmenty i tělem jako celek. Jinými slovy jde o vnímání tělesného schématu. Tyto veškeré reakce vedou k vytvoření subjektivní představy jinak objektivního stimulu.

Při testování dvoubodové diskriminace lze pozorovat některé rysy osobnosti každého jedince. Tyto jednotlivé aspekty jsou často hlouběji zkoumány pomocí různých psychologických projektivních metod, jejichž vyhodnocení následně popisuje charakteristické vlastnosti jedince a jeho osobnosti. Jedním z nejznámějších je Rorschachův test, kdy examinátor zkoušenému subjektu předkládá tabulky se symetrickými barevnými skvrnami a následně hodnotí interpretovaný verbální projev daného subjektu.

Při experimentálním měření prahů diskriminace dvou bodů jsem se setkával s problémem interpretace vjemu ve smyslu rozhodnosti, zda se jedná ještě o stimulus jednoho či dvou bodů. Často byl tento nejasný přechod interpretován jako jeden a půl bodu nebo „něco mezi jedním a dvěma.“ S touto nejasnou interpretací jsem se setkal pouze u několika probandů s chronickými vertebrogenními obtížemi.

Povahu Rorschachova testu lze charakterizovat nejen jako o jednoduše vizuálním stimulu, ale jako o prostoru, ve kterém se odehrávají složité psychologické procesy. Proces reakcí zahrnuje zapojení řady funkcí, počínaje vnímáním, ale následně také představivostí a fantazií. Subjektem našeho zkoumání je výsledek této řady procesů. Tedy analyzujeme nejen to, co je řečeno, ale také, jak je to řečeno. Jinými slovy, význam nebo důležitost přikládáme vizuálnímu stimulu, který je dozajista objektivní realitou, ale je nicméně vytvořen tak, že se vrací k jiné realitě, vnitřní realitě utvářené představivostí. Zážitek, kterého se subjektu testu při prohlížení skvrn dostává, sahá od pouhého popisu objektivní reality až k nejsubjektivnějším nebo nereálným představám (Rausch de Trautenberg 1993).

Na základě pochopení a prostudování aplikace a hodnocení výsledků Rorschachova testu, je jisté, že tato metoda popisuje a hodnotí procesy probíhající při interpretaci vizuálně získaného stimulu. Je nasnadě říci, že některé procesy jsou přítomny i při interpretaci taktilního stimulu bez současné kontroly zraku, avšak jejich variabilita, intenzita a omezenost je odlišná než v Rorschachově testu. Tyto procesy resp. jejich charakter bude odlišný například při testování grafestesie, bude se však více přibližovat Rorschachově testu.

Důležitým poznatkem je fakt, že při experimentálním měření dvoubodové diskriminace obecně, nejsou tyto procesy brány v potaz, i přes to, že výzkum aplikace Rorschachova testu v dětské psychologii a psychiatrii neustále zdůrazňuje význam podoby těla (Rausch de Trautenberg 1993).

Z výzkumu Rorschachova testu Rausch de Trautenberg popisuje že, tělo není vnímáno jako reálná nebo známá věc, ale spíše jako poznaná věc, která může být předmětem i podnětem pocitů. Tělesný prostor se tak stává vztažným prostorem (Rausch de Trautenberg 1993).

## **6. Praktická část**

Experimentální měření dvou skupin probandů bylo provedeno během měsíce února a března r. 2008 na lůžkové části Kliniky rehabilitace FN Motol a v ambulanci firmy Reha - Praktik spol. s r.o. v Nýrsku. Každá skupina čítala 20 probandů, v níž byl každý proband změřen dvakrát. Jednotlivci skupiny vertebropatických probandů byli měřeni v rozmezí 5 až 12 dnů, jednotlivci kontrolní skupiny v rozmezí 7 až 18 dnů. Skupina probandů s chronickými vertebrogenními obtížemi čítala 5 mužů a 15 žen, jejichž věkové rozmezí bylo od 20 do 72 let (medián 52 let). V kontrolní skupině bylo 6 mužů a 14 žen ve věkovém rozmezí od 19 do 29 let (medián 22,5 roku).

### **6.1. Popis výběru měřených probandů**

V rámci experimentu byly stanoveny dvě skupiny probandů. V první skupině byli vybráni jedinci, jenž měli chronické (tj. déle jak půl roku trvající) vertebrogenní obtíže. Většina z nich, jenž byla hospitalizována na lůžkovém oddělení kliniky Rehabilitace FNM, měla diagnostikováno přesné strukturální léze v oblasti bederní či krční páteře. U zbytku probandů měřených ambulantně byly diagnostikovány pouze funkční patologické stavy. Druhá kontrolní skupina byla složena z jedinců, z nichž žádný anamnesticky nevykazoval vertebrogenní obtíže, u těchto jedinců byl orientačně vyšetřen HSSP, přičemž závažná patologie byla kontraindikací k měření. U skupiny probandů s chronickými obtížemi byly kontraindikací k měření zejména výrazná farmakoterapie, jenž by mohla zkreslit výsledky experimentu. Žádný pacient nesměl vykazovat neurologický deficit centrálního charakteru. Vyloučení byli pacienti s pozitivní diabetickou anamnézou, taktéž pacienti v akutním stavu, jejichž strukturální léze v oblasti páteře působila senzorický deficit z příslušného dermatomu.



## 6.2. Instruktaž probandů před zahájením měření

Před zahájením prvního měření u každého probanda proběhl anamnestický sběr dat týkající se vertebrogenní problematiky, jejich aktuálního stavu (zejm. přítomnost, lokalizace a iradiace bolesti), dále pak anamnestické údaje o pohybové aktivitě a charakteru zaměstnání či denního režimu nebo jiných onemocnění a operačních výkonech jenž by mohli ovlivnit měření. U probandů kontrolní skupiny proběhlo vyšetření HSSP pomocí čtyř testů: test flexe trupu, brániční test, test extenze v kyčlích a extenční test. Dále následoval verbální popis postupu měření a ukázka aplikace stimulu jednoho a dvou bodů vždy na předloktí horní končetiny. Pacientovi byl sdělen postup aplikace jedno či dvoubodového stimulu, ve smyslu prvotního zvětšování rozponu a jeho následného zmenšování, nikoli však zda měření bude zahájeno jednobodovým stimulem. V příloze jsou uvedeny příklady vyplněného protokolu jednoho probanda, jak z kontrolní skupiny, tak ze skupiny probandů s chronickými vertebrogenními obtížemi.

## 6.3. Metodika měření

Metodika měření byla převzata (následně modifikována pro naše potřeby) z diplomové práce Čecha, jenž srovnával změnu stereognostické funkce (měřeno pomocí dvoubodové diskriminace) nad lokální funkční poruchou (TrP, hypertonus) v oblasti svalu.

Naše měření dvoubodové diskriminace bylo provedeno u všech 40 probandů dvakrát a to hned z několika důvodů: a) pro minimalizaci chyby měření vyvolané examínátorem; b) pro zjištění možných změn kožní citlivosti. Druhé měření bylo provedeno u probandů skupiny s vertebrogenními obtížemi s odstupem 5 až 12 dnů, u probandů kontrolní skupiny s odstupem 7 až 18 dnů.

