

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
Ústav fyzioterapie

Zuzana Miturová

**S věkem spojené funkční a morfologické změny
osového orgánu**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Radek Mlíka, Ph.D.

Olomouc 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

V Olomouci dne 10. 7. 2017

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala Mgr. Radku Mlíkovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost, odborné vedení, cenné rady a připomínky k bakalářské práci. Poděkování také patří mé rodině a blízkým za podporu po celou dobu mého studia.

Anotace

Typ závěrečné práce: bakalářská práce

Název práce: S věkem spojené funkční a morfologické změny osového orgánu

Název práce v AJ: Age related functional and morfological changes in the spine

Datum zadání: 2016-01-31

Datum odevzdání: 2017-07-10

Vysoká škola: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Zuzana Miturová

Vedoucí práce: Mgr. Radek Mlíka, Ph.D.

Oponent práce: MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA

Abstrakt v ČJ: V této práci popisuji recentní informace o vývoji páteře a jeho poruchách. Zaměřila jsem se na prenatální a postnatální vývoj páteře z hlediska kineziologického. Dále jsem se věnovala degenerativním změnám páteře, jejich terapii a prevenci. Analýzou informací z dostupné literatury a odborných článků bylo zjištěno, že degenerace disku je hnací silou a příčinou s věkem spojené low back pain. Studie ukazují, že dědičnost je nejrozsáhlejší samostatný činitel určující degeneraci disku.

Abstrakt v AJ: In this thesis I describe recent information about spine evolution and its disorders. I focused on prenatal and postnatal evolution from the kineziological point of view. I also describe degenerative spine changes, its therapy and prevention. Thorough research of available literature and scientific articles showed that disc degeneration is the driving force and cause of age related low back pain. Studies show inheritance as the largest single determinant of disc degeneration.

Klíčová slova: páteř, zakřivení páteře, růst páteře, obratlové tělo, meziobratlová ploténka, degenerace disku

Key words: spine, spinal curvature, spinal growth, vertebral body, intervertebral disc, disc degeneration

Rozsah: 43 stran/ 6 příloh

Obsah

ANOTACE	4
OBSAH	5
ÚVOD	6
1 PŘEHLED POZNATKŮ	8
1.1 Vývoj páteře	8
1.2 Vznik vertebrogenních poruch	9
1.2.1 Degradace tkáně v souvislosti s věkem	9
1.2.2 Vliv zátěže na páteř	12
1.2.3 Poranění páteře	13
1.3 Přehled vertebrogenních poruch	14
1.4 Faktory přispívající ke změnám osového orgánu	19
2 DISKUZE	22
2.1 Změny osového orgánu v sagitální a frontální rovině	22
2.2 Typické změny páteře pro určité věkové skupiny	24
2.3 Faktory ovlivňující změny osového orgánu	25
2.4 Poruchy páteře spojené se zátěží při práci	25
2.5 Změny v minerální hustotě kostí	26
ZÁVĚR	28
REFERENČNÍ SEZNAM	29
SEZNAM ZKRATEK	38
SEZNAM OBRÁZKŮ	39
SEZNAM PŘÍLOH	40
PŘÍLOHY	41

Úvod

Páteř má tři základní funkce: nosnou, ochrannou a pohybovou. Jako osový orgán zajišťuje oporu pro naše tělo a některé její části slouží jako místa pro úpony svalů, které zajišťují pohyblivost končetin a hlavy. Páteřním kanálem, který je ohraničen obratlovými oblouky a obratlovými těly, prochází mícha. Ta je páteří chráněna před zraněním a člověk tak předchází ochrnutí. Pohyb páteře je umožněn meziobratlovými klouby a ploténkami.

Při odchylkách páteře, vrozených nebo způsobených nerovnoměrným zatěžováním, úrazy či degenerací, dochází k ovlivnění celé postury a ke změně pohybových stereotypů. Předcházení těmto změnám, pokud je lze ovlivnit, se jeví jako klíčové.

Onemocnění páteře trápí téměř každého jedince v průběhu jeho života. Nejčastějším příznakem při nich bývá bolest, která je ale nespecifickým symptomem a nepomáhá nám tedy danou poruchu přesně určit. Stárnutím vznikají degenerativní změny také fyziologicky. Cílem této práce bylo udat přehled těchto poruch a specifikovat pro ně souvislost s věkem.

Klíčová slova, která jsem použila k vyhledávání relevantní literatury, jsou: páteř, zakřivení páteře, růst páteře, obratlové tělo, meziobratlová ploténka, degenerace disku (spine, spinal curvature, spinal growth, vertebral body, intervertebral disc, disc degeneration).

Používanými internetovými databázemi byly: PubMed, EBSCO a Google Scholar. Bylo použito 57 článků, zejména v anglickém jazyce, z toho 56 zahraničních. Dále jsem čerpala z 9 níže uvedených monografií, které současně sloužily jako vstupní literatura.

BOGDUK, N. 2005. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone, 2005. ISBN 0-443-10119-i.

HAMILL, J., KNUTZEN, K.M., DERRICK, T.R. 2015. *Biomechanical Basis of Human Movement*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2015. ISBN 978-1-4511-7730-5.

HRABÁLEK, L. 2010. *Degenerativní onemocnění páteře*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244.

KAPANDJI, A. I. 2008. *The physiology of the joints: the spinal column, pelvic girdle and head*. 6th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2008. ISBN 978-0-7020-2959-2.

KUČERA, M., KOLÁŘ, P., DYLEVSKÝ, I. *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-712-7.

LOUIS, R. *Surgery of the Spine-Surgical Anatomy and Operative Approaches*. Berlin: Springer-Verlag, 1983. ISBN 13:978-3-642-81810-3.

POPOVIČ, J. *Bolesti v zádech a ischias*. Praha: Avicenum, 1989, 200 s.

RESNICK, D. *Diagnosis of Bone and Joint Disorders*. 3rd ed. Philadelphia, PA: WB Saunder.1995. ISBN 10: 072165066X.

RYCHLÍKOVÁ E. 2016. *Tajemství zdravé páteře*. 1. vyd. Praha: Triton, 2016. ISBN 978-80-7387-592-3.

1 Přehled poznatků

1.1 Vývoj páteře

Studie o evoluci obratlovců ukazují, že adaptace na kvadrupedální lokomoci je dosažena výskytem cervikální lordózy a adaptace na vzpřímenou pozici u vyšších antropoidních živočichů souvisí s výskytem lumbosakrální lordózy. Cervikální a lumbosakrální lordóza jsou u novorozence nekompletní. Při nitroděložním vývoji se lumbosakrální zaúhlení formuje velmi intenzivně. Výsledná křivka je ale později ovlivněna růstem masivních sakrálních obratlových těl (Louis, 1983, p. 8).

Během počátečního prenatálního období je sagitální zakřivení páteře reprezentováno téměř kontinuálním obloukem tvořeným hrudními a sacrococcygeálními segmenty. Ve fetální fázi se objevuje krční a bederní lordóza jako sekundární zakřivení. Jejich rozvoj je spojen s aktivitou svalů a pohybem plodu (Giglio et al., 2007, p. 2).

Krční lordózu tvoří 7 cervikálních obratlů. Její vývoj koreluje s elevací hlavičky dítěte. Zakřivení se mění v závislosti na pozici hlavičky. Hrudní kyfóza, kterou tvoří 12 thorakálních obratlů, je přítomna už po narození. Bederní lordóza se skládá z 5 lumbálních obratlů. Vytváří se jako odpověď na zatížení a je ovlivněna postavením pánve a dolních končetin. Poslední, sacrococcygeální zakřivení, tvoří 5 sakrálních a 4-5 srostlých coccygeálních obratlů (Hamill et al., 2015, p. 242).

Ukazuje se, že postavení pánve a lumbální lordóza se rozvíjí, když se dítě učí chodit, což vede ke korelaci mezi těmito parametry. Tato souvislost mezi pánví a páteří mohla vzniknout na genetickém podkladě během evoluce hominidů přirozeným výběrem. Jde o ideální kompromis mezi stabilitou a mobilitou, který je nezbytný pro napřímení trupu naléhajícího na dolní končetiny. Pro formování zakřivení páteře je nezbytná pohyblivost obratlů, zatímco stabilita pánve je nezbytná pro umožnění využití lordóz a kyfóz. Navíc stabilní pánev zajišťuje tlumící účinek pro zvětšování těchto zakřivení. Autoři se domnívají, že tento proces funkční integrace je možný pouze v souvislosti s bipedální lokomocí (Tardieu et al., 2017, pp. 912-928).

Nárůst kostní hmoty během dětství a adolescence je pod vlivem mnoha faktorů, jako jsou genetické, hormonální, nutriční, environmentální a stupeň fyzické aktivity. Dětství je důležité a speciální období růstu, neuromuskulárních změn a rozvoje. Podobně jako adolescenti a dospělí i děti mohou trpět různým chronickým kostním onemocněním nebo jsou nuceni brát léky zvyšující kostní fragilitu. Pokud se zlomeniny objeví bez předcházejícího traumatu nebo identifikace abnormální kostní struktury, jde o křehkost kostí (Manousaki et al., 2016, p. 252).

Rapidní zvýšení růstu během puberty může působit zvýšené riziko vzniku nebo zhoršení deformit hrudní páteře. Navíc činnosti ve škole, včetně psaní zleva doprava u nearabských jazyků, může být horší pro leváky ve srovnání s praváky. Při vizuálním doprovodu při psaní se leváci obvykle musí pohybovat od směru psaní a permanentně přizpůsobují posturu tomuto odlišnému způsobu. Musí se ohýbat a vytáčet trup doleva a dolů směrem k papíru a přetrvávat v této nezvyklé pozici (Vasconcelos et al., 2017, p. 4)

Mnoho bolestivých stavů u dospělých je způsobeno dlouhodobým efektem špatné postury nebo vychýlením osy těla. Nesprávná postura má významný vliv na zdraví člověka a působí výrazný problém při období růstu. Ve skutečnosti bolest spojená se stářím je často zakořeněna v posturálních návycích ovlivňujících rozvoj páteře během klíčového období růstu v období adolescence (Lou et al., 2011, p. 1147).

Když srovnáme zátěž páteře čtyřnožců, kteří mají tělo podepřeno na dvou koncích, a zátěž páteře člověka, zjistíme, že u lidí kvůli vzpřímenému držení těla podléhá páteř větší zátěži. Onemocnění meziobratlové ploténky je proto u člověka mnohonásobně častější. U čtyřnohých živočichů se onemocnění ploténky spolu s příznaky (bolest, ochrnutí) objevuje jen výjimečně, a to u živočichů, u kterých se může projevit chondrodystrofie, např. u určitých plemen psů. Také u chondrodystrofických lidí, tzv. liliputánů, je kvalita obratlové ploténky horší, proto u nich častěji dochází k výhřezu ploténky (Popovič, 1989, s. 29).

