

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



**Měření distancí na páteři u gymnastek  
a nesportujících dívek**

Measuring distances on spine at gymnasts  
and girls that don't sports

Diplomová práce

**Vedoucí práce:**

Doc.PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

**Zpracovala:**

Bc. Ivana Jelínková

duben 2010

**Souhrn:** práce pojednává o problematice sportovní gymnastiky z pohledu fyzioterapie, o důsledcích tohoto sportu na pohybový aparát, o pohyblivosti páteře a hodnocení zakřivení páteře v rovině sagitální u gymnastek a nesportujících dívek ve věku 7-10let

**Cíl:** porovnání pohyblivosti a zakřivení páteře u gymnastek a nesportujících dívek

**Postup:** na podkladě získaných informací o sportovní gymnastice, páteři (její stavbě, pohyblivosti), byli vybráni vhodní probandi, u kterých byla hodnocena pohyblivost páteře do flexe. Data byla statisticky vyhodnocena a na jejich základě stanoven závěr.

**Výsledek:** pohyblivost celé páteře do flexe je větší u gymnastek než u nesportujících dívek, hloubka zakřivení páteře v rovině sagitální je menší u gymnastek než u nesportovců

**Závěr:** práce popsala problematiku sportovní gymnastiky, uvedla důsledky tohoto sportu na zdraví a zhodnotila pohyblivost a zakřivení páteře u dívek ve věku 7-10let

**Klíčová slova:** sportovní gymnastika, páteř, rozsah pohybu, krční a bederní lordóza

**Summary:** work deals with sports gymnastics and physiotherapy, the consequences of sports gymnastics on the spine, the mobility of the spine and spinal curvature in the sagittal plane at girls aged 7-10 years

**Objective:** to compare mobility and curvature of the spine in gymnasts and girls that don't sports

**Methods:** to find information on sports gymnastics and spine, to select girls, to do research and conclusion

**Results:** mobility of the spine is greater in gymnasts and curvature of the spine is smaller in gymnasts

**Conclusions:** work describes sports gymnastics, mobility and curvature of the spine in girls aged 7-10 years

**Keywords:** sports gymnastics, spine, range of motion, cervical and lumbar lordosis

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Doc.PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. a s využitím zdrojů uvedené v seznamu literatury.

V Praze dne 15. dubna 2010

Podpis: .....

### **Poděkování:**

Ráda bych poděkovala Doc.PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. za její odborné vedení při psaní této práce a všem, kteří mi poskytli jakoukoliv radu. Dále bych chtěla poděkovat Doc.RNDr. Janu Hendlovi, CSc. za statistické zpracování dat speciální části této práce a poděkování patří rovněž všem, kteří se na mé práci podíleli jako respondenti.



## **OBSAH**

<b>1/ ÚVOD</b>	1
<b>2/ ČÁST OBECNÁ</b>	2
<b>2.1 Páteř</b>	2
2.1.1 Páteř a její stavba, funkce	2
2.1.2 Vývoj sagitálního zakřivení páteře	2
2.1.2.1 Studie hodnotící vývoj sagitálního zakřivení páteře	3
2.1.2.2 Studie modelující hrudní kyfózu	3
2.1.2.3 Vyšetření krční a bederní páteře aspekci	4
2.1.3 Páteř a její pohyblivost	4
2.1.3.1 Distance na páteři	5
2.1.3.2 Studie využívající distancí na páteři	6
2.1.3.3 Věrohodnost Schoberova testu v porovnání s měřením inklinometrem	7
2.1.3.4 Analýza hodnotící kvalitu postavy dětí ve věku 7-10 let	7
2.1.3.5 Normální rozsah pohybu krční páteře u dětí 3-12 let	9
2.1.3.6 Dlouhodobá studie: postup, pohyblivost a bolest páteře	10
2.1.3.7 Pohyblivost páteře v sagitální rovině a bolesti zad	11
2.1.4 Axiální systém a jeho mechanické vlastnosti	12
2.1.4.1 Morfologie páteře u dětí 10-16 let	12
2.1.4.2 Vztah fyzické aktivity a pevnosti kostí u dětí ve věku 9 let	13
2.1.4.3 Rychlost růstu a dozrání skeletu u gymnastek	14
2.1.4.4 Meziobratlové ploténky a jejich mechanické vlastnosti	15
<b>2.2 Sportovní gymnastika</b>	16
2.2.1 Věkové zákonitosti	17
2.2.2 Senzomotorické nároky na sportovní gymnastiku	18
2.2.2.1 Úroveň gymnastických dovedností a posturální koordinace	20
2.2.3 Klady sportovní gymnastiky	21
2.2.3.1 Vzpřímené držení těla	21
2.2.4 Negativa sportovní gymnastiky	22
2.2.4.1 Úrazy ve sportovní gymnastice	23
2.2.4.2 Analýza výskytu úrazů ve sportovní gymnastice	24
2.2.4.3 Četnost výskytu úrazů ve sportovní gymnastice	24
2.2.4.4 Úrazy krční páteře	25

2.2.4.5 Úrazy bederní páteře	26
2.2.4.6 Poranění zápěstí ve sportovní gymnastice	26
2.2.4.7 Charakteristika svalových dysbalancí ve sportovní gymnastice	27
2.2.5 Rehabilitace a sportovní gymnastika	28
2.2.5.1 Terapeutická cvičení v praxi fyzioterapeuta	29
<b>2.3 Spinal mouse</b>	<b>31</b>
2.3.1 Studie hodnotící Spinal mouse	32
2.3.1.1 Měření křivky a pohyblivosti páteře, porovnání dat s literaturou	32
2.3.1.2 Změny rozsahu pohybu bederní páteře u vertebrogenních pacientů	33
2.3.1.3 Měření tvaru a pohyblivosti páteře	33
2.3.1.4 Spinal mouse versus rentgen při posouzení pružnosti bederní páteře	34
2.3.1.5 Objektivní hodnocení tvaru zad a znázornění napřímení páteře	34
2.3.1.6 Věrohodnost spinal mouse k zobrazení sagitální kontury zad	35
2.3.1.7 Spinal mouse jako neinvazivní měřidlo pro sagitální rozsah pohybu páteře	35
<b>3/ ČÁST SPECIÁLNÍ</b>	<b>36</b>
3.1 Metodika práce	36
3.1.1 Úkoly diplomové práce	36
3.1.2 Hypotézy	37
3.1.3 Výzkumné otázky	37
3.1.4 Souhrn základních poznatků pro vytvoření diplomové práce	37
3.2 Praktické provedení měření	38
3.3 Charakteristika experimentální skupiny a naměřená data	39
3.4 Statistické zpracování dat	42
3.4.1 Počet probandů, jejich výška a věkové rozložení ve skupinách	42
3.4.2 Zakřivení krční a bederní lordózy	44
3.4.3 Distance na páteři	47
3.4.4 Zpracování dotazníků	51
<b>4/ DISKUZE</b>	<b>52</b>
<b>5/ ZÁVĚR</b>	<b>57</b>
<b>6/ PŘÍLOHA</b>	<b>58</b>
<b>7/ SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b>	<b>63</b>

## 1. Úvod

Podkladem pro zpracování této diplomové práce se stala dlouholetá osobní zkušenost se sportovní gymnastikou. Tomuto sportu jsem se věnovala od 5 – 18 let závodně, poté jako trenér a rozhodčí. Cílem tedy je seznámit se zdravotní problematikou sportovní gymnastiky. Tuto problematiku jsem zpracovala z pohledu fyzioterapie z teoretického i praktického hlediska. Diplomovou práci jsem rozdělila na dvě části a to teoretickou a speciální.

V teoretické části jsem se zaměřila na popis anatomické struktury páteře, její funkce, pohyblivosti a biomechanických vlastností. Věnuji se i otázce vertebrogenního onemocnění způsobené sportovní gymnastikou. Dále se zaměřuji na úrazy, zdravotní důsledky a rehabilitační péči ve sportovní gymnastice. Informace jsem čerpala z domácích i zahraničních zdrojů.

Speciální část této diplomové práce je záznam praktické části měření páteře sportovních gymnastek a nespportovců. Tato část vznikla na podkladě spolupráce s gymnastickými oddíly a základními školami Středočeského kraje v termínu od 16.10.2009 do 10.11.2009.



## 2. Obecná část

### 2.1 Páteř

#### 2.1.1 Páteř a její stavba, funkce

Páteř je významnou axiální strukturou pohybového systému. Součástí každého oddílu páteře jsou přední elementy (obratlové tělo, meziobratlová ploténka), zadní elementy (pedikly, kloubní výběžky s kloubními plochami), ligamenta, epidurální tuk, cévní a nervové struktury. Délka páteře činí 35% výšky těla (průměrně 70cm u mužů, 60 cm u žen), 20% tvoří meziobratlové ploténky. V jednotlivých úsecích páteře se nacházejí i rozdíly. Krční páteř umožňující pohyby hlavy, se liší velikostí a tvarem jednotlivých elementů od bederní páteře, která naopak je vystavena největšímu mechanickému zatížení. Páteř umožňuje vzpřímené držení trupu, spolu s pánví a končetinami se podílí na lokomoci a dále chrání nervové struktury před poškozením. Anatomická stavba páteře tedy odpovídá její funkci a mechanickému zatížení jednotlivých pohybových segmentů. [15]

#### 2.1.2. Vývoj sagitálního zakřivení páteře

Člověk se rodí funkčně i morfologicky nezralý, teprve v průběhu vývoje se páteř začíná tvarovat. V průběhu posturální ontogeneze uzrává držení páteře, resp. její stabilizace, která prostřednictvím vnitřních sil (svalové aktivity) podmiňuje anatomický vývoj páteře. Nezralá kyfotická páteř se formuje do budoucí lordoticko-kyfotické křivky. Obdobně se vyvíjí i všechny další anatomické systémy – sklon pánve, torze femurů, kolodiafyzární úhel, tvar hrudníku apod. Anatomický vývoj neprobíhá izolovaně, ale v lokálních i regionálních biomechanických parametrech je do značné míry závislý na programech CNS. [22] Krční lordóza se zvyrazňuje a upevňuje v době, kdy dítě z polohy na břicho zdvihá hlavu činností šíjového svalstva. Lordóza bederní vzniká později činností hlubokého zádového svalstva, až v době, kdy si dítě sedá a učí se vstát a chodit. Kyfóza hrudní je zbytek původního plynulého kyfotického zakřivení celé presakrální páteře a kompenzuje lordózy. Lordózy nejsou až do 6. roku věku fixovány a vleže mizí. I později je lze ještě vyrovnat přitisknutím těla k podložce. U dospělého jsou již fixovány natolik, že pod šíjovou krajinou a pod bederní páteří lze podsunout ruku. [4] Osový orgán se prostřednictvím posturálního zapojení autochtonní muskulatury, hlubokých flexorů krku a břišních svalů nastavuje do postavení, kdy je jeho optimální statické nastavení v sagitálním směru ve věku 3,5 měsíce.

Jedná se o motorický program, který je základem pro vývoj zakřivení páteře v sagitálním směru. V 6 měsíci života je umožněno centrované držení v torzi. Zajištění držení v centrovaném postavení v sagitálním směru, a stejně tak v rotaci, je možné za předpokladu fyziologického vývoje. U téměř 30% dětí nedozraje držení páteře do optimálního statického nastavení a u těchto dětí vidíme poruchy v držení (svalové dysbalance) již od rané fáze vývoje. [21]

#### **2.1.2.1. Studie hodnotící vývoj sagitálního zakřivení páteře**

Cílem studie je popsat zakřivení páteře v sagitální rovině a dokumentovat jeho vývoj. Bylo vybráno 151 zdravých dětí (z toho 72 dívek, ve věku 3-15 let) a byly rozděleny dle věku do 4 skupin. S využitím radiografie byl proveden záznam křivky páteře ve stoji s flexí horních končetin 30°. Odchylka měření byla stanovena na +/- 2,4°. Data byla vyhodnocena a porovnána s literaturou. Ve věku 7-9 let bylo zakřivení hrudní kyfózy 47° (dle literatury 42°), bederní lordózy 51° (literatura 60°). Během růstu dochází v důsledku snížení pohyblivosti hrudní a bederní páteře k snížení zakřivení hrudní kyfózy a bederní lordózy, zatímco vrchol hrudníku je tažen vzhůru. Kyfóza začíná od segmentu Th1/Th2, vrchol je ve výši Th7/Th8, bederní lordóza začíná od L1 a vrchol je ve výši L3/L4. Studie ukazuje, na skutečnost, že páteř dítěte není zmenšeninou dospělého, zakřivení páteře se dynamicky mění v oblastech CTh, ThL, LS a s tím se rozvíjí i postura a rovnováha. [2]

#### **2.1.2.2. Studie modelující hrudní kyfózu**

Hrudní kyfóza je v literatuře uváděna pod pojmem postura. Přílišná hrudní kyfóza vede k respiračním potížím, změněné jsou i orgány přiléhající k páteři a žeberním obloukům. Hyperkyfóza je spojována se stárnutím hlavně u žen (vliv traumat, osteoporózy). Velké obtíže přináší tzv. scapulocostální syndrom. Zvýšení nebo snížení hrudní kyfózy má vždy odraz na krční a bederní lordóze. Mnohé studie již popsaly hodnoty hrudní kyfózy jakožto normu vzhledem k věku. Hodnoty hrudní kyfózy jsou v rozmezí 20-50°. Tento rozptyl je dán tím, že není možné přesně stanovit Th1-Th4 na bočních RTG snímcích páteře. Existuje tedy jen málo geometrických modelů hrudní kyfózy, které jsou popsány matematickým vzorcem. Cílem studie je tedy sestavit model hrudní kyfózy. Bylo využito bočních RTG snímků páteře 80 jedinců (23 žen, 57 mužů). Jejich průměrný věk byl 27 let, výška 174 cm a váha 76 kg.

Snímky byly hodnoceny výpočetní technikou jednou osobou. Byly popsány všechna těla obratlů od Th1-Th12 a S1, poté byl stanoven vzorec pro výpočet úhlů klinicky významných segmentů páteře. Výsledky byly zaneseny do grafu, sagitální zaúhlení Th1-Th12 kyfózy bylo  $57^\circ$  při odchylce bodu v grafu 0,78 mm. Model hrudní kyfózy se blíží elipsovitému tvaru, větší zakřivená je v horním úseku, v dolních částech je hrudní kyfóza plošší. Hrudní kyfóza je ovlivněna tvarem obratlových těla a disků. S výjimkou dětí do 5 let a osob starších 65 let má hrudní kyfóza podobný tvar u mužů i žen. [10]

### **2.1.2.3 Vyšetření krční a bederní páteře aspekci**

Klinické vyšetření páteře začíná stanovením postury. Ta je často hodnocena na základě odebrané anamnézy a aspekce páteře. Studie hodnotí věrohodnost vyšetření postury aspekci. Hypotézou je, že hodnocení bederní a krční lordózy aspekci má vysokou věrohodnost. Pacienti (36) byli rozděleni do dvou skupin – s bolestí zad (17) a bez bolesti zad (19). Do studie nebyli připuštěni pacienti po operaci páteře, s revmatologickými, neurologickými a dalšími potížemi. Fotoaparát Canon stojícím na stativu byly pořízeny 2 fotografie každého pacienta při pohledu zepředu a z boku. Byli instruováni k přirozenému postoji. Data byla převedena do počítače. Poté 28 lékařů hodnotilo krční a bederní lordózu pacientů na fotografiích ve 3 stupních - normální, zvětšená, snížená. Byl stanoven koeficient kappa, pro posouzení věrohodnosti v jedné skupině pacientů. Kappa pod 0,5 bylo považováno za nevěrohodný výsledek, kappa +/- 0,7 dobrý a nad 0,8 výborný výsledek. Lékaři se nelišili v hodnocení krční a bederní páteře pacientů v jedné skupině, ale velmi slabá věrohodnost (kappa = 0,4) byla zjištěna v porovnání pacientů obou skupin. Studie vyloučila stanovenou hypotézu. Vyšetření aspekci krční a bederní lordózy je nevěrohodné a nepřesné. I přesto by ale vyšetření aspekci nadále mělo být součástí každého vyšetření páteře. Aspekce nám pomůže odhalit zvětšenou nebo sníženou lordózu, kyfózu či skoliózu páteře. Je však důležité zvolit ještě další vyšetřovací metodu k posouzení stavu páteře. [5]

### **2.1.3 Páteř a její pohyblivost**

Pohyblivost páteře je dána součtem pohybu mezi jednotlivými obratli. Pohyby se dějí jednak mezi těly obratlovými stlačováním meziobratlových plotének, jednak v meziobratlových kloubech. Dle anatomů stupeň pohyblivosti určují především meziobratlové ploténky, a potom to, jsou-li obratle jinak volné, nebo jsou-li připojeny

k jiným kostem (žebrům). To je však v rozporu z pohledu biomechaniků, kteří na ploténku pohlížejí jako na tlumič (více bude uvedeno níže). Pohyblivost je přímo úměrná výšce meziobratlových plotének, ale zároveň je tím větší, čím má meziobratlová ploténka menší plochu. Směr pohybu v jednotlivých oddílech páteře je určen orientací a úpravou kloubních plošek. Na páteři se mohou dít čtyři druhy pohybů: v rovině sagitální (anteflexe a retroflexe), v rovině frontální (lateroflexe), v rovině transversální (rotace neboli torze), a malé pohyby pérovací závislé na zakřivení páteře. Anteflexe a retroflexe jsou tedy vydatné v oddílu krčním a bederním, nepatrné na páteři hrudní. Při anteflexi styčné plošky na kloubních výběžcích po sobě kloužou, což je umožněno volným kloubním pouzdem. Ligamenta flava se napínají. Při retroflexi styčné plošky po sobě zprvu sklouzávají a pak se kladou pevně na sebe, což znamená zastavení dalšího pohybu. Lateroflexe se děje rovněž hlavně v oddílu krčním a bederním. V oddílu hrudním jsou zcela nepatrné. Na krční páteři je lateroflexe sdružena s malou torzí, poněvadž styčné plošky jsou orientovány šikmo. Rotace se odehrává v oddílu krčním a hrudním. Na páteři bederní jsou rotace prakticky nemožné, poněvadž každá z kloubních plošek obou stran (pravé i levé) má jiný střed křivosti. [35]

Celkový rozsah pohyblivosti páteře odhaduje Kapandji na pokladě rentgenového vyšetření pro anteflexi na 145°, retroflexi na 135°, lateroflexi na 75° ke každé straně. Vezmeme-li v úvahu jednotlivé segmenty páteře, udal Kapandji retroflexi bederní páteře na 35°, anteflexi bederní páteře na 60°, lateroflexi bederní páteře na 20° ke každé straně, rotaci bederní páteře na 5° ke každé straně. Pro oddíl hrudní páteře uvádí retroflexi 25°, anteflexi 45°, lateroflexi 20°, rotaci 35°. Pro krční páteř popisuje Kapandji retroflexi 75°, anteflexi 40°, lateroflexi 35° a rotaci 50°. [27]

### **2.1.3.1 Distance na páteři**

Při měření distancí na páteři zjišťujeme pohyblivost jednotlivých úseků nebo celé páteře. Měření pásovou mírou bývá považováno za nevěrohodné - distance odráží jen přímou vzdálenost dvou bodů, nikoliv skutečnou spinální pohyblivost. To však vyvrací Hazel, který s dalšími 5 vyšetřujícími provedlo měření distancí na páteři u 20 zdravých jedinců. Mezi vyšetřujícími byla udávána vysoká věrohodnost a spolehlivost pásové míry pro Schoberovu a Thomayerovu distanci. Pásovou míru tedy označil jako vhodnou, rychlou a jednoduchou metodu měření délky páteře v praxi. [11]

Měření hloubky zakřivení páteře provádíme s využitím olovnice spuštěné ze záhlaví (hrbol kosti týlní). Má se dotýkat vrcholu hrudní kyfózy, procházet intergluteální rýhou a dopadat mezi paty. Hloubka krční lordózy je nejvýše 2-2,5cm, bederní lordózy 2,5-4cm.