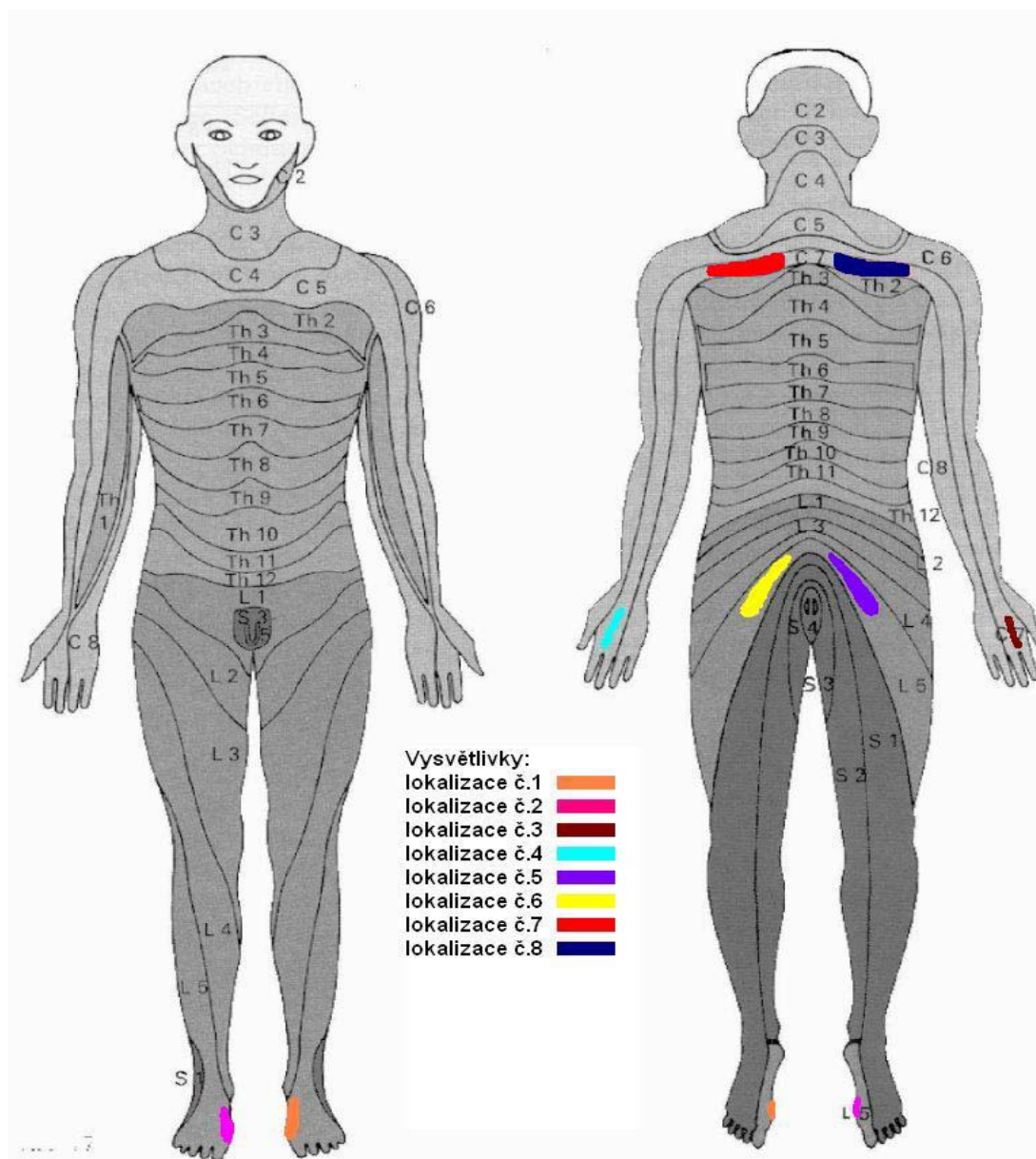
Měření bylo aplikováno u každého jedince celkem na osmi lokalitách osově symetrických. Tyto lokality dle Keegena spadají pod dermatomové uspořádání míšních kořenů C7 a L5. Jejich výběr byl podmíněn etiopatogenetickými faktory vertebrogenních obtíží, jelikož se jedná o nejčastěji postižené míšní kořeny strukturální lézí. Umístění lokalit měření znázorňuje obrázek č. 3. K měření bylo použito dvou bodového esteziometru (viz příloha). Oba hroty byly přikládány na kůži ve vyšetřované lokalitě současně, s takovou přitlačnou silou, aby došlo jen k minimální deformaci kůže. Orientace rozponu esteziometru byla volena vždy k podélné ose daného dermatomu. Rozpon esteziometru byl volen tak, aby nejprve vyvolal vjem jednoho bodu. Poté byl

stimulus aplikován opakovaně s postupným zvětšováním rozponu, až do okamžiku, kdy proband hlásil vjem dvou bodů. Následně byl stimulus tohoto rozponu aplikován opakovaně (3 – 4krát), pokud pacient hlásil alespoň ve třech případech vjem dvou bodů byl rozpon odečten a zapsán do protokolu. Tato hodnota byla zapsána jako práh zpozornění (v tabulkách jako D1) k dvou bodovému stimulu. Pakliže alespoň dvakrát hlásil vjem jednoho bodu při stimulu tímto rozponem, bylo pokračováno v jeho zvětšování až do dosažení stabilní hodnoty (D1). Velikost zvětšování rozponu nebyla větší než 2 mm pouze od chvíle, kdy pacient začal hlásit při stejném rozponu i při jednom stimulu ze čtyř přítomnost dvou bodů. Po odečtení této hodnoty byl rozpon esteziometru naopak postupně zmenšován až do okamžiku, dokud pacient hlásil ještě přítomnost vjemu dvou bodů. Po každém snížení rozponu byla tato hodnota vzdálenosti rozponu aplikována 3 - 4krát a pokud proband hlásil alespoň ve třech případech přítomnost vjemu dvou bodů, byl rozpon následně snížen. Takto se pokračovalo ve snižování rozponu až do okamžiku, kdy proband hlásil více jak ve dvou případech, ze čtyř aplikací stejného rozponu, vjem jednoho bodu. Při snižování velikosti rozponu se od prahu zpozornění vůči dvoubodovému stimulu, postupovalo opět po maximálním snížení o 2 mm, avšak ve chvíli, kdy proband začal hlásit vjem stimulu jednoho bodu alespoň jednou ze čtyř aplikací, byl rozpon snižován o menší vzdálenost než 2 mm. V okamžiku, kdy začal hlásit vjem jednobodového stimulu více než jednou ze čtyř aplikací, byla do protokolu zapsána hodnota posledního předchozího stimulu, kdy proband hlásil alespoň třikrát ze čtyř aplikací vjem dvou bodů. Tato druhá hodnota byla opět zapsána jako hranice, kdy proband ještě udržel pozornost vůči stimulu dvou bodů, tedy dolní hranice udržení pozornosti vůči dvoubodovému stimulu (v tabulkách jako D2). Rozdílnost měřící metody užití v našem experimentu a metody dle Čecha je ve zjištění hodnoty druhé prahu, kdy Čech při zjišťování této hodnoty se při hlášení pacienta jednobodového stimulu víc než jednou (ze čtyř aplikací) vracel zpět zvyšováním rozponu pro nalezení hodnoty této hranice. Tato hodnota však byla v několika případech shodná nebo i vyšší než hodnota hranice zpozornění vůči dvoubodovému stimulu (tedy D1). Tato odlišnost metodiky měření bude dále probrána v diskuzi. Rozpon byl aplikován tak, že jeden hrot byl přikládán na stejné místo a druhý oddalován směrem distálně v ose dermatomu a to ve všech lokalitách mimo lokalizace 1. a 2., kde byl druhý hrot umístován proximálně.

### 6.3.1 Lokalizace měření dvoubodové diskriminace

Jednotlivé lokality měření byly vybrány podle četnosti jednotlivých poruch v populaci. V každé literatuře zabývající se algickými vertebrogními stavy je popsána nejvyšší četnost v oblasti bederní páteře hlavně v pohybovém segmentu L5/S1, což odpovídá míšnímu kořeni L5. Další míšním kořenem který je poměrně často postižen patologií ve smyslu vertebrogních obtíží je cervikální míšní kořen C7. Dermatomy odpovídající těmto kořenům byly testovány akrálně a kořenově dle mapy dermatomového uspořádání dle Keegan a Garretta (viz obr. 3). Jejich číslování odpovídá postupu měření. Tyto lokality byly vybrány tak, aby při aplikaci stimulu nedocházelo ke dráždění jiných struktur bohatých na senzoričké receptory (např. kloubní pouzdra). Gross, Fetto a Rosen popisují ve svých vyšetřovacích metodách přítomnost klíčových bodů citlivosti každého dermatomu (Gross, Fetto a Rosen 2005). Pro naši potřebu jsou však nevyužitelné, neboť se nacházejí v nevyhovujících lokalitách, kde by mohlo být vnímání aplikovaného stimulu ovlivněno receptivními složkami hlubokých ač anatomicky povrchově uspořádaných struktur (zejm. kloubní pouzdra).

Jedním z důvodů pro výběr tohoto schématu je empirická zkušenost Homolky, lékaře v oboru rehabilitace, kdy detailně vyšetřovaní pacienti, trpící chronickými vertebrogními obtížemi, ve valné většině popisují proximodistální tendenci šíření subjektivních příčin a to i za situací, kdy jejich aktuálně hlavní (často vnímáno jako jediné) bolestivé ložisko je subjektivně lokalizováno periferně. Součástí tohoto empirického poznatku je, že hlavní podstatou progresu a šíření bolesti je lokální svalový spasmus a následný vznik zřetězení v globálním obrazu celé postury. Tato zřetězení funkčních poruch popisuje např. Lewit nebo Kolář ve svých četných publikacích (Homolka 2008).

**Obrázek 3:** Lokality měření v dermatomech dle Keegena a Garretta

#### 6.4. Patologické jevy odhalené při měření

Při měření prahů čítí dvoubodové diskriminace jsem se setkal s několika jevy, jímž přisuzujeme patologický význam. U jedné mladé ženy byla při měření v lokalizaci 5. a 6. přítomna vysoká lechtivost na aplikaci stimulu, jenž zhoršovala určení vjemu jednoho nebo dvou bodů, tento vjem byl přítomen jak u prvního tak u druhého pokusu měření, ve kterém současně bránil percepci aplikovaného stimulu díky své vysoké intenzitě. Další experimentálně měřená žena při aplikaci stimulu v lokalitě č. 5 hlásila vjem elektrického proudu v dané oblasti (dle jejího vyjádření jako aplikace DD proudů).

Tento vjem ale nebyl tak intenzivní a neznemožňoval rozlišení vjemu aplikovaného stimulu. Při druhém měření nebyl tento pocit již přítomen. Spolu s těmito jedinci další čtyři ženy pociťovaly aplikaci stimulu jako nepříjemnou, ale ne bolestivou. Avšak tyto pocity nebránily k percepce jedno či dvoubodového stimulu.

