

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

## 3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

*Klinika rehabilitačního lékařství*



**Zuzana Červenková**

**Diskopatie a změny postury**

*Discopathy and changes of posture*

*Bakalářská práce*

Praha, květen 2015

Autor práce: Zuzana Červenková

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **MUDr. Jan Vacek, Ph.D**

Pracoviště vedoucího práce:

**Klinika rehabilitačního lékařství 3. LF**

Předpokládaný termín obhajoby: červen 2015

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému – SIS 3.LF UK jsou totožné.

V Praze dne 2. května 2015

Zuzana Červenková

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému konzultantovi, panu doktoru Vackovi, za vedení práce. Především děkuji za zajímavé a praktické poznatky k tématu, za jeho trpělivost, ochotu a za pomoc při shánění zahraničních zdrojů a podkladů pro psaní práce.

Děkuji Mgr. Ivetě Čermákové za korekturu textů v angličtině a PaedDr. Miladě Dubové za gramatickou korekturu českého jazyka. Také bych ráda poděkovala svým blízkým za podporu při psaní.

ÚVOD .....	8
1. AXIÁLNÍ SYSTÉM .....	9
1.1. Definice .....	9
1.2. Stabilita .....	9
1.2.1. Obratle .....	10
1.2.2. Vazy .....	11
1.3. KRČNÍ PÁTEŘ.....	13
1.3.1. HORNÍ KRČNÍ PÁTEŘ .....	13
1.3.1.1. Svaly .....	14
1.3.1.2. Funkční význam horní krční páteře .....	15
1.3.2. DOLNÍ KRČNÍ PÁTEŘ.....	15
1.3.2.1. Svaly .....	16
1.3.2.2. Funkční význam.....	16
1.4. HRUDNÍ PÁTEŘ.....	17
1.4.1. Svaly .....	17
1.4.2. Funkční význam hrudní páteře.....	17
1.5. BEDERNÍ PÁTEŘ.....	17
1.5.1. Svaly .....	18
1.5.2. Funkční význam bederní páteře .....	18
2. MEZIOBRATLOVÁ PLOTÉNKA .....	20
2.1. Anatomie .....	20
2.2. Morfogeneze .....	21
2.3. Biochemické a strukturální vlastnosti .....	22
2.4. Metabolismus.....	23
2.5. Kineziologie .....	24

<b>3. DISKOPATIE .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Úvod do problematiky diskopatií .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2. Klasifikace diskopatií .....</b>	<b>27</b>
Bulging disku.....	27
Protruze disku.....	27
Extruze disku, sekvestr .....	27
Herniace disku .....	28
<b>3.3. Bolest při herniaci z hlediska chemicko-anatomického.....</b>	<b>29</b>
<b>4. NÁSLEDKY DEGENERATIVNÍCH ZMĚN PLOTÉNEK .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1. Problematika degenerativních změn .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2. Lumbalgie.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3. Kořenová bolest .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4. Cervikální spondylóza .....</b>	<b>35</b>
<b>4.5. Myelopatie .....</b>	<b>36</b>
<b>4.6. Lumbální stenóza.....</b>	<b>36</b>
<b>4.7. Spondylartróza .....</b>	<b>37</b>
<b>4.8. Spondylolistéza .....</b>	<b>37</b>
<b>5. POSTURA.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1. Definice postury .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2. Úloha posturálního systému a zdroje informací.....</b>	<b>38</b>
<b>5.3. Posturální funkce.....</b>	<b>40</b>
<b>5.4. Svaly posturální motoriky .....</b>	<b>41</b>
<b>5.5. Obecné poruchy posturálního systému .....</b>	<b>42</b>
<b>6. DISKOPATIE A ZMĚNA POSTURY.....</b>	<b>43</b>
<b>6.1. Úvod do postury diskopatů .....</b>	<b>43</b>

6.2. Diskopatie podněcují skoliotické držení těla .....	45
6.3. Vliv diskopatií na svalovou činnost .....	45
6.4. Posturografické měření před a po operaci ploténky.....	47
6.5. Posturální strategie.....	48
ZÁVĚR.....	51
SOUHRN .....	52
SUMMARY .....	53
Seznam použitých zdrojů.....	54

## ÚVOD

Téma mé bakalářské práce zní „Diskopatie a změny postury“ a zvolila jsem si jej, protože si myslím, že problematika týkající se změn meziobratlových plotének je v dnešní době velmi častá, avšak málo autorů se jí věnuje z hlediska dopadů na posturální systém člověka. Z fyzioterapeutického úhlu pohledu mi přijde velmi důležité vědět o těchto změnách a následně z nich vycházet i v praxi tak, aby terapie byla adekvátní a co nejúčinnější.

Degenerativní změny meziobratlové ploténky zahrnují rozličnou škálu různorodých změn, přičemž bývá kolikrát obtížné rozlišit změny fyziologické a změny patologické, které vznikají reakcí na mnoho endogenních a exogenních vlivů. Ve své práci se zaměřím především na diskopatie v bederní oblasti a pokusím se objasnit vliv těchto degenerativních změn v souvislosti s posturálním systémem jedince.



# 1. AXIÁLNÍ SYSTÉM

## 1.1. Definice

Axiální systém je tvořen osovým skeletem, páteřními spoji a svaly pohyblivými a stabilizujícími osový skelet.

Axiální systém páteře lze rozdělit na 3 základní segmenty a sice: *krční* (dále dělenou na horní a dolní), *hrudní* a *bederní* páteř.

Základní funkční jednotkou je **pohybový segment**. Ten se skládá ze sousedních obratlových těl, z páru meziobratlových kloubů, meziobratlového disku a ze svalů a fixačního vaziva. Má pět komponent a sice: nosnou (obratle), fixační (meziobratlové vazy), hydrodynamickou (meziobratlový disk), kinetickou (páteřní klouby) a kinematickou (svaly).

Páteř se skládá z 24 pohybových segmentů, přičemž první nacházíme mezi prvním a druhým krčním obratlem a poslední mezi pátým bederním a prvním křížovým obratlem. (Dylevský, 2009a)

Páteř je osová kostra trupu člověka zajišťující horizontální a vertikální stabilitu. (Šourek, 1989) Je tvořena navzájem pevně, ale pohyblivě spojenými kostmi – obratli (*vertebrae*). Páteř lidského těla tvoří 7 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových a 4-5 kostrčních obratlů. Obratle křížové srůstají v kost křížovou a obratle kostrční v kostrč. (Doubková a Linc, 2011) Jedná se o stavebně složitý biomechanický komplex. Páteř má statickou, dynamickou a ochrannou funkci. (Dylevský et al., 2001)

## 1.2. Stabilita

Stabilita axiálního systému je dvojího druhu, a sice *statická* a *dynamická*. Dynamická stabilita je určována svalovou silou a elasticitou vaziva. Statickou

stabilitu zajišťují obratle. Spolu s vazy tvoří nosnou a fixační segmentální komponentu. (Dylevský et al., 2001)

### 1.2.1. Obratle

Statickou stabilitu určují obratle. U každého obratle rozlišujeme 3 základní části: *tělo*, *oblouk* a *výběžky*. Tělo obratle je uloženo vpředu a jedná se o nosnou část. Ve směru kraniálním i kaudálním má téměř rovnou plochu, *facies intervertebralis*, která naléhá na meziobratlovou ploténku. Jedná se o krátkou kost, ve které se kombinuje kompaktní výplň se spongiosou a s červenou kostní dřeví.

Oblouk obratle je připojen v zadní části na obratlové tělo a chrání míchu tím, že ji obemyká. Začátek je v podobě zúžené ploténky (*pediklu*), pokračující obloukovitou lamelou, která obemyká páteřní kanál. Funkce oblouku je především protektivní, neboť se zde upínají ligamenta, která pomáhají doplňovat a uzavírat páteřní kanál, ve kterém probíhá mícha, míšní obaly, cévní pleteně a míšní kořeny.

Výběžky jsou připojeny k oblouku a jejich cílem je zajištění pohyblivosti páteře. Rozeznáváme několik druhů – párové výběžky kloubní a příčné a nepárový trnový výběžek. Na výběžky se upínají svaly a jejich tahem se jednotlivé obratle mohou vzájemně natáčet nebo naklánět. (Čihák, 2011)

#### *Krční obratle*

Krční obratle (C1-C7) mají nízká ventrodorzálně oploštělá těla. Kloubní plošky jsou ploché a trnové výběžky jsou rozdvojené.

První dva krční obratle jsou z anatomického hlediska atypické, a proto byly pojmenovány. První krční obratel, **nosič (atlas)**, nemá tělo a skládá se ze dvou kostěných oblouků (*arcus anterior a arcus posterior*) spojených kostní tkání (*massou lateralis*). Trnové výběžky chybí.

Druhý krční obratel, **čepovec (axis)**, se od ostatních krčních obratlů odlišuje tím, že má dens axis, zub čepovce. Původně se jednalo o tělo C1, které se připojilo k čepovci.

Sedmý krční obratel je nazývaný *vertebra prominens*, protože díky ztluštělému trnovému výběžku nápadně promínuje a připomíná spíše obratel hrudní. (Doubková a Linc, 2011)

### *Hrudní obratle*

Hrudní obratle (Th1-Th12) mají krátké, válcovité tělo a po stranách mají kloubní plochy pro spojení s hlavicí žeber. Výška obratlů roste směrem kaudálně. (Čihák, 2011)

### *Bederní obratle*

Bederní obratle (L1-L5) mají vysoká těla a jejich terminální plochy mají ledvinovitý tvar. *Foramen vertebrale* je trojúhelníkovité. Kloubní výběžky jsou vysoké.

Pátý bederní obratel je vpředu vyšší než vzadu a tak přechod mezi ním a kostí křížovou tvoří zalomené, vyčnívající *promontorium*. (Čihák, 2011)

### *Kost křížová a kostrční (Os sacrum, os coccygis)*

Křížová kost je jednak součástí páteře, ale pro svá spojení s pánví je i pánevní částí. Je proto důležitá pro správné fungování pletence dolní končetiny. Pomocí *synchondrózy* (chrupavčitý spoj) přechází v kost kostrční.

Kostrční kost je synostóza kostrčních obratlů. Oblouky těchto obratlů jsou zaniklé. Tvarově je os coccygis různorodá. (Čihák, 2011)

## **1.2.2. Vazy**

Páteřní vazy dělíme na dlouhé a krátké. Dlouhé vazy nacházíme mezi těly obratlů a spojují prakticky celou páteř. Krátké vazy nacházíme mezi oblouky a výběžky obratlů. Vazy se podílejí na tvorbě kloubního pouzdra, figurují v syndesmózách a dělají vazivovou kostru pro svaly. Tvoří anatomickou bariéru kloubů. (Tichý, 2008)

#### *Dlouhé vazy:*

**Ligamentum longitudinale anterius** (přední podélný vaz) vede od předního oblouku atlasu až po kost křížovou. Jeho šířka dosahuje kolem 25 mm a je tvořen hlavně kolagenem. Udává se, že více přiléhá na těla obratlů než na meziobratlové ploténky, nicméně Dylevský toto tvrzení neguje na základě neurochirurgických zkušeností. K napětí předního podélného vazy dochází při záklonu (retroflexi) a tímto mechanismem zabraňuje výhřezu meziobratlového disku ventrálně. Díky bohaté inervaci se nejedná pouze o pasivní fixační strukturu, nýbrž vaz slouží jako jakýsi informátor o míře napětí, směru pohybu apod. Jeho kaudálním pokračováním je ligamentum sacrococcygeum anterius vedoucí z křížové kosti na kost kostrční.

**Ligamentum longitudinale posterius** (zadní podélný vaz) vede od zadní plochy obratlových těl od kosti týlní až po kost křížovou. Je užší než přední podélný vaz a na rozdíl od něj přiléhá více na meziobratlové destičky než na těla obratlů. Opět jeho hlavní funkce spočívá především ve zpevnění páteře a mechanické bariéře chránící ploténky před vyhřeznutím. Místo, kde je vaz nejúžší, je bederní páteř a proto riziko herniace disku je vyšší než jinde. K napnutí dochází při předklonu (anteflexi). Jeho pokračováním na kost kostrční je ligamentum sacrococcygeum posterius profundum.