Schoberova distance ukazuje rozvoj lumbosakrální páteře, pohyblivost bederní páteře do flexe. Ve stoji spojném je označen obratel L5, od tohoto bodu je měřeno u dospělých jedinců 10 cm, u dětí 5 cm kraniálně a označen druhý bod. Při maximálním předklonu se u zdravé páteře prodlouží vzdálenost u dospělých na 14 cm (norma 4-6 cm), u dětí na 7,5 cm. Čím závažnější je kontraktura paravertebrálního svalstva a hamstringů, tím menší je rozvoj.

Stiborova distance ukazuje pohyblivost hrudní a bederní páteře do flexe. Označenými body jsou L5 a C7 vertebra prominens. Normou po předklonu je prodloužení o 7-10 cm.

Tomayerova distance hodnotí pohyblivost celé páteře do flexe. Při předklonu měříme vzdálenost mezi zemí a špičkami prstů. Při normální pohyblivosti se prsty dotknou podlahy. Zkouška není zcela specifická, neboť může být kompenzace pohybem v kyčlích, vliv má i ischiokrurální svalstvo.

Čepojova distance hodnotí pohyblivost krční páteře do flexe. Označí se C7 a 8 cm kraniálně. Po předklonu je v normě prodloužení minimálně o 3 cm.

Ottova inklináční distance ukazuje na pohyblivost hrudní páteře do flexe. Od C7 se naměří 30 cm kaudálně. Při předklonu se vzdálenost prodlouží nejméně o 3,5 cm (norma 3-4cm). [9]

### **2.1.3.2 Studie využívající distancí na páteři**

Studie srovnávala efekt skupinového cvičení s individuální rehabilitační péčí u pacientů s vertebrogenním onemocněním. K vyhodnocení byla použita metrologická vyšetření a dotazníky. Intenzivní individuální léčebná péče zahrnující měkké techniky, uvolňování zkrácených svalů by měla mít svoje místo v programu léčby vertebrogenních pacientů. Měření hodnotíme pohyblivost jednotlivých úseků páteře. Schoberova vzdálenost ukazuje rozvíjení bederní páteře. Stiborova vzdálenost vyšetřuje pohyblivost hrudní a bederní páteře. Ottova inklináční vzdálenost je měření pohyblivosti hrudní páteře při předklonu. Kombinovaný postup zahrnující intenzivní individuální léčebnou péči ovlivnil příznivě ukazatele hodnotící hybnost páteře - Schoberovou, Stiborovou a Thomayerovou distancí.

Metrologické ukazatele však odrážejí jen částečně stav pacienta, proto je výhodné doplnit je dotazníky zaměřené na funkční stav a kvalitu života. [46]

### **2.1.3.3 Věrohodnost Schoberova testu v porovnání s měřením inklinometrem**

Bolesti zad trápí většinu (85 %) osob. Low back pain se projevuje změnou rozsahu pohybu bederní páteře. Cílem studie bylo zhodnotit věrohodnost metod, které hodnotí pohyblivost bederní páteře. V úvahu je brána obtížnost palpce bederní páteře, možnost chyby měření pro přítomnost měkkých tkání a různá pohyblivost v kyčelních kloubech. Pro hodnocení pohyblivosti bederní páteře se používá pásová míra, technika popsaná původně Schoberem. Označí se dva body na páteři probanda - lumbosakrální spojení a 10 cm nad ním v neutrální poloze. Po předklonu se odečítá nově dosažená hodnota – nárůst vzdálenosti dvou bodů značí rozsah pohybu bederní páteře do flexe. Pro potřeby studie byl Schoberův test modifikován - označili se body 5 cm pod a 10 cm nad lumbosakrálním spojením. Hypotézou bylo, že při flexi bederní páteře dochází k posunu označeného bodu na kůži (10 cm nad lumbosakrálním spojením) kranálně relativně více než je posun processu spinosi bederní páteře. Oproti tomu v oblasti sacra (bod 5 cm pod lumbosakrálním spojením) k takovému posunu kůže již nedochází. Jedenáct jedinců s a bez bolesti zad podstoupilo Schoberův test, modifikovaný test, radiografii a měření bederní páteře inklinometrem. Výsledky byly mezi sebou porovnány. Schoberův a modifikovaný test dosáhly korelačního koeficientu 0,9 a 0,97. Přestože věrohodnost měření pásovou mírou nebyla potvrzena, je pásová míra v praxi více používána pro svoji jednoduchost a rychlost. Měření inklinometrem přináší terapeutům obtíže při manipulaci měřidla během pohybu bederní páteře a odečtu dosažených hodnot. [51]

### **2.1.3.4 Analýza hodnotící kvalitu postury dětí ve věku 7-10 let**

Posturální abnormality nalézáme především v dětském věku. Ty pravděpodobně souvisí s vývojem kosterní a svalové soustavy. Posturou rozumíme postavení jednotlivých segmentů těla v jednom okamžiku. Jako dobrou posturu označujeme tu, kdy je tělo drženo v rovnováze s nejmenšími energetickými nároky. Neadekvátní postura je charakterizována svalovými dysbalancemi ve smyslu svalového oslabení nebo zkrácení, což působí nesprávné postavení a pohyb v kloubech. Takovéto pohyby mohou omezovat aktivity všedního dne, mohou působit bolest a poškozovat pohybový aparát. Postura dítěte je ovlivněna mnoha faktory – dědičnost, socioekonomické, emoční, psychické

a fyzické podmínky. Dále postura odpovídá rozdílným denním nárokům jedince vzhledem k pohlaví a zralosti kosterní soustavy. Především v období puberty se postura adaptuje na změny těla. Mění se proporce těla jsou způsobeny růstem kosterní a svalové tkáně. U dětí ve věku 7-10 let je důležité odhalovat vadné držení těla, protože v tomto období lze posturu snáze opravit a tím předcházet v dospělosti bolestivým syndromům. Dřívější studie ukázaly, že až 50 % dívek má posturální abnormality – vbočená kolena, anteverzi pánve, bederní hyperlordózu, rotaci trupu a odstáté lopatky. Skolióza a hrudní hyperkyfóza byla zjištěna ve 40 % případů. Někteří autoři tvrdí, že posturální abnormality jsou během vývoje opraveny, ale jiní jsou názoru, že jde o asymetrie způsobené denní zátěží, což negativně ovlivní stav pohybového aparátu v dospělosti. Metody, jimiž můžeme hodnotit posturu, jsou kvalitativní a kvantitativní. Kvantitativní postupy využívají rentgenového záření, což je zdravotně zatěžující a finančně nákladné. Kvalitativní metody používají vizuální hodnocení postury. Fotografování je levné a bez zdravotních rizik. Watson a Mac Donncha vytvořili hodnotící škálu kvality postury. Cílem této studie bylo kvalitativně ohodnotit posturální abnormality a porovnat je mezi chlapci a dívkami. Bylo vybráno 191 zdravých dětí (77 chlapců, 114 dívek ve věku 7-10 let). Každý byl vyfotografován ve stoji v rovině frontální a sagitální. Na snímcích byly označeny kontrolní body – laterální kotníky, hlavička fibuly, trochanter major femuru, SIAS, SIPS, C7, Th2, Th7, L5 a S1. Bylo hodnoceno postavení hlezenních kloubů, kolen, pánve, bederní, hrudní, krční páteře, ramen a hlavy. Ohebnost bederní páteře byla hodnocena Schoberovým indexem (norma pro dospělého jedince je 5 cm). Byl stanoven koeficient 0,75 pro věrohodnost výsledků studie, hodnoty pod 0,75 byly považovány za nevěrohodné. Dobrou věrohodnost (0,75) zaznamenaly tyto segmenty – hodnocení kotníků, bederní páteře a postavení lopatek. Za nevěrohodné (0,43) se ukázalo hodnocení krční páteře. Studie ukázala, že chlapci mají větší tendenci k vadnému držení těla než dívky – odstávající lopatky, protrakce ramen a hlavy a s tím související krční hyperlordóza. Nejčastějšími posturálními abnormalitami jsou předsunutá držení hlavy a ramen. Dle Kendalla jsou odstávající lopatky v dětství dány nedostatečnou scapulothorakální fixací. Odstávající lopatky byly více popsány u chlapců, ale někteří autoři tvrdí, že dívky mají větší vrstvu tukové tkáně a proto u nich odstávající lopatky nejsou zřetelné, další vliv hraje dřívější dosažení maximální svalové síly u dospívajících dívek než u chlapců. Přítomnost odstátých lopatek a protrakce hlavy, ramen u chlapců souvisí s hrudní hyperkyfózou.

Dívky dosáhly větších hodnot Schoberova indexu než chlapci (5,19 cm +/- 9; 5,21 cm +/- 7). Norma pro dospělé činí 5 cm, tedy můžeme říci, že děti jsou v bederní oblasti flexibilnější. Dle Kendalla toto nastává od 11 let jako přizpůsobení se na situaci, kdy jsou nohy proporcionálně delší než trup. Jiní autoři uvádí, že chlapci mají větší svalovou sílu a dívky jsou zase ohebnější. Dále je uváděno, že svalové dysbalance (hlavně m. trapezius) v oblasti pletence ramenního vedou k rozvoji skoliózy, zatímco protrakce hlavy a ramen k hrudní hyperkyfóze. Tyto situace jsou ještě zřetelnější v době růstové akcelerace dítěte. Studie tedy potvrdila posturální rozdíly v pohlaví před zahájením puberty. Během vývoje postury dochází k pohlavně specifickým abnormalitám, což souvisí s dozráváním myoskeletálního systému. [34]

### **2.1.3.5 Normální rozsah pohybu krční páteře u dětí 3-12 let**

Krční páteř s věkem prochází dynamickými změnami ligamentového aparátu, velikostí hlavy, orientací fasetových kloubů a osifikací obratlových těl. Otázkou je nakolik tyto změny ovlivňují zranitelnost krční páteře. Cílem této studie je změřit aktivní rozsah pohybu krční páteře a zjistit vliv věku a pohlaví na pohyblivost krční páteře. Aktivní pohyb je přirozený, ale může být ovlivněn aktivitami běžného denního režimu. 67 zdravých dětí z toho 39 dívek bylo rozděleno do 3 skupin dle věku a to: 3-5let (26 dětí), 6-8let (22), 9-12let (19). K měření aktivního rozsahu pohybu krční páteře byly použity 2 techniky – přístroj měřící rozsah pohybu a video záznam pohybu. Přístroj k měření rozsahu pohybu krční páteře byl umístěn na hlavu, děti byly posazeny a připoutány popruhy. Každý pohyb byl měřen 3krát a zaznamenala se jen nejlepší hodnota pohybu flexe, extenze, úklonu a rotace krční páteře. Během měření byly vyloučeny přídatné translační pohyby hrudní páteře. I při video záznamu byly děti posazeny, připoutány a na hlavu dostaly čepici, na kterou se nalepily kontrolní značky. Výsledky byly porovnány mezi dvěma použitými metodami. Dále bylo provedeno antropometrické vyšetření obsahující váhu těla, výšku těla vsedě, délku dolních končetin, obvod hlavy a krku. Získaná data byla porovnána s národními normami. Přístroj pro měření rozsahu pohybu krční páteře ukázal, že pouze flexe a rotace vpravo, vlevo rostou průměrně o 7° s věkem (flexe 55°, 60°, 62° dle věkových skupin, extenze 77°, 75°, 75°, rotace vpravo/vlevo 68°, 74°, 76°). Videozáznam lépe vyhodnotil pohyb krční páteře do flexe/extenze a rotace než úklony (flexe 64°, 67°, 74° dle věkových skupin, extenze 91°, 89°, 89° a rotace vpravo/vlevo 81°, 78°, 77°).



Nebyly zaznamenány žádné velké změny pohybu krční páteře vzhledem k pohlaví jedinců. Váha hlavy jedinců se s věkem mění – ve 3 letech váží 16 kg, v 6 letech 23 kg a ve 12 letech 35 kg. Obvod hlavy u 3letého dítěte je průměrně 51 cm, u 6letého 53 cm a 12letého 54 cm. Obvod krku je u 3letého dítěte 25 cm, 6letého 27 cm a 12letého 29 cm. Obě metody naměřily průměrně o 15° menší rozsah pohybu krční páteře do flexe než extenze. Naměřené hodnoty v této studii odpovídají s daty uváděné v literatuře. V porovnání s dospělými jedinci je flexe/extenze větší v dětství. V dospělosti mají větší rozsah pohybu krční páteře do extenze ženy než muži, což se v této studii nepotvrdilo. V porovnání s rentgenovými hodnotami flexe/extenze pohybu se výsledky této studie liší jen o 1-2°. [1]

### **2.1.3.6 Dlouhodobá studie: Postura, pohyblivost a bolest páteře**

Cílem studie bylo analyzovat vývoj postury a pohyblivosti páteře během dětství vzhledem ke sportovním aktivitám a low back pain. Výzkum podstoupilo 90 dětí (46 chlapců, 44 dívek) ve věku 5-6 let, měření znovu proběhlo po 10 letech (15-16let). Zároveň byly děti dotazovány na sportovní aktivity a bolesti zad. Byl využit kyfometr Debrunner (s odchylkou měření 1°), kyfóza byla měřena od Th2-Th11, lordóza od Th11-S1. Dívky ve věku 5-6 let dosáhly hrudní kyfózy 28,4°, rozsah pohybu hrudní páteře do flexe 52,4° a extenze 3,4°. Bederní lordóza byla naměřena 31,6°, flexe 46,9°, extenze 53°. Dívky ve věku 15-16 let měly hrudní kyfózu 33,7°, flexe 49,6°, extenze 20,7°, bederní lordózu 39,9°, flexe 28,3°, extenze 65,2°. Ve věku 15-16 let sportuje pravidelně (2-3x/týden) 50% jedinců, pravidelná sportovní činnost neovlivňuje výskyt bolestí zad. Došlo ke změně postury: hrudní kyfóza se zvětšila o 6°, bederní lordóza vzrostla o 6°. Ve věku 5-6 let nebyly rozdíly mezi kyfózou a lordózou vzhledem k pohlaví. V 15-16 letech byla u dívek naměřena kyfóza nižší než lordóza. Klesla pohyblivost páteře: v hrudní oblasti o 27° a bederní části o 4°. Jedna třetina jedinců udala v 15-16 letech bolesti zad, (pouřazově, bolest zad nebyla vztažena ke sportovní aktivitě, pohlaví a pohyblivosti páteře). Studie ukázala na nárůst kyfózy, lordózy a snížení pohyblivosti páteře. Zatímco v dětství dominuje bolest břicha, v dospívání a dospělosti převažuje bolest zad. Vadným držením těla autor míní zvýšenou kyfózu nebo lordózu. [49]

### 2.1.3.7 Pohyblivost páteře v sagitální rovině a bolesti zad

Na sportovní gymnastky jsou kladeny vysoké fyzické i psychické nároky. Je požadován velký rozsah pohybu páteře, s tím souvisí i velký nárůst bolestí zad u závodnic. Příčinou může být hyperlordóza, hyperextenze, růst a s tím související prodloužení délky trupu a malá sakrální inklinace. Tato studie posuzuje bolesti zad a sagitální pohyblivost páteře u gymnastek a běžné populace. Bylo vybráno 29 gymnastek ve věku +/- 33 let. Tato věková skupina byla zvolena záměrně, neboť i v běžné populaci dochází v tomto věku k nárůstu bolestí zad. Gymnastky trénovaly průměrně 10 hod týdně po dobu 10 let, od 8 let závodily. Kontrolní skupinu tvořilo 29 žen +/- 32 let nikdy se nevěnující gymnastice a sportující jen rekreačně (kolo, squash...). Všichni vyplnili dotazník a prošli fyzickým vyšetřením. Hodnocení postury a měření rozsahu pohybu páteře bylo provedeno inklinometrem dle Merin s odchylkou měření 0,9. Kyfóza byla měřena ve vzpřímeném stoji od Th3/4 k Th12, lordóza od Th12 po S1. Tyto body byly vyhledány palpací. Rozsah pohybu byl měřen v maximální flexi a extenzi. Získaná data byla porovnána s posturou. Z dotazníku bylo zjištěno, že 26 % gymnastek nikdy nebolela zad, 27 % gymnastek má současné potíže s bolestí zad a 47 % již bolest zad alespoň jednou zažilo. Šest dívek užívalo při závodu analgetika. Dotazník neodkryl vztah mezi délkou tréninku a bolestí zad. V kontrolní skupině bylo dotazníkem zjištěno, že 6 % žen nikdy nebolela záda, 56 % alespoň jednou zažilo bolest zad a 38 % žen v současnosti bolí záda. Z měření rozsahu pohybu páteře a hodnocení postury vyplynulo, že hrudní kyfóza u gymnastek činila 21°, u běžné populace 30°. Rozsah pohybu hrudní páteře do flexe byl (30°) a extenze (16°) u gymnastek a flexe (27°), extenze (21°) v běžné populaci. Bederní lordóza byla naměřena 29° u gymnastek a 32° u běžné populace, flexe bederní páteře (54°) u gymnastek a flexe bederní páteře (58°) u běžné populace. Extenze bederní páteře u gymnastek byla 16° a 17° u běžné populace. Celkový rozsah pohybu hrudní páteře byl 46° u gymnastek a 48° v populaci, celkový rozsah bederní páteře 70° u gymnastek a 75° v populaci. Data neukazují výrazné rozdíly ve vztahu pohybu páteře a bolestí zad v porovnání obou skupin. Bolesti zad u sportovců i nespportovců jsou ovlivněny mnohými faktory (socioekonomické, psychické faktory, pohyb, fyzická aktivita). Nicméně se nadále uvádí, že až 80 % gymnastek bolí záda v porovnání s běžnou populací, kde je výskyt bolestí zad 48 %. Vliv může mít i rychlý rozvoj sportovní gymnastiky. [47]