1.2 Vznik vertebrogenních poruch

Slovo *vertebrogenní* vzniklo spojením výrazů „*vertebra*“, latinským slovem znamenajícím obratel, a „*genesis*“, řeckým slovem označujícím původ. Říká nám tedy, že příčina poruchy tkví přímo v páteři. Neprozrazuje však nic o tom, proč porucha vznikla. Příčin vertebrogenních poruch bývá celá řada. Nejčastěji se uvádí věkový faktor v souvislosti s degradací tkáně. Mezi další možné příčiny řadíme úrazy či nadměrnou zátěž. Při vyšetřování vertebrogenních poruch chceme zjistit původ vzniku. Bez tohoto údaje nelze stanovit postup léčby ani zamezit nedorozuměním a chybným výkladům potíží nemocnými (Rychlíková, 2016, s. 29).

1.2.1 Degradace tkáně v souvislosti s věkem

Stárnoucí páteř vede k jejímu častějšímu zranění a bolestivosti. Během procesu stárnutí klesá pružnost páteře až o 10 % ve srovnání s páteří mladých jedinců. Je zde také odpovídající

ztráta síly svalů trupu asi o 1 % za rok. Ve věku 30 až 80 let se síla chrupavek, kostí a vazů redukuje o 30 %, 20 % a 18 % v daném pořadí (Hamill et al., 2015, pp. 268-269).

Degenerativní změny postihují především klouby. Nejprve dochází k poškození povrchové části kloubu, tedy chrupavky. Později jsou ovlivňovány hlubší vrstvy, až může být zasažena i kost pod chrupavkou. Jako reakce na poškození chrupavky či kosti vzniká jejich remodelace a změna tvaru, kterou doprovází tvorba výrůstků. Pokud se tyto změny týkají chrupavky, jde o *artrózu*. Když se dostanou na kostní tkáň, hovoříme již o *osteoartróze*. Při degenerativních změnách obratlů dochází ke změně jejich tvaru rozšířením těla do stran a deformací okrajů. Degenerativní změny kloubní chrupavky intervertebrálních kloubů nazýváme *spondylartróza* (Rychlíková, 2016, s. 30).

Při vertebrogenních poruchách také nalézáme velmi často degenerativní změny meziobratlových plotének. Jde o plynulou řadu změn, u nichž je často nemožné odlišit fyziologické projevy stárnutí od druhotných patologických, vzniklých jako reakce na řadu exogenních a endogenních vlivů. Postihují všechny tři tkáně, ze kterých se ploténka skládá, nucleus pulposus, anulus fibrosus a hyalinní chrupavku krycí destičky, v různém časovém sledu a různém rozsahu (Hrabálek, 2010, s. 5).

Odhadovaný věk, kdy lumbální intervertebrální disky přestávají růst a přecházejí do fáze degenerace, je 13,3 let. Degenerace disku je hnací silou a příčinou s věkem spojené low back pain (LBP). Komplikovaná epidemiologie vzniku low back pain je spojená s koexistencí dvou faktorů, a to pomalým vznikem degenerace disku, ale rychle vznikající opakující se bolestivostí (Zheng a Chen, 2015, pp. 1-8)

Při stárnutí disku počet živých buněk v nucleus pulposus klesá. Poměr buněk, které podléhají nekróze, se mění z 2 % po narození, přes 50 % u mladých dospělých, po 80 % u starších jedinců. S pokročilým věkem se hromadí zrnka lipofuscinu. Makroskopicky během fibrotizace intervertebrálních disků se rozdíl mezi nucleus pulposus a anulus fibrosus stává méně zřejmý. Tyto dvě oblasti se slučují tím, že nucleus pulposus začíná pronikat do anulu. V období středního věku se jádro stává pevnějším, sušším a zrnitějším. Je méně schopné rovnoměrně přenášet váhu a rozložit tlak na anulus fibrosus. Větší podíl jakéhokoli vertikálního zatížení tedy nese anulus fibrosus. Kolagenní lamely anulu s věkem nabírají na své šířce a stávají se více fibrilovanými, což způsobuje rozvoj trhlinek a dutinek, které se můžou měnit na rozsáhlejší praskliny a otevřené trhliny. Počet nekompletních lamel vzrůstá. Tyto změny nemusí být způsobeny jen zevně vzniklým zraněním páteře, ale mohou se objevit jednoduše během malých opakovaných inzultů působících na přetížené anulus fibrosus při pohybu trupu v průběhu aktivit běžného dne. Také pevnost v tahu se u anulu snižuje s degenerací disku.

V nucleus pulposus probíhá zvýšení obsahu kolagenu a zvýšení kolagen-proteoglykanových vazeb. Obsah kolagenu v anulus fibrosus také roste, ale koncentrace elastických vláken v něm klesá z 13 % ve věku 26 let na asi 8 % ve věku 62 let. V nucleus pulposus klesá s věkem obsah tekutiny. Při narození je obsah tekutiny v jádře 88 % a ve věku 75 let klesá na 65-72 %. Největší redukce tekutin však probíhá během dětství a adolescence (Bogduk, 2005, p. 166).

Snížení obsahu tekutin v jádře spolu s degenerací intervertebrálních disků mění materiální vlastnosti jádra z chování jako tekutina na chování jako pevná látka. Redukce tekutiny také vede ke ztrátě výšky intervertebrálních disků, které způsobuje vyklenování vláken anulus fibrosus a povolování napětí ligament. Tyto geometrické a materiální změny vedou k ovlivnění biomechaniky páteře, zahrnující rozsah pohybu, intradiskální tlak a nosnost meziobratlových kloubů (Park et al., 2013, p. 1234).

U nově narozených je krycí destička obratle součástí růstové ploténky obratlového těla. Směrem k intervertebrálnímu disku je artikulární plocha krycí destičky tvořena fibrocartilagem, zatímco strany obratlového těla sloupci proliferujících buněk rozšířených do osifikujícího těla obratle. Ve věku 10-15 let se artikulární plocha krycí destičky stává relativně tlustší, zatímco růstová zóna na tloušťce ztrácí a proliferující buňky klesají na počtu. Během 17. až 20. roku, kdy dochází ke zpomalení růstu, se destička rozlišuje od obratlového těla rozvojem subchondrální části a mezi 20. až 65. rokem se stává tenčí a objevují se mrtvé buňky na povrchové vrstvě chrupavky. V subchondrální části krycí destičky se uzavírají vaskulární kanálky, což vede ke snížení její permeability pro přívod živin. Porušená výživa může být jedním z faktorů, které způsobují biochemické změny nucleus pulposus, ale zdá se, že se to děje během života příliš pozdě na to, abychom to mohli považovat za základní příčinu těchto změn. (Bogduk, 2005, p. 167).

Dojde-li k jakémukoli snížení propustnosti krycí destičky, je přísun živin výrazně redukován a následkem je výrazně omezená produkce proteoglykanů a tím urychlena degenerace disku. Nepoměr také může vznikat při normálním přísunu živin a zvýšení metabolických nároků na buněčné struktury, například u mechanického přetěžování disku (Vacek, 2003, s. 78).

S věkem pozorujeme celkový pokles kostní hustoty obratlových těl a pokles pevnosti kostní tkáně. Tyto změny korelují se změnami velikosti a uspořádáním trabekul v těle obratlů. Vertikální trabekuly se pomalu absorbují, ačkoli ty, které přetrvávají, se stávají tlustšími. Horizontální trabekuly jsou absorbovány a nebývají nahrazeny. Stárnutí obratlového těla je tudíž charakterizováno ztrátou horizontálních trabekul, nejvíce výraznou v centrální části obratlového těla, tedy části překrývající nucleus pulposus. Ztráta horizontálních trabekul vede

k vymizení jejich vyztužujícího účinku pro vertikální trabekuly a pevnost centrální části obratlového těla klesá. S oslabením trabekulárního systému je větší poměr kompresivního tlaku na obratlové tělo přenášen na kortikální část kosti. Od věku 40 let trabekulární kost nese pouze 35 % zátěže. Kortikální kost ovšem selhává při pouhých 2 % deformace, zatímco trabekulární kost toleruje 9,5 % deformace, než dojde k jejímu selhání. S větší oporou na kortikální kost se tudíž obratlové tělo stává méně odolné k deformaci a zranění. Nedostatečná opora ze strany přiléhající kosti deformuje obratlové krycí destičky mikrotrhlinami a postupně dochází k prohlubování obratlů do konkávního tvaru. Navíc se centrální část krycí destičky stává náchylnější ke zlomeninám při nadměrném kompresivním tlaku působícím na disk (Bogduk, 2005, pp. 167-168).

1.2.2 Vliv zátěže na páteř

Při výrazné axiální síle působící na páteř, jako je váha těla při stoji, obsah tekutiny v gelatinózní matrix jádra uniká do obratlového těla skrz tyto póry. Tento statický tlak je udržován během dne. Večer obsahuje nucleus pulposus méně tekutiny než ráno po probuzení. Disky jsou večer tedy znatelně nižší. U normálního člověka toto ztenčování během dne může dosáhnout výšky dvou centimetrů. Naopak během noci obratlová těla již nejsou objektem působení axiální síly gravitace, ale pouze působení síly svalového tonu, jenž se během spánku také povoluje. V tomto období odpočinku hydrofilní jádro čerpá tekutinu zpátky z obratlového těla a nabývá opět své původní tloušťky. Proto jsme vyšší ráno než večer. Tento proces také způsobuje lepší ohebnost páteře v ranních hodinách (Kapandji, 2009, p. 28).

Degenerativní změny mají vliv na funkci páteře, jestliže je v jejich důsledku pohyb v intervertebrálním kloubu prováděn nevhodným pohybovým mechanismem nebo je omezován, případně jsou drážděny okolní struktury. Bylo prokázáno, že stálým nevhodným zatěžováním vzniká také deformace paravertebrálních vazů, které pak mohou dráždit nervové struktury, a tak provokovat bolest. Tam, kde jsou příčinou obtíží degenerativní změny, mají bolesti většinou chronický charakter. Degenerativní změny mohou postupným zvětšováním omezovat funkčnost kloubu nebo mechanickým drážděním přilehlých struktur vyvolávat různé klinické příznaky (Rychlíková, 2016, s. 34).

Degenerace disku mění pohyb v segmentu. Souběžně s degenerací disku probíhá postižení facetových kloubů a rozvoj osteoproduktivních změn. Než dojde ke vzniku tak výrazných deformit a osteofytů, které pohyb v segmentu omezují, je pro postižení disku typické zvýšení pohybu v daném segmentu (Vacek, 2003, s. 79).

Kompresní síly působící na disky nejvíce naléhají na disk nejbližší os sacrum, protože váha těla podepřená páteří roste s délkou páteře ležící nad diskem. U průměrného osmdesátiletého muže váží hlava 3 kg, horní končetiny 14 kg a trup 30 kg. Pokud předpokládáme, že v oblasti disku L5-S1 páteř podpírá dvě třetiny váhy trupu, pak působící váha je 37 kg, tedy skoro polovina váhy těla. K tomu musíme přidat sílu vynaloženou napětím paraspinálních svalů pro udržení trupu ve vzpřímené pozici. Pokud neseme tuto zátěž a náhle přidáme další zátěž, disk uložený nejnižší vystavíme silám, které mohou překročit jeho pevnost, obzvláště u disků ovlivněných stářím. Ztráta tloušťky disku se liší podle toho, zda jde o zdravý či porušený disk. Pokud zatížíme zdravý disk váhou 100 kg, poklesne o výšku 1,4 mm a rozšiřuje se do stran. Pokud zatížíme porušený disk stejnou váhou, poklesne o výšku 2 mm a selhává poté v kompletním znovuzískání původní tloušťky po přerušení působení zátěže. Při normální tloušťce disku jsou chrupavčité artikulární plochy kloubů uspořádané nad sebou a jejich meziprostory jsou rovné a pravidelné. U oploštělého disku je kontakt kloubních ploch porušen. Tato distorze kloubů bývá z dlouhodobého hlediska hlavním faktorem vedoucím k osteoartritidě páteře (Kapandji, 2009, p. 30).