Dalším četným jevem, kterému přisuzujeme patologii, byla reakce několika probandů na aplikaci jednobodového stimulu. Často jsem se setkával, že na tuto aplikaci měřený subjekt hlásil vjem dvoubodů. Přítomnost či popsání tohoto fenoménu se však nepodařila v odborné literatuře nelézt, tudíž o jeho přesném principu lze pouze spekulovat, což bude probráno v diskuzi této práce. Nutno však podotknout, že tato anomálie byla přítomna u obou skupin probandů, avšak ve skupině probandů s chronickými vertebrogními obtížemi byla celková četnost vyšší. V rámci skupiny a obou měření byla přítomna ve všech lokalitách, zatím co u kontrolní skupiny nebyl tento fenomén přítomen při prvním měření u žádného jedince v lokalitách 4 - 8, při druhém již ve všech lokalitách alespoň u jednoho jedince. Celková četnost přítomnosti tohoto jevu (nazveme ho **fenomén stimulace jednoho bodu** - fenomén **F „0“**) ve skupině probandů s chronickými vertebrogními obtížemi je celkem 35, to znamená, že z celkem 320 vyšetřovaných lokalit byla tato patologie přítomna celkem 35krát, přičemž v této skupině bylo pouze 7 jedinců, jenž neregistrovali tuto patologii v žádné lokalitě. V kontrolní skupině byl fenomén **F „0“** přítomen celkem 19krát z celkových 320 vyšetřovaných lokalit a dva případy zvýšené lechtivosti, jenž znemožňovala naměření hodnot. Počet jedinců nepostižených touto patologií v žádné lokalitě byl 10. Tento fenomén byl v rámci experimentu podrobně zkoumán, čímž jsme došli k poznatku, že tento fenomén má několik podob:

- 1) U některých probandů se tento fenomén projevil pouze při počáteční aplikaci jednobodového stimulu a při následné aplikaci byl již hlášen vjem jednoho bodu (interpretace vjemu se sama spontánně normalizovala), což nikterak neovlivňovalo naměření hodnot prahů D1 a D2 - **počáteční fenomén F „0“**.
- 2) U některých probandů se tento fenomén projevil při hledání hodnoty prahu D2, kdy hlásili dvoubodový vjem i při koncové aplikaci stimulu jednoho bodu (po nalezení D1 následovalo opětovné přibližování hrotů podrobně viz kap. 6.3.) - **koncový fenomén F „0“**. Hodnota hranice D2 nebyla nalezena a do protokolu byla zapsána hodnota 0, přičemž byla následně vyloučena ze statistického zpracování výsledků.

- 3) U některých probandů byl tento vjem dvou bodů přítomen při několikanásobném stimulu jedním bodem, jenž bylo kombinováno aplikací stimulu dvou bodů o velké vzdálenosti. Tento fenomén však u některých jedinců, u nichž se vyskytl, přetrvával - **perzistující fenomén F „0“**. V těchto případech nebyla nalezena hodnota prahu D1 ani D2 a do protokolu byla zapsána opět nulová hodnota, která byla následně vypuštěna ze statistického zpracování.

U celkem 4 (po dvou probandech z každé skupiny) pacientů s tímto typem fenoménu byl experimentálně proveden terapeutický zásah (hlazení) a následně provedeno v dané lokalitě nové měření, kdy bylo u dvou jedinců kontrolní skupiny pozorována náprava v plném rozsahu vnímání této anomálie (byly naměřeny hodnoty D1 i D2) a u jednoho jedince z druhé skupiny byla přítomna změna pouze v přítomnosti koncového fenoménu **F „0“**. U posledního terapeuticky ovlivněného jedince nebyla přítomna žádná změna. Naměřené hodnoty však nebyly brány v potaz v rámci statistického zpracování výsledků, neboť by snižovali validitu statistických výsledků v rámci celého experimentu. Tento terapeutický zásah byl proveden i u slečny se zvýšenou lechtivostí v lokalizacích 5 a 6 a však bezvýsledně.

Přítomnost a ovlivnění tohoto fenoménu **F „0“** by však stála za hlubší vědecké prozkoumání, jejichž možnosti budou zmíněny v diskuzi.

Podrobné popisy četností těchto patologických jevů jsou popsány v následující kapitole, dle toho, k jaké lokalitě se jejich výskyt vztahuje.

## 7. Zhodnocení výsledků měření

Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány zvlášť pro každou skupinu, každou lokalitu a zvlášť pro první či druhé měření a zvlášť pro práh D1 a pro D2, tím pádem nelze porovnávat jednotlivé číselné údaje celkově. Proto bude každá tabulka hodnot hodnocena zvlášť ve vztahu k patřičné lokalitě a provedenému měření. Dále bude následovat vždy zhodnocení změny v dané lokalitě ve vztahu k prvnímu a druhému měření. Veškeré číselné hodnoty jsou uváděny v **milimetrech**. Jen pro představu bylo měřeno celkem 40 jedinců, všichni dvakrát, celkem na osmi lokalitách, v nichž jsme hledali dvě hodnoty, tj. celkem 1280 možných číselných hodnot, které je nutno zpracovat v celkem 16 podmnožinách, jejich počet však snižuje přítomnost patologických jevů. V rámci těchto podmnožin však lze vždy dvě a dvě porovnat mezi

sebou jednak z hlediska symetrie lokalit a jednak z hlediska opakování měření. Hlavní porovnání zpracovaných hodnot, z hlediska rozdílu mezi skupinami probandů, je provedeno vždy v každé z 16 podmnožin, což bylo stanoveno jako hlavní cíl práce.

Vysvětlivky k uvedeným tabulkám:

- 1) **žlutě** jsou podbarveny statistické hodnoty probandů kontrolní skupiny - **Z**;
- 2) **zeleně** jsou podbarveny statistické hodnoty probandů s chronickými vertebrogními obtížemi - **V**;
- 3) průměr - statistický průměr naměřených hodnot prahů D1 a D2;
- 4) min, max - minimální resp. maximální naměřená hodnota prahu D1 resp. D2 v dané lokalitě v rámci statistického souboru vztaženého k naměřeným hodnotám jednotlivých prahů D1 a D2;
- 5) smodch - směrodatná odchylka statistického průměru naměřených hodnot vypovídá o tom, jak moc se od sebe liší typické případy v souboru zkoumaných čísel;
- 6) šíře - popisuje velikost statistického souboru (hodnota max. - hodnota min.);
- 7) š/smodch - poměr šíře statistického souboru a směrodatné odchylky - ukazuje validitu zpracovaných dat; ze statistických zákonitostí vyplývá, že pokud je hodnota tohoto poměru menší než 6, je soubor statisticky validní. Pokud by se tento poměr limitně blížil či rovnal této hodnotě, pak by statistický soubor ztrácel validitu výsledků a soubor naměřených dat by se přibližoval hodnotám souboru celé populace bez ohledu na biopsychosociální stav každého jedince;
- 8) měření - první číslice odpovídá vyšetřované lokalitě, druhá číslice odpovídá pořadí provedeného měření.
- 9) norm.rzdl - určuje zda se statistický soubor svým charakterem podobá normálnímu rozdělení - grafem četnosti je Gaussova křivka, což je dáno na základě vypočítání tzv. šikmosti statistického souboru.
- 10) t-Test -tzv. dvou výběrový t-Test je testem hypotézy o hodnotě rozdílu středních hodnot ve dvou nezávislých náhodných výběrech za předpokladu, že oba výběry jsou modelem normálního rozdělení, pokud je výsledek testu dvou statistických souborů menší nebo roven 0,05 pak je rozdíl těchto souborů statisticky signifikantní.

Zhodnocení posledních dvou bodů bude popsáno v rámci kapitoly 7.2., jelikož mají spíše globální charakter k výsledkům statistického zpracování naměřených souborů dat.

## 7.1. Přehled tabulek statisticky zpracovaných dat dle jednotlivých lokalit

Tabulka č. 2: porovnání statistických hodnot v lokalitě č. 1 - 1. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1		23,69	8,30	36,10	7,19	27,80	3,86	<b>1.1</b>	ano	nelze
práh D2	Z	17,26	6,22	33,24	6,95	27,02	3,89		ano	nelze
práh D1		27,08	5,88	69,10	13,51	63,22	4,68		ne	nelze
práh D2	V	20,10	3,18	57,68	12,28	54,50	4,44		ne	nelze

Tabulka č. 3: porovnání statistických hodnot v lokalitě č.1 - 2. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1		19,95	8,18	29,00	6,16	20,82	3,38	<b>1.2</b>	ano	nelze
práh D2	Z	13,58	2,56	21,80	5,39	19,24	3,57		ano	0,2479
práh D1		22,97	6,28	55,00	9,84	48,72	4,95		ne	nelze
práh D2	V	15,91	2,82	28,18	5,98	25,36	4,24		ano	0,24794

### Stručné hodnocení výsledků lokality č.1: (dermatom L5 LDK akrálně)

Skupina probandů s vertebrogenními obtížemi vykazuje horší výsledky avšak obsahuje jedince s lokálně vyšší citlivostí než skupina kontrolní. Změna mezi měřeními je markantní zejména u skupiny probandů s vertebrogenními obtížemi.