#### **2.1.4 Axiální systém a jeho mechanické vlastnosti**

Axiální systém člověka představuje složitý, členitý systém s rozmanitými materiálovými, tvarovými a vazebními charakteristikami. Představuje komplex složený z vlastního páteřního sloupce tvořeného kostěnými obratli a poddajných meziobratlových disků, vazivového a aktivního svalového aparátu páteře. Tak je možné analyzovat chování tohoto funkce schopného komplexu v kontextu k vnitřním podmínkám organismu (viscerální, neurální, respirační, orgánový aj. aspekt) a působení vnějších zatížení a požadavků (lokomoce, manipulace, ergonomie aj.). Páteř tvoří základní nosnou osu těla, zajišťuje při značné pohyblivosti i dostatečně tuhou oporu pro manipulační a lokomoční pohyby. Vzhledem k esovitému zakřivení páteřního sloupce je schopna navíc absorbovat určité množství deformační energie do svých jednotlivých složek, např. při rázech, lokomoci... Páteřní sloupec je tvořen obratli spojenými meziobratlovými disky a párem meziobratlových kloubů. Spolu s krátkými a dlouhými vazy určují tyto pasivní spojení vzájemnou pohyblivost obratlů vůči sobě a sečtením dílčích rozsahů pohybu je dána i celková pohyblivost daného úseku páteře. V důsledku této složité kinematické vazby jsou některé pohyby provázány dalšími tzv. přidruženými pohyby, které mohou být kompenzovány v jiných oddílech páteřního sloupce. Poddajnost páteře je výrazně proměnná v jejích jednotlivých částech. Např. poddajnost hrudní páteře je značně omezena v důsledku vazby obratlů s páry žeber vepředu spojených hrudní kostí a tak vytvářejících hrudní koš. Značná pohyblivost krční páteře nesoucí hlavu s CNS a s významnými párovými čidly podobně jako bederní páteř mají danou tuhost v případě potřeby především svalovou aktivitou. Přechody s měnící se tuhostí vymezují riziková místa pro vznik traumat.[33]

##### **2.1.4.1 Morfologie páteře u dětí 10-16 let**

Při této studii podstoupilo měření 248 zdravých dětí. Zjistilo se, že páteř děvčat je křehčí než u chlapců a to v každém věku. Křehkost páteře souvisí s průměrem obratlových těl a délkou páteře. Čím vyšší páteř, tím je křehčí. Z biomechanického hlediska může být chápána progresse laterálního zakřivení páteře jako její pozvolné vybočení. Křehkost páteře je rozhodující ve schopnosti odolat četným ohybům a tlakům. Čím větší křehkost, tím je páteř při nárůstu tlaku více náchylná k jejímu poškození. Cílem studie bylo získat data o stavu křehkosti páteře od zdravých dětí ve věku 10-16 let. Byl proveden rentgen páteře 248 dětí (105 chlapců, 143 dívek) – pohled předozadní a boční snímek.

Dále byly na snímku páteře označeny nejvíce prominující body vpřed, vzad (Th5, Th10 a L3) a propojeny čarou. Byla měřena délka páteře od Th5-L3 a šířka obratlových těl Th5, Th10 a L3 v rovině frontální a sagitální. V 10 let měli chlapci páteř delší než dívky, ve věku 11-14 let byla páteř dívek již delší, ale do 16 let měli chlapci opět delší páteř než dívky. Ve věku 11-13 let měli chlapci i dívky stejnou šířku obratlových těl v rovině frontální i sagitální, ale po 14 roku měli chlapci již širší těla obratlů v obou rovinách. Tyto hodnoty potvrzují, že dívky dospívají dříve než chlapci. Dále byly zjištěny rozdíly v křehkosti páteře. Páteř dívek je křehčí v každém věkové skupině než u chlapců. Průměrně byla naměřena šířka těla L3 v sagitální rovině 42 mm a ve frontální 57 mm a délka páteře Th5-L3 byla průměrně 297 mm. [42]

#### **2.1.4.2 Vztah fyzické aktivity a pevnosti kostí u dětí ve věku 9 let**

Cílem studie bylo zjistit vztah mezi intenzitou, trváním fyzické aktivity a kostní pevností u dětí ve věku 9 let. Zlomeniny způsobené osteoporózou jsou dnešním častým problémem. Architektonika lidské kostry ztrácí pevnost, vzniká osteoporóza. Předpokládá se, že ta může být redukována nárůstem kostní pevnosti v dětství. Největší nárůst pevnosti kostí je do 20 roku života a vliv má i pohybová aktivita dítěte. Pevnost kosti je vyjádřena obsahem minerálů v kosti a její hutností. Hlavním faktorem je však struktura kosti. Studii podstoupilo 293 dětí (150 chlapců a 143 dívek) bez větších rozdílů ve věku (9 let), BMI ( $18\text{kg/m}^2$ ), hmotnosti (34 kg) a výšky těla (137 cm). Kolem pasu byl každému připnut akcelerometr, který nosili 2 týdny při sportovních aktivitách. Data byla převedena do počítače a zpracována. Výsledná hodnota byla průměrem 4 naměřených dnů a byla tříděna dle intenzity pohybové zátěže (mírná, střední, vysoká). Dále bylo zjištěno množství minerálů BMC a hutnost BMD kostí s využitím DEXA skeneru. Celkově chlapci mají 1056 g obsah minerálů v kostře a dívky 1008 g. Krček femuru obsahuje: BMC 3 g chlapci / 2,6 g dívky a BMD  $0,7\text{ g/cm}^2$  chlapci /  $0,6\text{ g/cm}^2$  dívky. Bederní obratle L2-L4 obsahují: BMC 19,04 g chlapci / 19,27g dívky. Výpočtem byla udána pevnost femuru při tlaku (6 g/kg chlapci, 5,3 g/kg dívky), ohybu (1,9 g/kg chlapci, 1,7 g/kg dívky) a nárazu (0,38 g/kg chlapci, 0,33 g/kg dívky). Odchylka měření byla 0,3 % u bederních obratlů a 1,7 % u krčku femuru. Vyšších hodnot BMC, BMD dosáhli chlapci, ti také provozují pohybovou aktivitu o střední až vysoké intenzitě zátěže. Dívky preferují pohyb o nízké intenzitě. Nebyl zjištěn žádný vztah mezi BMC bederních obratlů a intenzitou pohybové aktivity,

zatímco u krčku femuru BMC je vyšší s vyšší zátěží pohybu (zřetelněji u chlapců než u dívek). Tato studie potvrzuje vztah mezi pohybovou aktivitou a pevností kostí, doporučuje se v dětství provádět pohybovou aktivitu o vysoké intenzitě (25 min denně) pro nárůst pevnosti kostí. Vhodné jsou běhy, skoky... Pevnost kostí je ovlivněna i metabolickými a hormonálními faktory (snížená hladina estrogenerů vede k ohnutí páteře u starých lidí). [36]

#### **2.1.4.3 Rychlost růstu a dozrání skeletu u gymnastek**

Cílem studie bylo zjistit u gymnastek rychlost růstu do výšky v závislosti na dozrání skeletu. Gymnastika představuje sportovní odvětví s velkými nároky kladenými na jedince (psychický stres, vysoká intenzita tréninku a další faktory, které mohou zpomalit vývoj růstu sportovce). Od roku 1997 do 2000 bylo evidováno 104 závodních gymnastek ve věku 12-23 let pocházející z 28 států světa. Studie zahrnovala antropometrii těla (výška, hmotnost, BMI...). Gymnastky byly měřeny v pravidelných intervalech 2x do roka – vyšetření neinvazivní a laboratorní. Hmotnost se vážila na kalibrované váze, výška byla měřena antropometrem dle Martina (+ další zjišťované hodnoty obvod hrudníku, výskyt pubického ochlupení...). Zralost skeletu byla hodnocena rebtgenem zápěstí levé ruky. Protože neexistují pro srovnání normy zralosti skeletu, byly použity hodnoty z multietnických studií. Plné zralosti skeletu bývá dosaženo obvykle v 16 letech. Ukázalo se, že rychlost růstu do výšky u běžné populace začíná s pubertou a zastavuje se v 16 letech, zatímco u gymnastek nastává růst do výšky od 14 let a je dokončen v 18 letech. U gymnastek zpočátku dochází k zpomalení růstu, ale do ukončení puberty následuje kompenzačně akcelerující růst do výšky až je překonána genetická predispozice výšky jedince (na to může mít i vliv zlepšující se socioekonomický faktor prostředí). Lidský růst je regulovaný procesem charakterizovaný znaky změn v rychlosti růstu do výšky od dětství do dospělosti. U gymnastek tento proces začíná později a probíhá pomaleji. Obvykle puberta začíná s akcelerací růstu, ten je dokončen do 18 let. U gymnastek nastupuje puberta později a s ní i pozdější nástup menarche. Nižší hladina estrogenerů ovlivňuje tělesný růst a dozrání skeletu, dále musíme vzít v úvahu velký energetický výdej, nízkou hmotnost těla a procento tělesného tuku u gymnastek. [6]

#### **2.1.4.4 Meziobratlové ploténky (disky) a jejich mechanické vlastnosti**

Meziobratlová ploténka se skládá z více tkání. Chrupavčité destičky přirůstající k obratlovým tělům a vazivový prstenec tvořený kolagenními vlákny uspořádanými do šroubovic se střídavým směrem společně prostorově vymezují jádro, tvořené převážně tekutinou. Meziobratlový disk zprostředkovává spojení obratlových těl. Svou deformací umožňuje vzájemný pohyb sousedních obratlů, které jsou navíc spojeny meziobratlovými klouby a vazy. Při zatížení se jádro deformuje a tekutina je vytlačována všemi směry. S věkem dochází ke snižování množství tekutiny, snížení výšky obratlů a tím se zhoršují viskózní vlastnosti jádra. Meziobratlová ploténka je viskoelastická struktura. Z pohledu biomechaniky je ploténka tlumící soustavou, snižuje až 100x amplitudu rázů, které vznikají při lokomočních pohybech. Současně se podílí na flexibilitě páteře. V rozporu s anatómií neurčuje primárně meziobratlovou pohyblivost, ale je tlumičem. Nejčastěji je zatěžována v tlaku v kombinaci s ohybem. Někdy také smykem, který ale není dobře snášen.[33]

## 2.2 Sportovní gymnastika

Gymnastika obecně se vysvětluje jako: „Soubor tělesných cvičení, jehož cílem je všestranný pohybový rozvoj lidského těla a udržení zdatnosti a celkové dobré výkonnosti.“ Název gymnastika vznikl ze starověkého slova „gymnazein“, což znamená „cvičit nahý“. Tento pojem vycházel z řeckého systému, který vedl k všestranné kultivaci těla a jehož cílem byla idea harmonie těla a ducha, označována jako „kalokaghatie“. [8]

Historický vývoj gymnastiky má ze všech dnes používaných druhů tělesné výchovy nejstarší tradici. Gymnastika vznikla před více než dvěma tisíci lety v antickém Řecku a byla považována za vzor harmonického rozvoje těla. Některé gymnastické cviky jsou však ještě starší a objevovaly se již ve staré Číně a Indii, kde byly často součástí tradiční medicíny. Ve Staré Číně vznikla již v roce 2698 př. n. l. soustava dodnes známých zdravotních cvičení „Kung-fu“. Na konci 18. století a v 19. století vznikaly v Evropě ucelené gymnastické systémy. Prvním z nich byl Švédský systém zdravotní a průpravné gymnastiky. Největší důraz byl kladen na anatomicko-fyziologický význam jednotlivých cviků – tedy na zdravotní aspekty cvičení. Zakladatelem této soustavy byl Petr Henrik Ling (1776–1839). Od švédského systému se ve svých východiscích liší tvůrci Německého turnerského systému nářadového tělocviku. Hlavními představiteli tohoto směru byli J. Ch. Guts-Muts (1759–1839), F. L. Jahn (1778–1852) a E. W. B. Eiselen (1792–1846). Hlavním důvodem vzniku tohoto systému cvičení byla snaha po zdokonalení fyzické kondice vojska. Na počátku 19. století se objevila gymnastika na území Čech a Moravy, český Sokol patřil k prvním gymnastickým oddílům na světě. Tělovýchovná soustava dr. Miroslava Tyrše (1832–1884) vycházela z německého nářadového tělocviku.

V roce 1881 byla založena Mezinárodní gymnastická federace, která od té doby zastřešuje většinu mezinárodních gymnastických aktivit. Zakládajícími členy byla Francie, Belgie a Nizozemí. V roce 1897 už sdružovala 17 evropských zemí, a proto byla také nazývána Evropskou gymnastickou federací, a to až do roku 1921, kdy se k ní připojila první neevropská země (USA) a byla reorganizována do současné podoby. Gymnastika byla také součástí prvních novodobých olympijských her v roce 1896, ženská gymnastika se však poprvé na olympijských hrách objevila v roce 1928. Stejně tak i mistrovství světa bylo mužskou záležitostí od svého vzniku v roce 1903 až do roku 1934. Od té doby se vyvíjí gymnastika jako mužská a ženská a oproti většině ostatních

sportů se tyto dva proudy liší daleko více, například v používaných nářadích a technikách. [48]

Sportovní gymnastika žen je sportovní odvětví, kde závodnice předvádějí silové nebo švihové gymnastické prvky na nářadí – přeskok, bradla, kláda, prostná. Je také stálou součástí olympijského programu. Řadí se mezi koordinačně-estetické, technicko-estetické sporty. Bodové hodnocení výkonu se vztahuje k obtížnosti a provedení pohybového prvku se zřetelem na technická a estetická kritéria. [25]

Hlavním úkolem sportovní gymnastiky je naučit se koordinovat pohyby celého těla a jeho částí v závislosti na kloubní pohyblivosti a síle zapojovaných svalových skupin. Cvičit na nářadí je proto možné až po dosažení určité silové a pohybové úrovně. Důležitým úkolem gymnastického tréninku je překonání strachu z neobvyklých poloh. Technika provádění vychází ze základního zpevněného držení těla a lokomoce horních a dolních končetin. Cvičení jsou charakteristická střídáním všech možných poloh těla (sedy, lehy, postoje, visy, podpory,...) a tím pádem také pohybovou pestrostí. Dívky začínají se sportem od 4 let, v 15 letech jsou na vrcholu kariéry a po 20 letech se sportem končí. Jsou vybrány dle tělesných dispozic a dalších kritérií – rychlost, síla, ohebnost, velký rozsah pohybu v kloubech, koordinovaný pohyb. Vhodný je menší vzrůst postavy a temperament sportovce ve smyslu sangvinika. Trénink bývá 5krát týdně a o víkendech dívky závodí. Sportovní gymnastika na vrcholové úrovni je jedním z vůbec nejobtížnějších a nejnebezpečnějších sportů.

### **2.2.1 Věkové zákonitosti**

Při tréninku se řídíme věkovými zákonitostmi. Ve věku 4 let dítě nemá žádnou pohybovou zkušenost, vše si musí zkusit, dozrávají funkce pro hrubou motoriku, trénink je veden formou hry s permanentní motivací pro udržení pozornosti. Je popsán vztah mezi motorikou a velikostí hlavy. V 6 letech dosahuje velikost mozku dítěte 90 % velikosti dospělého, ale ostatní části těla těchto hodnot nedosahují. Proto provádění některých prvků může být pro dítě značně obtížné. V 7-10 letech se rozvíjí koordinační, rychlostní a akcelerační schopnosti. Důvodem je tvárná plasticita mozku a absence strachu. Prioritou je rozvoj nervosvalové koordinace než svalové síly. 8-12 rok je popisován jako zlatý věk motoriky. V období 9-10 roku prudce narůstá vizuální vnímání (odhad vzdálenosti, rychlosti...), je to vhodný čas k tréninku přesnosti pohybu, orientačních, rytmických schopností a periferního vidění (využití trampolín, balancování



na kladině). Do 12 roku se nedoporučuje přidávat jinou zátěž než je vlastní hmotnost těla, je nutné se vyvarovat tvrdým dopadům na podložku (vliv na růstové chrupavky). V období růstové akcelerace rostou kosti rychleji než svaly, šlachy a horší se flexibilita, řešením je pravidelný kontinuální strečink. Ve věku 11-12 let je motorická kontrola dobudována, navyšujeme počet dovedností s důrazem na techniku, dochází k větší soustředěnosti závodnice. Ve 13 letech sportovec umí pracovat s rovnováhou jako dospělý jedinec. V období 12-16 let může docházet k výkyvům v dovednosti vlivem hormonálních změn. Dochází k přebudování pohybových stereotypů, postava dívek získává ženské tvary, čímž se těžiště dostává níže. Mění se i vnímání pohybu. Dominují posilovací techniky. [26]

### **2.2.2 Senzomotorické nároky na sportovní gymnastiku**

Čítí a vnímání ve sportovní gymnastice bych charakterizovala následovně. Zrakové počítky jsou důležité pro kontrolu pohybu těla v prostoru, uchopení a udržení se na nářadí. Exteroceptivní podněty mohou cvičení usnadnit ale i ztížit. Důležitá je rozlišovací čivost a ostrost při provádění cviků zejména na kladině, bradlech a přeskoce. Kožní podněty vznikají při styku s nářadím. Kožní receptory dlaní a chodidel vysílají informace do CNS a tak dochází k regulaci pohybu a udržení rovnováhy. Auditivní podněty usnadňují udržet rytmus cvičení na prostných. Zvládnutí vnímání prostoru je důležitým gymnastickým úkolem, protože při provádění složitých pohybů nesmí gymnastka ztratit kontrolu nad svým pohybem.