Kalciové soli tvoří minerální složku kostí. V dnešní době lze dobře posoudit a diferencovat stav uložení minerálů v různých částech kostry. Bone mineral content (BMC) a rovněž i bone mineral density (BMD) byly nalezeny významně vyšší u atletů s vysokou krátkodobou fyzickou zátěží. Pokud fyzická zátěž pokračuje i ve středním věku a u starších jedinců, může trvale přispívat ke zvýšení BMD a BMC. V minerálním složení kostí nacházíme rozdíly dle typu tělesné zátěže. Bylo zjištěno, že atletky s amenoreou vykazují oproti kontrolní neatletické skupině a atletkám s normálním cyklem významně nižší hodnoty BMD. U závodních gymnastek ve věku okolo 10 let, tedy v období před pubertou, je naopak výrazně vyšší BMC ve srovnání s kontrolními vzorky. Stejně nálezy ale nebyly zjištěny u závodních plavkyň. Zdůrazňuje se, že šlo o dlouhodobou intenzivní zátěž. Tyto hodnoty byly zjištěny pomocí přístroje DEXA nebo volumetrickou kostní denzitometrií (Kučera et al., 2011, ss. 6-7).

1.2.3 Poranění páteře

Porodní komplikace jsou nejčastější příčinou poranění krční páteře u novorozenců. U jednoho z 60 000 porodů dochází k poranění krční míchy, a to nejčastěji v horní části krční páteře. Při porodu jsou hlavními známkami poškození míchy apnoe a chabá kvadruplegie. K poranění krční páteře může dojít v důsledku použití kleští při protrahovaném porodu. Tato poranění často vedou ke smrti novorozence (McCali et al., 2006, p. 1).

Trauma páteře je zdrojem značné morbidity či výrazného poklesu kvality života. Chirurgie se u traumat páteře snaží obnovit integritu páteře při zachování co nejvíce možných fyziologických funkcí. Zvýšení věku úmrtnosti a lepší prevence závažných nehod posunula epidemiologii úrazu páteře ke vzrůstu osteoporotických fraktur. Za posledních 15 let věk pacientů a počet úrazů v domácnostech zaznamenal nárůst. To můžeme vysvětlit zvýšeným počtem osteoporotických fraktur u starších osob (Bouyer et al., 2015, pp. 11-14).

1.3 Přehled vertebrogenních poruch

Nejvíce vertebrogenních poruch (v rozsahu 85-90 %) je klasifikováno jako nespecifické. Mohou zahrnovat bolestivý syndrom, degeneraci disku, spondylózu, radikulopatii, stenózu, spondylolistézu, frakturu, tumor nebo osteoporózu, ale nejsou jimi limitovány. Například LBP je běžné onemocnění a nejčastější důvod disability v USA u osob mladších 45 let, druhý nejčastější důvod návštěvy lékaře a třetí nejčastější důvod chirurgického zásahu (Alshami, 2015, p. 726).

Klasifikace degenerace disku zahrnuje změny, u kterých pozorovatel neodliší patologické změny od normálních důsledků stárnutí. Uvádí se odlišný průběh dvou degenerativních procesů: *spondylosis deformans*, která zasahuje hlavně anulus fibrosus a přilehlou apofýzu (viz příloha 1-A), zatímco *intervertebrální osteochondróza* ovlivňuje převážně nucleus pulposus, krycí destičku obratlového těla a může také zahrnovat rozsáhlé fisury anulus fibrosus, které někdy bývají doprovázeny atrofií (viz příloha 1-B) (Resnick, 1995, pp. 1373-1374).

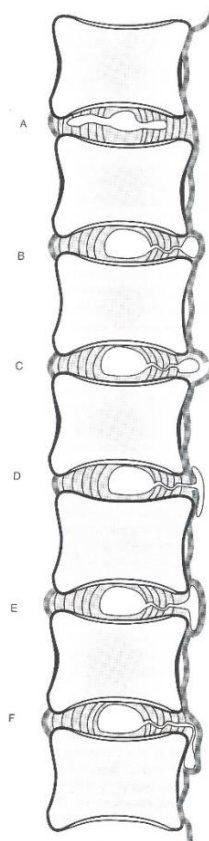
Průběh degenerace disku záleží na tom, jestli počáteční strukturální defekt zahrnuje krycí destičku nebo anulus fibrosus. Poškození krycí destičky způsobuje bezprostřední a rozsáhlou ztrátu tlaku v jádře a vysokou koncentraci napětí vznikající v anulu, obzvláště posteriorně od jádra. Tento mechanismus nejvíce postihuje dolní hrudní a horní bederní disky a může způsobit kolaps anulu do dekomprimovaného jádra. Jaderná dekomprese také zahrnuje syntézu matrix jadernými buňkami a vysoká koncentrace stresu v anulu zvyšuje působení matrix-degradujících enzymů. Tímto způsobem poškození krycí destičky řídí degeneraci disku biologickým i mechanickým způsobem. Eventuálně může být anulus narušen přímo velkou a opakovanou zátěží při ohýbání a kompresi. Tento typ zatížení může způsobit herniaci disku do nebo skrz poškozené části anulu. Poranění anulu má menší efekt na tlak v jádře či jaderný metabolismus než poranění krycích destiček. Nicméně může způsobit různorodé degenerativní změny v anulu, včetně apoptózy buněk disku a enzymatickou degradaci matrix. Většina

degenerativních změn, které můžeme nalézt ve tkáni vyhřezlého disku vyseparované při chirurgické operaci, pravděpodobně nastává až po samotném průběhu herniace jako výsledek otoku tkání, vyplavování proteoglykanů a revaskularizace. Na základě novodobých znalostí se konstatuje, že tkáň vyhřezlého disku často odtlačuje některé chrupavčité krycí destičky pryč od subchondrální kosti, čímž způsobuje volnou komunikaci mezi diskem a obratlovým tělem. To může vést k zánětlivým změnám krycích destiček a k bakteriální infekci disku. Počáteční poranění u degenerace řízené krycími destičkami a u anulárně řízené degenerace se častěji objevují, pokud má disk podstatný nukleární tlak. Přesto oba typy zranění způsobují pokles tohoto tlaku. Jedno zranění redukuje vznik dalšího, takže tyto dva typy degenerace můžeme nalézt společně velmi zřídka. Některé disky vykazují znaky obou typů degenerace, a to v případě, kdy částečné poranění poškodilo krycí destičku a anulus ve stejnou dobu. Poranění anulu převážně narušuje odolnost pohybového segmentu k ohýbání a torzi, zatímco poranění krycích destiček narušuje hlavně odolnost vůči kompresi (Adams et al. 2015, pp. 199-200).

Při axiální kompresi může hmota nucleus pulposus vyhřeznout do různých směrů. Pokud jsou vlákna anulus fibrosus stále dostatečně silná, může zvýšený tlak v jádře způsobit změnu tvaru diskálního povrchu obratle. Vlákna anulu začínají degenerovat ve věku 25 let. Proto pod axiálním tlakem může nukleární materiál vyhřeznout skrz poškozená vlákna anulu v koncentrickém nebo častěji radiálním směru (viz příloha 2). Herniace nukleárního materiálu anteriorně patří k nejvzácnějším, zatímco posteriorní, resp. posterolaterální herniace patří k nejčastějším (Kapandji, 2009, p. 137).

Herniace disku je definována jako přemístění části diskálního materiálu za oblast intervertebrálního prostoru. Diskálním materiálem může být myšleno jádro, chrupavka, fragmenty kostní tkáně, anulární tkáň nebo jakákoli kombinace předchozích. Meziobratlový prostor je kraniálně a kaudálně vymezen krycími destičkami obratlů a periferně terminálními plochami obratlů. Herniace může být klasifikována jako protruze nebo extruze v závislosti na obsahu vyhřezlého materiálu (Fardon et al. 2014, p. 2528).

Pokud dojde k narušení disku, část nukleární substance putuje anteriorně, ale větší část posteriorně, kde může dosáhnout posteriorního okraje disku a náhle se vyskytne pod posteriorním longitudinálním ligamentem (viz obrázek 1). Při roztržení anulu (viz obrázek 1-A), část nukleární hmoty, stále s hmotou spojená, může zůstat schovaná pod posteriorním longitudinálním ligamentem (viz obrázek 1-B), odkud může být vrácena zpět pomocí trakce obratlů, ale častěji prochází skrz posteriorní ligamentum (viz obrázek 1-C) a může se dokonce dostat do vertebrálního kanálu, např. jako volný nebo migrující typ prolapsu disku (viz obrázek 1-D). V jiných případech část nukleární hmoty zůstává zadržena pod posteriorním longitudinálním ligamentem (viz obrázek 1-E) a oddělí se od vláken anulu, které ji za normálních okolností vrací zpět do původní pozice. Nakonec část nukleární substance může dosáhnout hluboké části posteriorního ligamenta a sklouzává inferiorně nebo superiorně (viz obrázek 1-F). Když vyhřezlý disk začne tlačit proti posteriornímu longitudinálnímu vazu, nervová zakončení vazů se napínají a způsobují lumbago. Komprese nervového kořene vyhřezlým diskem způsobuje kořenovou bolest, kterou nazýváme odlišně dle místa lokace. Například při poruše nervus ischiadicus hovoříme o ischias. (Kapandji, 2009, p. 136).



Obr. 1 Typy posteriorního prolapsu (Kapandji, 2009, p. 137)

Protruzi popisujeme, pokud je největší vzdálenost okrajů diskálního materiálu mimo oblast intervertebrálního prostoru menší než část nacházející se stále v této oblasti. Extruze je přítomna, pokud alespoň jedna vzdálenost v jakémkoli směru mezi konci diskálního materiálu mimo prostor disku je větší nebo pokud dojde k narušení kontinuity mezi materiálem disku v meziobratlovém prostoru a mimo něj. Další forma extruze se nazývá sekvestrací a popisuje se tehdy, když materiál disku plně ztrácí kontinuitu s parentálním diskem. Termín migrace se užívá při významném přemístění diskálního materiálu mimo směr extruze (Fardon et al., 2014, pp. 2529-2530).

Protruze disku obvykle doprovází zvedání břemene při flektovaném trupu. Během první fáze flexe trupu se disk oplošťuje anteriorně a meziobratlový prostor se rozšiřuje posteriorně. Nukleární hmota se dostává posteriorně skrz dříve vytvořené trhliny anulu (viz příloha 3-A). Během druhé fáze, kdy dochází ke zdvižení břemene, zvýšená axiální komprese rozdrťí celý disk a násilně tlačí nukleární hmotu posteriorně, dokud nedosáhne hlubokého povrchu posteriorního longitudinálního ligamenta (viz příloha 3-B). Ve třetí fázi, kdy se trup téměř vyrovnává, je kličkující cesta vyhřezující hmoty dokončena tlakem obratlových diskálních ploch a vyhřezlá hmota zůstává uvězněna pod posteriorním longitudinálním ligamentem (viz příloha 3-C). To způsobuje prudkou akutní bolest v bedrech neboli lumbago (Kapandji, 2009, p. 138).