**Ligamentum sacrococcygeum posterius superficiale** vede po zadním povrchu kosti křížové na kostrč a zavírá hilus sacralis. (Dylevský, 2009a)

#### *Krátké vazy:*

Mezi krátké vazy patří **ligamenta flava** spojující těla obratlů. Jsou to vazy z elastického vaziva a k jejich napínání dochází při ohýbání páteře.

**Ligamenta intertransversaria** vedou mezi příčnými výběžky sousedících obratlů. Nejsilnější jsou v úseku lumbálním.

**Ligamenta interspinalia** spojují trnovité výběžky. Vazivo, kterým jsou tvořeny, je pevné a nepružné, čímž omezuje rozvíjení obratlových trnů při předklonu páteře. V krční a hrudní části se zesilují a probíhají i mimo trnové výběžky. Zesílenou část označujeme jako ligamentum superspinale, jehož pokračování na týlní kost nazýváme ligamentum nuchae.

**Retinaculum caudate cutis** je část vaziva jdoucí od hrotu kostrče až po kůži. (Dylevský, 2009a)

### 1.3. KRČNÍ PÁTEŘ

Jedná se o nejvíce pohyblivé a zároveň nejvíce citlivé místo osového orgánu. Proprioceptivní signály z této oblasti mají vliv na celou pohybovou soustavu. Pro snazší orientaci krční páteř rozdělujeme na horní krční a dolní krční úsek páteře. (Véle, 1995)

#### 1.3.1. HORNÍ KRČNÍ PÁTEŘ

Do horního krčního sektoru řadíme **okciput**, **atlas** (C1) a **axis** (C2) a případně třetí krční obratel, který spojuje horní a dolní úsek krční páteře. Na tato místa se upínají svaly. (Véle, 1995)

### 1.3.1.1. Svaly

Véle svaly rozděluje dle jejich délky na krátké, střední a dlouhé. Dle lokalizace potom na přední a zadní (případně postranní).

Krátké svaly jsou mezi okcipitem a prvním či druhým krčním obratlem a jsou uloženy nejhloběji. Poměr vaziva je vyšší než v ostatních svalových skupinách, jsou to jedny ze základních posturálních tonických svalů a umožňují minimální pohyb. Střední svaly vedou od okcipitu po hrudní páteř. Fázičká složka je vyšší a umožňuje pohyby v jednotlivých segmentech.

Do *přední skupiny krátkých svalů* patří: **m. rectus capitis anterior** a **m. rectus capitis lateralis**. Při oboustranné kontrakci dochází k flexi hlavy proti krční páteři. Při jednostranné kontrakci dochází ke stejnostranné lateroflexi hlavy.

Do *zadní skupiny krátkých svalů* patří: **m. rectus capitis posterior major**, **m. rectus capitis posterior minor**, **m. obliquus capitis superior** a **m. obliquus capitis inferior**. Zadní skupina svalů je silnější nežli přední skupina. Vysvětlit se to dá tak, že hlava je náchylnější k úrazu pádem dopředu a zadní skupina šíjových svalů nestabilitu právě vyrovnává – hlavní funkcí je extenze proti krční páteři. Při asymetrické kontrakci dochází k lateroflexi hlavy proti krční páteři.

Do *přední skupiny dlouhých šíjových svalů* patří: **m. longus capitis** a **m. longus colli**. Při oboustranné kontrakci vyhlazují krční lordózu a fixují krční páteř. Při kontrakci jednostranné vzniká flexe krční páteře.

Do *přední střední skupiny šíjových svalů* patří: **mm. suprahyoidei** a **mm. infrahyoidei**. Tyto svaly mohou napomáhat flexi hlavy proti krční páteři a flexi krční páteře proti hrudníku.

Do *střední zadní skupiny šíjových svalů* patří: **m. semispinalis capitis**, **m. splenius capitis** a **m. longissimus capitis**. Tyto svaly připojují hlavu s distálnějšími úseky páteře a jednotlivé segmenty krční páteře drží při sobě.

Do *povrchové vrstvy šíjových svalů* patří: **m. trapezius** a **m. sternocleidomastoideus**. Funkčně spojují horní segment s dolním a s pletencem ramenním.

Při dlouhodobé fixaci hlavy izometrickou kontrakcí šíjových svalů se dostávají bolesti, protože fixace má velké nároky na krevní zásobení svalu, avšak izometrická kontrakce nedovoluje díky zvýšenému tlaku plynulému žilnímu návratu a krev se tudíž městná. Na základně aktivace volných nervových zakončení po podráždění cévní intimy se objevuje hypoxická bolest hlavy. (Véle, 1995)

#### **1.3.1.2. Funkční význam horní krční páteře**

Horní krční páteř je díky kraniocervikálnímu spojení nejdůležitější axiální segment, který je zároveň velmi namáhaný. Při dlouhotrvajících potížích může docházet ke *kraniocervikálnímu syndromu*. Inervace C1, C2 a C3 má zásadní vliv na řízení posturální reflexní reakce při změně polohy hlavy. Dojde-li k nesouladu mezi optickou, případně vestibulární informací a proprioceptivní informací z horní krční páteře, může docházet k posturální nejistotě až vertigu. V tomto případě je indikována manuální terapie. (Véle, 1995)

### **1.3.2. DOLNÍ KRČNÍ PÁTEŘ**

Dolní krční páteř spojuje horní část krční páteře s částí hrudní. Vychází zde nervy důležité pro inervaci horních končetin. Pro syndrom vznikající v této oblasti označujeme za *cervikobrachiální*. Z funkčního hlediska řadíme do dolní krční páteře i segment Th4. (Véle, 1995)

### 1.3.2.1. Svaly

*Hlubokou vrstvu* svalů tvoří svalové systémy vedoucí po celé délce páteře, systémy *transversospinální, spinotransverzální, sakrospinální* a *spinospinální*. Jedná se o krátké svaly s výraznou vazivovou komponentou a podrobněji budou popsány v kapitole 1.5.1. (Dylevský, 2009a)

*Střední vrstvu* svalů tvoří **m. semispinalis cervicis, m. splenius cervicis, m. longissimus cervicis, m. iliocostalis cervicis** a **m. levator scapulae**.

*Postranní vrstvu* svalů tvoří **mm. scaleni**, které při oboustranné kontrakci flektují krční páteř proti hrudníku se zdůrazněním krční lordózy. Při jednostranné kontrakci dochází k úklonu ve směru kontrakce. Díky úponům scalenových svalů na žebra se řadí mezi pomocné dýchací svaly, neboť při nádechu pomáhají zvedat hrudník. (Véle, 1995)

### 1.3.2.2. Funkční význam

Z dolní krční páteře vycházejí důležité nervové i cévní struktury.

Oblast C6-Th1 označujeme jako *locus minoris resistentie*, neboť cervikotorakální přechod je velmi náchylný k mikrotraumatům či mechanickým přetížením, která se mohou následně stát zdrojem dalších poruch.

Rozsahy pohybu se odvíjí od polohy těla (stejně je tomu i u horního úseku krční páteře). Vleže bychom tudíž naměřili hodnoty větší. Při středním postavení je dolní krční páteř v lehké lordóze.

Při předklonu dochází k prodloužení cervikálního páteřního kanálu, při záklonu se páteřní kanál naopak zkracuje. Důsledkem je pohyb míchy, mozkových plen a kořenových pochev. (Véle, 1995)



## 1.4. HRUDNÍ PÁTEŘ

Hrudní páteř je nejméně pohyblivou částí axiálního systému. Nízká pohyblivost je dána tím, že je k hrudní páteři připojen hrudník. Skelet hrudníku je tvořen hrudní kostí (= sternem) a žebry. (Véle, 1995)

### 1.4.1. Svaly

*Hlubokou vrstvu* tvoří svalové systémy vedoucí po celé délce páteře: *transversospinální, spinotransverzální, sakrospinální a spinospinální systém*. Popsány budou podrobněji u bederní páteře spolu s povrchovou vrstvou. (Dylevský, 2009a)

*Střední vrstvu* tvoří svaly: **mm. splenii capitis, mm. splenii cervicis, mm. semispinales capitis a mm. semispinales cervicis**. Tedy svaly vedoucí od krční páteře. (Véle, 1995)

### 1.4.2. Funkční význam hrudní páteře

Hrudní páteř je nejdelší částí páteře vůbec. Jsou na ni kladeny velké požadavky na udržení vzpřímené polohy těla. Poruchy funkce se projevují tvarovými změnami (kyfóza, skolióza) a následným vadným držením těla. (Véle, 1995)

## 1.5. BEDERNÍ PÁTEŘ

Bederní páteř je mechanicky nejvíce zatěžovaná oblast páteře. Tato část funkčně souvisí s pánevní oblastí a s kyčelním kloubem. (Véle, 1995)

### 1.5.1. Svaly

*Dorzální skupinu* svalů tvoří v povrchové vrstvě **m. latissimus dorsi**. Ve střední vrstvě je **m. serratus posterior** a ve vrstvě hluboké jsou svalové systémy, které určují stabilitu segmentu a vzpřimují trup. Jedná se o systémy: *transversospinální, spinotransverzální, sakrospinální a spinospinální systém*. Pro tuto práci je důležité věnovat zvýšenou pozornost systému *sakrospinálnímu a transverzospinálnímu*.

Sakrospinální systém reprezentuje **m. erector spinae**, což je nejmohutnější sval hřbetní hmoty. Odstupuje od proc. spinosi a táhne se celou délkou páteře až po proc. mastoideus. Má tři vrstvy a o jeho funkci bude hlouběji pojednáno dále.

V transverzospinální vrstvě se nachází **mm. multifidi**, krátké svaly zaplňující prostor mezi proc. transversi a proc. spinosi. Z posturálního hlediska mají obrovský lokální stabilizační význam. Oboustrannou kontrakcí zapříčiňují extenzi páteři, při jednostranné kontrakci rotaci páteře na opačnou stranu. (Dylevský, 2009a)

*Laterální skupinu* svalů tvoří: **m. quadratus lumborum** a **m. iliopsoas**. M. iliopsoas prohlubuje bederní lordózu. Při stožení je neustále aktivní. Při jeho oboustranné kontrakci dochází k flexi páteře proti pánvi. Při jednostranné kontrakci působí stejnostrannou lateroflexi s rotací kontralaterálním směrem.

*Ventrální skupinu* svalů tvoří svaly břišní: **m. rectus abdominis**, **mm. obliquus externus abdominis** a **m. transversus abdominis**. (Véle, 1995)

### 1.5.2. Funkční význam bederní páteře

Pohyblivost v předozadním směru určuje ve velké míře pohyblivost celého trupu. Bederní páteř funguje jako určitý ‚nosník‘ zátěže trupu – dle toho jsou také obratle masivní. Meziobratlové ploténky jsou v této části axiálního systému nejširší (šířka vzrůstá od obratle L1 po L4, z čehož

můžeme odvodit, že maximální pohyblivost je v segmentu L4-5). (Lewit, 2003)

Neoptimální koordinace pohybu, kterou vykazujeme například při únavě, může podněcovat přetížení této oblasti (především při snížené bederní lordóze). Maximální zátěže dolního úseku bederní páteře dosahujeme při rychlém zvedání těžkých břemen. (Véle, 1995)

L5/S1 je spojení fixované pouze vazy a proto má snadnou tendenci ke sklouzávání dopředu a dolů. Celé spojení je tzv. „smykově“ namáhané a dochází k trvalému napětí vaziva a k lokálnímu přetížení daných svalových skupin. Může následně dojít ke spondylolistézu anebo se přetěžované části stávají zdrojem chronické bolesti. (Dylevský, 2009a)

Pohyby bederní oblasti jsou proměnlivé v závislosti na věku (s přibývajícím věkem se rozsahy pohybu snižují, maximum je mezi druhým a třináctým rokem života). Při rotaci Kapandji poukazuje na rozdíl v rozsahu pohybu u člověka, který sedí a který stojí. Při sedu je pánev fixovaná a rotace dosahuje o něco menších hodnot. (Kapandji, 2004)

## 2. MEZIOBRATLOVÁ PLOTÉNKA

### 2.1. Anatomie

Intervertebrální disk je útvar tvořený chrupavkou, jenž spojuje sousední plochy obratlových těl. Celkový počet destiček je 23, mezi prvním a druhým obratlem (atlas a axis) destička chybí, poslední je potom mezi pátým bederním obratlem a prvním sakrálním obratlem. (Čihák, 2011)

Délka páteře dosahuje zhruba 70 cm, tzn. přibližně 40% délky těla. Intervertebrální disky se tudíž na délce participují zhruba z jedné pětiny až čtvrtiny. (Dylevský, 2009b) V průběhu dne se výška plotének může snížit o jeden až dva centimetry. (Kočiš a Wendsche, 2012)

Ploténka, chrupavčité destičky, přilehlá obratlová těla a facetové klouby označujeme za základní funkční jednotku neboli pohybový páteřní segment.