Mezi senzomotorické dovednosti patří rychlost, tempo, rovnováha těla, přesnost pohybu, koordinace, vytrvalost, pružnost, flexibilita a schopnosti silové:

Statická síla v tomto sportu znamená vyvinutí síly v izometrické kontrakci, tedy udržení těla po danou dobu v určité poloze. Dynamická síla znamená schopnost vyvinout sílu v pohybu. Její speciální formou je síla výbušná, charakteristická maximální rychlostí pohybu s menším odporem.

Předpokladem úspěchu ve sportovní gymnastice je značná flexibilita. Klade se důraz na rozvoj kloubní pohyblivosti a ohebnosti trupu. Často dochází k překročení hranice fyziologického normálu. Rozlišujeme aktivní pohyblivost, která znamená maximální kloubní rozsah dosažený vlastním úsilím. Pohyblivost pasivní je dosažena působením vnějších sil (opory, trenéra). Mezi činitele ovlivňující pohyblivost patří anatomické zvláštnosti (druh, tvar kloubu a pružnost tkání) a odstranění svalového tonu

(dáno nervozitou, strachem a psychickým napětím). Rozsah flexibility končetin je dán zejména pohyblivostí v ramenním a kyčelním kloubu. Zde je namístě strečink na rozdíl od dynamických cvičení, kdy mohou vzniknout svalová mikrotraumata. Ohebnost trupu negativně působí na bederní lordózu. Ta je vlivem záklonů příliš namáhána a často i trvale zakřivena v hyperlordózu.

Rychlost reakce a komplexního pohybového projevu je složitá pohybová činnost. S rozvojem obratnosti (7-14 let) se zvyšuje i rychlost pohybu. Je zde úzký vztah k výbušné síle. Osobní tempo je charakteristické značnou individuálností. Důležitou roli zde hraje poměr rychlých a pomalých svalových vláken, který je ale do značné míry dán geneticky. Smysl pro tempo a rytmus je vzhledem k typologii sportovní gymnastiky (estetický sport) velmi důležitou součástí celkového přednesu. Rychlost běžecká uplatní při rozběhu na přeskoce, je důležitou determinantou celkového výsledku. Rychlost změny směru se projeví zejména při cvičeních prostná, souvisí s prostorovou orientací.

Pro cvičení na náradí je zapotřebí dobrá rovnováha. Rovnovážná cvičení na náradích vyžadují dávku odvahy, zkušenosti a koncentrace. Dynamická rovnováha se prokáže v pohybech celého těla a ovlivní výkon na náradí. Ztratí-li gymnastka rovnováhu, dojde k pádu, je lepší tedy cvičení přerušit a začít znovu.

Kinestetická přesnost vyžaduje schopnost rozlišovat polohy a jemné pohyby koncových částí těla. Častou chybou je skloněná hlava a nedopnuté špičky. Opakováním správného pohybu, gymnastka chyby opraví. Jemná motorika v kombinaci s hrubou se prokáže dovedností v estetické stránce cvičení.

Koordinace neboli obratnost je soubor schopností lehce a účelně zvládnout vlastní pohyby těla, přizpůsobovat se měnícím se podmínkám a rychle si osvojit pohyby nové. Koordinace malých svalových skupin úzce souvisí s kinestetickým pohybem. Všeobecná obratnost je trénována při každém cvičení v pohybu. Musí se zvládnout i koordinace velkých svalových skupin, což nastává až po mnohaletém tréninku. Nedostatky v této oblasti jsou patrné zejména u začínajících dětí a v období puberty. Gymnastky jsou novým pohybovým prvkem „proneseny trenérem“. Dochází k uvědomění si jednotlivých částí pohybu a návaznosti. Postupně je cvičení automatizováno.

Vytrvalost ve sportovní gymnastice je schopnost odolávat únavě. Specifikem je dýchání při cvičení, kdy dochází k omezení množství kyslíku. Maximální nádech ztěžuje pohyb.

Výhodou je dostatečná vitální kapacita plic a správná činnost kardio-vaskulárního systému. Tepová frekvence v průběhu cvičení stoupá a udržuje se až na hranici maxima. Složením faktoru rychlosti, ohebnosti a senzomotorické koordinace vzniká komplex dovedností, předpokládající mrštnost. Zčásti je daná geneticky. Přidáním silového faktoru je získána pružnost. Vyžaduje značnou kloubní pohyblivost. Pružné tělo odolává tlakům a tahům svalů, šlach, které se při cvičení vyskytují. Pružnost je často dobře rozvinuta u dětí. [48]

### **2.2.2.1 Úroveň gymnastických dovedností a posturální koordinace**

Gymnastky se dennodenním tréninkem učí posturální koordinace. Provádění gymnastických prvků a výdrží na 10 cm široké kladině je jistě nelehký úkol. Udržování rovnováhy je zprostředkováno pohyby především v kyčelních kloubech, kde dojde k rychlejší reakci na změnu polohy, pohybu než v hlezenních kloubech. Držení vzpřímeného těla se děje prostřednictvím dvou strategií: flexe/extenze trupu a rotace těla kolem kotníků (ta se děje při pomalém pohybu s frekvencí do 0,2 Hz, s malou amplitudou 20°). Koordinace pohybu má dva základní režimy. V prvním režimu, označovaném jako protifáze, se kyčle a kotníky pohybují v opačném směru, v druhém režimu - ve fázi se kyčle a kotníky pohybují stejným směrem. Malé pohyby hlavou jsou koordinovány ve fázi, při větších pohybech se aktivuje režim protifáze. Při některých pohybech se však dějí pohyby v kloubech hlezenních i kyčelních. Tato studie hodnotí vztah frekvence pohybů hlavy gymnastek a typu povrchu s ohledem na posturální koordinaci. První skupinu tvořilo 8 závodních gymnastek (věk 20 let, 160 cm, 52 kg), kontrolní skupina bylo 8 nespportující žen (věk 20 let, 160 cm, 52 kg). Jejich úkolem bylo provádět cílené předozadní pohyby hlavou (ve čtyřech stanovených frekvencích 0,15, 0,40, 0,50, 0,70 Hz) na dvou typech povrchu – kladina a prosná. Byl sledován úhlový pohyb kloubů hlezenních a kyčelních. Výsledkem bylo zjištění rozdílů mezi danými skupinami v udržování posturální koordinace. Se změnou typu povrchu a s narůstající frekvencí pohybů hlavy dochází k přepnutí režimů koordinace pohybu z fáze do protifáze. Tato situace však nastává u gymnastek později než u nespportujících jedinců. Na udržení rovnováhy má také vliv prostředí, typ povrchu, psychický tlak okolí a další. [31]

### **2.2.3 Klady sportovní gymnastiky**

Každá sportovní aktivita přináší své klady i negativa. Pravidelná sportovní činnost je součástí zdravého životního stylu. Při dennodenním trénování sportovní gymnastiky a provádění určitých prvků vyžadující značně pružnou a ohebnou páteř, je otázkou na kolik to ovlivní právě páteř a zdraví sportovce. Vezmeme-li v úvahu právě tento sport, tělo sportovce je harmonicky rozvíjeno po svalové stránce, ale je zároveň vystaveno zatížení páteře a nosných kloubů při doskocích. Gymnastická motorika je charakteristická zpevněným držením těla, lokomocí na horních a dolních končetinách, využíváním izotonického i izometrického režimu práce, cvičením ve všech úrovních (sedy, visy...) a především strukturální rozmanitostí a pohybovou pestrostí. [25]

Sportovní gymnastika rozvíjí biologické dispozice a pohybovou inteligenci. Gymnastická průprava přináší pohybově všestranný základ (pohybové stereotypy), je zdravotně preventivní (kompenzuje svalové dysbalance), zvyšuje kinestetickou citlivost, kinesteticko-diferenciační schopnost a motoricko-funkční připravenost ke sportovním aktivitám (řešení časoprostorově obtížných pohybových úkolů, rychlé učení se novým dovednostem), je to i hudebně pohybová výchova (rozvoj rytmických schopností) a dochází i k obohacení sféry prožitkové (vnímání krásy pohybu, navození aktivního způsobu života). Jedinci, kteří prošli gymnastickou přípravou, jsou vřele přijímány i v jiných sportech. Cenný je velký kloubní rozsah pohybu, silová a obratnostní připravenost, která koresponduje s pohybovou koordinací. Pro koordinaci je charakteristické plynulé střídání relaxace a svalového napětí. Obratnost je motorická schopnost řešit obtížné pohybové úkoly. Pohyb prochází celým tělem, jedinec se učí ovládat celé tělo. Trénuje pohyby nikoliv svaly! [26]

Sportovní gymnastika je sice více sportem jednotlivců, ale děvčata často trénují společně, učí se začlenit do kolektivu, pravidla fair play, vytrvalosti, pravidelnosti, soustředěnosti a pozornosti, koordinaci pohybu... Nesporný je i kladný vliv sportu obecně na psychiku a zdraví jedince.

#### **2.2.3.1 Vzpřímené držení těla**

Gymnastky by měly být vzorem správného držení těla. Hlava je temenem tažena vzhůru, ramena ve stejné výšce jsou rozložena do šíře, lopatky jsou taženy vzad a k sobě, břicho je mírně vtaženo, pánev podsazena pod hrudník, váha těla je přenesena na vnější hrany chodidel. Tomu se učí gymnasté při průpravných cvičeních na prostných.

Vzpřímené držení těla umožňuje páteř. Během tělesného růstu se tvoří typický pohybový vzor – vzpřímený stoj na dvou končetinách. Je výsledkem vrozené reflexní činnosti, kterou nazýváme posturální reflex. Na něm se podílí pohybové a polohové ústrojí vestibulární, sluchové, zrakové a nervová zakončení ve svalech a šlachách. Každá změna polohy nebo postoje vyvolá v receptorech vzruchy, které informují CNS o aktuální poloze těla v prostoru. Odtud jdou vzruchy míchou ke svalovým skupinám, jejichž napětí se podílí na udržení rovnováhy. Proti působení vrozeného posturálního reflexu během růstu člověka se tvoří nežádoucí podmíněné reflexy, jejímž výsledkem je nesprávné držení těla. To má dopad zdravotní, psychický i estetický. Učit se správnému držení těla znamená tento vzor neustále posilovat a to i v dospělosti. Normální zakřivení páteře je udržováno složitou reflexní činností. Řídící úlohu má CNS, výkonnou složkou je komplex posturálních vazů a svalů, jež musí pracovat koordinovaně. Pro správnou polohu páteře je podmínkou správné postavení hlavy a pánve. Bez správného postavení pánve nemá páteř správný tvar, se změnou postavení pánve, se mění i postavení páteře. Posturální svalstvo musí mít určité napětí pro udržení vzpřímené polohy. Na zakřivení páteře má vliv i váha vnitřních orgánů, které jsou na páteři zavěšeny. Tuto váhu kompenzuje dobře vyvinuté břišní svalstvo. Není-li tomu tak, vzniká zvětšená bederní lordóza. Vadným zakřivením páteře rozumíme zvětšenou krční lordózu, hrudní kyfózu nebo bederní lordózu, dále zmenšené zakřivení páteře s plochým hrudníkem, zády a skoliózu páteře. Tyto vady se mohou kombinovat. Nesprávné držení těla je pro gymnastky negativním faktorem v posuzování krásy lidského těla. Vadné držení těla lze opravit v každém věku, ale nejnáze v době před dokončením tělesného vzrůstu. Neodstraníme-li vadné držení těla včas, vznikají strukturální změny - tvarové změny na obratlových tělech, kloubech, ochabnutí vzpřimovačů krční, hrudní páteře a příslušných vazů... Vliv na vytváření nesprávného držení těla mají i nevhodně volené pohybové aktivity a předčasná cvičení na gymnastickém nářadí, kdy ještě dítě nemá dostatečně vyvinuté svalstvo. Dále jde o často prováděné záklony, které nutno kompenzovat předklonem a posilováním břišních svalů. Je zapotřebí tedy neustále budovat kinestetickou představu a pocit o správném držení těla.[41]

#### **2.2.4 Negativa sportovní gymnastiky**

Úspěchy ve sportovní gymnastice však přichází až s léty tréninku, což dnešní mládež může odrazovat. Z toho důvodu jsou dnes populární aerobik, snowboarding, squash,

tanec, fotbal... Proto nebezpečím pro uskutečnění praktické části mé diplomové práce může být nízký počet sportovních gymnastek. Dalšími příčinami zanechání tohoto sportu bývá ztráta motivace (daná krátkodobým neúspěchem ve sportovní činnosti), nezvládnutí psychického tlaku při závodě, nevhodné vedení tréninku a úraz. Psychické aspekty bývají však nejdůležitější.

Body image gymnastky se v průběhu století mění. Dříve gymnastky měly zcela ženskou postavu (např. Věra Čáslavská), ale ukázalo se, že větších úspěchů dosáhnou mladší a postavou menší gymnastky. Pro splnění těchto kritérií jsou děvčata pod velkým psychickým tlakem a tak se často nezdravou cestou snaží, udržet si postavu a bojovat třeba i proti genetickým dispozicím. Důsledkem jsou zažívací potíže a přílišné úbytky váhy. [3]

Každý vrcholový sport „ničící“ tělo, ale sportovní gymnastika je jedním z nejhorších. Pokud se dělá na vrcholové úrovni, v podstatě vždycky dochází k nevratnému poškození těla. Dívky jsou nuceny k extrémním pohybovým rozsahům a zátěži, kterou tělo nemůže vydržet. V tomto sportu trpí především páteř a kyčelní klouby, výjimkou nejsou ani úrazy páteře při provádění obtížných prvků s následkem spondylolýzy, popř. kvadruplegie. [12]

#### **2.2.4.1 Úrazy ve sportovní gymnastice**

Sportovní gymnastika se za poslední desetiletí výrazně změnila, zvyšuje se obtížnost prvků, finanční i časová náročnost tréninků, s tím rostou i cíle sportovců a očekávání trenérů. Přestože se zlepšuje bezpečnost závodišť, stále hrozí velké množství úrazů. Sportovní gymnastika patří mezi sporty, kde může být zraněno v podstatě celé tělo. Rizikovými faktory jsou stavba tréninku, horší vybavení tělocvičen, neadekvátní techniky, neznalost trenérů, období růstu, nezralost skeletu a předchozí traumata. Příčinami zranění také jsou nesoustředěnost, stresové životní situace, nezvládnutí nového prvku. Trenéři by měli projít školením, ale ne vždy je tato podmínka splněna. Kosterní soustava gymnastek je nezralá, děvčata jsou v období růstu páteře, končetin a proto jsou tak zranitelná. Gymnastky i přes zranění mnohdy pokračují v „upraveném“ tréninku. Velkou pozornost bychom měli věnovat opakujícím se mikrotraumatům kotníků, kolen a zápěstí. Pokud gymnastky nepřerouší trénink, mohou opakující se mikrotraumata dospět k únavovým zlomeninám, které se následně špatně hojí. Vždy musí být vyloučeno poškození růstové ploténky.

Poranění může být vážnější, než se na první pohled zdá. Nemusí být poraněna jen ligamenta a svaly. Nutno si uvědomit, že jakékoliv trauma se hojí jizvou, tkáň ztrácí elasticitu a je hůře prokrvována, snese nižší napětí a může snáze dojít k její ruptuře. Úraz musí být vždy adekvátně léčen, chronické potíže mohou vyústit v celoživotní zdravotní poškození – gymnastky po ukončení sportovní kariéry často udávají bolesti hlavy a zad. Problémy s klouby (artrózy) pramení z úbytku svalové hmoty, protažitelnosti šlach a ligament po ukončení sportování a to přichází kolem 18 let. Klouby se stávají nestabilní. Další vliv hraje nízký obsah tělesného tuku a minerálů, vyskytuje se amenorea a je větší náchylnost k vzniku osteoporózy. Další otázkou je stravování a pitný režim. Dívky trénují dlouhé hodiny, proto by měly zvětšit příjem kalorií, vápníku a tekutin. [32]

#### **2.2.4.2 Analýza výskytu úrazů ve sportovní gymnastice**

Během 16ti let (1990-2005) byly na dětských klinikách v USA analyzovány všechny úrazy způsobené gymnastikou. V USA byl pro tuto studii vytvořen počítačový program, který evidoval úrazy gymnastů ve více než 100 nemocnicích. Celkově bylo zraněno 425 900 dětí ve věku 6-17 let, což je průměrně 26 600 zraněných dětí za rok (17,9 % chlapců, 82,1 % dívek). Nejčastěji byly ošetřovány horní (42%) a dolní (34%) končetiny, hlava a krční páteř (13%), trup (10%) a ostatní (1%), šlo o distorze (45%), zlomeniny (32%), pohmožděniny (16%), tržné rány (4%), otřesy mozku (2%), a jiné (1%). Jako mechanismy úrazu byly popisovány především přemety (42%), poté stoje na ruku, veletoce, salta a doskoky. Hospitalizaci potřebovali 3% zraněných, 97% dětí bylo ošetřeno a propuštěno do domácího léčení. Úrazy byly časté v podzimních a jarních měsících, kdy se konají gymnastické přebory. Během 16ti let poklesl počet zraněných (28700 úrazů v 1996, 21500 úrazů za rok 2005) ale i přesto je sportovní gymnastika jedním z nejriskantnějších sportů. Snahou by měla být především prevence úrazů, zlepšení bezpečnosti na závodních a vylepšení náradí. V roce 2001 byl pro větší bezpečnost změněn přeskok, tradičního koně nahradilo náradí širší. [44]

#### **2.2.4.3 Četnost výskytu úrazů ve sportovní gymnastice**

Cílem studie bylo zaznamenat četnost výskytu poranění dolních končetin u řeckých gymnastek v závislosti na fázi cviku. Od roku 1999 do 2000 bylo týdně sledováno 162 gymnastů (83 mužů, 79 žen), průměrný věk 12 let, váha 38 kg a výška 142 cm.