Změny dle Modica jsou běžným fenoménem zobrazovaným na MRI u spinálních degenerativních onemocnění a jsou silně spojeny s diskogenní LBP. Jde o lézi kostní dřevě a krycích destiček. Modic et al. (1988) zkoumali bederní oblast 474 pacientů s LBP nebo ischias. Popsali změny dle Modica (MC) typu I odpovídající otoku obratlového těla a hypervaskularitě u 4 % pacientů, MC typ II odrážející tukové náhrady červené kostní dřevě u 16 % pacientů a MC typ III sestávající ze subchondrální sklerózy kosti. Třetí typ v klasifikaci dle Modica se vyskytuje nejvzácněji. MC změny mohou být detekovány v bederní, krční a hrudní páteři u lidí, ale i v páteři některých zvířat. Typ I a typ II se nejčastěji vyskytují v bederní páteři. Umístění signálních změn a rozložení typu I a II bylo častější v přední třetině obratle než v zadních dvou třetinách a rozložení typu II bylo častější u horní krycí destičky ve srovnání s dolní krycí destičkou. MC všech typů jsou také charakterizovány výskytem paralelně na obou stranách a ve vertikální hloubce 3-30 milimetrů. Tyto změny můžeme detekovat na MRI při různých stavech, jako jsou infekce nebo degenerativní a imunologická onemocnění (Modic et al. in Zhang et al., 2008, pp. 1289-1296).

Bolesti zad se v populaci vyskytují s prevalencí 60-90 %, roční incidencí 5 % a představují tak druhý nejčastější důvod návštěv zdravotnických zařízení. LBP je u osob

mladších 45 let druhou nejčastější příčinou pracovní neschopnosti. U těchto pacientů dochází ke vzniku lokální bolesti. Někdy hovoříme o bolesti muskuloskeletální nebo pseudoradikulární. Základním úkolem při vyšetření a léčbě těchto pacientů je odhalit ty pacienty, u nichž se bolestí zad manifestuje jiné závažné onemocnění, tzv. red flags, kde řadíme spondylodiscitidu, tumor, nebo frakturu obratle. (Hrabálek, 2010, s. 16).

Silná a chronická bolest může být způsobena mechanickou stimulací degenerovaných intervertebrálních disků. MRI a diskografický výzkum ukazují malou shodu mezi generalizovanou degenerací disku a bolestí zad. Udává se, že pouze některé znaky degenerace disku jsou bolestivé, jako například radiální fisury anulus fibrosus nebo posteriorní protruze disku. Degenerativní změny mohou být méně bolestivé v průběhu zhoršování, protože zúžení disku může způsobit, že disk je chráněn před mechanickým zatěžováním přilehlými intervertebrálními klouby. Navzdory těmto tvrzením nejsou pochyby o tom, že degenerace může být bolestivá (Adams et al. 2000, p. 1625).

Závažná chronická bolest zad je diagnostickou známkou velké heterogenní skupiny pacientů s různou etiologií, symptomy a klinickými znaky. Tito pacienti mají značně narušené pohybové vzorce, motorickou kontrolu, balanci a sníženou propriocepci. Dále mají problémy s plynulým provedením pohybu celého těla s tendencí provádět pohyby rozfázovaně. Tím se také podobají parkinsonikům. Mezi metody ke zhodnocení pacientových schopností zvládnout aktivity běžného denního života při chronické bolesti zad řadíme optoelektronický systém. Umožňuje nahrát a měřit dynamickou výkonnost objektivním a kvantitativním způsobem. Posturo-Lo-motion-Manual (PLM) měří posturální funkce, chůzi, cílené pohyby paže a účinnost, se kterou je tento pohyb rovnoměrně a dynamicky proveden při zapojení celého těla. Pacient při něm rychle přemísťuje předmět z podlahy na stojan. Tento test byl vyvinut ke zhodnocení pohybové aktivity pacientů s Parkinsonovou chorobou. Dnes se používá u mnoha diagnóz (Schön-Ohlsson et al., 2006, pp. 360-361).

S rostoucím věkem se v krycí destičce a ve vertikálních trabekulách obratlových těl objevují mikrofraktury. Fraktury obratlových krycích destiček mohou být natolik velké, že způsobí extruzi nucleus pulposus do obratlového těla, tvořící tzv. Schmorlovy uzly. Objevují se nejčastěji ve spodní thorakolumbální oblasti a nezpůsobují symptomy. Nejčastěji se objevují u adolescentů a jejich frekvence s věkem nenarůstá (Bogduk, 2005, p. 168).

Běžným muskuloskeletálním onemocněním páteře je skolióza. Je charakterizována viditelným stranovým vybočením, které má přímý vliv na hrudní koš. Při hodnocení výskytu adolescentní idiopatické skoliózy (AIS) lokálně a globálně bylo zjištěno, že se pohybuje

v rozmezí 0,47 % až 5,2 % s častějším výskytem a větším rozsahem deformity u dívek ve srovnání s chlapci (Abdelaal et al., 2017, p. 1).

Posturální kyfóza u adolescentů tvořící nadměrné zaoblení horní části páteře, může být jedním z důsledků špatných návyků při stoje či sedu (Lou et al., 2011, p. 1147).

Hrudní kyfóza způsobuje bolest, považuje se za kosmetickou vadu, ale má vliv také na tělesné zdraví, dechový stereotyp a může vést k neurologickým potížím (Macagno, O'Brien, 2006, pp. 169-170).

Osteoporóza je v mnoha zemích hlavním problémem veřejného zdraví z důvodu zvyšování počtu starších lidí. Je charakterizována snížením kostní hustoty a zhoršením mikroarchitektury kostní tkáně vedoucí ke zvýšené křehkosti kostí a nárůstu rizika zlomenin. Minerální hustota kostí u žen s věkem prudce klesá po dosažení 40 let, tedy po menopauze. Asi 3-6 % žen okolo padesáti let v dnešní době trpí osteoporózou. Její incidence markantně roste s věkem. Vznikají při ní fraktury způsobující bolest a disabilitu, zvýšenou mortalitu a také zátěž pro společnost ve smyslu zvýšených ekonomických nákladů (Pisticelli et al., 2014, p. 420).

1.4 Faktory přispívající ke změnám osového orgánu

Podle Harta je predispozičním faktorem LBP trvalá izometrická kontrakce bederní paraspinální muskulatury. Ta vede k rychlému nástupu svalové únavy z důvodu oslabení těchto svalů a jejich krátké vytrvalosti. Je to spojeno se slabou stabilitou jádra tvořeného aktivními a pasivními strukturami poskytujícími stabilitu lumbo-pelvic-hip komplexu. Jedinci, kteří chtějí žít aktivním životním stylem, mohou být omezeni nespecifickou opakující se LBP. Ti, kteří musí pokračovat v aktivitách běžného dne, si tvoří adaptační mechanismy k zachování funkce. Někteří si mohou vytvořit nepříznivou adaptační strategii vystavující svaly a klouby větší náchylnosti k zranění nebo dlouhodobým degenerativním procesům (Hart et al., 2009, p. 475).

Různé faktory mohou snižovat cévní zásobení disku. Toto snížení představují stenotické změny arterií zásobujících bederní páteř a poruchy ovlivňující cirkulaci jako např. srpkovitá anémie. Kouření a vystavení vibracím jsou spojovány s LBP a degenerací disku. Změny v propustnosti oblasti krycí destičky, které snižují permeabilitu roztoků dovnitř disku, jsou také spojeny s degenerací disku. Kalcifikace krycí destičky, která může působit jako nepropustná bariéra pro transport roztoků, se zvyšuje s věkem a u skolióz. Navíc propustnost krycí destičky je nižší u degenerovaných disků ve srovnání s disky bez degenerace. Tyto faktory způsobující pokles dodávky živin mohou vést ke zvýšeným známkám oxidativního stresu, které začínají v jádrech disků již u mladých osob, ale rozšiřují se na další oblasti disku a rostou s věkem a

degenerací. Snížené množství kyslíku a kyselé pH vedou k poklesu syntézy bílkovin a proteoglykanů a mohou být odpovědné za pokles obsahu proteoglykanů, který vidíme u degenerovaných disků (Horner et al., 2001, p. 2543).

Epidemiologické studie dvojčat ukazují, že dědičnost je nejrozsáhlejší samostatný činitel určující degeneraci disku. Je možné geneticky zdědit oslabení kolagenní struktury disku nebo poruchy cévního zásobení a metabolismu. Genetika dále může mít vliv na mechanické faktory, jako je snížená výška disku nebo těžká torze obratlů. Význam metabolických a mechanických poškození jako spouštěčů degenerace disku je složité určit, protože spolu interagují navzájem a rovněž interagují s genetickou dědičností. Například kouření, které nepochybně poškozuje metabolický transport dovnitř disku, zvyšuje riziko degenerace. Některá rizika můžeme přiřadit rodové dědičnosti a sdílení společného prostředí v rodinách kuřáků spíše než samotnému kouření. Nicméně skutečnost, že strukturální degenerativní změny se mnohem více objevují u dolních bederních disků ve srovnání s disky výše, ačkoli mají podobné nutriční problémy, vede k názoru, že nutriční poškození je méně významné ve srovnání s mechanickým poškozením (Adams et al., 2000, pp. 1626-1628).

Při hodnocení spinálních degenerativních změn detekovaných pomocí kostní scintigrafie a spojení mezi zobrazenými odchylkami a antropometrickými a geografickými rozdíly u probandů byly zjištěny rozdíly u mužů a u žen. Muži vykazují malou, ale signifikantní korelaci mezi degenerativním onemocněním kostí a stupněm aktivity a věkem, ale žádné spojení s BMI nebo váhou. U žen bylo v malém měřítku zjištěno přímé spojení s degenerativními změnami a BMI nebo také hmotností. Tělesná váha je přitom považována za jeden z nejvíce příznačných faktorů pro rozvoj degenerativních změn kostí. Bylo zjištěno, že obezita je zodpovědná za rozvoj osteoartritidy (Chatziioannou et al., 2015, pp. 13-18).

Obezita, kouření a povolání jsou uváděny jako hlavní faktory způsobující LBP, ačkoli kvantitativní efekt většiny z nich se ukazuje jako nevýznamný, někdy dokonce zanedbatelný. Další relevantní rizikové faktory zahrnují věk, antropometrické rozdíly a fyzickou aktivitu. Degenerace disku se v mnoha studiích udává jako vysoce rizikový faktor pro vznik LBP. Ve studii dvojčat byl věk hlavním rizikovým faktorem pro lumbální degeneraci disku, ale zajímavé je, že se vyvíjela nezávisle na efektu nedávné epizody LBP (Livshits et al., 2011, pp. 1740-1744).