Meziobratlové disky tvoří nucleus pulposus (NP), anulus fibrosus (AF) a krycí destičky. **Anulus fibrosus** je vazivová chrupavka obalená kolagenem. Chrupavka se skládá z 3 typů buněk: fibrocyty, chondroblasty a buňky tvořící jádro. Fibroblast a chondroblast jsou zásadní pro produkci vláken a amorfní hmoty. Kolagen je seřazen do tzv. lamel (vazivové prstence). (Dylevský, 2009b) Širší jsou lamely vpředu a po stranách, vzadu jsou naopak užší. Díky lamelové struktuře je ploténka flexibilní a zároveň může být deformována. Koncentrace kolagenních vláken má rostoucí tendenci směrem od vnitřní vrstvy po vrstvu zevní. Po okrajích vlákna přecházejí do krycích destiček. (Kasík, 2002) K překřížení vláken sousedících lamel dochází dle úseku páteře pod úhlem 30-80 stupňů. (Kočiš a Wendsche, 2012)

Jádro (= **nucleus pulposus**) obsahuje rosolovitou hmotu, je bezcévnatá a je tvořeno z 90-ti procent proteoglykany a z 5-ti procent kolagenem. Proteoglykany mají negativní náboj a přitahují a následně vážou

vodu. (Dylevský, 2009b) Jádro je schopno tzv. creep fenoménu, kdy při zatížení plotének dochází k vypuzení vody a disk tímto způsobem sníží svoji velikost. Při relaxaci dochází k následné reabsorpci a voda je vázána zpět do jádra. Co se uložení týče, jádro je posunuté mírně dozadu. (Kasík, 2002)

**Krycí destička** navazuje na meziobratlovou ploténku a pokrývá její velkou část. Je tvořena nejvíce kolagenem, zatímco proteoglykany a voda jsou zde v minimální koncentraci. Destičky napomáhají průběhu difuze živin do ploténky, která sama o sobě nemá cévní zásobení. Zároveň by měla sloužit jako bariéra, která zabraňuje ztrátám proteoglykanů a jiných látek. Pokud dochází k poškození ploténky, první známky vidíme na krycích destičkách. (Kasík, 2002)

## 2.2.Morfogeneze

Dylevský (2007, s. 81) píše, že ploténka se „diferencuje v pátém a šestém týdnu z intersegmentálního mezenchymu obklopujícího notochordu. Podobně jako obratlová centra chondrifikuje na konci druhého měsíce i mezenchymový základ meziobratlové ploténky“.

Zatímco ve třech měsících stáří plodu je destička v základě rovnoběžná, postupem času dostává bikonkávní tvar s vyšším předním okrajem. V šesti měsících je možno v jejím základu rozeznat následující 3 zóny:

- *chordový segment* (základ nucleus pulposus)
- *vnitřní zóna ploténky* (hyalinní chrupavka s lamelami)
- *zevní zóna ploténky* (vazivová tkáň)

Od počátku vývoje je ploténka tvořena vrstevnatou laterální strukturou (anulus fibrosus) a rychle rostoucím chrupavčitém jádrem (nucleus pulposus). Zatímco vnitřní stavba ploténky je ukončena mezi

osmým až desátým rokem, anulus fibrosus mezi rokem desátým až dvanáctým.

V prvním roce života se díky tlakovému působení začínají napínat kruhové centrální lamely ploténky, které se ukotví v pouzdře nucleus pulposus až kolem desátého roku života. (Dylevský, 2007)

Dylevský udává (2009a, str. 83): „V dospělém intervertebrálním disku je 10-12 lamel (maximálně 20). Vlákná centrálních lamel mají stoupavost až 80 stupňů, periferních jen asi 30 stupňů. Celková tloušťka lamely je 200 až 400  $\mu\text{m}$ .“

### 2.3. Biochemické a strukturální vlastnosti

Dle Dylevského (2007, str. 85): „Novorozenecká destička obsahuje v laterální zóně asi 80 % vody, v prostoru jádra až 88% vody. V dospělosti je v discus intervertebralis asi 68 – 75 % vody.“ Obsah vody se snižuje zhruba od 18-ti let věku, přičemž ke zřetelnějšímu úbytku dochází po třicátém roku života.“

Zatímco kolagen tvoří necelou polovinu suché hmotnosti disků, více jak polovina je amorfní hmota tvořena především glykoproteiny, polysacharidy, enzymy, minerálními látkami a tukem. (Dylevský, 2009a)

**Kolagen** je bílkovina nerozpustná ve vodě, což z ní dělá stavební jednotku pro buňky a tkáně. V meziobratlových discích utváří trojrozměrnou stavbu, kdy základem je matrix neboli kolagenní kostra, na které jsou poutané proteoglykany a některé glykoproteiny, lipidy apod. Základní jednotka je tropokolagen, který tvoří příčné vazby, které zaručují pevnost, odolnost a jednotnost tkáně proti mechanickému poškození. (Kasík, 2002)

Kolagen utváří meziobratlové propojení a jeho uspořádání do lamel umožňuje pohyb. Zatím bylo popsáno sedm rozdílných typů kolagenu v meziobratlové ploténce. Kolem 60-ti procent kolagenu je kolagen typu II., zbylá procenta jsou kolagen typu I. nebo III. Kolagen typu I. je

charakteristický pro šlachy, má větší intermolekulární vzdálenosti, díky čemuž může vázat více vody, snáze se deformovat a lépe odolávat napětí. Kolagen typu II. nalezneme v kloubních chrupavkách a je významný při stlačování ploténky. Postupem času se více objevuje díky degenerativním změnám. III. typ kolagenu se vyskytuje v místech, která jsou vystavována největšímu napětí. (Trnavský a Kolařík, 1997)

**Proteoglykany** jsou makromolekuly tvořené glykosaminoglykanovými řetězci. V intervertebrálním disku jsou to proteiny malé s vysokým obsahem keratansulfátu a s kratšími sulfátovými řetězci – tím se odlišují od proteoglykanů v jiných chrupavkách. Nejvíce proteoglykanů je v nucleus pulposus. Podle Trnavského a Kolaříka (1997, str. 143): „*Proteoglykany udržují hydrataci tkáně disku svými osmotickými vlastnostmi, zbobtnávají a poskytují náležitý turgor tkáním disku. Proteoglykany tak vysokou koncentrací, hydrodynamickými a elektrostatickými vlastnostmi regulují příjem a výdej tekutin v disku.*“

## 2.4. Metabolismus

Meziobratlová ploténka nemá cévní zásobení a proto je její výživa zajišťována pomocí okolních tkání. Centrální část lumbálního disku je přibližně 20 mm vzdálená od nejbližší cévy. (Barsa a Suchomel, 2003)

Nutričním mechanismem je pasivní difuze. Difuze závisí na permeabilitě tkání. Místo s nejvyšším transportem je chrupavčitá část krycí destičky v místě, kde téměř naléhá na nucleus pulposus. Permeabilita se snižuje s věkem díky mnoha faktorům – dochází k degenerativním změnám meziobratlové ploténky a k poruchám krevní cirkulace v důsledku kouření, diabetu a mnoha dalších příčin. (Kasík, 2002) Pohyb disku může potencovat schopnost nutrice. (Hart et al., 2014)

Při kompresi ploténky dochází k deformaci kolagenní kostry matrix a tekutina je vypuzena. Při uvolnění je opět nasávána do disku. Tomuto

mechanismu říkáme pumpový a závisí na obsahu proteoglykanů v disku. (Kasík, 2002)

Z živin ploténka nejvíce potřebuje dodávky kyslíku a glukózy. Zároveň je úlohou metabolické výměny i odvod zplodin metabolismu (kyselina mléčná). V tomto případě by kyselé pH při jejich shromažďování vedlo k aktivování enzymů pro degradaci. Zároveň změny pH ovlivňují syntézu proteoglykanů a při jeho poklesu se pozastavuje i syntéza. (Kasík, 2002)

Byl prokázán vliv tělesné aktivity na metabolismus meziobratlové ploténky. (Hart et al., 2014) Při snížení aktivity nebo při imobilizaci se snižují požadavky na živiny a naopak při cvičení jsou požadavky zvýšené. Zvýšené požadavky nalezneme také v případě, že je disk mechanicky přetěžovaný. (Kasík, 2002)

Buňky údajně při snížené dodávce kyslíku přežívají dva týdny, avšak výrazně zpomalují produkci proteoglykanů. Klesne-li hladina glukózy pod hraniční hodnotu nebo sníží-li se razantně pH, buněčné části odumírají do tří dnů. (Vacek, 2003)

## 2.5.Kineziologie

Dle Dylevského (2009b, s. 126): *„Intervertebrální disky jsou hydrodynamické tlumiče, absorbující statické a dynamické zatížení páteře. Disky, těla obratlů, okolní vazivo a cévy páteře tvoří osmotický systém, ve kterém se při zatížení a odlehčení velmi intenzivně vyměňuje voda a ve vodě rozpustné látky.“*

Ploténka reaguje na zatížení způsobené hmotností těla, svalovým a vazivovým napětím. Během statické zátěže dochází k rovnoměrnému oploštění ploténky a napínání koncentrických prstenců. Jádro je díky svému obsahu nestlačitelné a v případě zátěže tlačí na lamely anulus fibrosus, které se rozpínají a následně tlačí na krycí destičky. Všechny struktury tudíž absorbují vertikálně působící síly, tzn. síly, které na nás působí, zaujmeme-li vzpřímenou polohu ve stoji. (Dylevský, 2009b) Při studiích bylo zjištěno, že



například na ploténku L3 je vyvíjen ve vzpřímeném stoji tlak o velikosti 300 newtonů, což je zhruba 140 kilogramů. Zvedneme-li osmi kilogramový předmět, naměříme ve stejné oblasti tlak o 650 newtonech, tedy zhruba 300 kg. (Káš a Országh, 1995)

Při dynamické zátěži naopak ploténku zatěžujeme nerovnoměrně nakláněním jednotlivých obratlů. Dochází k minimálnímu pohybu jádra, zatímco lamely jsou na jedné straně stlačovány a na straně protilehlé vystavovány námaze v tahu. (Dylevský, 2009a)

Hyalinní chrupavka při styčných plochách disků má povahu polopropustné membrány, kterou během odlehčování prochází tekutina. Průchod je obousměrný a závisí na tlakových poměrech. (Dylevský, 2007)

## 3. DISKOPATIE

### 3.1. Úvod do problematiky diskopatií

Degenerativní děje jsou přirozené následky vyplývající ze stárnutí organismu, zasahující všechny struktury pohybového systému (kosti, klouby, vazy, svaly, meziobratlové disky a zbylou nervovou a paravertebrální tkáň). (Náhlovský et al., 2006)

Povětšinou primárně začínají v oblasti meziobratlové ploténky a sekundárně vyvolávají změny facet a sousedního pojiva. (Šourek, 1984)

Degenerativní změny meziobratlové ploténky zahrnují velkou škálu různých změn, kdy je často obtížné rozlišit fyziologické změny a změny patologické, které vznikají reakcí na mnoho endogenních a exogenních vlivů. Změny zasahují všechny tkáně, ze kterých se meziobratlový disk skládá. V návaznosti na degeneraci ploténky může docházet ke změnám meziobratlových kloubů.