Vyšetřovací tým tvořili lékaři, fyzioterapeuti a trenéři. Během této doby bylo zaznamenáno 151 úrazů. Bylo zjištěno (93) 61,6% akutních zranění a 38,4% tj. 58 přešlo v chronické syndromy. Nejčastěji šlo o poranění kotníků 45,7% tj. 69 případů a kolenních kloubů 26,5% tedy 40. Dále byly postiženy zápěstí (14 jedinců), bederní páteř (12), loketní (9) a ramenní (7) klouby. Úrazy byly hodnoceny dle závažnosti: lehké postižení 26,6% (25), které sportovce vyřadilo na 1 týden z tréninku, střední 44% (41) s omezením tréninku do 1 měsíce a vážné zranění 29% (27) bez tréninku déle než 1 měsíc. Ve většině případů mechanismem úrazu byl doskok na prostných a to u mužů i žen. S rozvojem gymnastiky, modernizací náradí dochází k dosažení lepších závodních výsledků gymnastů. To ale souvisí i s nárůstem úrazů v tomto sportovním odvětví, které se často stávají chronickým problémem. 40% akutních úrazů se stane právě v poskokové fázi prováděného prvku na prostných. Sportovní medicína se zaměřuje na prevenci zranění, je nutné však znát jeho příčiny (např. faktor prostředí, délka tréninku). K poranění hlezenních a kolenních kloubů při doskoku dochází vlivem vysokého napětí a kladených nároků na vazivový aparát kloubů. Na to by tedy měla být zaměřena i prevence sportovní medicíny a rehabilitace sportovních gymnastů. [18,19]

#### **2.2.4.4 Úrazy krční páteře**

Od roku 1973 Liverpoolské centrum pro paraplegiky začalo evidovat úrazy páteře gymnastů. Dle liverpoolského centra se úrazy páteře ve sportovní gymnastice objevují ze dvou příčin - skoky na trampolíně a pády z náradí. Více jsou postiženy krční segmenty páteře a to spíše při pohybu do flexe (kotouly, salta vpřed) než do extenze (salta vzad). Pro provedení salta vpřed potřebují gymnastky výšku a rychlost, což je obtížné pro kontrolu těla v prostoru. Buď prvek není dotočen, nebo je přetočen, ale vždy je nebezpečí poranění hlavy a krční páteře. Liverpoolské centrum ukončilo výzkum v roce 1986. Během této doby bylo evidováno 38 gymnastů s poraněním páteře (33 mužů, 5 žen, průměrný věk 19 let). Při frakturách obratlů byla mícha poškozena jen zřídka, fraktury byly časté v oblasti C6 (8 sportovců), bohužel 2 případy skončily s tetraplegií. Poté co byla Britská gymnastická asociace seznámena s výsledky této studie, začala pravidelně kontrolovat stav britských tělocvičen a školení trenérů pro zvýšení bezpečnosti závodníků. [43]



#### **2.2.4.5 Úrazy bederní páteře**

Současné statistiky uvádějí, že až 11 % závodících gymnastek trpí spondylolýzou, 2,9 % spondylolistézou a u 44 % se v dospělosti vyvine osteochondróza. Tyto hodnoty se však výrazně neliší od běžné populace. Časté jsou kompresivní zlomeniny meziobratlových plotének, kdy dochází k herniaci nucleus pulposus do těla obratle. Během vývoje páteře v době dopívání jsou ploténky silnější než jejich chrupavčité okraje. Kompresivní síla ničí nejprve tyto chrupavčité okraje, poté i plotýnku a to v úrovni Th11-L3. Přechod hrudní a bederní páteře je označován za locus minoris resistencie. Stýká se tu rigidní hrudní úsek s pohyblivější bederní páteří. Do 10 měsíců po zranění se rozvíjí degenerace ploténky. Na nukleární magnetické rezonanci bylo zjištěno, že u 58 % vrcholových gymnastek probíhá tato degenerace. Proto je dnes snahou trenérů eliminovat ze sportovní gymnastiky ty pohybové prvky, které drasticky ovlivňují bederní páteř. Je i větší zájem gymnastek o pravidelné sportovní prohlídky. Bolesti bederní páteře mohou být způsobeny nedostatečnou extenzí hrudní páteře, kyčelních kloubů a svalovými dysbalancemi. Janda popisuje tzv. dolní zkřížený syndrom, což je svalová nerovnováha komplexu pánev-bederní páteř-kyčelní kloub. Tato nerovnováha vede k funkčním a degenerativním změnám na páteři. Vzpřimovače bederní páteře a flexory kyčelních kloubů jsou zkráceny, zatímco svalstvo břišní a hýžděvé je oslabeno. Důsledkem je anteverze pánve, zvětšená bederní lordóza a nedostatečná extenze v kyčelních kloubech. Dochází k narušení statické těla a není ani možné optimální provedení pohybu. [13,14]

#### **2.2.4.6 Poranění zápěstí ve sportovní gymnastice**

V USA ročně závodí 85 000 gymnastů. Se sportem děti začínají od 4 nebo 5 let a rychle dosahují intenzivního tréninku a obtížnosti prováděných prvků. Trénink bývá 5x týdně po 5ti hodinách. Zápěstí u gymnastů je vysoce zatěžované (různé typy napětí, včetně opakujících se pohybů, nárazů při dopadu, axiální komprese, distrakce, působení torzní síly, hyperextenze a různých stupňů ulnární a radiální deviace). Situace je zhoršena ve chvíli, kdy sportovec zvýší hmotnost svého těla, pak hrozí větší riziko poranění zápěstí. Trénink v sportovní gymnastice by měl zahrnovat i prevenci (taping, řemínky pro zpevnění zápěstí). Na horních končetinách bývá u žen nejčastěji poraněno zápěstí, poté loketní kloub (a to distální část radia, radiokarpální a ulnokarpální kloub, scaphoideum při nárazu, avaskulární nekróza os capitatum atd.). Často dochází k frakturám a dislokacím.

U mužů na horních končetinách převažuje poranění ramenního kloubu. Bolest zápěstí udává 88 % sportujících, souvisí s přibývajícím věkem, zvyšující se délkou tréninku a vyšší obtížností prvků. Bolest se stává chronickou a trvá roky. Faktory vzniku poranění jsou: nevhodné nářadí, nesprávná technika, předchozí zranění, zpožděné dozrávání skeletu jedince nebo rychlý jeho růst. Růstová akcelerace nastává u žen ve 12ti letech a u mužů v 13-14 letech. Zápěstí snese zatížení až 16ti násobku váhy těla. Poranění zápěstí dělíme na akutní, chronické a týkající se kostního aparátu nebo měkkých tkání. Nebezpečím je vždy poškození růstových plotének. Rentgenové vyšetření a počítačová tomografie poukazuje na fakt, je-li ulna kratší než radius, je zápěstí k poranění náchylnější. Zápěstí má početný ligamentózní aparát. Ligamentum scapholunatum interosseus se rozbíhá dorzálně, volárně a proximálně od os scaphoideum k lunatum a bývá nejčastěji poškozeno. Každý úraz musí být ihned diagnostikován a adekvátně léčen (imobilizace, popř. operace). [50]

#### **2.2.4.7 Charakteristika svalových dysbalancí ve sportovní gymnastice**

Obsahová charakteristika pohybového projevu je určena kvalitou a množstvím hybných stereotypů (dočasně neměnných podmíněných reflexů). Pohyb je nutno chápat jako funkční jednotku, program, který je charakterizován jistou kombinací svalů. Aktivita svalů mají své místo při pohybu jak z hlediska časového zapojení, tak i její intenzity. Tyto koordinační vztahy výrazně korelují se sportovním zaměřením jedince. Každý sport charakterizují specifické koordinační vztahy mezi svaly, jejíž tvorba je výsledkem konkrétního motorického učení. Jednostranné zapojení svalů vede ke kvantitativním disproporcím. Některé svaly jsou aktivovány častěji, vedou k hypertrofii, hypertonii a adaptačně ke svalovému zkrácení. Tyto svaly se stávají dominantní a zapojují se odlišně vzhledem ke své původní funkci. Na druhé straně se svaly dostávají do útlumu vlivem nedostatečného využívání a inhibičního působení antagonistů, u nichž sledujeme již zmíněné svalové zkrácení. Vzniká svalová nerovnováha, která způsobí poškození kloubního systému. Je nutné tedy předcházet svalovému oslabení a zkrácení. Pohybový obsah ve sportovní gymnastice má specifické zapojování svalů a proto vyvolává typické svalové dysbalance vedoucí k nerovnoměrnému zatěžování kloubních plošek. Oslabení v tomto sportu můžeme sledovat na těchto svalech: dolní fixátory lopatek (m. serratus anterior, mm. rhomboidei), svaly břišní (m. rectus abdominis, obliquus abdominis externus,

internus, transversus abdominis), m.glutaeus maximus a m. infraspinatus. Oslabení mm.rhomboidei působí zevní rotaci lopatek a lehké propadnutí páteře ve vztahu k vnitřní hraně lopatky, situace je zřetelnější při zkrácení m. trapezius a levator scapulae. Oslabení m. serratus anterior působí odstávání vnitřní hrany a dolního úhlu lopatky. Břišní svaly nepracují izolovaně, jde o funkční jednotku. Ve sportovní gymnastice plní funkci fixační, čímž umožní větší účinnost svalů ohýbající dolní končetinu v kyčelním kloubu. Oslabení způsobí lordotické držení těla, zkrácení mm.erectorae trunci a iliopsoas. Oslabení m.glutaeus maximus na sebe upozorňuje hypotonií, často je důsledkem reflexní inhibice z blokády sakroiliakálního kloubu. Zkrácení se vyskytuje v těchto svalech: m.iliopsoas, rectus femoris, tensor fasciae latae, pectoralis major a minor, levator scapulae a trapezius. Zkrácené svaly jsou při pohybu dominantní. Zapojují se i při pohybech nemajících žádný mechanický vztah k funkci svalu, mění statické poměry, vytváří reciproční útlum ve svých antagonistech a snižují pohyblivost kloubu. To má ve sportovní gymnastice velký dosah, neboť kloubní pohyblivost umožňuje technickou kvalitu pohybu a patří k rozhodujícím faktorům výkonu. Zkrácený m.iliopsoas působí zvýšené lordotické držení bederní páteře s tendencí extenze páteře. Zkrácený m.tensor fasciae latae se často projevuje jako funkční porucha kolenního kloubu. Zkrácení mm.pectorales vede k protrakci ramen. Bolest krční páteře nebo horního úhlu lopatky je způsobeno zkrácením m.levator scapulae. Při zkrácení m.trapezius sledujeme konvexní konturu svalu. [20]

### **2.2.5 Rehabilitace a sportovní gymnastika**

„Sportem k trvalé invaliditě“. Mnohé sportovní gymnastky po skončení aktivní sportovní kariéry si stěžují na různé obtíže – především bolest zad, hlavy a kloubů. Z toho vyplývá, že je nutné věnovat pozornost vhodné regeneraci a rehabilitaci sportovců pro minimalizaci zdravotních obtíží tak, aby platilo: „Sportem ku zdraví“. Sportovec je svým způsobem "jiný živočich", než běžný člověk. Je nastaven na jinou zátěž než ostatní, má jiné fyziologické reakce a proto i přístup ke sportovcům by měl být odlišný. V úvahu musíme vzít i věk závodnic. V terapii musíme postupovat odlišně než u léčby dospělých jedinců. Po úraze by měl být indikován klid, ledování a farmaka. Samozřejmostí je rentgen nebo nukleární magnetická rezonance. Poté přichází na řadu měkké techniky, mobilizace, taping, fyzikální terapie a jiné fyzioterapeutické postupy.

Základem by měla být týmová spolupráce s psychologem a trenérem, zároveň lékař by měl znát problematiku sportovní gymnastiky. [32]

Mezi nejčastější zranění ve sportovní gymnastice patří únavové zlomeniny hlezna, výrony kotníků, vykloubení ramen, poranění krční páteře a hlavy. Rehabilitace je samozřejmostí, ale důraz musí být kladem na psychickou pomoc. Po zranění je nutné překonat strach z pádu. Trvá-li rehabilitace měsíce, může to působit depresivně. Nutná je podpora rodiny, mělo by se o zranění otevřeně hovořit. Nedovoluje-li to zdravotní stav gymnastky vrátit se fyzicky do tréninku, začínáme s cvičením představě. Pro urychlení léčby pomůže i představa hojení měkkých tkání, samozřejmostí je optimismus a pozitivní myšlení. Předcházet znovu zranění znamená udržovat tělo zdravé. Z jiného úhlu pohledu je někdy lehké zranění sportovcem vítáno, neboť tím získá čas na odpočinek v náročném tréninku. [3]

Sportovec potřebuje rehabilitační péči v kterémkoliv období své kariéry, v přípravném i závodním období. Péče o mladé sportovce spočívá především ve včasné diagnostice špatných pohybových stereotypů a v jejich korekci vhodným kompenzačním cvičením. Pro eliminaci svalových dysbalancí využíváme cvičení založené na protahování svalů zkrácených a posílení svalů oslabených. Samotné protažení vyvolá na základě recipročních vztahů odtlumení ve svalových antagonistech. Protažení musí předcházet kompenzačnímu posilování svalů oslabených! [20] Oslabené svaly jsou antagonisté svalů zkrácených a tak může dojít k paradoxní reakci svalu, tj. s rostoucím odporem kladeným svalové práci dochází ke snížení stupně aktivace inhibicí a ještě větším zhoršením stavu jedince. [13] Důležitá je tedy i prevence, aby se sportovec mohl bez obtíží a zejména bez rizika poškození věnovat sportu. Páteř a klouby sportovních gymnastek jsou vystaveny velké zátěži (záklony, doskoky), nebezpečí může představovat i hypermobilita jedince, výjimkou nejsou ani pády a úrazy. Trenéři a jejich svěřenci by měli být informováni o preventivních sportovních prohlídkách, výživových doplncích, léčbě a doléčení sportovních úrazů, které v souvislosti se sportem mohou vzniknout. Lze doporučit ochranu kloubů/šlach (taping, bandáže) a jiné vhodné doplňky.

### **2.2.5.1 Terapeutická cvičení v praxi fyzioterapeuta**

Otázkou studie bylo, zda prospívají terapeutická cvičení pacientům, kteří vyhledají pomoc fyzioterapeuta. Tato studie poskytuje souhrn systematických přehledů terapeutických cvičení publikované od roku 2002 do 2005.

Jako terapeutické cvičení byl definován předepsaný program fyzických aktivit, které vedou k zlepšení funkce těla a celkově zdraví jedince. Rozbor a léčba poruch pohybového aparátu je základem práce fyzioterapeuta. Cvičením se snažíme vrátet pacienta do života, k jeho oblíbeným aktivitám. Je nutné vést evidenci pacientů a efekt terapie. Práce hodnotící efekt terapie byly vyhledány v databázích Medline, Pedro, Embase...pod klíčovým slovem kinezioterapie. Veškeré příspěvky byly hodnoceny a musely splňovat tyto kritéria: popis pacienta, použitého fyzioterapeutického postupu, hodnocení a výsledek terapie. Samozřejmostí byla úpravu výzkumného projektu a kvalitní hodnocení. Celkem bylo vyhledáno 4351 studií, ale jen 38 prošlo danými kritérii. Ty se roztřídily dle jednotlivých oborů (neurologie, kardiologie...) a byly hodnoceny dle efektu (výrazný, mírný, podprůměrný, slabý) terapie. Ukázalo se, že efektivní terapie musí být intenzivní a individuální. V oblasti musculoskeletální medicíny pacienti cvičením zmírnili bolest v pohybovém aparátu a urychlili návrat do zaměstnání či ke sportu. Nebylo zjištěno, který terapeutický postup je výhodnější než jiný. Terapeutická cvičení jsou velice prospěšná všem pacientům s roztroušenou sklerózou, chronickými bolestmi zad, gonartrózou, onemocněním s kardiovaskulárním, pulmonálním aparátem a další. [45]

### 2.3 Spinal mouse

Vzhledem k častému rentgenovému snímání těla byl vyvinut nový přístroj zvaný spinal mouse. Jeho měření jsou rychlá, přesná, neinvazivní (bez poškození pacienta) a hlavně bez použití radiace! Přístroj umožní posoudit konturu zad a křivku páteře při pohybu v rovině sagitální a frontální. Základem je podobnost křivky na povrchu a páteří uvnitř těla. Slouží k měření celkového nebo segmentálního rozsahu páteře a k ověření napřímění těla (držení těla, délka páteře, zobrazení kyfózy, lordózy). Přístroj je používán k stanovení diagnózy, nalezení patologie páteře (morbus Scheuermann, skolióza, osteoporotická kyfóza, plochá záda, výhřez disku, mechanická bolest zad, instabilita páteře), k sledování léčby a ke zhodnocení pracovní pozice v oblasti ergonomie. Proto našel své využití v lékařství (ortopedie, neurologie, revmatologie, všeobecné a pracovní lékařství...), v rehabilitaci a v komerční sféře (screening ve školách, fitness...). [40]

Systém Spinal mouse nabízí švýcarská firma Idiag. Je to elektromechanický systém, který umožňuje měřit zakřivení páteře v různých polohách (vzpřímený stoj, flexe, extenze, lateroflexe). Základem je skener, který se drží v ruce, s dvěma kolečky, pomocí kterého se projede předem označená trajektorie na kožním povrchu zad vyšetřované osoby. Otáčky jednoho kolečka jsou snímány inkrementálním snímačem s krokem 1,3 mm a orientace skeneru v gravitačním poli je snímána elektronickými inklinometry. Skener je bateriově napájen a data se přenášejí telemetricky do počítače. Programové vybavení přijímá údaje o ujeté vzdálenosti a o orientaci skeneru, z těchto údajů rekonstruuje trajektorii, která byla projeta kolečky skeneru. Dále se vypočítávají úhlové parametry charakterizující zakřivení jednotlivých segmentů páteře (úhlové parametry mezi jednotlivými trnovými výběžky) a jednotlivých sektorů páteře (hrudní kyfóza, bederní lordóza). [24]

Výsledkem jsou sestrojené grafy, kterým lehce porozumí lékař, fyzioterapeut i pacient. Software obsahuje i vhodná cvičení pro efektivní trénink zad, opakovaným měřením lze zaznamenat progres. Rozsáhlá měření standardizovala hodnoty postury a pohyblivosti pro normální zdravou populaci dle věku a pohlaví. [40]

Věrohodností diagnostiky systémem Spinal mouse se zabývala Mannion et al. [39]. Studie se zúčastnilo 20 probandů bez vertebrogenních potíží a 2 vyšetřující. V této studii se palpovaly a označily trnové výběžky obratlů od C7 po S3, doba projetí úseku skenerem byla 2 až 4 s.