BMD je ovlivňována mnoha faktory, včetně dědičnosti, etnickou skupinou, regionem, prostředím, výživou, životním stylem a dalšími. Jsou zde výrazné rozdíly BMD mezi věkovými skupinami, rozdílným pohlavím a geografickými oblastmi. Například hodnoty BMD u černošek převyšují nad hodnotami bělošek. BMD u bělošek zase převyšují ty u asijských žen. Hodnoty

u bělošek ve Spojených státech, severní Evropě a Kuvajtu jsou vyšší než u žen v Libanonu a Saudské Arabii. Ženy v severním Mexiku mají vyšší BMD ve srovnání s ženami ze středního a jižního Mexika. BMD používáme k diagnostice osteoporózy (Xian-Ping et al., 2004, p. 382).

Výskyt spondylolýzy, tedy kostního defektu v pars interarticularis obratle, je častější u atletů ve srovnání s neatletickou populací. Obvykle se objevuje bilaterálně a postihuje obratel L5. Nacházíme ji častěji u určitých sportů, a to u gymnastiky, vrhačských disciplín a plaveckého stylu motýlek. Také tenis na profesionální úrovni je rizikovým faktorem pro vznik spondylolýzy. Kombinovaný pohyb extenze s násilnou rotací během forehandového úderu může být nápomocným faktorem při začínající istmické spondylolýze u mladých hráčů tenisu. Ačkoli pozice směřující čelem k trajektorii míčku zvyšuje rychlost úderu, zvyšuje také přetěžování posteriorního obratlového oblouku (Ruiz-Cotorro et al., 2006, p. 445).

Při podrobnějším výzkumu cyklistiky jako vhodného sportu pro prevenci LBP se zjistilo, že jako aktivita, která nepůsobí proti gravitaci, může snížit hustotu kostní hmoty, zejména v bederní páteři. Dvě třetiny profesionálních a mistrovských starších cyklistů mají problém s osteopenií. Osteoporóza, jako častý problém v souvislosti s věkem, může při snížení hustoty kostí vzniknout rychleji. Dospělí cyklisté vykazují sníženou BMD v bederní páteři ve srovnání s kontrolními vzorky praktikujícími jiné sporty. Do 18 let rozdíly v BMD mezi cyklisty a kontrolními vzorky nebyly prokázány. Cyklistika však neměla takový účinek na formování kostní hmoty jako jiné sporty. U cyklistů, kteří neprovozují cyklistiku na závodní úrovni, nebyly pozorovány žádné změny v porovnání s ostatními sporty. Kombinace cyklistiky s během způsobuje vzrůst BMD v porovnání s cyklistikou samotnou. Co se týče druhu cyklistiky, jsou krátké a rychlé vzdálenosti vhodnější než dlouhé a pomalé. Dále je lepší horská cyklistika než silniční v souvislosti s hodnocením BMD (Olmedillas et al., 2012, pp. 1-10).

2 Diskuze

Jednou z komplikací při zkoumání vertebrogenních poruch je, že u probandů, kteří představují kontrolní vzorky, jednoduše nemůžeme zamezit zatěžování páteře, protože by to vedlo k oslabení a náchylnosti k úrazům. Mechanická a metabolická rizika interagují, takže jen malá fyzická námaha může být příliš škodlivá. Mechanické rizikové faktory dále dělíme na environmentální a genetické, takže daná pracovní aktivita může poškodit páteř určitého jedince, ale posílit osový orgán jiného jedince (Adams et al., 2000, p. 1629).

2.1 Změny osového orgánu v sagitální a frontální rovině

Giglio et al. (2007, p. 7) pozorovali jedince ve věku od 5 do 20 let s normální váhou a výškou, kteří netrpěli generalizovanou laxitou ligament, retrakcí svalů, ani žádnou ortopedickou anomálií. Zjistili, že kyfotické zakřivení hrudní páteře se zvětšuje lineárně z 25° v 7 letech na 38° v 19 letech. Lordotická křivka v bederní oblasti se z 22° u pětiletých zvětšuje na 32° u dvacetiletých jedinců.

Fon et al. (1980, p. 979) hodnotili hrudní kyfózu pomocí rentgenu u jedinců od 2 do 77 let, kteří neměli žádné posturální anomálie. Došli k závěru, že zvětšování kyfotické křivky je výraznější u žen v porovnání s muži. Rozdíl při porovnání s následující studií je dán nejspíše odlišností zkoumané skupiny.

Poussa et al. (2005, pp. 738-739) uvádějí informace o studii hodnotící hrudní kyfózu a bederní lordózu u chlapců a dívek. Tato studie obsahovala 5 měření, a to ve věku 11, 12, 13, 14 a 22 let. Hrudní kyfóza byla u chlapců v průměru větší než u dívek, a to v každém z pěti měření. Bederní lordóza byla častější naopak u dívek. Hrudní kyfóza se u chlapců během růstového období zvětšuje. Opačná tendence byla nalezena u dívek, u nichž se kyfóza v oblasti hrudní páteře během růstu zmenšuje. Velikost bederní lordózy má klesající tendenci ve věku 11-22 let u obou pohlaví.

D'Amico et al. představují průřezovou studii, hodnotící 124 asymptomatických mladých dospělých dobrovolníků. Informace o postuře a morfologii páteře byly porovnávány mezi muži a ženami. Bylo nalezeno 5 statisticky významných rozdílů mezi pohlavími a to v šířce pánve, velikosti úhlu celkového zakřivení v bederní oblasti, počtu obratlů tvořících lumbální lordózu a velikosti úhlu bederní lordózy v anatomické oblasti T12-L5. Šířka pánve a úhel bederní lordózy byly větší u žen. Úhlový rozdíl lordotického zakřivení zde byl průměrně 13,2°. Délka lumbální lordózy ve smyslu počtu zahrnutých obratlů byla kratší u žen ve srovnání

s muži. Vliv pohlaví na velikost hrudní kyfózy v této studii popírají. Asymetrie byla standardním posturálně spinálním ukazatelem u obou pohlaví. Každý subjekt vykazoval určitou míru diskrepance v délce končetin, a to průměrně 9,37 mm. Udává se spojení této asymetrie se čtyřmi faktory: nevyvážená postura, nestejně zatížení nohou, zakřivení páteře ve frontální rovině a torze pánve. Dále prováděli dodatečnou studii u 100 dobrovolníků, z toho 51 mužů a 49 žen. Zkoumali v ní, co se děje při vyrovnání asymetrie v délce dolních končetin. U 82 % subjektů došlo ke zlepšení postury ve stoji, především ve frontální rovině. V sagitální rovině naopak vykazovala 1/3 probandů změny v zaúhlení páteře. Výrazná odlišnost byla nalezena ve vztahu k torzi pánve, kdy 46 % zkoumaných subjektů vykazovalo zlepšení a 49 % zhoršení.

Grivas et al. (2004, p. 172) zkoumali korelaci mezi trupovou asymetrií a preferencí jedné ruky u 4345 studentů ve věku 6-18 let. Zjistili výrazně vyšší poměr asymetrie trupu v hrudní a thorakolumbální oblasti u levorukých při srovnání s obvyklým poměrem pravorukých a levorukých ve společnosti.

Milenkovik et al. (2004, pp. 969-970) vyšetřovali spojení mezi preferencí jedné ruky a skoliózou u 2546 dětí ve věku 11-14 let. Leváctví uvádějí jako faktor vysoce spojený se skoliózou, ale pouze u dívek. Vztah mezi preferencí jedné ruky a rozvojem hrudní hyperkyfózy byl rovněž sledován během náhlého vzestupu výšky v pubertě (10,8-13,3 let). Leváctví bylo pozorováno 3x častěji mezi dětmi s hrudní hyperkyfózou. Toto spojení se rovněž vyskytuje častěji u dívek ve srovnání s chlapci.

Goldberg a Dowling (1990, pp. 61-64) zkoumali pravostrannou a levostrannou deviaci skoliotické křivky ve spojení s preferencí jedné ruky u 254 dívek. Stranové zakřivení páteře odpovídající straně preferované ruky, bylo zjištěno v 82 % případů. Z 228 pravaček mělo 197 pravostrannou konvexní křivku a z 26 levaček mělo 12 levostrannou konvexní křivku. Odpovídající spojení mezi tvarem skoliotické křivky a preferencí jedné ruky se ukázalo jako významné. Autoři však nezjistili zvýšený poměr levaček ve skoliotické skupině při srovnání se zdravými.

Dewan et al. (2017, p. 1) zkoumali vliv těhotenství na ženy s AIS. Bylo zahrnuto 3125 skoliotických pacientek. Tyto ženy měly častější problém s otěhotněním a častěji u nich probíhala léčba neplodnosti. Bolesti zad spojené s těhotenstvím byly běžné a byly výraznější u žen se skoliotickým nálezem. Malá progrese skoliotické křivky byla při těhotenství vždy pozorována. S pomocí moderní technologie v současné době bolestivost a porodní komplikace v perinatálním období u matek s AIS nebývají zvýšeny.

2.2 Typické změny páteře pro určité věkové skupiny

S rozvojem a zvýšenou dostupností informačních technologií mohou děti v dnešní době trávit velkou část svého volného času sezením, a to často při nesprávném držení těla. Psychosociální faktory, jako je deprese, úzkost či strach, mohou spolupůsobit na vadném držení těla. Bez ohledu na příčinu může být nesprávné držení těla obtížně ovlivnitelné. Způsoby léčby, které se nejčastěji používají, zahrnují cvičební terapii a ortézování (Lou et al, 2011, p. 1148).

Brinjikji et al. (2014, p. 3) zjišťovali současný výskyt určitých poruch páteře spojených s věkem u asymptomatických jedinců. Zjistili, že prevalence degenerace disku sahá od 37 % u dvacetiletých asymptomatických jedinců po 96 % u osmdesátiletých asymptomatických jedinců s velkým nárůstem výskytu v období okolo padesáti let. Ztráta výšky disku a vyklenování disku se nachází u mladších jedinců jen zřídka, ale s věkem výskyt stále stoupá asi o 1 % za rok. Protruze disku a anulární fisury se vyskytují zřídka u všech věkových kategorií a výskyt podstatně s věkem nenarůstá. Degeneraci facetových kloubů nalézáme u 4-9 % ve věku dvacet až třicet let, ale prevalence s věkem strmě stoupá. Spondylolistéza se běžně u jedinců s věkem pod šedesát let nenalézá, prevalence u šedesátiletých je 23 % a podstatně narůstá ve věku mezi sedmdesáti a osmdesáti lety.

Alshami (2015, p. 725) zkoumal přítomnost změn osového orgánu u skupiny 5929 náhodně vybraných probandů. Tyto změny našel u 28,1 % z celé skupiny. Z toho nejčastější změny byly v lumbální páteři (u 53,1 %) a krční páteři (27,1 %). Nejčastějším doprovodným jevem onemocnění páteře byla bolest. V oblasti krční páteře byla častá u pacientů s věkem méně než 30 let (60,5 %). Cervikální spondylóza se objevila (asi v 30 %) u osob nad 30 let. Spondylóza a LBP byly častější u žen (7,8 % a 76,2 %) než u mužů (3,3 % s 73,9 %).