Prvotní změny se mohou objevovat již v druhé životní dekádě, kdy může docházet k tvorbě trhlin v dorzolaterální části anulu fibrosu. Trhliny se postupně rozšiřují i na oblast hyalinní chrupavky, až se nucleus pulposus a anulus fibrosus začnou rozpadat. Dochází ke změně biomechaniky, dominuje ztráta elasticity, dochází k segmentální nestabilitě a snižuje se výška ploténky (= osteochondróza). Následně dochází k reakci kostní tkáně a na okrajích obratlových těl se tvoří osteofyty a dochází ke spondylóze či spondylartóze. (Hrabálek, 2010)

Stárnutí a degenerativní změny jsou zrychlené v ploténce, která se nachází na přechodu rigidního a normálně pohyblivého úseku páteře. (Vacek, 2003)

Dlouhou dobu mohou být diskopatie bez klinické manifestace, a sice v případech, kdy nevyvolávají iritaci senzitivně inervovaných struktur ani příznaků. V případě, že jde pouze o akutní ataku bolestí zad, pacient ji může „přechodit“ i bez větší pozornosti. V obrazové dokumentaci nalézáme později výrazné změny, o kterých pacient, často vyšetřovaný pro jiné obtíže, nemá ani tušení.

### 3.2. Klasifikace diskopatií

#### **Bulging disku**

Při bulgingu dochází k symetrickému, doširoka založenému vyklenování disku v důsledku degenerativních změn a snížení jeho výšky. (Peterková et al., 2005)

Dle Harta je vyklenutí zhruba o velikosti 50% obvodu disku, což bývá méně než 3 mm a proto se nejedná o výhřez. (Hart et al., 2014)

#### **Protruze disku**

Jedná se pouze o vyklenutí PN, které ovšem zůstává v prostoru disku, neboť zevní lamely anulu fibrosu jsou zachovány a zamezují tak úplnému prolapsu disku. Díky dostatečně silným lamelám zůstává zachovalá souvislost disku a dislokovaná část se může navrátit. (Trnavský a Kolařík, 1997)

#### **Extruze disku, sekvestr**

Část jádra, která vyhřezla, se zcela oddělí od meziobratlového disku a tím dojde k *extruzi*. V případě, že se oddělená část začne volně pohybovat kaudálním či kraniálním směrem v páteřním kanálu, označujeme ji za *sekvestr*. (Káš a Országh, 1995)

Při extruzi je zachované ligamentum longitudinale posterior bez porušení. V případě sekvestru je ligamentum perforované.

Sekvestr může být za pomoci vaziva upoután k zadnímu podélnému vazu, k periostu obratlů nebo k tvrdé pleně. Na tyto tkáně potom vyvíjí tlak a může například i perforovat zadní podélný vaz. (Šourek, 1989) ,V epidurálním prostoru se obvykle svrašťuje a tvoří pojivové adheze s okolní tkání. Výsledkem jsou srůsty, fixace kořene a chronická kořenová iritace.' (Trnavský, str. 145)

### **Herniace disku**

Definice dle Häckela (2004, s. 9): „*Stav, kdy je hmota meziobratlové ploténky dislokována mimo intersomatický prostor (tj. mimo fyziologický prostor disku).*“ Jiným názvem lze *herniaci* nazývat *prolapsem* či českým ekvivalentem *výhřez*.

Z klinického hlediska je důležité dodat, že výhřez může být zcela asymptomatický. Zobrazovací metody mohou prokázat herniaci disku u 30% zdravých jedinců. (Kolář et al., 2009)

Zvláštním typem herniace je intravertebrální herniace disku, kdy disk prostupuje přes poničenou krycí destičku a tak způsobuje defekt v sousedícím obratlovém těle – tzv. Schmorlův uzal. Kolem uzlu se může objevovat edém kostní dřevě v důsledku probíhající zánětlivé reakce. Jde především o výhřezy bederní a hrudní páteře, vzácně i krční. (Trnavský a Kolařík, 1997)

#### *Faktory zvyšující riziko výhřezu meziobratlové ploténky:*

- *přibývající věk* – s rostoucím věkem je ploténka vystavována degenerativním změnám, kterým nelze zabránit. Disk je vystavován nemodelačním změnám v důsledku biologického procesu stárnutí. (Trnavský a Kolařík, 1997)
- *genetická predispozice* – genetika může ovlivňovat rychlost rozpadu disku

- *obezita* – s obezitou souvisí nadměrné přetěžování pohybového aparátu
- *absence či nedostatečnost pohybových aktivit* – v důsledku inaktivity dochází k ochabnutí svalů, které následně nevykazují dostatečnou podpůrnou činnost pro páteř a držení těla (Zeller, 2007)
- *pracovní návyky* – rizikovými faktory jsou dlouhodobý sed, časté předklony, opakované pohyby nebo práce s nadměrně těžkými břemeny (Postacchini et al., 1999)
- *kouření* – díky kouření dochází k sníženému proudění v důsledku změn na cévách a je tak omezena distribuce živin do tkání
- *předchozí trauma a úrazy páteře* (Zeller, 2007)

### 3.3. Bolest při herniaci z hlediska chemicko-anatomického

Vacek ve svém článku (2003) uvádí, že degenerativní změny meziobratlové ploténky provází zvýšení fibronektinu formovaného do fragmentů. Jedná se o glykoprotein, který je vytvářen ve větším množství u poškozených tkání jako je například osteoartritida. Fibrinoektinové fragmenty se objevují v celém meziobratlovém disku a ovlivňují chondrocyty, které následně nevytváří proteoglykany, ale cytokiny, které dále podporují degradační a zánětlivé procesy v disku.

Zatímco při styku hmoty anulus fibrosus s okolím nedochází k žádné reakci, při styku s nucleus pulposus dochází k tkáňovým změnám. Vyhřezlá hmota z NP se totiž projevuje jako chemický mediátor vyvolávající zánětlivé reakce. (Vacek, 2003) Na nervovou tkáň má vyhřezlý obsah toxický účinek a i pokud nedochází k utlačení nervu, objevuje se hypervaskularizace. (Dungl et al., 2005) Nejčastěji se zánět objevuje v pochvě nervového kořene nebo v dura mater. Dle určité studie se udává, že pokud hmota NP reaguje

v epidurálním prostoru, rychlost nervového vedení se snižuje. Jiná studie tento fakt nepotvrzuje, nýbrž udává pouze zánětlivé změny a jejich vliv na senzitivní vlákna. Jiné bádání zase prokazuje, že ve hmotě nucleu pulposu je TNF- $\alpha$  faktor (tumor nekrotizující faktor alfa) – zánětlivý protein, který spouští destruktivní procesy související s výhřezem meziobratlového disku. Při studiích, kde se u zvířat TNF aplikoval na nervové kořeny, se zjistilo, že způsobuje těžké neuropatické změny. Za prvních 24 hodin se u pokusných krys objevil otok endoneurální trubice, rozpad myelinové pochvy a počátky axonální degenerace. Po prvním týdnu se tvořily fibroblasty, které dále podněcují tvorbu TNF- $\alpha$  a objevovala se demyelinizovaná těla neuronů. Na lidském těle však tato fakta potvrzena nebyla. Je však potvrzené, že následkem vyhřeznuté ploténky se v uvolněné části hmoty objevují makrofágy a jiné zánětlivé buňky. Makrofágy jsou buňky nespecifické imunity, jež mají na starost zánětlivé reakce a do svého okolí tak uvolňují interleukiny, TNF a interferony. Produkují také histamin, který spolu s bradykininem a prostaglandinem E<sub>2</sub> podněcuje další zánětlivé pochody. Na to reagují nervová zakončení, která jsou citlivá. (Vacek, 2003)

Cévní reakcí na zánětlivý proces je zpomalení průtoku krve, otok nervu, tvorba krevních sraženin a vyšší propustnost intramurálních kapilár. (Dungl et al., 2005)

Ve výsledku zánětlivá reakce podněcuje tvorbu granulační tkáně s nahuštěným vazivem, která mechanicky irituje zadní míšní kořeny. Při opakovaných traumatizacích může na podkladě neurofyziologických změn v centrálním nervovém systému vzniknout až senzitivizace a chronická radikulopatie. Poškozený nervový kořen uvolňuje zánětlivé mediátory (např. cytosin interleukin 1 $\beta$ ) a tím dochází ke gliové aktivaci. Mediátory mohou působit přímo nebo spouštět tvorbu mediátorů pro bolest jako je například prostaglandin, substance P apod., čímž se spouští proces senzitivizace buněk zadních rohů – tedy proces, při kterém centrální nervový systém reaguje zvýšeně na aferentní podněty. Dalším problémem na centrální úrovni může

být zrcadlová bolest, kdy se na základě dlouhotrvajících kořenových postižení bolest přesune i do druhé končetiny.

Bolest může být také zapříčiněna nervovými vlákny v meziobratlové ploténce samotné. Ploténka je zhruba od čtvrtého roku věku dítěte bez inervace, neboť nervová vlákna po narození mizí a zůstávají jenom v povrchových lamelách anulu fibrosu (stejně jako cévní zásobení). K reinervaci ploténky dochází při degenerativních změnách, kdy do poškozených míst nově prorůstají cévy a nervy. Zdrojem nového cévního zásobení jsou jednak zmíněné prorůstající struktury a dále také volně se vyskytující Schwannovy buňky, které působí jako základ pro tvorbu nového nervového vlákna. Histologické výzkumy vykazují přímou úměru mezi mírou degenerace ploténky a její následnou reinervací. (Vacek, 2003)

## 4. NÁSLEDKY DEGENERATIVNÍCH ZMĚN PLOTÉNEK

### 4.1. Problematika degenerativních změn

Degenerativním procesem páteře rozumíme souhru patologických změn, které spolu souvisí a vzájemně se ovlivňují. (Náhlovský et al., 2006)

Při degenerativních změnách ploténky se zatížení přesouvá na přední sloupec. Vzniklá degenerativní lumbální segmentální nestabilita se projevuje jako neschopnost páteře udržet fyziologické zatížení jednotlivých segmentů, aniž by docházelo ke vzniku bolesti, deformit či neurologických nedostatků. Nestabilní oblast postrádá určitou tuhost a tak i menší zatížení může indukovat posun obratlových těl. Zdravá páteř umožňuje při pohybu posuny obratlů pouze v určité fyziologické vzdálenosti a po skončení se ploténka, vazy i klouby vrací do původní pozice. Následkem degenerativních procesů je možný menší nebo naopak větší pohyb obratlů, který je ovšem nefyziologický. Důležité je připomenout, že je zde výrazný faktor individuality jedince a proto nelze příznaky a změny objektivně kategorizovat – snížíme-li výšku disku například o 50% původní výšky, každý pacient může vykazovat rozličné příznaky a rozličné omezení pohybu. (Hart et al., 2014)

Následkem opotřebování či přetěžování se začínou na disku objevovat menší trhliny. Výsledek těchto degenerativních změn nazýváme osteochondrózou meziobratlové ploténky. Postupně ploténka ztrácí svou výšku a vzhledem k faktu, že nemá cévní zásobení, je nemožná regenerace. Ta začíná na přilehlých částech - tedy na obratlových tělech. (Hrabálek, 2010)

V degenerovaném anulu fibrosu rozeznáváme tři typy trhlín. Typ I. jest *koncentrická trhlina* vytvořená rupturou krátkých transverzálních vláken, která propojují jednotlivé lamely AF. U typu II. dochází k *radiální trhlině* vytvořené rupturou longitudinálních vláken – jedná se o vlákna tvořící lamely. Typ III. jest *transverzální trhlina* vytvořená rupturou vláken, která



těsně naléhají na obratlové tělo (Sharpeyova vlákna). Původcem diskogenních potíží je především radiální trhлина. (Náhlovský et al., 2006)

Nakonec dochází k úplné ložiskové ruptuře anulus fibrosus a část disku se transligamentózně vyklenuje do páteřního kanálu. S diskem však zůstává spojena – nejedná se o sekvestr. Vyklenutí může být mediální, laterální, foraminální až extraforaminální. Ve většině případů vyklenutá část začne způsobovat velký útlak nervového kořene. (Peterková et al., 2005)