Věrohodnost diagnostiky byla hodnocena pomocí korelačních koeficientů a SEM (standard error of measurement) při intraobservaci a interobservaci. Průměrná hodnota korelačních koeficientů, resp. SEM, úhlových parametrů segmentů byla při intraobservaci 0,64, resp. 2,2±, při interobservaci 0,55, resp. 2,5±. Průměrná hodnota korelačních koeficientů, resp. SEM, úhlových parametrů sektorů byla při intraobservaci: 0,82, 4,1±, při interobservaci: 0,81, 4,2±. K této studii bylo vzneseno několik připomínek. Nebyla hodnocena deformace kožní vrstvy tlakem koleček skeneru. Dále není možné projetí úseku na povrchu zad se sejmutím poloh všech trnových výběžků obratlů od C7 po S3 s potřebnou přesností za dobu 2 až 4 s. Nebyla uvedena definice SEM (standard error of measurement), mělo by jít o standardní odchylku průměru, ze studie však není zřejmé, která data byla zprůměrována. [24]

### **2.3.1. Studie hodnotící Spinal mouse**

Nyní uvedu studie, ve kterých byla využita nebo hodnocena Spinal mouse. Současné studie mají kritéria  $r=0,9-0,99$  vysoká věrohodnost,  $r=0,8-0,89$  dobrá věrohodnost,  $r=0,7-0,79$  slabá věrohodnost,  $r=0,6-0,69$  nedostatečná věrohodnost. [29]

#### **2.3.1.1. Měření křivky a pohyblivosti páteře, porovnání dat s literaturou**

Cílem studie je získání věrohodných dat pořízené přístrojem Spinal mouse, hodnotit křivku páteře, celkový rozsah pohybu páteře a rozsah pohybu segmentů od Th1-S1. Mannion a Dvořák vybrali 20 zdravých jedinců (11 žen, 9 mužů, věk 40 let), aby podstoupili 2 denní výzkum. Jedinci neměli během testování bolesti zad, 60 % aktivně sportuje, 40 % nesportuje, 15 % má těžkou fyzickou práci, 60 % středně, 25 % lehkou. Na kůži se fixovaly senzory v místě obratlů (palpace C7, S3) a poté proběhlo měření ve stoji, plné flexi, extenzi a byla měřena celá páteř dvěma terapeuty. Měření trvalo 2-4s, délka páteře byla průměrně 550 mm a standardní chyba měření byla stanovena 3° pro flexi bederní páteře a 2° pro celou páteř. To jsou věrohodné hodnoty s porovnáním literatury. Odchylka měření byla malá, proto Spinal mouse můžeme považovat za citlivý nástroj detekující i malé anomálie a změny páteře v sagitální rovině. Nepřesnost může být v pohyblivosti, potivosti kůže a v umístění senzorů. Měření by měl provádět vždy jeden terapeut, nepřesnost vnáší palpace kůže, rychlost a tlak na myš při testu, je nutné ještě vyzkoumat, zda myši jedeme po střední čáře páteře nebo těsně vedle páteře. Proto standardní metodou je stále rentgen.

Hrudní kyfóza měřená Spinal mouse je 45°, rentgenem 48°, bederní lordóza myší 48°, rentgenem 34°- zde je rozdíl daný větším množstvím měkkých tkání v oblasti bederní páteře. Pro celou páteř je použití Spinal mouse věrohodné, nevýhodou je nižší věrohodnost při měření v malých segmentech páteře. Naměřené hodnoty se shodují s daty v literatuře. Standardní odchylka měření je 2-3°, což je klinicky významné. [29]

#### **2.3.1.2. Změny rozsahu pohybu bederní páteře u vertebrogenních pacientů**

Cílem studie bylo zhodnotit rozsah pohybu bederní páteře u pacientů 2 měsíce po operaci výhřezu meziobratlové desky a zhodnotit změny soběstačnosti, samostatnosti a schopností při aktivitách během dne. Výzkumu se účastnilo 29 pac.(muži,55let) s výhřezem disku v oblasti bederní páteře (nejvíce L4/5), skupinu pro porovnání tvořili zdraví jedinci (muži, 55 let) bez bolesti zad, pro získání normálních hodnot. Měření proběhlo 2 měsíce před a po operaci – měřena bederní lordóza, rozsah pohybu bederní páteře a kyčelních kloubů, hodnocena bolest, sebeobslužnost a jak pacientům operace pomohla – hodně, středně, málo. Před operací byly naměřeny menší hodnoty rozsahu pohybu bederní páteře do flexe a bederní lordóza vlivem bolesti zad. Po operaci se snížila bolest zad, dolních končetin a klesly hodnoty bederní lordózy a rozsahu pohybu bederní páteře do flexe, zvýšil se rozsah kyčelních kloubů do flexe. Míra sebeobslužnosti odpovídá změně rozsahu pohybu bederní páteře do flexe ( $r=0,85$ ). Slabý výsledek byl u pacientů, kterým operace nepomohla. Hlavní role rozsahu pohybu bederní páteře při sebeobslužnosti ukazuje, že je nutné měřit rozsah pohybu bederní páteře a kyčelních kloubů odděleně v porovnání s celkovou pohyblivostí těla. U pacientů s výhřezem meziobratlové desky měření ukázalo, že odpovídá rozsah pohybu bederní páteře míře sebeobslužnosti po operaci. Měření rozsahu páteře nemusí být jediným řešením k odhalení všech patologií páteře. [30]

#### **2.3.1.3. Měření tvaru a pohyblivosti páteře**

Cílem studie bylo posouzení věrohodnosti Spinal mouse v porovnání s radiografií. Výzkum podstoupilo 29 jedinců z toho 17 mužů a 12 žen, 18-56 let, z toho 9 jedinců mělo omezený rozsah pohybu vlivem bolesti zad. Byl měřen tvar a rozsah pohybu páteře pomocí Spinal mouse a rentgenem vleže, v stoji a při flexi a extenzi bederní páteře, hodnoty byly porovnány. Při opakovaném měření Spinal mouse došlo k odchylce 3°, zatímco při radiografii 7° v segmentálním zaúhlení páteře (věrohodnost  $r=0,94$ )



pro radiologii,  $r=0,96$  pro Spinal mouse). Odchylka měření segmentálního zakřivení páteře u ležícího pacienta byla opakovaně  $1,2^\circ$  s využitím Spinal mouse. Zatímco u radiografie se dva nezávislí čtenáři rentgenů rozcházeli v rozmezí  $1,3-1,6^\circ$ . Opakovaná měření ve stoji se Spinal mouse ukázala  $1,6^\circ$  odchylku, nezkušení uživatelé přístroje dosáhli hodnot  $1,9^\circ$ . Pohyblivost páteře byla měřena ve flexi, extenzi v porovnání s radiografií (Spinal mouse  $r=0,82$ , radiografie  $r=0,89$ ). Segmentální zakřivení páteře L5/S1, L4/L5 dává větší systemickou odchylku, což může být dáno různým držení těla, množstvím měkkých tkání a nepravidelným tvarem sakra. Vysvětlením je, že rentgen měří tvar kosti, zatímco Spinal mouse měkké tkáně. Různé metody radiografie mají však také své odchylky v segmentálním zakřivení lumbosakrální páteře. Bohužel je toto místo klinicky významné. Je nemožné zobrazit v dvoudimenzní projekci třidimenzionální strukturu, jako dělá rentgen a přesto je považován za standardní metodu. Je však očekáváno, že později to bude Spinal mouse. Spinal mouse a radiografie dávají stejné celkové zakřivení a pohyblivost páteře, což neplatí segmentálně. [37]

#### **2.3.1.4. Spinal mouse versus rentgen při posouzení pružnosti bederní páteře**

Cílem studie je porovnání rentgenů s novou povrchovou metodou Spinal mouse, která zobrazí pružnost páteře. Výzkum podstoupilo 31 jedinců, pro posouzení segmentálního a celkového zakřivení páteře při flexi, extenzi byl použit rentgen a Spinal mouse. V přímé pozici byla korelace mezi rentgenem a Spinal mouse  $0,93$ . Při pohybu byla korelace  $0,96$ . Spinal mouse může být považována za novou metodu bez záření pro diagnostiku, terapii a zobrazení páteře. [38]

#### **2.3.1.5. Objektivní hodnocení tvaru zad a znázornění napřímění páteře**

Cílem studie je hodnotit tvar zad pomocí Spinal mouse při instruktáži pacienta. Studie vychází z poznatků o měření sagitálního tvaru páteře dle Seicherta z roku 1994. Pět vyšetřujících zkoumalo kyfózu a lordózu páteře u 18 mužů a 12 žen. Analogicky byl stanoven úhel pro kulatá, normální a plochá záda. Dle Brrüger konceptu se v sedu redukuje zakřivení kyfózy z  $38,5^\circ$  na  $28,9^\circ$ , lordóza se zmenšila o  $3,1^\circ$  na  $17,4^\circ$  při průměrných hodnotách. Měření ukázalo vysokou věrohodnost a praktické využití Spinal mouse. Dle názoru autorů je Spinal mouse vhodný přístroj při výuce školy zad pro korekturu držení těla. [7]

### **2.3.1.6. Věrohodnost Spinal mouse k zobrazení sagitální kontury zad**

Cílem studie je prostudování opakovatelnosti měření držení těla a pohybu páteře při stoji a sedu. Měření proběhlo 3x při stoji a sedu u 20 mužů 30 let bez bolestí zad. Přitom byla provedena i maximální flexe a extenze a posouzen rozsah pohybu. Měření se znovu opakovalo po jednom dni. Bylo dosaženo věrohodnosti parametrů 0,84 pro sed a 0,74 pro stoj. Celkový rozsah páteře byl naměřen ve stoji větší než v sedu. Opakované měření ukázalo na věrohodnost Spinal mouse pro zobrazení kontury zad při držení a pohybu páteře v sagitální rovině. Zda Spinal mouse reálně zobrazí osteoligamentózní struktury páteře je předmětem dalšího výzkumu. [17]

### **2.3.1.7. Spinal mouse jako neinvazivní měřidlo pro sagitální rozsah pohybu páteře**

Cílem studie bylo měření pohyblivosti páteře s využitím Spinal mouse. Měření podstoupilo 111 jedinců (75 mužů, 36 žen, ve věku 21-60 let) a to 42 zdravých jedinců, 69 pacientů po zlomenině páteře, z čehož 34 bylo léčeno chirurgicky a 35 konzervativně. Měření do maximální flexe a extenze pohybu páteře prováděli 2 vyšetřující. Bylo dosaženo věrohodných výsledků  $r=0,9$  pro flexi páteře a  $r=0,85$  pro extenzi páteře, slabá věrohodnost  $r = 0,22$  byla zjištěna u segmentálního rozsahu páteře. Potíží bylo změřit vyšší pacienty, neboť vyšetřující nevidí, zda kontrolka na přístroji svítí, dále je obtížné měřit bederní páteř do extenze pro měkké tkáně. Autor tedy doporučuje u vysokých pacientů stoličku, označit na kůži C7 a S3 pro přesnost měření délky páteře. Spinal mouse je lehce ovladatelný, citlivý, poskytuje rychlé měření (1min) s nízkým rizikem poškození pacienta, výhodou je i krátká doba zácvičku. Spinal mouse lze považovat za užitečnou pomůcku při měření rozsahu pohybu celé páteře v sagitální rovině. [16]

### **3. Speciální část**

#### **3.1 Metodika práce**

Tato část práce vznikla na podkladě spolupráce s gymnastickými oddíly a základními školami Středočeského kraje v termínu od 16.10.2009 do 10.11.2009. Cílem bylo porovnat pohyblivost a tvar páteře sportovních gymnastek a nesportovců. Mým úkolem bylo změřit rozsah pohybu páteře a zhodnotit její tvar, stanovit výsledky a znázornit je v tabulkách, grafech. Tvar páteře byl hodnocen ve stoji. Rozsah pohybu páteře byl měřen pouze v rovině sagitální: krční a bederní lordóza, pohyb páteře do flexe. Pro doplnění údajů a měření bylo využito dotazníkového šetření.

Vzhledem k podepsání souhlasu etické komise provádíme při měření pouze neinvazivní vyšetření. Nejsou tedy k dispozici snímky rentgenu a počítačové tomografie o prostorovém uspořádání páteře. Neinvazivní metodou je využití ultrazvuku (s rozlišovací schopností 1 mm, není však k dispozici) a Spinal mouse. Ke studiím, kde byla použita Spinal mouse, bylo vzneseno několik připomínek [24]: nebyla hodnocena deformace kožní vrstvy tlakem kolečka skeneru, nelze stihnout projet úsek na povrchu zad se sejmutím poloh všech trnových výběžků obratlů od C7 po S1 s potřebnou přesností za 2-4s. Rentgen zobrazí kostní struktury, zatímco Spinal mouse měkké tkáně. Vzhledem k získaným informacím ze studií, kde byla použita Spinal mouse, se rozhoduji pro využití metod klasické antropometrie – pásová míra. Pro měření byly vybírány nesportující dívky a gymnastky dle stanovených kritérií (viz charakteristika experimentální skupiny).

Sportovní aktivita přináší své klady i negativa. Vezmeme-li v úvahu sportovní gymnastiku, tělo sportovce je harmonicky rozvíjeno po svalové stránce, ale je zároveň vystaveno zatížení páteře a nosných kloubů při doskocích. Proto se okrajově a jen teoreticky ve své práci zmiňuji o důsledcích sportu na zdraví jedince a rehabilitační péči. Teoretické základy mé diplomové práce jsem vyhledávala v Národní lékařské knihovně, školní knihovně FTVS UK, 1LF UK, internetových databázích Google, Pedro, Pubmed, Medline a v diplomových pracích studentů FTVS UK. Práce byla zpracována formou analyticko – experimentální studie.

##### **3.1.1 Úkoly diplomové práce**

- Ve stoji naměřit a zhodnotit tvar páteře – krční a bederní lordóza

- Naměřit rozsah pohybu páteře v rovině sagitální (flexe), měření distancí na páteři
- Zhodnotit naměřená data vzhledem ke sportovní gymnastice
- Zhodnotit naměřená data vzhledem k běžné populaci
- V literatuře vyhledat důsledky sportu na zdraví jedince

### **3.1.2 Hypotézy**

Ohebnost trupu gymnastek negativně působí na krční a bederní lordózu. Ta je vlivem záklonů příliš namáhána a často trvale zakřivena v hyperlordózu. Mé hypotézy vyvozují na základě osobní zkušenosti se sportovní gymnastikou, studia fyzioterapie a vyhledaných dat v literatuře.

H1: Předpokládám, že rozsah pohybu páteře u sportovců je větší vlivem sportovní činnosti než u nespportovců

H2: Předpokládám, že vlivem sportovní gymnastiky budou křivky páteře výraznější u sportovců než u nespportovců

H3: Zdravotní následky po sportovní činnosti jsou větší než u nespportovců

### **3.1.3 Výzkumné otázky**

- Má sportovní aktivita vliv na tvar páteře
- Má sportovní aktivita vliv na rozsah pohybu páteře
- Jaké jsou důsledky sportovní aktivity na zdraví jedince

### **3.1.4 Souhrn základních poznatků pro vytváření diplomové práce**

1. Délka páteře činí 35% výšky těla
2. Tvar páteře je dvojité esovité zakřivení ve smyslu krční lordózy, hrudní kyfózy, bederní lordózy
3. Pohyblivost páteře se v jednotlivých úsecích liší
4. Rozsah pohybu celé páteře v rovině sagitální - anteflexe 145°
5. Funkce tvoří orgán
6. Standardní zobrazovací metodou páteře je rentgen – je však invazivní metodou
7. Spinal mouse hodnotí tvar křivky celé páteře, nelze použít segmentálně
8. V praxi pro jednoduchost využíváme pásovou míru a měření distancí na páteři

### 3.2 Praktické provedení měření

Titubace (náhodné kolísání stoje) vyšetřované osoby je jedním z faktorů, který snižuje věrohodnost diagnostiky tvaru páteře. Snížíme-li uměle titubace vyšetřované osoby, budou zmenšené náhodné odchylky méně ovlivňovat polohu měřených bodů. Proto byl sestrojen stojan – exterocepce zvyšuje stabilitu stoje, je zachováno vzpřímené držení těla. Na stojanu byla definovaná výchozí poloha pro měření – paty se dotýkají zářádky na stojanu, tyč stojanu je tečnou hýždí, hrudní páteře a hlavy, horní končetiny jsou volně svěšeny podél těla. Hlava je kolmo k horní liště stojanu. Kolmost stojanu byla ověřena pomocí olovnice v obou svislých rovinách. K sestrojení stojanu byly použity kalibrovaná měřidla, stojan samotný nebyl nikým cejchován.