Výskyt fenoménu **F „0“** v této lokalitě: celkem 13krát

ve skupině **Z**: 3x počáteční **F „0“**, z toho 1x při druhém měření

1x koncový **F „0“** při prvním měření

Ve skupině **V**: 3x počáteční **F „0“**, všechny při 1. měření

5x koncový **F „0“**, z toho 2x při 1. měření

1x perzistující **F „0“** ve druhém měření



**Tabulka č. 4:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.2 - 1. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1		21,62	7,96	33,74	6,52	25,78	3,95	<b>2.1</b>	ano	0,1094
práh D2	Z	14,61	4,82	24,00	5,36	19,18	3,58		ano	0,1190
práh D1		26,63	6,18	53,48	11,51	47,30	4,11		ano	0,1094
práh D2	V	18,77	5,92	41,76	9,63	35,84	3,72		ano	0,1190

**Tabulka č. 5:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.2 - 2. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1		20,96	8,60	42,64	7,93	34,04	4,29	<b>2.2</b>	ano	0,5941
práh D2	Z	14,30	3,36	25,90	5,15	22,54	4,38		ano	0,6946
práh D1		22,92	3,96	41,00	7,83	37,04	4,73		ano	0,5941
práh D2	V	15,40	2,74	33,28	6,49	30,54	4,71		ano	0,6946

Stručné hodnocení výsledků lokality č.2: (dermatom L5 PDK akrálně)

Skupina probandů s vertebrogenními obtížemi vykazuje horší výsledky avšak obsahuje jedince s lokálně vyšší citlivostí než skupina kontrolní. Změna citlivosti mezi měřeními je v kontrolní skupině téměř zanedbatelná, avšak u některého z jedinců došlo ke zhoršení percepce. U skupiny probandů s vertebrogenními obtížemi je markantní zejména snížení maximálních hodnot v daném statistickém souboru.

Výskyt fenoménu **F „0“** v této lokalitě: celkem 11krát

ve skupině **Z**: 7x počáteční **F „0“**, z toho 2x při prvním měření

Ve skupině **V**: 1x počáteční **F „0“**, ve 2. měření

1x koncový **F „0“**, v 1. měření

2x perzistující **F „0“** ve druhém měření

Stručné hodnocení symetrie lokalit č.1 a č.2:

Ve srovnání symetrie těchto lokalit měření, lze pozorovat minimální rozdíl u skupiny zdravých probandů ve prospěch PDK. U skupiny probandů s vertebrogenními obtížemi je tento rozdíl zanedbatelný.

**Tabulka č. 6:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.3 - 1. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1	Z	16,04	5,60	30,50	6,20	24,90	4,01	<b>3.1</b>	ano	0,1213
práh D2		11,14	3,90	21,40	4,42	17,50	3,96		ano	nelze
práh D1	V	19,39	4,96	37,40	6,84	32,44	4,74		ano	0,1213
práh D2		15,49	9,48	33,24	5,53	23,76	4,30		ne	nelze

**Tabulka č. 7:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.3 - 2. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1	Z	18,75	9,66	33,58	7,72	23,92	3,10	<b>3.2</b>	ano	nelze
práh D2		11,16	1,88	25,20	5,49	23,32	4,25		ano	0,4310
práh D1	V	19,39	4,52	64,58	12,94	60,06	4,64		ne	nelze
práh D2		12,83	1,56	28,46	6,89	26,90	3,91		ano	0,4310

Stručné hodnocení výsledků lokality č.3: (dermatom C7 LHK akrálně)

V rámci obou skupin nedošlo k výrazné změně, maximálně u kontrolní skupiny k lehkému zhoršení prahu zpozornění. S ohledem na změnu v oblasti maximální hodnoty prahu D1 u skupiny **V** nutno podotknout, že tyto hodnoty nenáleží téže osobě, tudíž změna prahu D1 u jedince vykazující maximální hodnotu při druhém měření byla ještě vyšší, konkrétně 51,4 mm.

Výskyt fenoménu **F „0“** v této lokalitě: celkem 7krát

ve skupině **Z**: 3x počáteční **F „0“**, z toho 2x při prvním měření

ve skupině **V**: 1x počáteční **F „0“**, ve 2. měření

2x koncový **F „0“**, z toho 1x při 1. měření

1x perzistující **F „0“** ve druhém měření

**Tabulka č. 8:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.4 - 1. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1	Z	15,51	5,92	25,60	5,86	19,68	3,36	<b>4.1</b>	ano	0,0828
práh D2		11,25	3,88	19,66	4,56	15,78	3,46		ano	0,0120
práh D1	V	19,34	5,42	30,70	7,09	25,28	3,57		ano	0,0828
práh D2		15,91	7,14	27,32	5,79	20,18	3,49		ano	0,0120

**Tabulka č. 9:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.4 - 2. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1	Z	18,57	8,42	32,30	6,39	23,88	3,74	<b>4.2</b>	ano	nelze
práh D2		11,20	2,18	17,68	3,80	15,50	4,08		ano	0,5121
práh D1	V	19,98	7,50	52,26	10,20	44,76	4,39		ne	nelze
práh D2		12,29	3,92	27,16	5,77	23,24	4,03		ano	0,5121

Stručné hodnocení výsledků lokality č.4: (dermatom C7 PHK akrálně)

V tabulce č. 8 je vidět lehce horší schopnost percepce dvoubodového stimulu u probandů skupiny **V**. Tabulka č. 9 vykazuje v průměrných hodnotách obou prahů minimální rozdíly, lze říci, že jsou zanedbatelné. Avšak zaměříme-li se hodnoty minima a maxima souborů obou skupin v obou případech měření, můžeme konstatovat, že skupina **V** vykazuje jedince s výraznou odchylkou percepce dvoubodového stimulu.

Výskyt fenoménu **F „0“** v této lokalitě: celkem 6krát

ve skupině **Z**: 1x počáteční **F „0“**, ve druhém měření

ve skupině **V**: 1x počáteční **F „0“**, v prvním měření

1x koncový **F „0“**, v prvním měření

3x perzistující **F „0“** z toho 2x ve druhém měření

Stručné hodnocení symetrie lokalit č.3 a č.4:

Rozdíl lokalit č. 3. a 4. je u obou skupin téměř zanedbatelný (v rámci průměrů hodnot prahů D1 a D2), výpovědní hodnota statistického souboru je v prvním měření horší v případě skupiny **V** a to v lokalitě č. 3, čímž lze vyjádřit poznatek, že v této skupině v rámci prvního měření obou lokalit jsou přítomni jedinci s výraznou asymetrickou patologií. V rámci druhého měření obou lokalit nelze z výše uvedených výsledků podat přesvědčivý důkaz o výrazné rozdílnosti percepce v rámci jednotlivých skupin.

**Tabulka č.10:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.5 - 1. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1	<b>Z</b>	44,13	16,56	85,74	18,83	69,18	3,67	<b>5.1</b>	ano	0,2170
práh D2		29,96	12,28	62,14	14,54	49,86	3,43		ano	0,0201
práh D1	<b>V</b>	52,49	10,58	89,76	22,08	79,18	3,59		ano	0,2170
práh D2		42,49	8,46	67,20	16,64	58,74	3,53		ano	0,0201

**Tabulka č. 11:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.5 - 2. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1	<b>Z</b>	40,65	8,28	68,30	14,33	60,02	4,19	<b>5.2</b>	ano	0,0546
práh D2		29,87	3,76	53,34	11,93	49,58	4,16		ano	0,0259
práh D1	<b>V</b>	50,86	28,60	92,40	17,80	63,80	3,58		ano	0,0546
práh D2		39,67	19,54	73,00	15,12	53,46	3,54		ano	0,0259

Stručné hodnocení výsledků lokality č.5: (dermatom L5 dx kořenově)

Z obou tabulek je dle průměrných hodnot obou prahů patrné zlepšení percepce probandů obou skupin. V minimálních hodnotách vykazuje hlavně skupina **Z** jedince s výrazným zlepšením percepce dvoubodového stimulu. Naopak ve skupině **V** je

markantní zhoršení což však nemusí být vztaženo ke stejnému jednotlivci totéž latí u maximálních hodnot této skupiny. Podíváme-li se na poměr šíře a směrodatné odchylky, zjistíme že vyšší vypovídající hodnotu statistického souboru hlavně ve druhém měření má naopak skupina **V**, zatím co v předchozích lokalitách byla výpovědní hodnota souborů lehce vyšší ve prospěch kontrolní skupiny nebo byl rozdíl zanedbatelný.

Výskyt fenoménu **F „0“** v této lokalitě: celkem 3krát

ve skupině **Z**: 1x případ lechtivosti ve druhém měření

ve skupině **V**: 1x koncový **F „0“**, v prvním měření

1x perzistující **F „0“** ve druhém měření

**Tabulka č. 12:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.6 - 1. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1	<b>Z</b>	40,58	7,46	73,48	18,78	66,02	3,51	<b>6.1</b>	ano	0,2622
práh D2		30,72	8,78	56,84	14,39	48,06	3,34		ano	0,1410
práh D1	<b>V</b>	47,76	8,12	80,74	20,07	72,62	3,62		ano	0,2622
práh D2		38,51	6,62	67,46	16,89	60,84	3,60		ano	0,1410

**Tabulka č. 13:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.6 - 2. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1	<b>Z</b>	36,37	7,20	71,30	16,64	64,10	3,85	<b>6.2</b>	ano	nelze
práh D2		26,59	2,94	47,30	11,64	44,36	3,81		ano	0,0196
práh D1	<b>V</b>	50,62	21,30	112,46	21,85	91,16	4,17		ne	nelze
práh D2		38,42	10,76	66,38	16,03	55,62	3,47		ano	0,0196

#### Stručné hodnocení výsledků lokality č.6: (dermatom L5 sin kořenově)

V této lokalitě je jasně vidět celkové zhoršení percepce ve druhém měření zejména u skupiny **V** v oblasti prahu zpozornění vůči aplikaci dvoubodového stimulu (práh D1). A však viditelné zhoršení percepce prahu D1 (v rámci max. hodnoty v měření 1. a 2.) opět není v obou případech u totožného jedince, tudíž toto zhoršení bylo ještě výraznější, téměř o 35 mm. V případě probandů skupiny **Z** je viditelná globální změna zlepšení percepce.