Zbývající část disku začne být nestabilní a díky rychlému snížení výšky dochází ke změnám v meziobratlových kloubech. Ty jsou následně přetěžovány a opotřebovávány. Celková nestabilita disku může způsobit až posun obratlových těl předozadním směrem, tzv. spondylolistézu. Meziobratlový prostor je stále více zúžen, až dochází k postupnému útlaku struktur kanálu (nervové kořeny, krevní a lymfatické cévy). Rozvíjí se plně vertebroalgický syndrom a často se opakující kořenová dráždivost. (Hrabálek, 2010)

Segmentální nestabilita vede k vytvoření osteofytů na dorzu obratlového těla. V klinice se příznaky manifestují především při záklonech trupu, kdy dochází k hyperlordóze. Hyperlordóza je jedním z hlavních činitelů spouštějících radikulární bolest. Nemocným tak vadí dlouhodobá chůze. (Trnavský a Kolařík, 1997)

Zpočátku například protruze může způsobovat dlouho trvající lumbago, avšak dojde-li k výhřezu a poškození zevních anulofibrálních lamel, může dojít až k syndromu kaudy equiny. (Káš a Országh, 1995)

Bolesti, které pacienta přivádí, jsou kombinací anatomických, patofyziologických a psychosomatických faktorů. (Barsa a Suchomel, 2003)

## 4.2.Lumbalgie

Akutní lumbago nesouvisí s diskopatiemi, nýbrž se jedná o hypertonus svalů bederní, kyčelní a stehenní oblasti. Hypertonus vzniká nejčastěji na

podkladě prostdydnutí. Na pacientovi pozorujeme antalgickou bederní skoliózu. (Tichý, 2008)

Chronický stav označujeme jako lumbalgiu a z anatomického hlediska jde o mechanické dráždění lig. longitudinale posterius, pouzder intervertebrálních kloubů a okostice obratlů. Ploténka je zachovalá s funkčním osmotickým systémem, avšak objevuje se v ní vysoký intradiskální tlak. (Trnavský a Kolařík, 1997)

Opakují-li se lumbalgie častěji a nemocný přitom neudává žádné známky radikulární bolesti, jedná se o pomalu progradující degeneraci meziobratlového disku či prvotní stádia výhřezu disku. (Šourek, 1984)

### **4.3. Kořenová bolest**

Kořenová bolest je takový typ bolesti, který vzniká při přímém dráždění nervů v jakémkoliv místě mezi nervovým receptorem a mozem. Při této situaci se bolest přenáší na místo receptoru – tento přenos ovlivňují neuropeptidy (substance P, kalcitonin apod.) z buněk spinálních ganglií. Nervový kořen má schopnost adaptovat se do určité míry na mechanickou zátěž. Trvá-li však tato komprese delší dobu, může být překročena hranice odolnosti kořene a dochází k poruše funkce. Natáhne-li se kořen o více jak 20% své délky, dojde k jeho naprostému poškození. (Kasík, 2002)

Kořenová bolest může i samostatně odeznít a vymizet, a sice v případech, kdy se výhřez dokáže sám reponovat či se změní jeho lokace do takové míry, že nedochází k utlačování nervového kořene. (Šourek, 1984)

U výhřezu ploténky se jedná o rychlou místní kompresi kořene. Tlak je směřován laterálním směrem při odstoupení kořene od durálního vaku. Například u stenózy páteře, která se vyvíjí dlouhodobě, je mechanismus komprese pomalý a samotný útlak není velký, avšak v celém obvodu. Při rychlém útlaku se tvoří otok a dojde k poruchám transportu výživy. (Kasík, 2002)

Výsledným procesem může být kořenový syndrom, mezi jehož etiologie patří jednak degenerativní procesy, ale také traumata, nádory či revmatické změny. Kořenový komplex se stává dysfunkčním – podléhá deformaci a zánětlivým změnám v důsledku strukturálních změn. Typickým obrazem kořenového syndromu jsou potom senzitivní projevy a motorické projevy. Dle segmentální inervace myotomů může být příznakem slabost svalů, atrofie či paréza. (Trnavský a Kolařík, 1997)

Nejčastějším segmentem, ze kterého vychází krční kořenové syndromy, je oblast C5/6 a C6/7. Zpočátku se objevují bolesti šíje, postupně se přidávají parestezie. (Káš a Országh, 1995) V hrudní páteři lze vzácně pozorovat kořenový syndrom Th1. (Kasík, 2002) Bederní kořenové syndromy jsou způsobeny nejčastěji právě výhřezem meziobratlových plotének a to nejčastěji v segmentech L5/S1 a L4/L5. K akcentaci bolesti dochází při kýčání, kašli a nucení na stolicí. (Kasík, 2002) Po odeznění většího radikulárního dráždění se může dostavit *postichialgická porucha prokrvení* (většinou se týká nervu L5). Podstatou problému je neustále trvající iritace vegetativních nervů. (Trnavský a Kolařík, 1997)

#### 4.4. Cervikální spondylóza

Spondylózou se rozumí nově vytvořená kostní struktura, která se může tvořit na kaudálních i kraniálních plochách těl obratlů či na krajích malých meziobratlových kloubů, kdy hovoříme o spondylartróze. Vytváření těchto útvarů (= osteofytů) je dlouhodobý proces trvající až několik let (Káš a Országh, 1995), změny začínají většinou v třetí životní dekádě. (Kasík, 2002) Tvorbě kosti musí předcházet nadměrná stimulace aktivity kostěných buněk, které jsou iritovány. Výrůstky se mohou dále rozrůstat, eventuálně spojovat. Zatímco drobným útvarům se nepřikládá zásadní význam a jsou brány jako následek stárnutí organismu, větším je přikládána již větší pozornost a v případě krční páteře jsou brány jako jedna z možných etiologií cervikobrachiálního syndromu.

Krční spondylóza je častější diagnóza nežli výhřez krční ploténky, neboť je zde větší rozsah pohybu a menší nároky na zatížení na rozdíl od zbytku páteře. (Káš a Országh, 1995)

#### 4.5. Myelopatie

Spondylóza či listézy obratlů mohou vést k rozvoji cervikální myelopatie. Ta ovšem může být i vrozená. (Trnavský a Kolařík, 1997) Při myelopatii se utlačují míšní cévy a etiologií je ischemie míšní tkáně. Postupně je omezován krevní průtok a dochází k podvýživě tkáně a následným změnám míšních drah. Projevy myelopatie jsou velmi různorodé – od dysestezií, přes kořenové bolesti až po motorické poruchy. (Kasík, 2002) Reflexy se snižují, až vyhasínají, objevují se fascikulace a končetina atrofuje. (Peterková et al. 2005) Místem komprese při myelopatii je durální vak. (Kasík, 2002)

Cervikální myelopatie je nejčastějším míšním onemocněním staršího věku. (Peterková et al. 2005)

#### 4.6. Lumbální stenóza

Lumbální stenóza má mnoho příčin vzniku, za nejčastější se však považují degenerativní procesy. Důsledkem snížení těl meziobratlových disků a subluxace kloubů hypertrofuje *ligamentum flavum*. Ligamentum flavum neboli žlutý vaz je struktura, která zasahuje do páteřního kanálu. (Kasík, 2002) Zatímco někteří autoři uvádí, že se nejedná o hypertrofii v pravém slova smyslu, ale o nesouměrně dlouhý vaz vůči snížené délce bederní páteře (jeho délka se nezkracuje, pouze opticky díky degenerativním změnám vypadá delší), dle jiných autorů (Hart, 2014) opravdu hypertrofuje na základě zvýšené tvorby kolagenu. Při flexi se foramen intervertebrale zvětšuje a při extenzi se naopak zmenšuje. Chůze, vzpřímenost stoje a zvětšená bederní lordóza podněcují zúžení páteřního kanálu. (Kasík, 2002)

Týká se především starších lidí, kdy hlavním projevem jsou klaudikace a příležitostné dočasné oslabení svalové síly. Klaudikace se objevují při delším stání či chůzi. (Kasík, 2002) Úleva se dostavuje vsedě či při předklonu. (Dungl et al., 2005)

V současnosti se jedná o stále závažnější problém, neboť průměrná délka života se prodlužuje a nároky na kvalitu života (především na pohyblivost) se zvyšují. (Hart et al., 2014)

#### **4.7.Spondylartróza**

Jedná se o osteoartrózu meziobratlových kloubů. (Hrabálek, 2010)

Změny jsou stejné jako u ostatních kloubů v lidském těle. Dochází k procesu sklerotizace, množení chrupavky, tvorbě subchondrálního otoku a tvorbě cyst. Proces indukují cytokiny, které zároveň působí na tvorbu metaloproteináz, tedy chemických látek podílejících se na rozkladu kolagenu a dalších bílkovin. Postupem času se sklerotizací tvoří osteofyty, přičemž původně mohl tento proces být vyvolán s cílem reparace poškozené chrupavky. Rozvoj osteofytů nemusí být závislý na míře degenerativních změn. (Hart et al., 2014)

#### **4.8.Spondylolistéza**

Spondylolistéza je posun obratlového těla směrem vpřed v rovině sagitální, což zapříčiní deformování kanálu páteřního s jeho následným zúžením. (Hrabálek, 2010) Následkem degenerativních změn intervertebrálních disků a kloubů vzniká tzv. degenerativní spondylolistéza. Postižení trpí klaudikacemi a kořenovými bolestmi. Lokálně se při spondylolistézu objevuje spasmus paravertebrálních svalů a spasmus ischiokrurálních svalů (tzv. hamstringů). Oba tyto spazmy omezují předklon trupu. (Šourek, 1989).

## 5. POSTURA

### 5.1. Definice postury

Definice postury se liší autor od autora. Dle Koláře (2009, str. 38): „*posturu chápeme jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, ze kterých má v běžném životě největší význam síla tíhová.*“

Postura je brána jako bazální podmínka pro vykonání pohybu. Neustálým vyvažováním zajišťuje nastavení segmentů do určité polohy a zároveň tělu nastavuje jistou pohotovost, která jej potom chrání, aby se nepoškodilo při změně z klidové aktivity do pohybu.

Postura se vyvíjí během života. Každý jedinec prochází motorickou ontogenezí, kdy se vyvíjí koordinovaná svalová aktivita, která napomáhá správnému zaujetí polohy v kloubech a vývoji správné opory. Již novorozenec má v centrálním nervovém systému uložené tzv. posturální reakce globálního charakteru (prokážeme je například Morouovým reflexem). Dále se během vývoje rozvíjí zakřivení páteře (lordóza a kyfóza), pánev a hrudník zaujímají určité postavení a to vede k vytvoření souhry mezi svalovými skupinami páteřních extenzorů, krčních flexorů a břišních svalů, které se následně spolu s bránicí a pánevním dnem podílejí na tvorbě nitrobřišního tlaku. Ideální postury dosahujeme tehdy, jsou-li klouby v centrovaném postavení, to znamená, že kloubní plochy zaujímají neutrální polohu.

Z hlediska vývoje je stabilizování páteře a pánve společně s postavením hrudníku přeprogramováno centrálním nervovým systémem. Dá se konstatovat, že naše pohybové vzory jsou vrozené. (Kolář et al., 2009)

### 5.2. Úloha posturálního systému a zdroje informací

Posturální systém zajišťuje tři následující základní složky (Vacek, 2014):

1. **Opora** – odpovídající svalová kontrakce, která podpírá tělo proti gravitaci.
2. **Stabilizace** – stabilizací určitých částí těla umožníme správný pohyb ostatních částí.
3. **Rovnováha** – zajištění správného rozložení sil, které působí na tělo tak, aby těžiště dopadala vždy do stejné základny.