Ve výchozí poloze na stojanu byly vyznačeny body na kůži zad k měření distancí na páteři. Většinu trnových výběžků je možné palpat. Orientačním bodem je trn vertebra prominens. Protože trnový výběžek C7 nemusí být vždy nejvíce vyčnívajícím trnem přechodu krční-hrudní páteře, orientujeme se palpací při pohybu páteře, trnový výběžek C6 je při kraniokaudálním postupu první trn, který při záklonu hlavy neuniká dopředu pod hmatajícím prstem. Odtud můžeme odpočítat trny v obou směrech. Trnový výběžek L5 je při předklonu a záklonu poslední pohyblivý trn.

Pro měření hloubky zakřivení páteře bylo využito digitální posuvné měřítko (šupléra), které bylo upevněno na stojanu. Pro hodnocení krční a bederní lordózy bylo provedeno měření v místě vrcholu konkavitu krční a bederní páteře. Distance na páteři byly měřeny v následujícím pořadí: Čepojova a Ottova inklinální distance ve stoji, Schoberova, Stiborova a Thomyerova zkouška v maximální flexi trupu. K měření byla využita pásová míra (chyba měření dle antropometristů 10 mm) a digitální měřidlo vzdálenosti. Výrobce uvádí, že digitální posuvné měřítko (přesnost měření 0,01 mm) a digitální měřidlo vzdálenosti (přesnost měření 0,1 mm) splňuje české technické normy, jsou kalibrovaná.

Naměřená data byla zapsána tabulkově do předem připravených záznamových listů. Vyšetření bylo doplněno fotografií a dotazníkem. Výsledky byly převedeny do počítače a statisticky zpracovány v programu NCSS 6.0.

### 3.3 Charakteristika experimentální skupiny a naměřená data

Pro měření byly vybírány gymnastky ve věku 7-10 let. Kritériem byla alespoň dvouletá gymnastická příprava, která trvá v tomto sportu od 4-7 let. Od 7 let dívky mohou začít závodit. Z růstového hlediska je období 7-10 let obdobím druhého dětství, růstová křivka je mezi 2-10.rokem života téměř lineární a rychlost růstu dosáhne minima před nástupem puberty. Dívky nad 10 let nebyly do studie zařazeny vzhledem k hormonálním změnám v období puberty. Pro vyloučení strukturálních vad páteře sportovní gymnastky prošly tělovýchovnou prohlídkou u sportovního lékaře.

Výběr dívek ve skupině nesportovců byl dán dle věku 7-10 let a kritériem, že dívky neprovádí žádnou organizovanou pravidelnou sportovní činnost. Pro vyloučení strukturálních vad páteře dívky prošly lékařskou kontrolou u svých pediátrů.

#### 1.Skupina: sportovní gymnastky

Měření pásovou mírou a digitálním posuvným měřítkem

počet probandů	výška cm	věk	cp lordóza	lp lordóza	schober	stibor	thomayer	čepoj	ottova inklinací
GYM 1	140	9	3,7	2,7	5	8	dlaně	1	1
2	138	9	4,1	4,18	7	11	dlaně	1	2
3	127	7	3,39	2,19	4	7	dlaně	1	2
4	126	7	3,6	3,7	4	6	prsty	2	2
5	141	10	4,4	7,2	7	11	dlaně	1	1
6	139	9	5,7	1,8	5	10	hřbet ruky	2	1
7	126	7	2,7	2,3	4	9	hřbet ruky	1	2
8	143	9	4,4	3,4	6	7	dlaně	1	2
9	127	7	4,2	2,7	4	7	prsty	1	1
10	126	7	4,1	3,9	5	7	prsty	2	2
11	139	9	3,7	2,7	5	8	dlaně	1	1
12	135	8	3,9	3,4	7	11	dlaně	1	2
13	134	8	4	5,3	7	11	dlaně	1	1
14	140	9	4,1	1,9	6	10	hřbet ruky	2	1
15	133	8	3,8	3,4	6	7	dlaně	1	2
16	128	7	4	3,4	6	8	dlaně	1	2
17	141	9	3	2,6	7	9	hřbet ruky	2	2
18	143	10	3,7	3,1	5	8	dlaně	1	1
19	142	10	3,6	3,3	5	7	prsty	1	1
20	136	8	4,02	3,2	7	10	hřbet ruky	2	2
21	140	9	4,48	4,4	7	9	hřbet ruky	1	1
22	127	7	3,32	2,2	7	9	hřbet ruky	2	2
23	137	8	3,23	2,4	6	8	dlaně	1	1
24	143	10	3,99	3,5	7	9	dlaně	2	2
25	144	10	3,5	3,5	7	9	dlaně	1	1

## Měření digitálním měřidlem vzdálenosti

schober	stibor	thomayer	čepoj	ottova inklinační
4,4	7,6	dlaně	0,6	1,4
6,4	10,2	dlaně	0,98	2,4
3,6	6,4	dlaně	0,8	1,8
4,3	6,4	prsty	1,8	2,4
6,8	10,65	dlaně	0,8	1
4,4	10,18	hřbet ruky	1,8	0,8
3,6	8,5	hřbet ruky	0,6	2,3
5,6	6,4	dlaně	0,6	1,7
3,6	6,4	prsty	0,7	1,4
4,8	6,4	prsty	1,5	2,5
5,2	8,1	dlaně	1,2	1,1
7,3	10,78	dlaně	1,2	1,56
7,43	10,6	dlaně	1,3	1,4
6,4	10,1	hřbet ruky	1,8	1,2
6,1	7,4	dlaně	1,1	1,9
6,2	7,9	dlaně	1,2	1,7
7,23	9,11	hřbet ruky	1,7	1,7
5,4	8,1	dlaně	1,3	1,4
5,23	7,22	prsty	1,4	1,4
7,11	9,8	hřbet ruky	1,8	2,3
7,4	9,4	hřbet ruky	1,1	1,1
7,4	9,4	hřbet ruky	2,1	2,3
6,3	8,2	dlaně	1,4	1,34
7,1	9,1	dlaně	2,1	2,3
7,2	9,2	dlaně	1,1	1,3

## 2.skupina: nesportovci

### Měření pásovou mírou a digitálním posuvným měřítkem

počet probandů	výška cm	věk	Cp lordóza	Lp lordóza	schober	stibor	thomayer	čepoj	ottova inklinační
Nesport 1	133	8	3,27	2,35	7	10	chybí 2cm	1	1
2	145	9	7,5	5,71	8	10	chybí 18cm	1	1
3	127	7	3,19	4,16	4	7	prsty (kolena)	1	1
4	145	10	2,88	5,87	5	8	chybí 20cm	2	2
5	144	10	4,41	3,19	4	6	prsty	1	1
6	146	10	4,69	3,63	5	6	chybí 20cm	1	1
7	132	8	4,6	2,9	4	7	chybí 7cm	2	2
8	145	10	5,1	5,4	5	7	prsty	1	2
9	146	10	4,43	4,39	3	7	chybí 20cm	1	2
10	128	7	3,7	2,7	3	9	chybí 20cm	1	1
11	144	9	7,4	5,7	8	10	chybí 17cm	1	1
12	145	9	2,9	5,8	5	8	chybí 18cm	2	2
13	144	9	4,41	3,19	4	6	prsty	1	1
14	144	9	4,69	3,63	5	6	chybí 18cm	1	1

15	143	9	5,19	5,4	5	7	prsty	1	2
16	144	9	4,43	4,39	3	7	chybí 20cm	1	2
17	130	8	4,37	4,03	5	7	chybí 15cm	1	1
18	143	9	4,73	4,3	4	7	chybí 10cm	1	2
19	131	7	3,95	4,23	4	6	prsty	1	1
20	137	8	4,65	4,25	6	8	chybí 3cm	1	2
21	131	7	4,52	4,26	4	7	prsty	1	2
22	130	7	4,39	4,95	3	6	chybí 1cm	2	1
23	130	7	4,73	4,59	4	6	chybí 1cm	1	1
24	138	8	4,52	4,3	4	7	prsty	2	1
25	129	7	4,1	4,2	5	6	chybí 1cm	1	1

### Měření digitálním měřidlem vzdálenosti

schober	stibor	thomayer	Čepoj	ottova inklinační
6,8	9,8	chybí 2cm	0,9	1,1
7,7	9,76	chybí 18cm	0,8	1,2
3,9	6,78	prsty (kolena)	0,7	1,3
4,6	7,7	chybí 20cm	1,7	1,9
3,89	5,9	prsty	0,99	0,9
4,6	5,8	chybí 20cm	0,8	0,8
3,78	6,9	chybí 7cm	2,3	2
4,7	6,8	prsty	1,1	2
2,9	6,7	chybí 20cm	0,9	1,9
2,8	8,7	chybí 20cm	1	0,8
7,9	9,6	chybí 17cm	1,11	0,9
4,7	7,58	chybí 18cm	1,8	2,1
3,8	5,9	prsty	0,7	0,7
4,9	5,8	chybí 18cm	0,8	0,6
4,8	6,9	prsty	0,9	2
2,8	6,8	chybí 20cm	1	1,9
4,7	6,7	chybí 15cm	1	0,98
3,9	6,6	chybí 10cm	1	1,77
3,8	5,7	prsty	1,2	0,9
5,6	7,8	chybí 3cm	1,1	1,8
3,7	6,9	prsty	1	2
2,89	5,9	chybí 1cm	1,8	1,1
3,8	5,8	chybí 1cm	1	1,2
3,7	6,6	prsty	1,9	0,9
4,5	5,5	chybí 1cm	1	0,8



### 3.4 Statistické zpracování dat

Data byla zpracována ve statistickém programu NCSS 6.0. V práci používám anglickou terminologie tohoto programu. Vysvětlení anglických statistických termínů viz příloha [52].

#### 3.4.1 Počet probandů, jejich výška a věkové rozložení ve skupinách

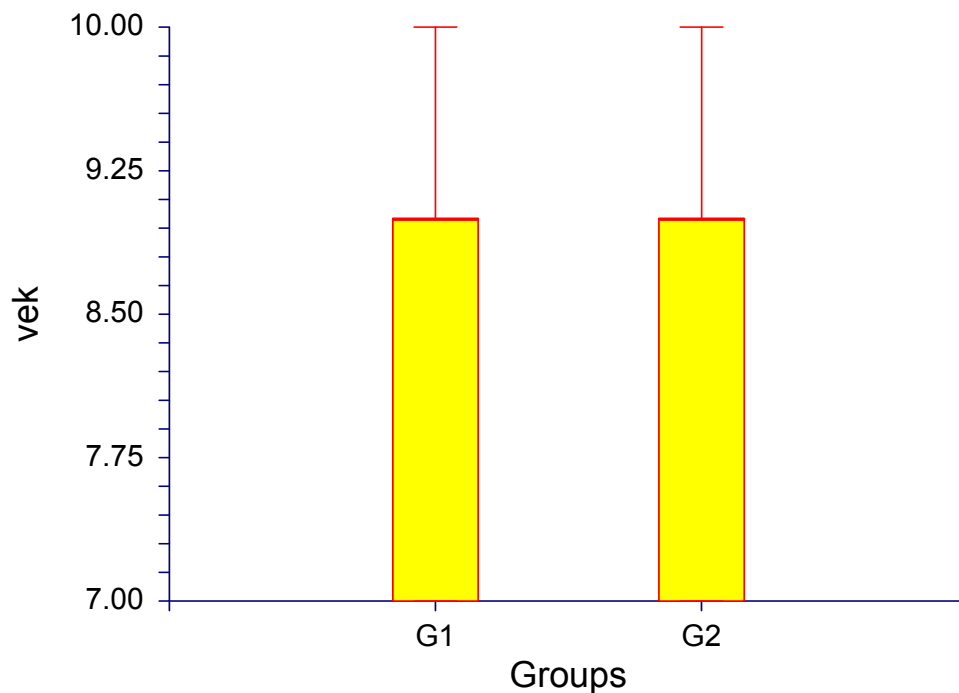
##### Median Statistics – věkové rozložení ve skupinách

Variable	Count	Median	95.0% LCL of Median	95.0% UCL of Median
skupina=1	25	9	8	9
skupina=2	25	9	8	9

skupina	7	8	9	10	Total
1	7	5	8	5	25
2	7	5	8	5	25
Total	14	10	16	10	50

Box Plot



**Závěr:** Celkem se měření zúčastnilo 50 dívek – věkově stejné rozložení v obou skupinách. V každé skupině bylo 7 sedmiletých, 5 osmiletých, 8 devítiletých a 5 desetiletých dívek.

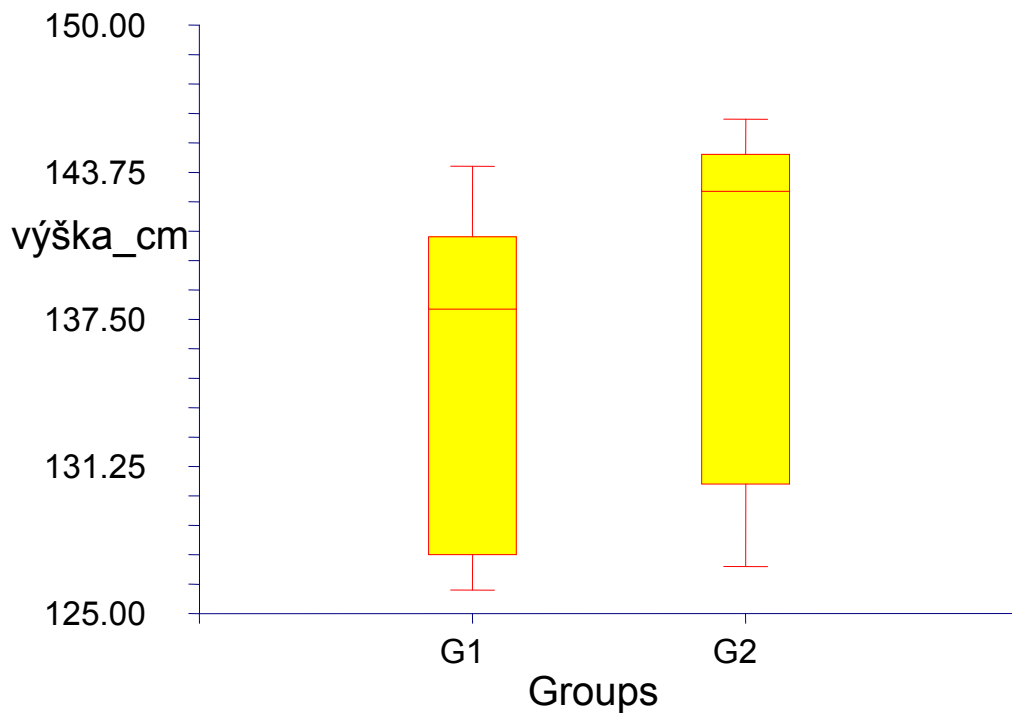
## Median Statistics T-test – výška probandů

Variable	Count	Median	95.0% LCL of Median	95.0% UCL of Median
skupina=1	25	138	133	140
skupina=2	25	143	131	144

Alternative Hypothesis	Approximation Without Correction		Approximation With Correction	
	Prob Level	Reject H0 at .050	Prob Level	Reject H0 at .050
Diff<0	0.030282	Yes	0.030955	Yes
Diff>0	0.969718	No	0.970378	No

(G1 = gymnastky, G2 = nesportovci)

## Box Plot



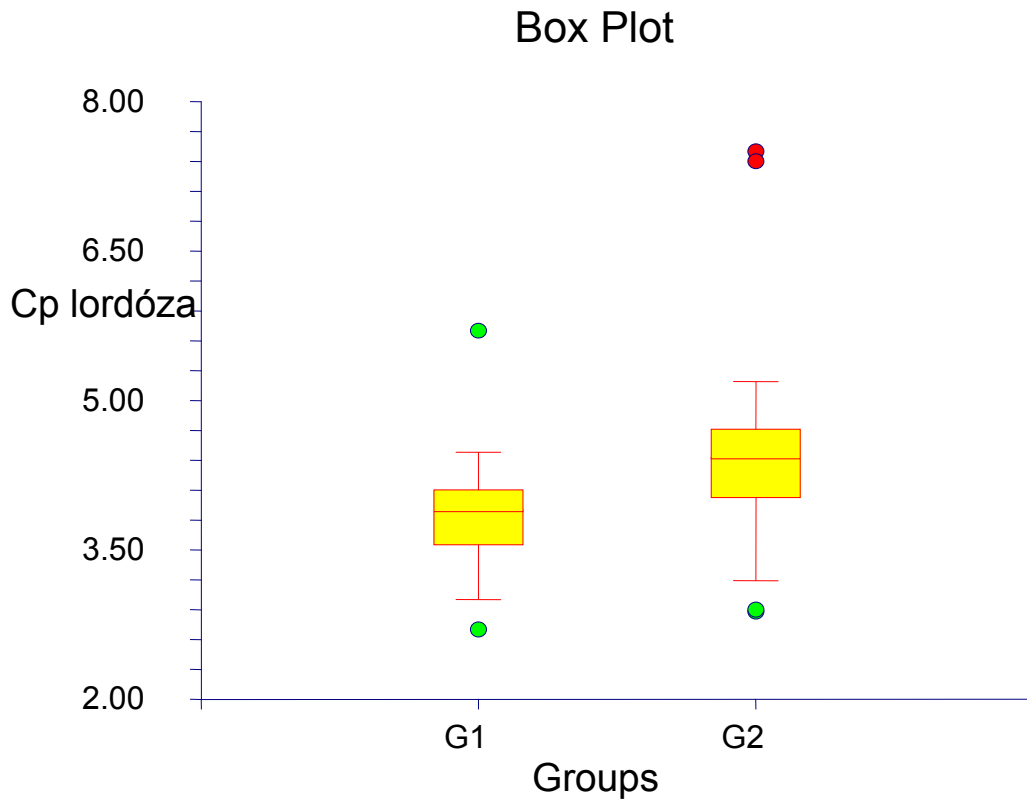
**Závěr:** Předpoklad, že by dívky v 1. a 2. skupině byly stejně vysoké, byl statistickým testem na hladině významnosti 3% zamítnut. Ukázalo se, že gymnastky jsou menší než nesportující dívky, což potvrzuje jedno z kritérií výběru malých dívek pro SG.