Výskyt fenoménu **F „0“** v této lokalitě: celkem 5krát

ve skupině **Z**: 1x počáteční **F „0“**, ve druhém měření

1x perzistující **F „0“**, ve druhém měření

+1x případ lechtivosti ve druhém měření

ve skupině **V**: 2x počáteční **F „0“**, z toho 1x v prvním měření  
2x koncový **F „0“**, z toho 1x ve druhém měření  
1x perzistující **F „0“** ve druhém měření

#### Stručné hodnocení symetrie lokalit č.5 a č.6:

Porovnáním tabulkových hodnot můžeme v těchto lokalitách vyvodit závěr, že zde se ukazuje poměrně značný rozdíl v percepci dvoubodového stimulu, kdy jednoznačně lepší průměrné hodnoty jsou u skupiny **Z** a to v 1. měření kolem 8 mm, což se ve druhém měření ještě více zvýraznilo, neboť zde se rozdíl průměrných hodnot pohybuje kolem 10 mm. V rámci symetrií těchto dvou lokalit u skupiny **Z** vychází lepší percepce v prvním měření na pravé straně, při druhém je to však naopak. U druhé skupiny vychází lepší percepce dvoubodového stimulu v prvním měření na levé straně, avšak při druhém měření jsou rozdíly téměř zanedbatelné. Hodnoty max, min, šíře souboru nám však ukazují na výrazné změny u jednotlivců, výrazná jsou u skupiny **V**, kde bylo přítomné zhoršení percepce aplikace dvou bodového stimulu.

**Tabulka č. 14:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.7 - 1. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1		42,56	7,30	96,74	22,28	89,44	4,01	<b>7.1</b>	ano	0,0781
práh D2	<b>Z</b>	33,58	4,82	75,90	17,47	71,08	4,07		ano	<b>0,0426</b>
práh D1	<b>V</b>	57,55	8,24	109,72	28,30	101,48	3,59		ano	0,0781
práh D2	<b>V</b>	47,85	3,62	88,90	23,15	85,28	3,68		ano	<b>0,0426</b>

**Tabulka č. 15:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.7 - 2. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1		53,06	19,42	95,38	18,64	75,96	4,08	<b>7.2</b>	ano	0,7205
práh D2	<b>Z</b>	37,04	8,50	55,20	12,01	46,70	3,89		ano	0,5304
práh D1	<b>V</b>	55,80	11,32	114,26	25,83	102,94	3,99		ano	0,7205
práh D2	<b>V</b>	40,08	8,58	61,64	15,46	53,06	3,43		ano	0,5304

#### Stručné hodnocení výsledků lokality č.7: (dermatom C7 sin kořenově)

V rámci této lokality je pozorovatelné celkově mírné zhoršení percepce dvoubodového stimulu u skupiny **Z**, zatím co u skupiny **V** je tendence opačná. V rámci porovnání obou skupin vykazovala pak skupina **V** horší percepci zejména v prvním měření, v druhém měření jsou průměrné hodnoty téměř podobné, což je dáno důsledkem zhoršení výsledků skupiny **Z**. Opět lze u obou skupin pozorovat výrazné změny jednotlivců, např. max hodnota 114,26 mm u druhého měření se u tohoto jedince zhoršila z původních 38,8 mm což je více jak o 75 mm.

Výskyt fenoménu **F „0“** v této lokalitě: celkem 6krát

ve skupině **Z**: 1x koncový **F „0“**, ve druhém měření

ve skupině **V**: 1x počáteční **F „0“**, v prvním měření

2x koncový **F „0“**, z toho 1x ve druhém měření

2x perzistující **F „0“** oba ve druhém měření

**Tabulka č. 16:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.8 - 1. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1		43,44	10,46	85,40	21,77	74,94	3,44	<b>8.1</b>	ano	0,1696
práh D2	Z	32,53	9,24	53,59	15,83	44,35	2,80		ano	0,1013
práh D1		55,21	5,90	130,84	29,37	124,94	4,25		ano	0,1696
práh D2	V	43,87	2,86	112,42	23,94	109,56	4,58		ano	0,1013

**Tabulka č. 17:** porovnání statistických hodnot v lokalitě č.8 - 2. měření

		průměr	min	max	smodch	šíře	š/smodch	měření	norm.rzdl	t-Test
práh D1		52,46	18,00	92,68	17,31	74,68	4,31	<b>8.2</b>	ano	0,9137
práh D2	Z	39,58	11,12	70,50	15,16	59,38	3,92		ano	0,7357
práh D1		53,24	11,80	101,86	24,88	90,06	3,62		ano	0,9137
práh D2	V	41,76	5,80	74,88	21,87	69,08	3,16		ano	0,7357

#### Stručné hodnocení výsledků lokality č.8: (dermatom C7 dx kořenově)

V této měřené lokalitě je patrné zhoršení percepce dvoubodového stimulu u probandů skupiny **Z** z hlediska odstupů měření, zatímco u probandů druhé skupiny je tendence opačná ačkoli ne tolik výrazná, zejména v průměrných hodnotách obou prahů D1 a D2, ale je přítomné rapidní snížení maximálních hodnot tohoto souboru. Ovšem tyto hodnoty nejsou opět vztaženy k jednomu jedinci, neboť u subjektu, vykazujícím při prvním měření hodnotu D1 130,84 mm, došlo ke zlepšení na hodnotu 95 mm, zatímco u druhého subjektu došlo k výraznému zhoršení z původních 22,5 mm na hodnotu 101,86 mm. Tento rozdíl však neznemožnil zlepšení celé skupiny, neboť šíře souboru hodnot při prvním měření byla značná.

Výskyt fenoménu **F „0“** v této lokalitě: celkem 6krát

ve skupině **Z**: 1x perzistující **F „0“**, ve druhém měření

ve skupině **V**: 2x koncový **F „0“**, z toho 1x ve druhém měření

1x perzistující **F „0“** ve druhém měření

#### Stručné hodnocení symetrie lokalit č.7 a č.8:

Při srovnání hodnot ve smyslu porovnání symetrie lokalit lze soudit, že skupina **V** vykazuje vyšší četnost jedinců v pravostranné lokalitě, pro které je charakteristické

vyšší rozpětí intervalu hodnot D1 a D2 ale i vyšší absolutní hodnoty těchto prahů, než u kontrolní skupiny. Z hodnot druhého měření tento jev vůči skupině Z už není tak markantní.

## 7.2. Globální hodnocení výsledků experimentu

Dle celkových výsledků experimentálního měření těchto dvou skupin probandů, můžeme říci, že ve všech osmi měřených lokalitách vykazovala kontrolní skupina nižší průměrné hodnoty percepce taktilní aplikace dvoubodového stimulu (z hlediska průměrných hodnot prahů D1 a D2), což je současně podpořeno faktem, že veškeré statistické soubory naměřených hodnot D1 a D2 odpovídají ve všech případech kontrolní skupiny normálnímu rozdělení. Nutno podotknout, že změny v čase této percepce, většího či menšího rozsahu, jsou přítomny u probandů obou skupin, ale u skupiny probandů s chronickými vertebrogními obtížemi je vyšší četnost těchto změn i jejich absolutní hodnota. K posouzení rozdílů průměrů hodnot prahů D1 a D2 je však nutno zvážit a posoudit statistickou vypovídající hodnotu jednotlivých souborů (šíře souboru / směrodatná odchylka viz kap.7), ve většině případů měly statistické soubory (pro každý práh, každou skupinu a každé měření zvlášť) naměřené na probandech kontrolní skupiny vyšší nebo téměř stejnou vypovídající hodnotu, avšak v 11 případech z celkového počtu 32 statistických souborů byla statisticky vyšší vypovídající hodnota u skupiny probandů s chronickými vertebrogními obtížemi, což znamená, že v těchto případech byla daný soubor naměřených dat více homogenní s ohledem na šíři a směrodatnou odchylku jednotlivého souboru.

Současně je třeba podotknout, že celkem v sedmi případech nejsou statistické soubory u probandů s chronickými vertebrogními obtížemi modifikací normálního rozdělení. Jednoduše to znamená, že v těchto případech se v kontrolní skupině vyskytoval jedinec či jedinci, jenž se odlišovali od charakteru své skupiny. Avšak i tento fakt současně s vysokou incidencí fenoménu  $f_{0}$  měl za následek změnu celkového charakteru statistické skupiny, jenž nebylo možno statisticky porovnat v rámci téže lokalizace a měření obou skupin. Hlavním vlivem této anomálie, podílejícím se na změně charakteru statistického, je snížení počtu naměřených dat vdané lokalitě, díky čemuž se výrazně zvýšil kontrast abnormálních hodnot jednotlivých jedinců.