Martínez-Quiñones et al. (2017, p. 259) udávají výskyt změn krycích destiček obratle (tedy změn, které udává Modic) u 13,5 % pracujících probandů nad 30 let. Tyto změny jsou vždy ve spojení s degenerací disku. Nejfrekvencovanějšími znaky byly: MC typ I (u 54 %), oblast dolní bederní páteře (u 98 %), spojitost se snížením výšky disku (u 68 %) a deformace krycí destičky (u 98 %). Pacienti se změnami v oblasti krycí destičky vykazovali přínos léčby konzervativní terapií. Častěji jsou však léčeni chirurgickou léčbou, a to z důvodu přidružených změn osového orgánu.

2.3 Faktory ovlivňující změny osového orgánu

Zhang et al. (2009, p. 218) udávají jako hlavní rizikový faktor pro herniaci disku zátěž bederní páteře, těžkou práci a časový přes. Pravidelné cvičení a spaní na tvrdé posteli uvádí naopak jako prevenci.

Battie et al. (1995, p. 2601) při zkoumání 115 párů monozygotních párů dvojčat zjistili, že velká fyzická zátěž je zodpovědná za 2 % nárůst výskytu herniace disku. Stárnutí vedlo k rozdílu 9 % a dědičnost ovlivňovala výsledek ve 43 %.

Sheng et al. (2017, p. 183) zkoumali skupinu 23 048 probandů s nadváhou či obezitou a porovnávali je s respondenty s normální váhou nebo s nízkou hmotností. Vyšší hmotnost udávají jako faktor působící LBP, zatímco spondylitidu a poruchy krční páteře jako onemocnění, na něž hmotnost nemá vliv.

2.4 Poruchy páteře spojené se zátěží při práci

Petit a Roquelaure (2015, p. 15) udávají častý výskyt poruch bederní páteře u pracovníků vystavených kumulativní zátěži na bederní oblast jako je manuální ruční práce, nepřirozená pracovní pozice a vystavení celého těla vibracím. Přetěžování bederní páteře při práci vede k zužování diskálního prostoru a později k degeneraci meziobratlových plotének.

Nicolletti et al. (2013, p. 126) zkoumali skupinu 546 pracovníků, kteří v zaměstnání manuálně zvedali závaží. Z toho 148 probandů vykazovalo bolestivost nebo diskomfort v lumbosakrální oblasti a 99 probandů mělo již herniaci disku.

Dong et al. (2017, p. 24) provedli průřezovou studii hodnotící efekt fyzické zátěže na lumbální oblast páteře. Degenerace meziobratlových disků byla hodnocena pomocí MRI u 341 hasičů a 80 kancelářských pracovníků. Probandy hodnotili pomocí dotazníků a klinického vyšetření zahrnujícího MRI bederní páteře v oblasti T12-S1. Prevalence degenerace meziobratlových kloubů sahala od 31 % (L1-L2) po 75 % (L4-L5) u hasičů, zatímco u kancelářských pracovníků byla v rozsahu 18 % (L1-L2) až 69 % (L4-L5). Při rozřazení do skupin dle věku, BMI a shodné frekvenci cvičení, vykazovali hasiči ve srovnání s kancelářskými pracovníky častější výskyt degenerace meziobratlových kloubů ve všech oblastech bederní páteře kromě L3-L4, kde byly hodnoty velmi podobné.

Gentzler a Stader (2010, p. 227) uvádí ergonomické hodnocení analyzující možné hrozící muskuloskeletální poškození při nepřirozených a extrémních posturálních pozicích během hašení požáru nebo při péči o pacienty. Hodnotil při tom úkoly hasičů a doktorů při úkonech souvisejících s požáry. U hasičů bylo zjištěno velké riziko poškození při zvedání

hadice nad oblast ramen při hašení požáru. Riziková činnost u doktorů zahrnovala péči o pacienty vyžadující dosahování na vybavení ve výšce nad hlavou nebo ohýbání v horizontální rovině a rotace při úkonech v sedě. Tato rizika udávají jako dostatečně vysoké na to, aby vyžadovaly úpravy a změny. Doporučili vytvoření nových mechanických a technických zařízení, úpravu stávajících zařízení a upozornění pracovníků na související rizika.

2.5 Změny v minerální hustotě kostí

Podle studie hodnotící děti do věku 5 let, BMC a BMD hodnoty rostou s věkem, váhou a výškou u zdravých chlapců a dívek. Nejstrmější vzestup hodnot je pozorován během druhého, třetího a čtvrtého roku dítěte navzdory snížení rychlosti růstu. V tomto věkovém rozmezí je vývoj poháněn také rychlým nástupem důležitých milníků, jako je schopnost sedět, chodit, běhat a skákat. Můžeme tím vysvětlit postupné zvyšování kostní hustoty (Manousaki et al., 2016, p. 252).

Xu et al. (2013, p. 7) udávají, že hodnota BMD v lumbálních obratlích zvyšuje s věkem u chlapců i dívek s největším nárůstem pozorovaným naopak během prvního roku života. Ve stejné studii zjistili, že se váha ukazuje jako nejsilnější faktor ovlivňující BMD.

Manousaki et al., (2016, pp. 252-253) uvádějí, že hodnota BMC je nejvíce ovlivněna výškou.

Brembec et al. (2016, pp. 1736-1737) uvádí, že hodnota BMD v lumbální páteři se dočasně mění u matek během laktace. Pro tvorbu mateřského mléka je zapotřebí asi 200-400 mg vápníku za den. Největší pokles BMD po porodu se objevuje v lumbální páteři a krčku femuru (asi 2-6 %). Objeven byl také vztah mezi délkou laktace a poklesem hodnoty BMD. V oblasti lumbální páteře u kojících žen klesá hodnota BMD brzy po porodu. U žen s delším trváním laktace klesá hodnota BMD krčku femuru o několik měsíců později než v oblasti bederních obratlů. Ukázalo se, že po ukončení laktace se BMD vrací do původních hodnot.

Vztah mezi frakturami v minulosti a aktuální BMD byl analyzován u populačního vzorku 3222 žen ve věku 48-58 let. BMD byla stanovena pomocí rentgenových snímků na páteři a krčku femuru. 702 žen utrpělo zlomeniny. Nejobvyklejší místa zlomenin zahrnovala zápěstí a kotník. Výskyt zlomeniny v minulosti vedl ke zvýšené pravděpodobnosti nízké hodnoty BMD o 75 % (Honkanen et al. 1995, p. 881).

Warriner et al. (2011, p. 46) hodnotili, které zlomeniny bývají nejčastěji způsobeny osteoporózou. Došli k závěru, že nejčastější osteoporotické zlomeniny jsou v oblasti krčku

femuru a v hrudních a bederních obratlech. Fraktury, které naopak nebývají způsobeny osteoporózou, jsou otevřené zlomeniny proximálního humeru a lebky.

Při osteoporóze vykazují pacienti typický vzhled s hrudní kyfózou a v důsledku osteoporotických zlomenin obratlů je jejich postura více flektována a při odhadu bývají často nadhodnoceni věkem. Dále je při osteoporóze snížena hustota kostí. S menopauzou dochází k dalšímu poklesu BMD. Rovněž klesá hladina estrogenu, čímž se snižuje tvorba kolagenu fibroblasty, což vede k dalším známkám stárnutí (Pothuaud et al., 2009, pp. 170-171).

Bruno et al. (2014, p. 562) vyšetřovali možné mechanismy kosterní fragility v porovnání u mužů a u žen. Hodnotili 981 párů muž-žena (1:1) stejného věku (± 1 rok) a stejnou hodnotou BMD v oblasti obratle L3 ($\pm 1\%$). Průměrný věk v této studii byl 51 let (v rozsahu 34-81 let). Muži měli větší průřez těla obratle o 20 %, nižší BMD (o 8-9 %) a větší odolnost těla obratle ke kompresi (o 10 %). Dále měli větší kompresivní zatížení obratle o 24 % a o 12 % větší výskyt zlomenin než ženy.

Závěr

Ke změnám v osovém orgánu dochází již intrauterinně. V tomto období dochází k tvorbě lordóz a kyfóz, které se dále formují po narození při rozvíjení pohybových stereotypů dítěte. Protrahovaný porod je proto rizikový, pro možnost výrazného poškození páteře a rovněž míchy.

S nástupem dítěte do školy dochází k významnému nárůstu zatížení páteře. Je to způsobeno nošením těžké školní tašky, sezením ve školních lavicích a psaním, a to zejména u leváků. S rozvojem a zvýšenou dostupností informačních technologií tráví děti často svůj čas delší strnulou pozicí, která má vliv na vznik vadného držení těla.

Odhadovaný věk, kdy lumbální intervertebrální disky přestávají růst a přecházejí do fáze degenerace, je 13,3 let. Degenerace disku je hnací silou a příčinou s věkem spojené low back pain. Ztráta výšky disku a jeho herniace se nachází u mladších jedinců jen zřídka, ale s věkem výskyt stále stoupá, a to asi o 1 % za rok. Poškození anulus fibrosus převážně narušuje odolnost pohybového segmentu k ohýbání a torzi, zatímco poranění krycích destiček narušuje hlavně odolnost vůči kompresi.

Degenerativní změny mají vliv na funkci páteře, jestliže je v jejich důsledku pohyb v intervertebrálním kloubu prováděn nevhodným pohybovým mechanismem nebo je omezován, případně jsou drážděny okolní struktury. Naopak při dlouhodobé pravidelné fyzické zátěži, která pokračuje i ve středním věku a starších jedinců, je prokázáno, že tato zátěž může trvale přispívat ke zvýšení minerální hustoty kostí.

Význam metabolických a mechanických poškození jako spouštěčů degenerace disku je složité určit, protože spolu interagují navzájem a rovněž interagují s genetickou dědičností. Skutečnost, že strukturální degenerativní změny se mnohem více objevují u dolních bederních disků ve srovnání s disky výše, ačkoli mají podobné nutriční problémy, vede k názoru, že nutriční poškození je méně významné ve srovnání s mechanickým poškozením. U mužů nacházíme malou, ale signifikantní korelaci mezi degenerativním onemocněním kostí a stupněm aktivity a věkem, zatímco u žen bylo v malém měřítku zjištěno přímé spojení s degenerativními změnami a BMI nebo také váhou. Obezita, kouření a povolání jsou uváděny jako faktory způsobující low back pain.

Výzkum degenerativních změn páteře v souvislosti s věkem pomáhá odhalovat jejich příčiny, umožňuje zlepšovat diagnostiku a léčebné postupy, upozorňuje na rizikové chování a tím pomáhá snižovat problémy, které trápí většinu lidí v průběhu života.

Referenční seznam

ABDELAAL, A.M., EL KAFY, E.M., ELAYAT, M.S., SABBAHI, M., BADFHISH, M.S. 2017. Changes in pulmonary function and functional capacity in adolescents with mild idiopathic scoliosis: observational cohort study. In *Journal of International Medical Research* [online] 2017 Jun. 29, [cit.2017-7-1]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0300060517715375>.

ADAMS, M.A., FREEMAN, B.J.C., MORISSON, H.P., NELSON, I.W., DOLAN, P. Mechanical initiation of Intervertebral Disc Degeneration. *Spine*. 2000, vol. 25, pp. 1625-1636. DOI: 10.1097/00007632-200007010-00005.

ADAMS, M.A., LAMA, P., ZEHRA, U., DOLAN, P. Why Do Some Intervertebral Disc Degenerate, When Others (in the Same Spine) Do Not? *Clinical Anatomy*. 2015, vol. 28, pp. 195-204. DOI: 10.1002/ca.22404.