Vzpřímené držení samo má tři základní prvky – *řídící, výkonný a senzorický*. Řídícím orgánem je centrální nervový systém a výkonný prvek zajišťuje pohybový systém. (Vařeka, 2002a)

Senzorické informace jsou obstarávány ze tří následujících vstupů: *Somatosenzorické receptory, vestibulární aparát a zrakový systém*. (Vacek, 2014) Somatosenzorickými vstupy rozumíme především propiocepci z receptorů uložených ve svalech, šlachách a kloubech (tedy ze svalových vřetének a šlachových tělísek) a exteroceptivní informaci získanou na podkladě dráždění receptorů pro dotek a bolest. (Trojan et al., 2001) CNS považuje vizuální informaci ze všech druhů somatosenzorických vstupů za nejdůvěryhodnější. (Mann et al., 2010) Základním předpokladem pro řízení je fakt, že přijímaná informace z těchto tří zdrojů se shoduje. V ideálním případě fungují všechny složky. (Vacek, 2014) Odstraníme-li jeden vstup, dochází k většímu využívání zbylých zdrojů, avšak riziko nestability je vyšší. (Mann et al., 2010) Informace z vestibulárního aparátu se prosazuje především při rotacích a změnách polohy hlavy. Zrak slouží ke kontrole polohy. Na posturální motorice se odráží větší mírou i stav psychiky. (Vacek, 2014)

Stěžejní pro všechny pohybové programy je zaujetí a udržení postury. (Vařeka, 2002a)

CNS potřebuje aferentní senzorické informace pro tvorbu odpovídající motorické eference. V dnešní době je důraz kladen nejen na propioceptory a exteroceptory, ale i na změny somatognozie. Somatognozí rozumíme vnímání a rozpoznávání vlastního těla na základě tvoření paměťových vzorů

na podkladě informací právě ze sensorických receptorů. Změny somatognozie se pojí s vývojovými poruchami CNS. (Lepšíková et al., 2013)

### 5.3. Posturální funkce

Posturální funkce pohyb předchází, doprovází a podílí se i na jeho zakončení. Provádí ji axiální systém a je aktivní neustále (i v klidové pozici).

Rozeznáváme tři posturální funkce:

1. *posturální stabilita* – tím rozumíme stabilitu, která umožňuje zaujetí stálé polohy. Vzhledem k faktu, jak je pohybový systém labilní, posturální stabilita je v podstatě aktivní děj, kdy dochází k snížení lability a udržení určité pozice, respektive vzpřímeného držení těla. (Vařeka, 2002a)

Posturální stabilita je dvojitá – *dynamická* (útok, opora apod.) a *statická*. Statická strategie využívá hlavně **kotníkový** a **kyčelní** mechanismus. (Vařeka, 2009b)

2. *posturální stabilizace* – zajišťují ji svaly tím, jak drží segmenty těla proti vnějším silám. Tato stabilizace umožňuje vzpřímený stoj nebo sed navzdory gravitační síle.
3. *posturální reaktivita* – síla, která je vyvinutá k překonávání odporu, se mění na reakční stabilizační funkci. (Kolář et al., 2009)

*Kotníková strategie*, distoproximální - malé výchylky postury koriguje aktrum. Tato strategie je spojená s rozložením váhy do celé plochy a dochází tak k fyziologické aktivaci svalů kolem hlezna. (Vacek, 2014) Tělo takto funguje de facto jako převrácené kyvadlo, kdy trup vykonává rotační pohyb kolem hlezenního kloubu. (Sipko et al., 2010)

*Kyčelní strategie*, proximodistální, je zapojována ve chvílích, kdy jsou kladeny větší nároky na posturální stabilitu. (Vacek, 2014)



#### 5.4.Svaly posturální motoriky

Posturální motoriku vykonávají především svaly, které mají převahu tonických vláken. Jedná se o svaly, které jsou chápány za vývojově starší a které jsou náchylnější k hypertonu a tuhnutí. V celém posturálním systému jsou zapojeny i svaly fázické, jedná se ale spíše o svalový poměr. Fázické svaly inhibují posturální systém při pohybu – přes veškerou inhibici však posturální systém zodpovídá za plynulé vykonání pohybu.

Mezi tyto svaly řadíme: *m. triceps surae*, *adduktory stehna*, *m. rectus femoris*, *m. iliopsoas*, *m. tensor fasciae latae*, *ischiokrurální svaly*, *m. quadratus lumborum*, *bederní vzpřimovače trupu*, *šikmé břišní svaly*, *mm. pectorales*, *flexory horních končetin*, *horní m. trapezius*, *m. deltoideus*, *mm. scaleni* a *m. sternocleidomastoideus*. (Lewit, 2003)

Mnoho autorů mluví o svalovém rozdělení dle Panjabiho, kdy můžeme svaly dělit na *lokální* a *globální stabilizátory* a *globální mobilizátory*.

Mezi lokální stabilizátory patří primárně **mm. multifidi** a **m. transversus abdominis** zajišťující dobrou stabilizaci segmentu. (Suchomel, 2006) Zároveň u nich histochemicky nacházíme především tonická vlákna. Tyto svaly mění napětí vláken ještě před začátkem pohybu a jejich aktivita je nepřetržitá během pohybové aktivity.

Globálními stabilizátory jsou např. **mm. obliqui** nebo **paravetrebrální svaly** a jejich úkolem je brzdit pohyb natolik, aby nedocházelo k ohrožení páteře. U těchto svalů naopak nacházím především fázická vlákna. Funkce těchto svalů spočívá v brzdění pohybu za pomoci excentrické kontrakce.

Rozeznáváme ještě tzv. globální mobilizátory, které napomáhají stabilizaci během zátěže či při prudkých pohybech koncentrickou kontrakcí. Řadíme sem například **m. rectus abdominis**. (Vacek, 2000)

Výslednou kvalitu zajištění postury určí, nakolik a jak kvalitně jsou jednotlivé svaly či svalové skupiny do funkce zakomponované. (Suchomel, 2006)

## 5.5. Obecné poruchy posturálního systému

Posturální systém pracuje jako celek a proto vstupní signál vyvolá reakci celé soustavy, avšak různě programově rozdělenou. Svaly na sebe programově navazující tvoří tzv. funkční řetězce. Dojde-li k poruchám, vznikají zkřížené syndromy. Při poruše posturální funkce vzniká vrstvý syndrom, který pokládá základy vadnému držení těla.

Při nesprávném nastavení výchozí polohy dochází k nesouhře mezi posturální motorikou a pohybem samotným. Do nesprávného nastavení se mimo jiné počítá například špatné držení těla či nedostatek pohybových zkušeností u méně obratných či začínajících sportovců. (Véle, 2006)

Výsledným problémem může být:

1. *funkční motorická porucha* – neúspěšné provedení pohybového úmyslu
2. *mikrotrauma* – tvoří se v případě nadměrné zátěže podpurného aparátu či následkem náhlého působení nadměrné síly při nedostatečné koordinaci
3. *porucha struktury* – různá poranění apod. (Véle, 2006)

## 6. DISKOPATIE A ZMĚNA POSTURY

### 6.1. Úvod do postury diskopatií

Optimální posturální kontrola je základním požadavkem pro vykonávání běžných denních činností. Centrální nervový systém musí rozeznat a selektivně se zaměřit na jednotlivé smyslové vstupy, přičemž se snaží rozpoznat, která informace je funkčně v dané chvíli nejvíce spolehlivá. Tato schopnost vybrat si senzoričnou informaci v náročné a rozporuplné situaci je jedním z nejzásadnějších faktorů pro posturální kontrolu. (Brumagne et al., 2008)

Zdravé osoby by měly mít kontrolu nad dostatečnou variabilitou v motorickém učení a řízení. To by umožňovalo adaptaci při pozměněných posturálních požadavcích, aniž by hrozilo riziko ohrožení výkonu. Kapacita centrálních integračních mechanismů v reorganizaci hierarchie mezi jednotlivými senzoričnými vstupy se ukázala být rozdílná mezi mladými zdravými jedinci a mezi vrcholovými sportovci (například gymnasty). (Brumagne et al., 2008) Gymnasté mají schopnost vybrat si a zvážit důležitost jednotlivých senzoričných vstupů rychleji než mladí lidé. Tento fakt poukazuje na to, že je možné si tuto vlastnost vytrénovat. (Van Daele et al., 2007)

U osob s bolestmi dolní části zad bylo vyzorováno, že mají pozměněnou jasnost propioceptivních signálů z lumbosakrální oblasti, dysfunkci v kontrole svalů trupu a zhoršenou posturální rovnováhu. Faktorem snižujícím variabilitu posturální kontroly je pravděpodobně především bolest. Zároveň bolest indukuje ztrátu normální různorodosti posturální strategie. Například bolest může podnítit změnu kontroly variability v transversoabdominálním svalu a zhoršená kontrola může v některých případech zůstat i po odeznění bolesti. Tento pokles v proměnlivosti posturální strategie se může v budoucnu odrazit zhoršením bolestí zad. (Brumagne et al., 2008) Při chronických bolestech zad se zvyšuje

závislost na vizuální informaci a dochází k úpravě kortikálního zpracování propioceptivních podnětů. Proprioceptivní informace může být pozměněna například na základě zvýšené presynaptické inhibice aference z daného svalu. Stejným mechanismem dochází k útlumu zvýšených odchylek těžnice, pokud máme z něčeho strach. (Mann et al., 2010)

Chronická diskogenní onemocnění dále vedou k potížím s posturální pohybovou koordinací. (Sipko et al., 2010) Interpretujeme-li nociceptivní dráždění jako bolest, postižený získává nepříjemný vjem a ve snaze si ulevit vědomě upravuje motoriku tak, aby bolestivou část šetřil. Důsledkem nesprávného asymetrického pohybového vzorce pro dolní končetiny je *narušena propiocepce a dochází ke zhoršení posturální stability*. (Véle, 1997)

Kvalitní vstupní senzorká informace je nepostradatelná pro přiměřenou odpovídající motorickou odpověď. Somatosenzorický systém je hodně adaptabilní, a pokud se podněty opakují či trvají dostatečně dlouhou dobu, systém reaguje funkčními či strukturálními změnami. (Lepšíková et al., 2013)

Následkem lumbální spinální stenózy je zhoršená lumbální propiocepce a aktivace reflexů paraspinálních svalů. Chůze, vzpřímenost stoje a zvětšená bederní lordóza podněcují zúžení páteřního kanálu. Degenerativní spondylóza vykazuje při bočním rentgenovém snímkování náznaky hypermobility disku. Po provedení dekomprese se propiocepce lepší, aktivita reflexů však zůstává nízká. (Hart et al., 2014)

Nezbytnou roli v udržování posturální stability hraje páteř. Dysfunkce páteře mají vliv na posturální kontrolu ve vzpřímené pozici. (Sipko et al., 2010)

Je dokázáno, že pacienti s chronickými bolestmi zad trpí významným *zhoršením rovnováhy*. Předpokládanými příčinami jsou bolesti, poškození přenosu propioceptivní informace z oblasti páteře a dolních končetin. Studie dokazují, že pro pacienty s diskopatiemi je charakteristické asymetrické zatížení nohou. K tomu rozdílnému zatížení dochází jako společný důsledek

narušeného příjmu proprioceptivní informace a vyzařující bolesti. (Sipko et al., 2010) Následkem je zhoršená rovnováha a další problémy s motorikou. To vše může vést k tvorbě nových motorických stereotypů, které však nejsou optimální a mohou se stát zdrojem následné bolestivé nocicepce. (Suchomel a Lisický, 2004)

CNS má hlavní slovo při řízení motoriky a vybírá motorické vzory dle aktuálního stavu. Při nedostatku pohybové soustavy tak volí náhradní, kompenzační vzor, aby došlo ke splnění záměru. Tento náhradní vzor však přetěžuje zbylé komponenty pohybové soustavy a může docházet až k poškození funkce. (Vařeka a Dvořák, 2001) Nacházíme se tak v bludném kruhu, označovaném jako ‚*circulus vitosus*‘. (Suchomel a Lisický, 2004)

## **6.2.Diskopatie podněcují skoliotické držení těla**

Jedním z typických základních znaků výhřezu meziobratlové ploténky v bederní části páteře je skoliotické postavení. To vzniká kompenzačním mechanismem s cílem ulevit iritovanému nervu. Vrchol skoliotické křivky může být buď na stranu výhřezu (homologní skolióza) nebo na straně protější (heterologní skolióza). (Postacchini et al., 1999) Nicméně nejtypičtějším vzorcem křivky je krátký oblouk v lumbosakrální oblasti a dlouhý oblouk křivky v torakální nebo torakolumbární oblasti směrem k opačné straně. Některé výzkumy dokazují, že vrchol křivky nemusí být zaručeně spojený s místem výhřezu. Jedná se o posturální skoliotické držení – tzn., že při předklonu skolióza mizí. Nejčastěji je způsobena výhřezem ploténky S4. (Zhu et al., 2011)