U kontrolní skupiny se jedná celkem o 21 patologických jevů, z nichž 8 případů znemožňovalo naměření hodnot. Ve skupině probandů trpících chronickými vertebrogenními obtížemi byla tato incidence víc než dvounásobná celkem 35 patologických jevů, z nichž 26 případů znemožňovalo naměření hodnot (podrobněji kap. 7.1.). Dle výsledků t-Testu můžeme říci, že v celkem šesti z porovnávaných 32 statistických souborů je signifikantní rozdíl ve prospěch kontrolní skupiny.

## 8. Diskuze

V této kapitole se budeme zabývat otázkami, jenž v nás vzbudily pozornost při tvorbě této práce, nebo na jejichž zodpovězení či zdůvodnění bylo dříve odkázáno.

### 8.1. Odlišnosti od metodiky dle Čecha

Jak již bylo v kapitole 6.3. upozorněno, nyní se budeme zabývat rozlišnostmi v metodikách měření dvoubodové diskriminace. Zejména, proč se námi použitá metodika odlišuje v měření či hodnocení prahu D2 (dolní hranice udržení pozornosti vůči dvoubodovému stimulu) oproti Čechově měřené ustálené hodnotě dvoubodové diskriminace (ekvivalent k D2). Čech při měření této hodnoty dvoubodové diskriminace hledá její přesnou hodnotu, kdy po nalezení prahu zpozornění (D1) začne aplikovaný rozpon esteziometru snižovat, čímž hledá ekvivalent k našemu prahu D2. Ovšem ve chvíli, kdy proband začne hlásit vjem pouze jednobodového stimulu, Čech zpětně aplikuje zvyšující se rozpon esteziometru pro nalezení ustálené hodnoty dvoubodové diskriminace. My ji však určíme jako poslední hodnotu, kdy proband hlásil přítomnost dvoubodového vjemu (3x ze čtyř aplikací stejného rozponu). K tomuto jednání nás vede empirická zkušenost, kdy před průběhem vlastního experimentu bylo v rámci tréninku a optimalizace postupu měření naměřeno celkem 6 jedinců na několika náhodně vybraných lokalitách (pozn. tyto jedinci a jejich výsledky nebyli zapojeni do experimentu). Celkem u tří z těchto jedinců bylo měření provedeno několikrát po sobě ve stejných lokalitách s časovým odstupem 20 minut až jedné hodiny, výsledkem byl fakt, že práh zpozornění (D1) je v takto krátkém časovém intervalu téměř neměnný (rozdíly byli registrovány v intervalu do dvou milimetrů). Avšak při přesném metodickém postupu dle Čecha se projevovала rozlišnost hodnot prahů D2, řádově vyšší než jeden centimetr. Tudíž jsme se uchýlili k pokusu tuto mez stanovit jako poslední předešlou hodnotu registrace dvoubodového vjemu. Poznatek byl takový, že takto



stanovená hranice vykazovala podobné změny jako při hledání prahu D1, však maximálně 5 mm, což může být způsobeno velikostí kroku, o níž se rozpon hrotů snížil. Dle tohoto důsledku změny metodiky máme téměř veškeré hodnoty prahu D2 výrazně nižší než hodnoty prahu D1. V některých případech byl rozdíl těchto dvou prahů téměř zanedbatelný, avšak měřitelný. Čech popisuje i případy, kdy jedinci vykazovali stejnou nebo i vyšší hodnotu prahu D2. Na základě těchto zkušeností a na faktu, že všichni testovaní jedinci (i v rámci experimentu) byli schopni vědomě registrovat změnu rozponu esteziometru, stavíme domněnku, že při zvyšování rozponu od nenulové hodnoty se může projevat jakási adaptační tendence testovaného jedince, což vede k v případě metodiky dle Čecha k rozostření vnímání dvoubodového stimulu.

## 8.2. Negativně působící vlivy na měření

Jak jsme již dříve popisovali, při měření dvoubodové diskriminace nelze zanedbat psychicky charakteristické rysy osobnosti každého jedince. Tento fakt nás utvrzuje v tomto názoru, díky celkovému pozorování chování každého jedince, jakožto nonverbální reakce na aplikaci stimulu. U řady probandů jsme se setkávali s nerozhodností posouzení aplikovaného stimulu nejen po stránce verbální (intonace hlasu - emotivní podbarvení, zvýšená časová prodleva odpovědi atd.), ale i nonverbální (bezděčné motorické reakce lokálního charakteru - pohyb prstem u nohy, protažení rukou, úklon hlavy, aj.), veškeré tyto projevy nás však informují o snižování pozornosti k prováděnému úkonu. Dalším závažným prvkem, jenž má vliv na psychiku každého jedince (potažmo na měření), je přítomnost bolesti či její nadměrná intenzita. Tyto faktory a jejich vliv vzhledem k validitě výsledků, lze minimalizovat respektováním denních biorytmů, což bylo dodržováno zejména u probandů s chronickými vertebrogenními obtížemi, jenž byli hospitalizováni na klinice rehabilitace FNM. Bohužel u jedinců kontrolní skupiny nebylo možné tento faktor přesně korigovat, neboť se měření přizpůsobovalo jejich volnému času. Na druhou stranu v této skupině nevykazoval žádný jedinec přítomnost bolesti, tudíž nebyly změny psychického charakteru výrazné. Ovšem objektivizace vlivu těchto psychických aspektů by byla v rámci zpracování výsledků taktéž důležitá, k čemuž by se dala použít metodika popsaná v kapitole č. 5, což by však mohlo působit negativně v rámci časové náročnosti vyšetření, kdy samotné měření a náběr anamnestických dat trval při prvním měření téměř 45 minut. Dalším faktem, proč nebylo toto psychologické vyšetření provedeno, je

pramalá zkušenost examinátora s problematikou Rorschachovým testováním. V podstatě můžeme tyto nežádoucí vlivy rozdělit do dvou skupin a to na vnější a vnitřní. Jako vlivy vnitřní jsou uvažovány výše popsané psychologické aspekty, zatímco vlivy vnější jsou do značné míry dány zkušeností examinátora s daným měřením, postupem měření, aplikací stimulu (současná aplikace hrotů a jejich stejný přítlak). Pro minimalizaci těchto vlivů bylo provedeno tréninkové testování několika jedinců před vlastním průběhem experimentu, což mělo jako hlavní úkol vytvoření jednotného postupu měření, optimalizace postoje examinátora vůči každé měřené lokalitě a samozřejmě normalizace aplikačního tlaku a časové současnosti aplikace stimulu dvou bodů. Dále mezi tyto vlivy patří rušivé faktory vznikající v prostředí měřeného jedince (zejm. hluk způsobený provozem oddělení), které se negativně podílejí na ovlivnění potřebné úrovně pozornosti. Véle tuto úroveň či kvalitu nazval jako nonšalantní pozornost (Véle 2007).

### 8.3. Úvaha nad patologickými jevy

Nejčastějším patologickým jevem, jak již bylo popsáno v kapitole 6.4., je beze sporu přítomnost fenoménu **F „0“**. Nad neurofyziologickým principem tohoto jevu lze spekulovat ve smyslu překrytí receptivních polí a jejich současné stimulaci, ale i přítomností plurisegmentální inervace kořenových okrsků (viz kap 3.2.), avšak tyto teorie by mohly být reálné pouze s vysokou pravděpodobností opětovné stimulace daného dermatomu u různých probandů.

Dle naší zkušenosti se na tomto fenoménu do značné míry podílí právě psychický stav každého jedince a jeho momentální schopnost globální percepce tělesného schématu. Podkladem pro toto tvrzení je přítomnost jedné probandky, která byla měřena v následný den po prudkém zhoršení vertebrogenních obtíží a při tomto měření druhém v pořadí byl přítomen perzistující fenomén **F „0“** ve všech osmi lokalitách.

Dle Čecha by mohl být tento jev podložen nedostatečnou instruktáží následně provedeného experimentálního měření, což ale vyvrací fakt, že vyšší četnost tohoto fenoménu je při druhém měření a to u obou skupin, což odporuje současné vyšší zkušenosti provedeného měření.

Z výsledků prací Koláře, Olšanské a Čecha vyplývá, že zhruba u 2/3 jedinců se v místě funkční patologie v oblasti svalu snižuje kožní citlivost. Někteří jedinci však

nevykazují žádné rozdíly ve změně kožní citlivosti vzhledem k přítomné patologii. Nutno podotknout, že je prokázána přítomnost jedinců, jejichž kožní citlivost je za přítomnosti této patologie výrazně zvýšena.

Samozřejmě i s těmito jedinci musíme počítat v rámci našeho experimentu, což nám však výrazně ovlivňuje výsledky, ve smyslu snížení rozdílů mezi skupinami.