ALSHAMI, A.M. 2015. Prevalence of spinal disorders and their relationships with age and gender. *Saudi Med J*. 2015, vol. 36, iss. 3, pp. 725-730. DOI: 10.15537/smj.2015.6.11095.

ALINI, M., EINSTEIN, S.M., ITO, K., LITTLE, CH., KETTLER, A.A., MASUDA, MELROSE, J., RALPHS, J., STOKES, I., WILKE, H.J. 2008. Are animal models useful for studying human disc disorders/degeneration? *Eur Spine J*. 2008, vol. 17, pp. 2-19. DOI: 10.1007/s00586-007-0414-y.

BATTIE, M.C, VIDEMAN, T., GIBBONS, L.E, FISHER, L.D., MANNINEN, H., GILL, K. 1995 Volvo Award in clinical sciences. Determinants of lumbar disc degeneration: a study relating lifetime exposures and magnetic resonance imaging findings in identical twins. *Spine* 1995, vol. 20, pp. 2601–2612.

BOGDUK, N. 2005. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone, 2005. ISBN 0-443-10119-i.

BOUYER, B. et al. Surgery in vertebral fracture: Epidemiology and functional and radiological results in a prospective series of 518 patients at 1 year's follow-up. *Orthopaedics &*

Traumatology: Surgery & Research. France: Elsevier Masson France, 2015, vol. 101, no. 1, pp. 11-15. ISSN: 1877-0568.

BREMBECK, P., WINKVIST, A., OHLSSON, C., LORENTZON, M., AUGUSTIN, H. 2016. Determinants of microstructural, dimensional and bone mineral changes postpartum in Swedish women. *British Journal of Nutrition*. 2016, vol. 116, iss. 10, pp. 1736-1744. DOI: 10.1017/S0007114516003998.

BRINJIKJI, W., LUETMER, P.H., COMSTOCK, B., BRESNAHAN, B.W., CHEN, L.E., DEYO, R.A., HALABI, S., TURNER, J.A., AVINS, A.L., JAMES, K., WALD, J.T., KALLMES D.F., JARVIK J.G. 2014. Systematic Literature Review of Imaging Features of Spinal Degeneration in Asymptomatic Population. In *HHS Public Access* [online] 2014 Nov. 27, [cit.2017-5-11]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4464797>. DOI: 10.3174/ajnr.A4173.

BRUNO, A.G., KERRY, E.B., ZHANG, X., SAMELSON, E.J., MENG, CH.A., MANOHARAN, R., D'AGOSTINO, J., CUPPLES, L.A. KIEL, D.P., BOUXSEIN, M.L. 2014. Vertebral Size, Bone Density, and Strength in Men and Women Matched for Age and Areal Spine BMD. *J Bone Miner Res*. 2014. vol, 29, iss. 3, pp. 562-569. DOI: 10.1002/jbmr.2067.

D'AMICO, M., KINEL, E., RONCOLETTA, P. 2017. Normative 3D opto-electronic stereophotogrammetric posture and spine morphology data in young healthy adult population. *PLoS One*. 2017, vol. 12, iss. 17. DOI: 10.1371/journal.pone.0179619.

DEWAN, M.C., MUMMAREDDY, N., BONFIELD, CH. 2017. The influence of pregnancy on women with adolescent idiopathic scoliosis. In *European Spine Journal* [online] 2017 Jun. 29, [cit.2017-7-2]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00586-017-5203-7>. DOI: 10.1007/s00586-017-5203-7.

DONG, H.K., YON, S.A., HYUNG, D.K., KYOUNG, S.J., YEON-SOON, A., KUN-HYUNG, K., YOUNG, I.K., HAN-SOO, S., CHUL-GAB, L., YOUNG-JUN, K., JIN-HA, Y. 2017. Comparison of facet joint degeneration in firefighters and hospital office workers. *Ann Occup Environ Med*. 2017, vol. 29, p. 24. DOI: 10.1186/s40557-017-0180-1.

FARDON, D. WILLIAMS, A.L., DOHRING, E.J., MURTAGH F.R., ROTHMAN, G., GORDON, K. 2014. Lumbar Disc Nomenclature: Version 2.0: Recommendations of the Combined Task Forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology, and the American Society of Neuroradiology. *Thr Spine Journal*. 2014, vol. 14, iss. 11, pp. 2525-2545. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a8866d.

FON, G.T., PITT M.J., THIES, A.C. 1980. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. *AJR Am J Roentgenol*. 1980, vol. 134, pp. 979–983. DOI: 10.2214/ajr.134.5.979.

GENTZLER, M., STADER, S. 2010. Posture stress on firefighters and emergency medical technicians (EMTs) associated with repetitive reaching, bending, lifting, and pulling tasks. *Work*. 2010, vol. 37, iss. 3, pp. 227-239. DOI: 10.3233/WOR-2010-1075.

GIGLIO, C.A., VOLPON, J.B. 2007. Development and evaluation of thoracic kyphosis and lumbar lordosis during growth. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2007, vol. 1, no. 3, pp. 1-9. DOI: 10.1007/s11832-007-0033-5.

GOLDBERG, C.J., DOWLING, F.E. 1990. Handedness and scoliosis convexity: a reappraisal. *Spine*. 1990, vol. 15, no. 2, pp. 61-64. DOI: 10.1097/00007632-199002000-00001.

GRIVAS, T.B., MICHAS, K., VASILADIS, E., MAZIOTOU, E., KARATHANOU, S., POLYZOIS, V.D. 2004. Handedness and laterality of trunk rotation in children screened for scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2004, vol. 86-B, iss. SUPP II, pp. 172.

HAMILL, J., KNUTZEN, K.M., DERRICK, T.R. 2015. *Biomechanical Basis of Human Movement*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2015. 484 pp. ISBN 978-1-4511-7730-5.

HART, J.M., KERRIGAN, D.C., FRITZ, J.M., INGERSOLL, CH.D. Jogging kinematics after lumbar paraspinal muscle fatigue. *Journal of athletic training*. 2009, vol. 44, no. 5, pp. 475-481. DOI: 10.4085/1062-6050-44.5.475.

HOLLINGER, J.F., HART, C.H.E., HIRSCH, N., LYNCH, S., FRIEDLAENDER, G.E. 2008. Recombinant Human Platelet – Derived Growth Factor: Biology and Clinical Application. *Journal of bone and joint surgery*. 2008, vol. 90, pp. 48-54. DOI: 10.2106/JBJS.G.01231.

HONKANEN, R., KRÖGER, H., TUPPURAINEN, M., ALHAYA, E., SAARIKOSKI, S. 1995. Fractures and low axial bone density in perimenopausal women. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1995, vol. 48, iss. 7, pp. 881-888. DOI: 10.1016/0895-4356(94)00220-K.

HORNER, H.A., PHIL, M., URBAN, J.P.G. 2001. 2001 Volvo Award Winner in Basic Science Studies: Effect of Nutrient Supply on Viability of Cells From the Nucleus Pulposus of the Intervertebral Disc. *Spine*. 2001, vol. 26, pp. 2543-2549. DOI: 10.1097/00007632-200112010-00006.

HRABÁLEK, L. *Degenerativní onemocnění páteře*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2531-3.

HUNT, J.L., WINKELSTEIN, B.A., RUTKOWSKI, M.D., WEINSTEIN, J.N., DELEO, J.A. 2001. Repeated Injury to the Lumbar Nerve Roots Produces Enhanced Mechanical Allodynia and Persistent Spinal Neuroinflammation. *Spine*. 2001, vol. 26, pp. 2073-2079. DOI: 10.1097/00007632-200110010-00005.

CHATZIOANNOU, S., KALLERGI, M., KARAMPINA P., ZOTOU P., BAKALIS S., Lyra V., LAMPRAKOPOULOS G., ARMENIAKOS I., PNEUMOTICOS S. 2015. Association between bone scintigraphy features of spinal degeneration and anthropometric and demographic variables. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2015, vol. 28, pp. 13-18. DOI: 10.3233/BMR-140479.

IWABUCHI, M., RYDEVIK, B., KIKUCHI, S., OLMARKER, K. 2001. Effect of Anulus Fibrosus and Experimentally Degenerated Nucleus Pulposus on Nerve Root Conduction Velocity. *Spine*. 2001, vol. 26, pp. 1651-1655. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318173298b.

KAPANDJI, A. I. 2008. *The physiology of the joints: the spinal column, pelvic girdle and head*. 6th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2008. ISBN 978-0-7020-2959-2.

KUČERA, M., KOLÁŘ, P., DYLEVSKÝ, I. *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-712-7.

LIVSHITS, G., POPHAM, M., MALKIN, I., SAMBROOK, P.N., MACGREGOR, A.J., SPECTOR, T., WILLIAMS, F.M.K., 2011. Lumbar disc degeneration and genetic factors are the main risk factor for low back pain in women: the UK Twin Spine Study. *Ann Rheum Dis*. 2011, vol. 70, pp. 1740-1745. DOI: 10.1136/ard.2010.137836.

LOU, E., LAM, G.C., HILL, D.L., WONG, M.S. 2011. Development of a smart garment to reduce kyphosis during daily living. *Med Biol Eng Comput*. 2012, vol. 50, pp. 1147-1154. DOI: 10.1007/s11517-011-0847-7.

LOUIS, R. *Surgery of the Spine-Surgical Anatomy and Operative Approaches*. Berlin: Springer-Verlag, 1983. ISBN 13:978-3-642-81810-3.

MACAGNO, A.E, O'BRIEN, M.F. 2006. Thoracic and thoracolumbar kyphosis in adults. *Spine*. 2006, vol. 31, iss. 19, pp. 161–170. DOI: 10.1097/01.brs.0000236909.26123.f8.

MANOUSAKI, D., RAUCH, F., CHABOT, G., DUBOIS, J., FISCALETTI, M., ALOS, N. 2016. Pediatric data for dual X-ray absorptiometric measures of normal lumbar bone mineral density in children under 5 years of age using the lunar prodigy densitometer. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*. 2016, vol. 16, pp. 247-255. DOI: 10.1097/HP.0000000000000544.

MARTÍNEZ-QUIÑONES, J.V., ASO-ESCARIO, J., GONZÁLEZ-GARCÍA, L., CONSOLINI, F., ARREGUI-CALVO, R. 2017. Are Modic Changes Able to Help Us in Our Clinical Practice? A Study of the Modic Changes in Young Adults During Working Age. *Clin Spine Surg*. 2017, vol. 30, iss. 6, pp. 259-264. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000195.

MATSUMOTO, M., OKADA, E., TOYAMA, Y., FUJIWARA, H., MOMOSHIMA, S., TAKAHATA, T. 2013. Tandem age-related lumbar and cervical intervertebral disc changes in asymptomatic subjects. *Eur Spine J*. 2013, vol. 22, pp. 708-713. DOI: 10.1007/s00586-012-2500-z.

MCCALI, T., FESSETT, D., BROCKMEVER, D. 2006. Cervical spine trauma in children: a review. *Neurosurgical focus*. 2016, vol. 20, no. 2, pp. 1-8. DOI: 10.3171/foc.2006.20.2.6.