## **6.3.Vliv diskopatií na svalovou činnost**

Lidský trup je zapojen do téměř všech posturálních a pohybových úkolů a vzhledem k tomu, z kolika kloubů se páteř skládá, je zde mnoho stupňů volnosti. Proto pro stabilitu a kontrolu trupu, obzvláště v bederní oblasti, je zapotřebí svalová aktivita. U zdravého jedince je prokázáno, že ani

při přesných požadavcích na trupovou posturální kontrolu nedochází ke koaktivaci antagonistů. (Nieke et al., 2010)

Nestabilita bederní páteře má velké požadavky na trupové svalstvo, které je následně přetěžováno. V první polovině dne, kdy je disk nasáklý vodou, kompenzuje denní činnosti zádové svalstvo. S postupným snižováním rezervní kapacity svalů se objevuje bolest, která je těžko lokalizovatelná a akcentuje se v předklonu či při dlouhém sezení. Nemocný se snaží častěji střídát pozice. (Trnavský a Kolařík, 1997)

### *Dysfunkce lokálních stabilizátorů*

Dojde-li k funkčnímu vypojení hlubokých lokálních stabilizátorů (příkladem může být právě chronické nociceptivní dráždění), kontrolu nad stabilizací dostávají globální svaly. Kvalita pohybu nemusí být potom optimální a může mít úměrné důsledky pro pacienta. Globální systém vykazuje hyperaktivitu, aby kompenzačně suploval stabilitu, nicméně dominantní aktivita globálních stabilizátorů není vhodná. (Vacek, 2005) Kompenzační mechanismy se navíc časem vyčerpají a pacient přichází pro bolestivost. Převaha globálních stabilizátorů podněcuje vypojení lokálních stabilizátorů z pohybových vzorců. Navíc neprotahujeme-li hypertonické svaly, dochází k jejich zkrácení na základě retrakce vaziva s následným zmenšením klidové délky svalu. (Suchomel, 2006) Výsledkem dlouhotrvajících vertebrogenních obtíží je generalizace svalových dysbalancí na téměř všechny skupiny svalů. (Janda, 1982)

M. quadratus lumborum se u chronického pacienta začíná aktivovat jinak, vrací se do kvadrupedálního období a namísto laterální stabilizace je zapojován do flekčních pohybů. (Vacek, 2014)

### *Opožděná svalová odezva*

Mimo jiné lze prokázat jistou korelaci mezi poruchou posturální kontroly a zpožděným časem odezvy svalu. (Van Daele et al., 2007) Při náhodných výchylkách se zapojí s cílem zastabilizovat trup pomocí *zvýšení nitrobřišního tlaku* m. rectus abdominis, m. transversus abdominis, m.

erectores spinae a mm. externi obliqui. EMG studie prokázaly, že při akutních atakách low back pain tělo není schopné tyto svaly zapojit, na čas' a opožděním nábořem zapojení m. erectores spinae a mm. externi obliqui není dostatečně rychle a kvalitně vyvolán nitrobřišní tlak a může tak docházet k ohrožení stability trupu.

EMG testování prokazuje, že svaly chronicky unavené vyprodukují méně práce – EMG amplituda se v případě přetížených erektorů páteře a m. obliqui externi snížila pro případy, kdy svaly měly regulovat posuvné výchylky, tedy výchylky v předozadním (antero-posteriorním) směru. (Boudreau et al., 2011)

V případě déletrvající bolesti dochází i ke změnám prezentace stabilizačních svalů včetně m.transversus abdominis, paravertebrálních svalů atd. v primární motorické i somatosenzorické kůře, z čehož vyplývá opožděný a nepřesně odměřený nábor těchto svalů při posturálních reakcích. (Tsao et al. 2008, Jacobs et al. 2010)

#### **6.4. Posturografické měření před a po operaci ploténky**

V polské Vratislavi se uskutečnila studie, při které se 39 pacientů s lumbální hernií disku podrobilo testování posturální stability. Pacienti byli před operací plotének, a sice ve věku od 26-ti do 70-ti let, různého pohlaví a různé lokalizace výhřezu (vícečetný, L4/L5 apod.) a různého typu (centrální, bilaterální apod.).

Vyšetření jejich postury se odehrávalo vždy po 30 vteřinách na posturografu, jednou s otevřenýma očima, podruhé se zavřenýma očima. První měření se odehrálo před operací a druhé v intervalu tří/čtyř dní po operaci plotének. Sledovaly se následující parametry: *sway variability* (variabilita výkyvů), *range* (rozsah) a *sway velocity* (rychlost výkyvů) – vždy v antero-posteriorním a v medio-laterálním směru.

Výsledky měření ukazují na velkou závislost na vizuálních podnětech. Po operaci se významně snížily naměřené hodnoty v oblasti rychlosti a

plochy výkyvů při měření se zavřenýma očima. Variabilita výkyvů zásadní pokles neprokazovala. Tudíž závislost na zraku byla substituována jinými sensorickými modalitami. Měření s otevřenýma očima nevykazuje zásadní rozdíly před a po operaci.

Rozdíl v měření před a po operaci prokazuje okamžitý vliv operace na posturální strategii při zavřených očích. Při zavřených očích došlo u pacientů k pobídnutí CNS tak, aby více monitoroval pozici těla a zvýšil míru reciproční svalové kokontrakce, což je vlastně důkazem zlepšující se proprioceptivní funkce po operaci.

Z výsledku studie plyne, že pacienti postižení diskopatiemi se naučili zhoršený příjem proprioceptivní informace kompenzovat informací zrakovou. Tímto důsledkem se posturální kontrola mohla jevit jako optimální a následná reintegrace propriocepce po operaci nepoukazovala při měření s otevřenýma očima na zásadnější rozdíl. (Sipko et al., 2010) Tato fakta se shodují s jinými prováděnými studii, které rovněž poukazují na fakt, že určité posturální výchylky a výkyvy jsou nezbytné pro nepřetržité monitorování pozice těla oproti stabilním limitům. (Della Volpe et al., 2006)

Pro srovnání je zajímavé dodat, že pacienti s chronickými bolestmi zad trpí většími výkyvy při klidném stoji, avšak při stoji dlouhodobém vykazují naopak méně posturálních výkyvů nežli zdraví jedinci. Pacienti s chronickými potížemi vykazují při dlouhodobém stoji odlišné rozložení váhy, jinou frekvenci a amplitudu pro schéma rozložení COP a stoj více korigují pomocí posuvných výkyvů v antero-posteriorním směru. Zároveň u nich dochází k větší bilaterální kokontrakci m. gluteus medius. Tato kokontrakce napomáhá zamezení využití kyčelní strategie, pro kterou je důležitá synergická aktivita svalů kolem kyčlí. (Gallagher et al., 2011)

## 6.5. Posturální strategie

U jedinců s low back pain se objevuje *'trunk stiffening strategy'* – volně přeloženo se jedná o posturální strategii, kdy dochází k tuhnutí trupového



svalstva na podkladě menší amplitudy pohybů v trupu a vzrůstající koaktivaci trupového svalstva. (Jones et al., 2012) Svalová koaktivace je však méně metabolicky efektivní. (Nieke et al., 2010) Dlouhodobou aktivitou paravertebrálních erektorů páteře dochází k jejich vazivovatění. Navíc se postupem času skladuje více laktátu a pH svalu se snižuje, čímž se mění dráždivost svalových vřetének. Golgiho šlachová vřeténka jsou naopak hypertonem chronicky drážděná. Postižení jedinci následně minimalizují pohyb přetížených bolavých struktur, tedy bederní páteře, lumbosakrálního přechodu a kyčelního kloubu. Při chůzi tyto jedinci eliminují pohyb bederní páteře a pánve, dělají drobné kroky (Vacek, 2014) – stereotyp extenze v kyčli je pozměněn a chybějící stabilita v kříži se odráží změnami koordinované a přesné adjustace při pohybových změnách. (Janda, 1982) Dojde-li ke spojení extenze v kyčli s extenzí lumbosakrálního přechodu, ploténka, kostěná a vazivová struktury v oblasti L5-S1 jsou mechanicky opakovaně přetěžované. (Vacek, 2000)

V Belgii byla v roce 2008 uskutečněna studie, která se snažila zodpovědět, zda pacienti s bolestmi zad využívají jinou posturální strategii a jestli ano, tak jestli adaptovaná posturální strategie vede k posturální nestabilitě.

Studie probíhala takto: 24 zdravých probandů a 21 probandů trpících ‚low back pain‘ bylo hodnoceno ve vzpřímeném stoji na zemi a na pěnovce po dobu 4x60 sekund, a sice normálně bez vibrací, s vibrací na oblast triceps surae, s vibrací na oblast paravertebrálních svalů a s vibrací na tibialis anterior. Vibrace sloužily jako silnější stimul pro svalová vřeténka.

Závěr byl následující: mladí pacienti s opakovanými bolestmi bederní páteře spoléhají při klidném stoji a i při stoji na méně stabilní ploše především na kotníkovou strategii v porovnání se zdravými jedinci. Tato omezená variabilita posturální strategie stojí za způsobenou posturální nestabilitou v případech, že jsou právě požadavky na posturu zvýšené (například stojí-li jedinec na labilnější pěnové podložce). (Brumagne et al., 2008) Neochota zapojovat kyčelní strategii může pramenit z anticipace či ze

strachu nadcházející bolesti. (Jones et al., 2012) Dalšími faktory pro vyřazení kyčelní strategie je redukce síly a pohybové flexibility v oblasti bederní páteře a pánve. (Mann et al., 2010)

„Trunk stiffening strategy“ a kotníková strategie mohou být dostatečné pro posturální kontrolu při jednoduchých podmínkách. Vedou však k přísnější kontrole těžiště a výsledkem jsou lehké posturální výkyvy. Ty se objevují v podobné míře u zdravých jedinců i u jedinců s low back pain. Nicméně menší posturální výkyvy během klidného vzpřímeného stoje nezaručují posturální stabilitu při složitějších komplexních situacích s vyššími nároky na posturu. Jediný významný rozdíl v míře kymácení se objevil při testování na pěnovce se zavřenými očima – v tomto případě se výsledek lišil. Pacienti s bolestmi bederní páteře také měli pozměněnou anticipační kontrolu během pohybů horních končetin.

Měření potvrdilo větší citlivost ve svalech v oblasti kotníků u postižených jedinců než u zdravých. Naopak tomu bylo v oblasti bederních paraspinálních svalů, které prokazovaly větší citlivost u zdravých jedinců. Během stoje na nestabilní pěnovce CNS zdravých jedinců významně přikládá váhu na somatosenzorickou informaci právě z paravertebrálních svalů a podhodnocuje vjemy z oblasti kotníku. Naproti tomu u postižených jedinců nadále zůstává zásadní informace z oblasti kotníku. (Brumagne et al., 2008) Při větších dynamičtějších podmínkách na posturální kontrolu tito jedinci zvýší výkyvy v antero-posteriorním směru. (Della Volpe et al., 2006) Základem stoje na nestabilní ploše by měl být somatosenzorický vstup z jiných kloubů nežli je kotník, pro rovnováhu konkrétně je zásadní vstup z lumbosakrálního regionu.

Možnost výběru ze somatosenzorických informací, v souladu s běžným nastavením postury dle centrálního nervového systému, zabraňuje nežádoucím reakcím vyvolaným na základě vnitřních nebo vnějších odchylek. Jedná se o jednu z nejdůležitějších vlastností kontrolního posturálního systému. Právě přehodnocování somatosenzorických informací se považuje za rozhodující pro flexibilní posturální řízení. (Brumagne et al., 2008).