#### **8.4. Úvaha nad vhodností zpracování dat**

Statistické zpracování dat zdravotnického oboru přináší mnohá úskalí. V rámci našeho experimentu vyvstala otázka, jak budeme naměřená data zpracovávat. Na tuto otázku je zapotřebí odpovědět si další otázkou a to: „co tímto experimentem sledujeme?“ Respektive: „co naměřené hodnoty popisují?“ Pomocí tohoto experimentu se snažíme popsat, zobektivizovat a podložit naše empirické zkušenosti, že součástí klinického obrazu pacientů s chronickými vertebrogními obtížemi je deficit v oblasti percepce vlastního tělesného schématu, což zásadně ovlivňuje motoricky reparační schopnosti každého jedince ve smyslu těchto obtíží. Tím pádem k podání důkazu, jenž potvrdí nebo vyvrátí naši tezi, je zapotřebí provést experiment u dvou skupin jedinců. Z tohoto hlediska se zdá zvolená metoda zpracování vhodná, neboť hodnotí rozdíl těchto skupin. Avšak má i svoje úskalí. Jednak v rámci zprůměrnování hodnot zaniknou výrazné odchylky obou skupin. Dále pak není možnost posouzení změny stavu u jednotlivce v rámci jedné skupiny, proto byly tato změny a výrazné odchylky připomenuty u každé lokalizace měření v kapitole 7.1. Dalším úskalím této metody je, že nebere v potaz velikost intervalu mezi prahy D1 a D2 u každého měření, čímž by se daly objektivně popsat proběhlé změny v průběhu obou měření, popřípadě rozdíly velikosti těchto intervalů v rámci obou skupin. Avšak některé výsledky statistického zpracování potvrzují náš předpoklad, který je podložen dalším faktem a to vyšší četností přítomných patologických jevů. Zjednodušeně lze říci, že s vyšším výskytem patologických jevů (zejm. fenomén **f „0“**) ztrácí soubor naměřených hodnot v dané lokalitě charakter normálního rozdělení a tudíž i statistickou porovnatelnost s totožnou lokalitou kontrolní skupiny. Což může být přičteno na vrub nízkému počtu probandů v obou skupinách. Však toto tvrzení by muselo být vyvráceno dalším experimentem o daleko větším počtu měřených jedinců.

## 8.5. Problematika výběru probandů

Nutno však podotknout, že globální výsledky nejsou zcela stejné, abychom mohli říci, že rozdíly nejsou téměř signifikantní.

Tuto problematiku a její řešení bych spatřoval v nehomogenitě skupiny probandů s chronickými vertebrogními obtížemi, kdy tato skupina zahrnuje jedince s rozdílnými projevy jejich obtíží. Proto by bylo na místě vytvořit více skupin, dle lokalizace funkčních resp. strukturálních změn (zvlášt' pro jednotlivé oddíly páteře), které by byly následně porovnány mezi sebou a se skupinou kontrolní. Pokud by jednotlivé skupiny pacientů s vertebrogními obtížemi vykazovali stejné statistické výsledky, které by se současně lišily od výsledků kontrolní skupiny, pak by tyto výsledky významně potvrdily naši tezi. Však v našem případě byl tento způsob nemožný pro velkou časovou náročnost.

## Závěr

Z výsledků experimentu nelze jednoznačně potvrdit či vyvrátit validitu empirických zkušeností s přítomností snížené funkční plasticity CNS u pacientů s chronickými vertebrogními obtížemi. Avšak jsou patrné rozdíly zejména v přítomnosti patologických jevů, jenž značně ovlivňuje schopnost porovnání jednotlivých statistických souborů.

V rámci hodnocení celé práce lze konstatovat její přínos v otázkách použití metodiky měření dvoubodové diskriminace, výběru skupin probandů a hlavně v problematice následného zpracování výsledků měření.

Hlavní příčinu ve sníženém globálním hodnocení této práce spatřuji v krátkém časovém období, kdy proběhlo nastudování této problematiky, experimentální měření a následné zpracování výsledků. Nutno podotknout, že by se toto téma svým obsahem a celkovou náročností více hodilo pro zpracování závěrečné magisterské práce.

## Použitá literatura

ALBE-FESARD, D.: *Bolest – Mechanismy a základy léčení*. Praha : Grada Publishing 1998, 219 s. ISBN 80-7169-588-2.

AMBLER, Z., BEDNAŘÍK, J., RŮŽIČKA, E., a kol.: *Klinická neurologie, část obecná*. Praha : Triton 2004. 975 s. ISBN 80-7254-556-6.

BEDNAŘÍK, J., MIČÁNKOVÁ - ADAMCOVÁ, B. in SKÁLA, B., et al.: *Chronické choroby pohybového aparátu, doporučený diagnostický a léčebný postup pro praktické lékaře*. Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP 2007 18 s. ISBN 80-86998-17-7

ČECH, Z.: *Lokální změna stereognostické funkce jako součást obrazu funkčních poruch*. Diplomová práce Rakovník 2003 172 s.

ČECH, Z.: *Ústní sdělení 2007/2008*, Klinika rehabilitace 2. LF UK.

ČIHÁK, R.: *Anatomie 3, druhé upravené a doplněné vydání*. Praha : Grada Publishing 2004, 673 s. ISBN 80-247-1132-X

FINNELL, T., J., KNOPP, R., JOHNSON, P., HOLLAND, C., P., SCHUBERT, W.: *A calibrated paper clip is a reliable measure of two-point discrimination*. Academic emergency medicine 6/2004 s. 710-714 ISSN 1069-6563

GAUBERT, C., S., MOCKETT S., P.: *Inter-rater reliability of the Nottingham method of stereognosis assessment*. Clinikal Rehabilitation 14/2000 s.153-159 ISSN 0269-2155

GROSS, M. J., FETTO, J., ROSEN, E.: *Musculoskeletal examination, 2nd edition*. Oxford : Blackwell Publishing Ltd. 2002 ISBN 97-806-320-455-87

HERMACHOVÁ, H.: *O kožním vnímání, jeho změnách a ovlivnění*. Rehabilitace a fyzikální lékařství 4/2001 s.182-184, ISSN 1211-2658

HOMOLKA, P.: *Ústní sdělení 2008*, Reha-Praktik spol. s r.o.

KANDEL, E., R., SCHWARTZ, H., J., LESSELL, M., T.: *Principles of neural science, 4. edition*. London :McGraw-Hill Companies Inc. 2000, ISBN 0-8385-7701-6

KASALOVÁ, Z.: *Vyšetření biotesiometrem v diagnostice periferních neuropatií*. Časopis lékařů českých 7/2002, s. 223-225 ISSN: 0008-7335

KOLÁŘ, P., LEWIT, K.: *Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží*. Neurologie pro praxi 5/2005 s. 270-275, ISSN 1213-1814

KOLÁŘ, P., OLŠANSKÁ, Š.: *Funkční poruchy a kožní citlivost*. Medicina sportiva bohemika a slovaca 1/1996 s. 9-13

KOLÁŘ, P.: *Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů - diagnostika*. Rehabilitace a fyzikální lékařství 4/2006 s. 155-170 ISSN 1211-2658

KOLÁŘ, P.: *Ústní sdělení 2008*, Klinika rehabilitace 2. LF UK.

KOLÁŘ, P in KRAUS et al.: *Dětská mozková obrna*. Praha : Grada Publishing 2005 344 s. ISBN 80-247-1018-8

KRÁLÍČEK, P.: *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha UK Karolinum 2004 ISBN 80-246-0350-0

KRUMLINDE-SUNDHOLM, L., ELIASSON, A.: *Comparing tests of tactile sensibility: aspect relevant to testing children with spastic hemiplegia*. Developmental Medicine & Child Neurology 44/2002 s.604-612 ISSN 0012-1622

KUTHAN in TROJAN et al.: *Lékařská fyziologie*. Praha Grada Publishing 1996 489 s. ISBN 80-7169-331-1

NETTER, H., F.: *Anatomical Atlas of Human Body, 2nd edition*. Edinburg :  
McGraw Hill Inc. 1997, ISBN 914-168-81-9

SHOOTER, D.: Use of two-point discrimination as a nerve repair assessment  
tool: preliminary report. ANZ Journal of surgery, Backwell Publishing Ltd. ISSN  
1445-2197

SOUKUPOVÁ, I.: *Hodnocení zdravotních rizik vibrací, rázů a nadměrné  
jednostranné zátěže u vybraných profesí využitím metody měření vibračního  
cití. Praha, Iga MZ ČR 2001*

RAUSCH de TRAUBENBERG, N.: *"The Rorschach: From Percept to Fantasm"*.  
Paris : Universite Rene Descartes, Yearbook of the International Rorschach  
Society, 18/1993, s. 160 ISBN 0-88937-114-8

VÉLE, F.: *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha : Grada Publishing, 1997. 271  
s. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, F.: *KINEZIOLOGIE : přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro  
diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha : Triton, 2006. 375 s.  
ISBN 80-7254-837-9.

VÉLE, F.: *Ústní sdělení 12/2007*, Klinika rehabilitace 2. LF UK.