MILENKOVIC, S.M., KOCIJANCIC, R.I., BELOJEVIC, G.A. 2004. Left handedness and spine deformities in early adolescence. *European Journal of Epidemiology*. 2004, vol. 19, pp. 969–972. DOI: 10.1007/s10654-004-4340-6.

MODIC, M.T., STEINBERG, P.M., ROSS, J.S., MASARYK, T.J., CARTER, J.R. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology*. 1988, vol. 166, pp. 193–199. DOI: 10.1148/radiology.166.1.3336678.

NICOLETTI, S., BATTEVI, N., COLAFEMMINA, G., DI LEONGE, G., SATRIANI, G., RAGONE, P., OCCHIPINTI, E. 2013. Manual lifting and manual transport: risk assessment and prevalence of work-related diseases in construction companies in Basilicata. *Med Lav*. 2013, vol. 104, iss. 2, pp. 126-140. DOI: 10.1080/19338244.2011.573020.

NEGRINI, S., FUSCO, C., MINOZZI, S., ATANASIO, S., ZAINA, F., ROMANO, M. 2008. Exercises reduce the progression rate of adolescent idiopathic scoliosis: results of a comprehensive systematic review of the literature. *Disability and Rehabilitation*. 2008, vol. 30, pp. 772-785. ISSN: 0963-3288.

OKADA, E., MATSUMOTO, M., FUJIWARA, H., TOYAMA, Y. 2011. Disc degeneration of cervical spine on MRI in patients with lumbar disc herniation: comparison study with asymptomatic volunteers. *Eur Spine J*. 2011, vol. 20, pp. 585-591. DOI: 10.1007/s00586-010-1644-y.

OLMEDILLAS, H., et al. Cycling and bone health: a systematic review. In *BMC medicine* [online] 2012, vol.10, no. 168, [cit.2016-04-30]. Dostupné z: <http://bmcmmedicine.biomedcentral.com/10.1186/1741-7015-10-168>. ISSN 1741-7015.

PETIT, A., ROQUELAURE, Y. 2015. Low back pain, intervertebral disc and occupational diseases. *Int J Occup Saf Ergon*. 2015, vol. 21, iss. 1, pp. 15-19. DOI: 10.1080/10803548.2015.1017940.

PISCITELLI, P., BRANDI, M., CHAWSTON, H., GAUTHIER, A., KANIS, J.A., COMPSTON, J., BORGSTRÖM, F., COOPER, C., MCCLOSKEY, E. Epidemiological burden of postmenopausal osteoporosis in Italy from 2010 to 2020: estimations from a disease model. *Calcified Tissue International. United States*. 2014, vol. 95, no. 5, pp. 419-427. ISSN: 1432-0827.

POPOVIČ, J. *Bolesti v zádech a ischias*. Praha: Avicenum, 1989.

POTHUAUD, L., BARTHE, N., KRIEG, M.A., MEHSEN, N., CARCELLER, P., HANS, D. 2009. Evaluation of the potential use of trabecular bone score to complement bone mineral density in the diagnosis of osteoporosis: a preliminary spine BMD-matched, case-control study. *J Clin Densitom*. 2009, vol. 12, iss. 2, pp. 170-176. DOI: 10.1016/j.jocd.2008.11.006.

POUSSA, M.S., HELIÖVAARA, M.M., SEITSAMO, J.T., KÖNÖNEN, M.H., HURMERINTA K.A., NISSEN, M.J. 2005. Development of spinal posture in a cohort of children from the age of 11 to 22 years. *Eur Spine J*. 2005, vol. 14, pp. 738-742. DOI: 10.1007/s00586-004-0701-9.

RESNICK, D. *Diagnosis of Bone and Joint Disorders*. 3rd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders. 1995. ISBN 10: 072165066X.

RUIZ-COTTORO, A., BALIUS-MATAS, R., ESTRUCH-MASSANA, A., VILARÓ ANGULO, J. 2006. Spondylolysis in young tennis players. *BR J Sports Med*. 2006, vol. 40, pp. 441-446. DOI: 10.1136/bjism.2005.023960.

RYCHLÍKOVÁ E. 2016. *Tajemství zdravé páteře*. 1. vyd. Praha: Triton, 2016. ISBN 978-80-7387-592-3.

SHENG, B., FENG, CH., ZHANG, D., SPITLER, H., SHI, L. 2017. Associations between Obesity and Spinal Diseases: A Medical Expenditure Panel Study Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2017, vol. 13, iss.14. p. 183. DOI: 10.3390/ijerph14020183.

SCHÖN-OHLSSON, C.M; WILLÉN, J.G; JOHNELS, B.A. Optoelectronic movement analysis to measure motor performance in patients with chronic low back pain: test of reliability. *Journal*

Of Rehabilitation Medicine. Sweden: Taylor & Francis. ISSN: 1650-1977. 2006. vol. 38, no. 6, pp. 360-367.

TARDIEU, Ch., HASEGAWA, K., HAEUSLER, M. 2017. How Did the Pelvis and Vertebral Column Become a Functional Unit during the Transition from Occasional to Permanent Bipedalism? *The Anatomical Record*. 2017, vol. 300, pp. 912-931. DOI: 10.1002/ar.23577.

VACEK, J. 2003. Meziobratlový disk – zdroj bolesti. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2003, č. 2. ISSN 1211-2658.

VASCONCELOS, O., RODRIGUES, P., BARREIROS, J., JACOBSON, L. Laterality, developmental coordination disorders and posture. In *Research Gate* [online] 2007, [cit.2017-06-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/37657006_Laterality_Developmental_coordination_disorders_and_posture.

WARRINER, A.H., NIVEDITA, M., PATKAR, M., JEFFREY, R., CURTIS, E.D., GARY, L., MEREDITH, K., KEN, S. 2011. Which fractures are most attributable to osteoporosis? *Journal of Clinical Epidemiology*. 2011, vol. 64, iss. 1, pp. 46-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.07.007>.

WEINSTEIN, J.N., TOSTESON, T.D., LURIE, J.D., TOSTESON, A., BLOOD, E., HERKOWITZ, H., CAMMISA, F., ALBERT, T., BODEN, D., HILIBRAND, A., GOLDBERH, H., BERVEN, S., HOWARD, A. Surgical versus non-operative treatment for lumbar spinal stenosis four-year results of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). *Spine*. 2010, vol. 35, no. 14, pp.1329-1338. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181e0f04d.

WON MAN, M.P., KYUNGSOO, K. YOON HYUK K. 2013. Effect of degenerated intervertebral discs on intersegmental rotations, intradiscal pressures, and facet joint forces of the whole lumbar spine. *Computers in Biology and Medicine*. 2013, vol. 43, pp. 1234-1240. Dostupné z <http://dx.doi.org/10.1016/j.combiomed.2013.06.011>.

XIANG-PING, W., ER-YUAN, L., HONG, Z., RU-CHUN, D., PENG-FEI, S., XING-ZHI, C. 2004. Determination of age-specific bone mineral density and comparison of diagnosis and prevalence of primary osteoporosis in Chinese women based on both Chinese and World Health

Organization criteria. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*. 2004, vol. 22, no. 4, pp. 382-391. DOI: 10.1007/s00774-004-0499-x.

XU, H., ZHAO, Z., WANG, H., DING, M., ZHOU, A., WANG, X., ZHANG, P., DUGGAN, CH. 2013. Bone mineral density of the spine in 11,898 Chinese infants and young children: a cross-sectional study. *PLoS One*. 2013, vol. 8, no. 12. DOI: 10.4172/2161-0665.

ZHANG, Y.G., SUN, Z., ZHANG, Z., LIU, J., GUO, X. 2009. Risk Factors for Lumbar Intervertebral Disc Herniation in Chinese Population. *Spine*. 2009, vol. 34, iss. 25, pp. 918-922. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181a3c2de.

ZHANG, Y.H., ZHAO, CH.Q., JIANG, L.S., CHEN, X.D., DAI, L.Y. 2008. Modic changes: a systematic review of literature. *Eur Spine J*. 2008, vol. 17, pp. 1289-1299. DOI: 10.1007/s00586-008-0758-y.

ZHENG, C., CHEN, J. 2015. Disc degeneration implies low back pain. *Theoretical Biology & Medical Modelling*. England. 2015, vol. 12, no. 24. ISSN: 1742-4682.

Seznam zkratek

AIS Adolescentní idiopatická skolióza

BMC Bone mineral content

BMD Bone mineral density

LBP Low back pain

MC Modic changes

MRI Magnetic resonance imaging

PLM Posturo locomotion manual

Seznam obrázků

Obrázek 1	Typy posteriorního prolapsu (Kapandji, 2009, p. 137).....	16
------------------	---	----

Seznam příloh

Příloha 1 Spondylosis deformans a intervertebrální osteochondróza (Fardon et al. 2014, p. 1458).....	41
Příloha 2 Poškozená vlákna anulu v koncentrickém a radiálním směru (Kapandji, 2009, p. 137).....	42
Příloha 3 Fáze protruze disku během zvedání břemene při flektovaném trupu (Kapandji, 2009, p. 139).....	43

Přílohy

Příloha 1 Spondylosis deformans a intervertebrální osteochondróza (Fardon et al. 2014, p. 1458)

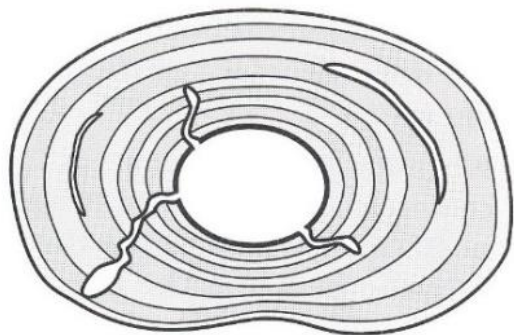


A- Spondylosis deformans postihující anulus fibrosus a přilehlou apofýzu

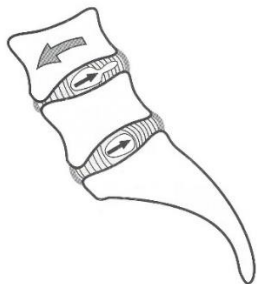


B- Intervertebrální osteochondróza ovlivňující nucleus pulposus a obratlové tělo

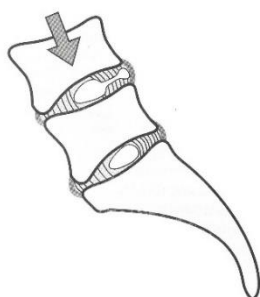
Příloha 2 Poškozená vlákna anulu v koncentrickém a radiálním směru (Kapandji, 2009, p. 137)



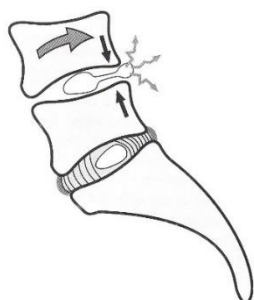
Příloha 3 Fáze protruze disku během zvedání břemene při flektovaném trupu (Kapandji, 2009, p. 139)



A- Průchod nukleární hmoty posteriorně skrz anulus fibrosus



B- Nukleární hmota dosahuje ligamentum longitudinale posterius



C- Výhřez dokončen tlakem obratlových ploch