## ZÁVĚR

Ve své práci jsem dospěla k mnoha poznatkům. Posturální systém u lidí, kteří trpí diskopatiemi, se především mění následovně:

- původcem změn je hlavně nociceptivní dráždění v inkriminované oblasti, které vyvolává poruchu propiocepce,
- nemocný spoléhá v řízení posturálního systému zejména na zrakovou informaci (zdravý jedinec preferuje především informaci somatosenzorickou v podobě propiocepce)
- zatímco zdravý jedinec spoléhá při jednoduchých úkonech, co se posturálního řízení týče, na kotníkovou strategii a při úkonech složitějších zapojuje strategii kyčelní, postižený jedinec setrvává u kotníkové strategie a dochází u něj k mnohem větším posturálním výkyvům
- výpadek lokálních stabilizátorů páteře kompenzuje postižený jedinec hyperaktivitou globálních stabilizátorů páteře, což vede k dalšímu přetížení a bolestem
- postižený jedinec má opožděný nábor svalové aktivity v bederní oblasti a dochází tak k neadekvátní funkci nitrobršního tlaku podstatného pro stabilizaci trupu
- diskopatie, především výhřezy, vedou s cílem antalgického úlevového držení těla ke skoliotickému postavení páteře
- opožděný a nepřesně odměřený nábor stabilizačních svalů při posturálních reakcích funguje na základě změny jejich prezentace v primární motorické a somatosenzorické kůře

U postižených jedinců obecně dochází v důsledku změněné propioceptivní informace a snaze o eliminaci nociceptivního dráždění k tvorbě nových motorických vzorců, které však nejsou fyziologické a dříve nebo později se stávají dalším zdrojem bolesti. Pacient se proto pohybuje v tzv. *bludném kruhu*.

## SOUHRN

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala problematikou diskopatií, konkrétně tím, jak se diskopatie v bederní oblasti páteře projeví na postuře jedince. V první kapitole jsem shrnula anatomické a kineziologické informace týkající se páteře, dále jsem se zabývala meziobratlovou ploténkou samotnou (anatomii, kineziologií, jejím složením apod.), nastínila jsem jednotlivé druhy diskopatií a přiblížila, jak se klinicky mohou manifestovat. Předposlední kapitola se zabývá informacemi o posturálním systému tak, aby bylo následně snadné pochopit důsledky, kterými se diskopatie odráží na postuře.

Diskopatie jsou jedním z nejčastějších problémů, se kterým se v dnešní populaci můžeme setkat, a proto mě překvapilo, jak málo autorů se tomuto problému věnuje právě z posturálního hlediska. Čerpala jsem tudíž informace především se zahraničních zdrojů (přičemž doufám, že můj překlad bude dostačující), a sice z různých studií a výzkumů.

Myslím si, že práce umožňuje čtenáři pochopit důsledky diskopatií ve vztahu k posturálnímu systému a následně mu eventuálně pomoci při volbě pro pacienta vhodné a účinné terapie.

## SUMMARY

In my bachelor thesis I have focused on discopathy, particularly on the effects of posture of the individual with discopathy in the lumbar part of the spine. In the first chapter, I summarize spinal anatomy and kinesiology, then I focus on intervertebral disc from specific points of view (anatomy, kinesiology, structure, etc.), I have described various types of discopathies, summarized the information on posture, so that it should be easier to understand how discopathies effect the postural system.

Discopathies are one of the most common problems occurred in present population, therefore I was surprised that only a few authors devote themselves to this issue. I have obtained information mainly in foreign sources – studies and researches (with the hope that my translation will be sufficient).

Based on the sources I've mentioned above, I have described the subsequent postural changes – proprioception changes based on nociceptive stimulation; formation of new motor patterns which should be antalgic. Nevertheless, their effects may lead to hyperactivity of global spine stabilizers. I have described the changes of postural strategies. Likewise, I have mentioned the election of somatosensory information, which is preferred. I have also dealt with delayed recruitment of muscle activity and spinal stability, which is changed because of hypo or hyperfunction of adequate muscle.

Hopefully, my bachelor thesis should help readers to understand the implications of discopathies in relation to postural system, so that it could possibly help them to choose the appropriate therapy that can help individuals.

## Seznam použitých zdrojů

- BARSA, Pavel, SUCHOMEL, Josef. Anatomické, patofyziologické a klinické souvislosti bolestí zad. *Bolest*, 2003, č. 3, 162-168 str. ISSN 1212-0634
- BOUDREAU, Shellie Ann et al. The relative timing of trunk muscle activation is retained in response to unanticipated postural-perturbations during acute low back pain. *Experimental Brain Research*, 2011, č. 2, 259-267 str. ISSN 0014-4819
- BRUMAGNE, Simon et al. Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. *European Spine Journal*, 2008, č. 9, 1177-1184 str. ISSN 1177-1184
- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. 3. vyd. Praha: Grada, 2011, 552 str. ISBN 978-80-247-3817-8
- DELLA VOLPE, Raimondo et al. Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low back pain patients. *Gait and Posture*, 2006, č. 24, 349–355 str.
- DOUBKOVÁ, Alena, LINC, Rudolf. *Anatomie pro bakalářský studijní obor fyzioterapie*, 1. díl, 2. vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2011, 249 str. ISBN 978-800-246-1992-7
- DUNGL, Pavel et al. *Ortopedie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 1280 str. ISBN 80-247-0550-8
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 190 str., ISBN 978-80-247-1649-7.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 180 str. ISBN 978-80-247-1648-0.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. 1. vyd. Praha: Triton, 2009, 235 str. ISBN 978-80-738-7324-0.

DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Ludmila, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. 1. vyd. Praha: Manus, 2001, 110 str., ISBN 80-902318-8-8.

GALLAGHER, Kaitlin et al. Do individuals who develop transient low back pain exhibit different postural changes than non-pain developers during prolonged standing? *Gait and Posture*, 2011, č. 34, 490-495 str. ISSN 09666362

HART, Radek et al. *Degenerativní onemocnění páteře*. 1. vyd. Praha: Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-067-7

HÄCKLEL, Martin, BARSA, Pavel, MASOPUST, Václav. Výhřez meziobratlové ploténky doporučení ke klasifikaci v rámci diskopatie. *Bolest*, 2004, č. 2, 8-12 str. ISSN 1212-0634

HRABÁLEK, Lumír. *Degenerativní onemocnění páteře*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. 291 str. ISBN 978-80-244-2531-3

JACOBS, Jesse. Low back pain associates with altered activity of the cerebral cortex prior to arm movements that require postural adjustment. *Clinical Neurophysiology*, 2010, č. 3, s. 431-40

JANDA, Vladimír. *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch*. 1. vyd. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1982., 139 str.

KAPANDJI, Adalbert. *The Physiology of the Joints: Volume Three, The Trunk and the Vertebral Column*. 1. vyd. Churchill Livingstone, 2004. ISBN 0-433-01209-1

KASÍK, Jiří. *Vertebrogenní kořenové syndromy*. 1. vyd. Praha: Galén, 2002, 224 str. ISBN 80-247-0142-1

KÁŠ, Svatopluk, ORSZÁGH, Jan. *Ischias a jiné nemoci páteře*. 1. vyd. Praha: Brána, 1995. 164 str., ISBN 80-85946-14-9.

KOČIŠ, Ján, WENDSCHE, P. *Poranění páteře*. 1. vyd. Praha: Galén, 2012. 171 str., ISBN 978-80-7262-846-9

KOLÁŘ, Pavel et al: *Rehabilitace v klinické praxi*. 1.vyd. Praha: Galén, 2009, 713 str., ISBN 978-80-7262-657-1

LEPŠÍKOVÁ, Magdaléna et al. Změny somatognozie v klinickém obraze chronických bolestivých poruch pohybového aparátu. *Medicína po promoci*. 2013, č. 2, 42-47 str. ISSN 1212-9445

LEWIT, Karel. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. vyd. Praha: Česká lékařská společnost J.E. Purkyně, 2003, 411 str. ISBN 80-86645-04-5

MANN, Luena et al. Effect of low back pain on postural stability in younger women: Influence of visual deprivation. *Journal of Bodywork and Movement Therapies Articles*, 2010, č. 14, 361-366 str.

NÁHLOVSKÝ, Jiří. *Neurochirurgie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2006. 581 str., ISBN 80-7262-319-2

NIEKE, W. Willigenburg et al., *How is precision regulated in maintaining trunk posture?* [online]. 14. března 2010, Springer, 2010 [15.2015] Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00221-010-2207-5/fulltext.html>

PETEROVÁ, Věra et al. *Páteř a mícha*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005. 188 str., ISBN 80-726-2336-2

POSTACCHINI, Franco. *Lumbar Disc Herniation*. 1. vyd. Wien: Springer-Verlag, 1999, 623 str. ISBN 3-211-83118-5

SIPKO, Tomasz et al. Postural control in patients with lumbar disc herniation in the early postoperative period. *European Spine Journal*, 2010, č. 3, 409-414 str.

SUCHOMEL, Tomáš. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2006, č. 3, 112-124 str. ISSN 1211-2658



SUCHOMEL, Tomáš, LISICKÝ, D. Progresivní dynamická stabilizace bederní páteře. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2004, č. 3, 128-136 str. ISSN 1211-2658

ŠOUREK, Karel. *Chirurgie bederních meziobratlových plotének*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1984. 216 str., 08-037-84

ŠOUREK, Karel. *Chirurgie páteře a míchy*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1989, 201 str. 08-032-89

TICHÝ, Miroslav. *Dysfunkce kloubu IV*. 1. vyd. Praha: Miroslav Tichý, 2008, 117 str. ISBN 978-80-254-1625-9

TRNAVSKÝ, Karel, KOLAŘÍK, Jaromír *Onemocnění kloubů a páteře v praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 1997. 417 str. ISBN 80-858-2465-5

TROJAN, Stanislav et al. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 2. vyd. Praha: Grada, 2001, 226 str., ISBN 80-2470-031-X

TSAO, Henry et al. Reorganization of the motor cortex is associated with postural control deficits in recurrent low back pain. *Brain: A Journal of Neurology*, 2008, č. 8, s. 2161-2171

VACEK, Jan. Klinická neurofyzilogie. (přednáška) Praha: 3. LF UK, 25.3.2014

VACEK, Jan. Chronické bolesti v kříži – jeden z aspektů. *Neurologie pro praxi*, 2000, č. 1, 15-16 str. ISSN 1213-1814

VACEK, Jan. Vertebrogenní algický syndrom. *Practicus*, 2005, č. 6, 244-247 str. ISSN 1213-8711

VACEK, Jan. Meziobratlový disk – zdroj bolesti. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2003, č. 3, 77-80 str. ISSN 1211-2658

VACEK, Jan. Bolesti v kříži z pohledu myoskeletální medicíny. *Causa subita*, 2004, č. 7, 377-378 str. ISSN 1212-0197

VAN DAELE, Ulrike et al., Reproducibility of postural control measurement during unstable sitting in low back pain patients. [online].

22. května 2007, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2007 [15.4.2015]  
Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1888688/>
- VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (1. část). Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2002, č. 4, 115-121 str. ISSN 1211-2658
- VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (2. část). Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2002, č. 4, 115-12 str. ISSN 1211-2658
- VAŘEKA, Ivan, DVOŘÁK, Radmil. Posturální model řetězení poruch funkce pohybového systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, č. 1, 33-37 str. ISSN 1211-2658
- VÉLE, František. *Kineziologie posturálního systému*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1995, 85 STR. ISBN 382-118-95
- VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 1997, 272 str., ISBN: 80-7169-256-5
- VÉLE, František. *Kineziologie*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 str., ISBN: 80-7254-837-9.
- JONES, Stephanie et al. Individuals with non-specific low back pain use a trunk stiffening strategy to maintain upright posture. *Journal of electromyography and kinesiology*, 2012, č. 1, 13-20 str.
- ZELLER, John. Výhřez meziobratlové ploténky. *JAMA*, 2007, č. 2, 146 str. ISSN 1210-4132
- ZHU, Zezhang et al., *Scoliotic posture as the initial symptom in adolescents with lumbar disc herniation: its curve pattern and natural history after lumbar discectomy*. [online]. 30. září 2011, Springer, 2011 [29.4.2015]  
Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1186/1471-2474-12-216/fulltext.html>