VOKURKA M., HUGO J. a kol.: *Velký lékařský slovník*. Praha : Maxdorf 2002,  
ISBN 80-85912-43-0

WILLIAMS, L., P., et al.: *Gray's Anatomy, 37. edition*. London : Churchill  
Livingstone 1989, ISBN 0-443-02588-6

## Seznam příloh

**Příloha č. 1: Dvoubodový esteziometr (obrázek)**

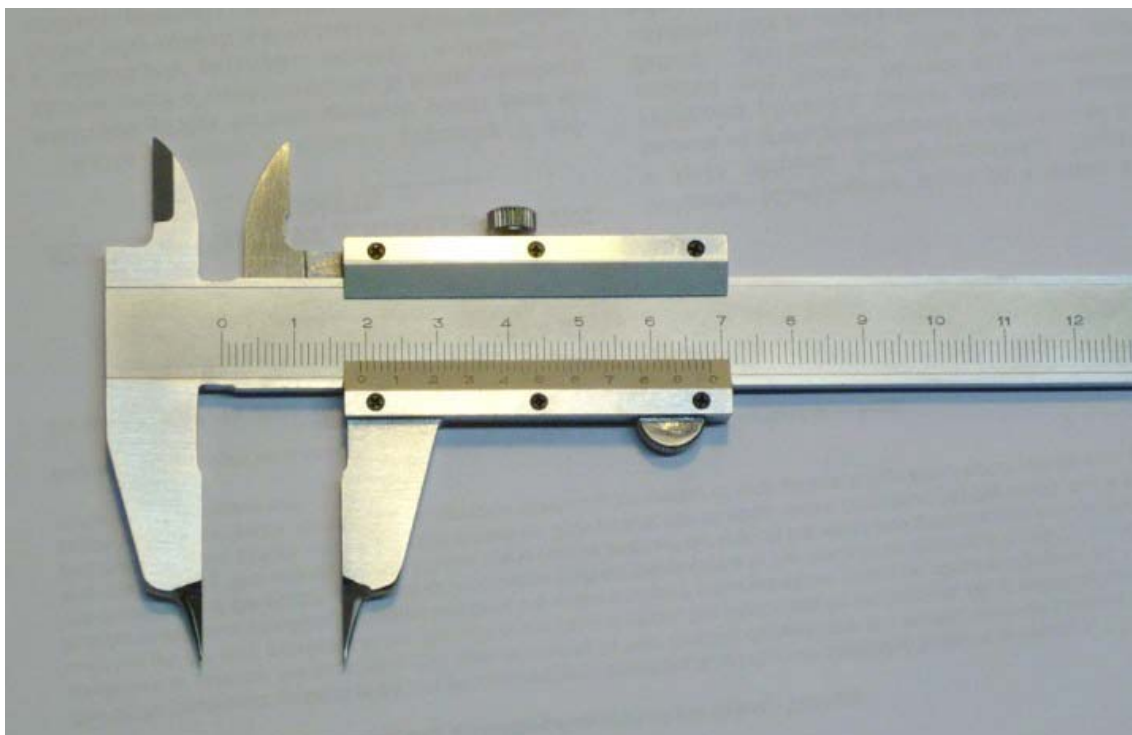
**Příloha č. 2: Dvoubodový esteziometr - detail hrotů (obrázek)**

**Příloha č. 3: Protokol - pacient s chronickými vertebrogenními obtížemi (protokol)**

**Příloha č. 4: Protokol - proband kontrolní skupiny (protokol)**

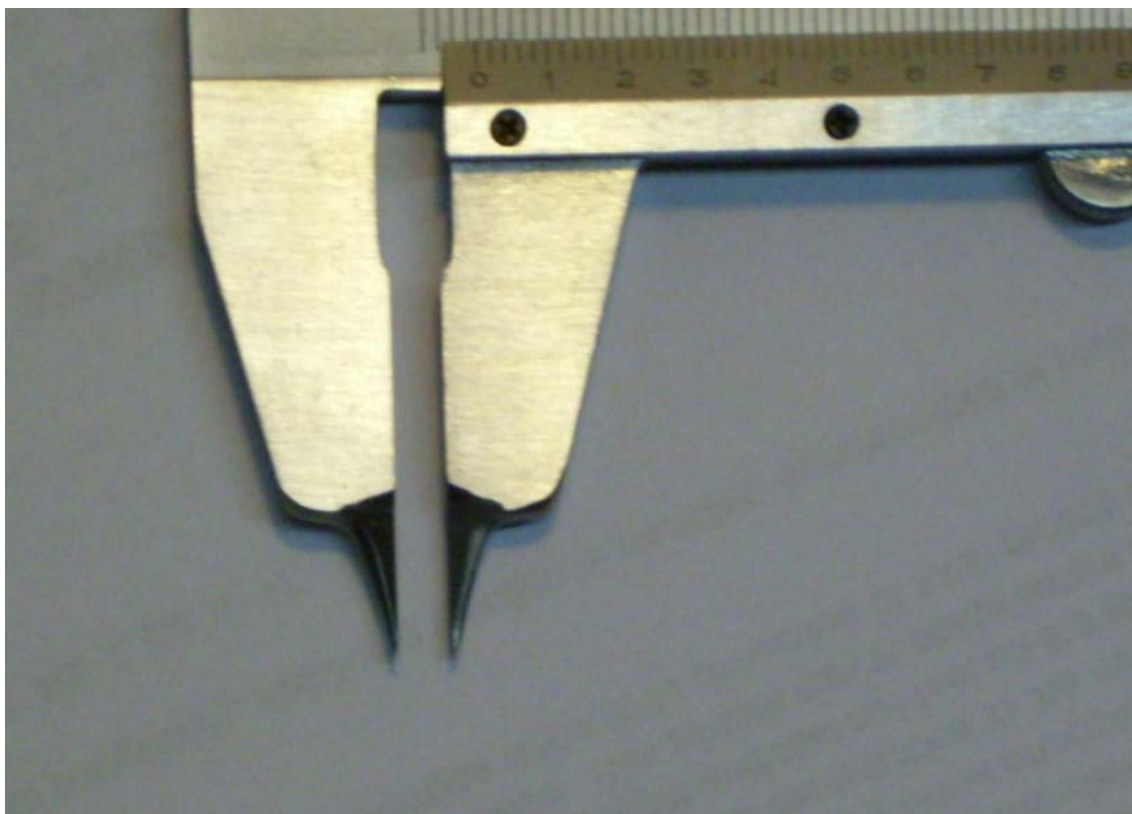
## Přílohy

**Příloha č. 1: Dvoubodový esteziometr (obrázek)**





**Příloha č. 2: Dvoubodový esteziometr - detail hrotů (obrázek)**



**příloha č. 3: Protokol - pacient s chronickými vertebrogenními obtížemi****PROTOKOL MĚŘENÍ DISKRIMINAČNÍHO ČÍTÍ****Vertebro proband****Proband - iniciály: P. H.      Věk: 28      Pohlaví ♂****Datum vyšetření: 1. měření 15.3.08 2. měření 24.3.08**

**OA:** chronické bolesti zad přetrvávají cca 10 let, celkem 2x ambulantně léčen, akcentace bolestí ve stoje, úlevová poloha v podřepu s oporou HKK o zem popř. o kolena, 5/2007 RTG Lpáteře – podezření na parciální frakturu L5 v dětském věku blíže nespecifikované lokalizace ( nepamatuje si)

**Operace:** CHCE 1/2007**Nemoci:** BDO**Úrazy:** běžné, žádná zlomenina**SPA:** pracuje jako technolog již 5let 1:1 (stoj,chůze:sed), dříve pracoval jako hasič**PSA:**lední hokej od 6 let, požární sport, kolo, lyže, tenis,**Akutní bolest:** ano      **Intenzita (0 – 10)** 5-6**Lokalizace:** SI bilat**Poznámka:** bolest pouze při prvním měření

číslo lokalizace	1.měření		2.měření	
	D1	D2	D1	D2
1	14,9	9,5	27,6	13,3
2	25,2	9,9	18,3	9,2
3	16,7	13,1	25,2	16,3
4	28,3	19,5	22,5	15,8
5	89,8	64	72,4	35,7
6	58,4	48,3	58,4	43,2
7	82,4	69	77,3	51,4
8	79,4	51,2	67,2	47,2

**Příloha č.4: Protokol - proband kontrolní skupiny****PROTOKOL MĚŘENÍ DISKRIMINAČNÍHO ČÍTÍ****Zdravý proband****Proband - iniciály: J. L.      Věk: 24      Pohlaví ♀****Datum vyšetření: 1. měření 12.3.08 2. měření 26.3.08****OA:** bez obtíží**Operace:** APPE 6/2004**Nemoci:** BDO**Úrazy:** fraktura bérce 2001 - po pádu ze stromu, občasné distorze drobných kloubů rukou**SPA:** studentka, na částečný úvazek vyučuje anglický jazyk**PSA:** kolo, plavání, volejbal - dříve závodně**Vyšetření HSSP:****test flexe trupu** - fixace kaudálního postavení hrudníku laterální skupinou břišních svalů**brániční test** - symetrický laterální pohyb kaudálních žeber, není kraniální migrace**test extenze v kyčlích** - aktivace gluteálních a ischiokrurálních svalů se současnou stabilizací bederní páteře**extenční test** - aktivace laterálních břišních svalů současně s extenzory páteře a ischiokrurálními svaly**Poznámka:** zvýšená citlivost na aplikaci stimulu v lokalitách 5 a 6

číslo lokalizace	1.měření		2.měření	
	D1	D2	D1	D2
1	18,1	14,5	19,1	15,4
2	18,9	17,2	17,3	14,6
3	12	10,9	9,7	6,9
4	5,9	5,3	8,5	6,5
5	46,8	45,6	38,3	34,8
6	43,9	41,2	37,1	35,1
7	41,1	39,2	43,5	39,6
8	53	50	42,4	38,8