### 3.4.2 Zakřivení krční a bederní lordózy

#### Median Statistics – T test - zakřivení krční lordózy

Variable	Count	Median	95.0% LCL of Median	95.0% UCL of Median
skupina=1	25	3.9	3.6	4.1
skupina=2	25	4.43	4.37	4.69

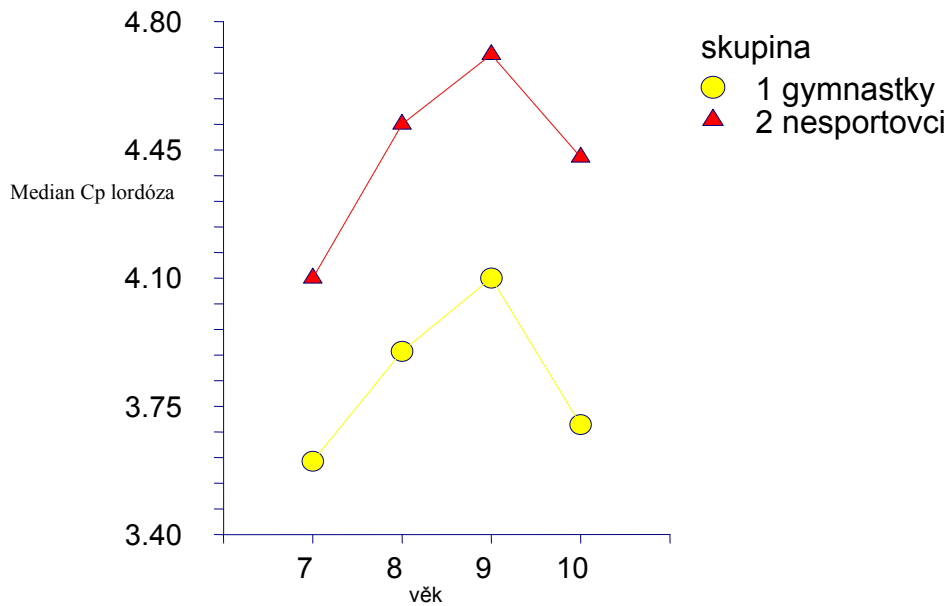
Alternative Hypothesis	Approximation Without Correction		Approximation With Correction	
	Prob Level	Reject H0 at .050	Prob Level	Reject H0 at .050
Diff<0	0.000978	Yes	0.001010	Yes
Diff>0	0.999022	No	0.999054	No



#### Standard Deviations of krční lordóza

skupina	věk				Total
	7	8	9	10	
1	0.5324114	0.3251154	0.7843423	0.3636207	0.5796559
2	0.5269318	0.5755606	1.563092	0.842241	1.080621
Total	0.5636756	0.5113207	1.303315	0.6586687	0.917927

### Zakřivení krční lordózy vzhledem k věku a skupině



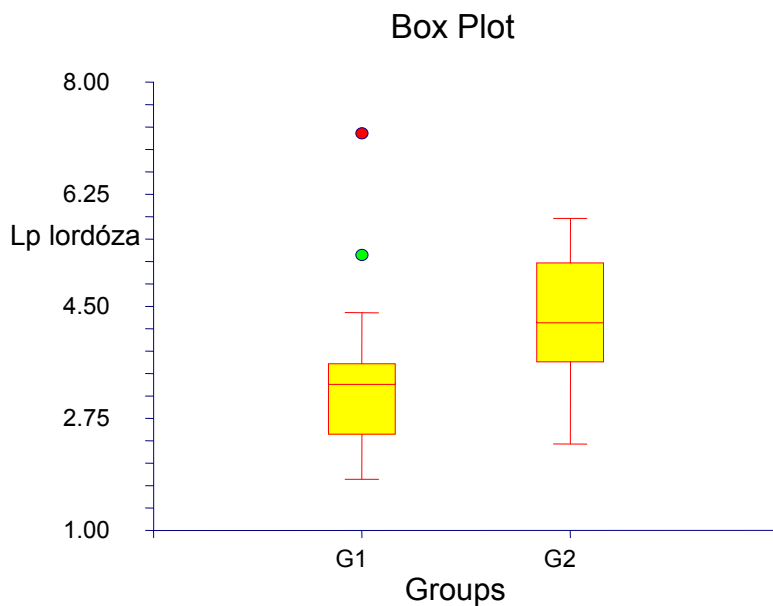
### Median Statistics – T-test - zakřivení bederní lordózy

Variable	Count	Median	95.0% LCL of Median	95.0% UCL of Median
skupina=1	25	3.3	2.7	3.5
skupina=2	25	4.26	4.03	4.59

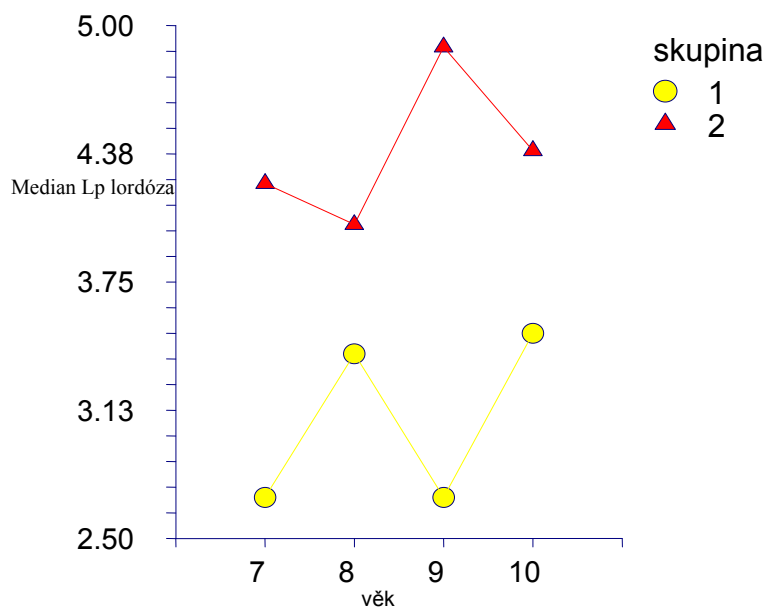
Alternative Hypothesis	Approximation Without Correction		Approximation With Correction	
	Prob Level	Reject H0 at .050	Prob Level	Reject H0 at .050
Diff<0	0.000255	Yes	0.000265	Yes
Diff>0	0.999745	No	0.999754	No

### Standard Deviations of bederní lordóza

skupina	věk				Total
	7	8	9	10	
1	0.7397007	1.066771	0.9628529	1.72974	1.153181
2	0.7020175	0.8865833	1.025907	1.137093	0.9874585
Total	0.9465054	0.9248309	1.338883	1.394169	1.177753



Zakřivení bederní lordózy vzhledem k věku a skupině



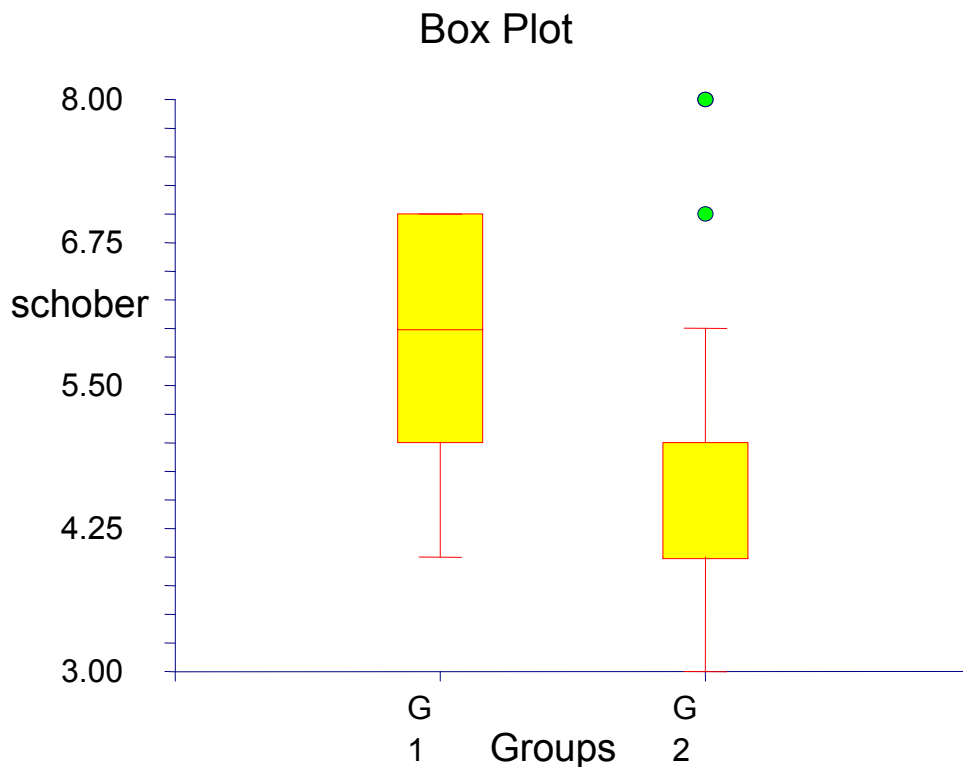
**Závěr:** Předpoklad, že zakřivení krční a bederní lordózy nabývá stejných hodnot ve skupině 1 a 2, byl statistickým testem na hladině významnosti 0,1 % pro krční lordózu a 0,02 % pro bederní lordózu zamítnut. Zakřivení krční a bederní lordózy je menší u gymnastek než ve 2. skupině. To vyvrací mou původní hypotézu, že gymnastky mají vlivem sportovní činnosti větší zakřivení páteře.

### 3.4.3 Distance na páteři

#### Median Statistics – T test – Schober

Variable	Count	Median	95.0% LCL of Median	95.0% UCL of Median
skupina=1	25	6	5	7
skupina=2	25	4	4	5

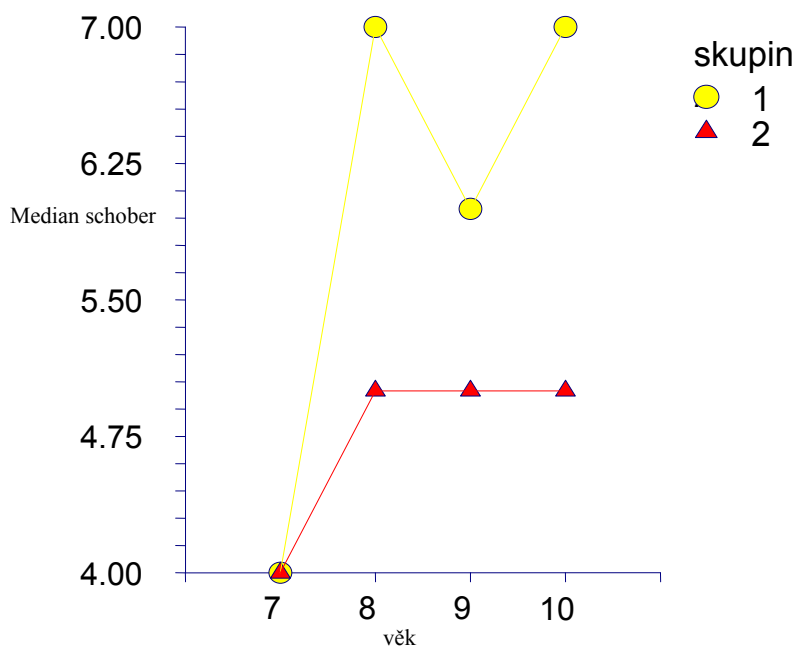
Alternative Hypothesis	Approximation Without Correction		Approximation With Correction	
	Prob Level	Reject H0 at .050	Prob Level	Reject H0 at .050
Diff<0	0.999061	No	0.999092	No
Diff>0	0.000939	Yes	0.000971	Yes



#### Standard Deviations of Schober

skupina	věk				Total
	7	8	9	10	
1	1.214986	0.5477226	0.9258201	1.095445	1.143095
2	0.6900656	1.303841	1.832251	0.8944272	1.375985
Total	1.081818	1.197219	1.454877	1.337494	1.382249

### Schober vzhledem k věku a skupině



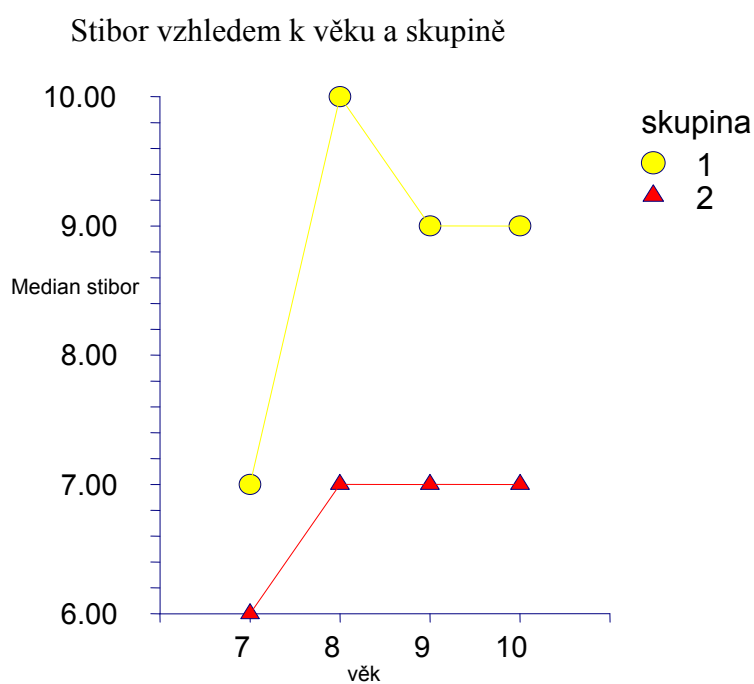
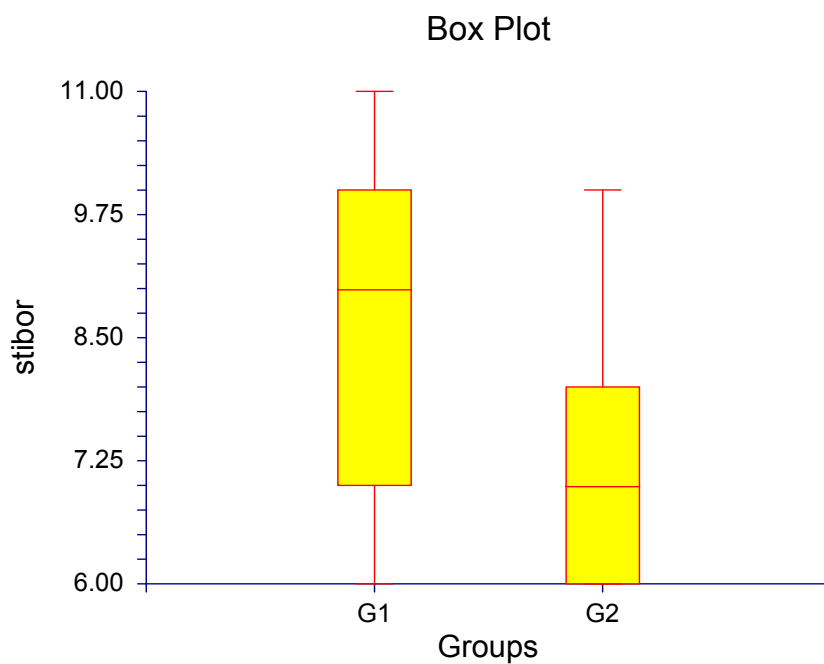
### Median Statistics – T test - **Stibor**

Variable	Count	Median	95.0% LCL of Median	95.0% UCL of Median
skupina=1	25	9	8	9
skupina=2	25	7	6	7

Alternative Hypothesis	Approximation Without Correction		Approximation With Correction	
	Prob Level	Reject H0 at .050	Prob Level	Reject H0 at .050
Diff<0	0.999533	No	0.999549	No
Diff>0	0.000467	Yes	0.000484	Yes

### Standard Deviations of stibor

skupina	věk				Total
	7	8	9	10	
1	1.133893	1.81659	1.309307	1.48324	1.496663
2	1.112697	1.303841	1.59799	0.83666	1.3
Total	1.167321	1.712698	1.579821	1.549193	1.557208



**Závěr:** Předpoklad, že pohyblivost bederní páteře a celé páteře do flexe se rovná ve skupině 1 a 2, byl statistickým testem na hladině významnosti 0,09 % pro Schoberův test a 0,04 % pro Stiborův test zamítnut. Pohyblivost bederní páteře a celé páteře do flexe je větší u gymnastek než u nesportovců.



### Counts Section – Thomayerova distance na páteři

	skupina		Total
thom	1	2	
1 (dotyk daktylion-podlaha)	4	7	11
2 (dotyk dlaně-podlaha)	14	0	14
3 (dotyk hřbet ruky-podlaha)	7	0	7
Total	25	7	32

Column Percentages Section	skupina
thomayer	1
1	16.0
2	56.0
3	28.0

#### Chi-Square Statistics Test

Chi-Square	17.105455	
Degrees of Freedom	2	
Probability Level	0.000193	Reject H0

**Závěr:** Předpoklad, že pohyblivost celé páteře do flexe je stejná ve skupině 1 a 2, byl statistickým testem na hladině významnosti 0,01 % zamítnut. Rozsah pohyblivosti celé páteře do flexe je u gymnastek větší než u nesportovců. Gymnastky se v 16 % dotkly daktilion-podlahy, v 28 % položily až hřbet rukou k zemi a v 56 % přitiskly dlaně na podložku. Ve 2. skupině se dotklo daktilion-podlahy jen 7 z 25 nesportujících dívek, průměrně chybělo 8,44 cm k dotyku daktilion-podložka.

### Counts Section – Čepojova distance na páteři

	skupina		Total
čepoj	1	2	
1 cm	17	20	37
2 cm	8	5	13
Total	25	25	50

#### Chi-Square Statistics Section

Chi-Square	0.935551	
Degrees of Freedom	1	
Probability Level	0.333425	Accept H0

### Counts Section – **Ottova inklináčn1 distance na páteři**

	skupina		
ottova_inklináčn1	1	2	Total
1 cm	12	15	27
2 cm	13	10	23
Total	25	25	50

#### Chi-Square Statistics Section

Chi-Square	0.724638	
Degrees of Freedom	1	
Probability Level	0.394627	Accept H0

**Závěr:** Po statistickém zpracování výsledků měření pohyblivosti páteře krční a hrudní do flexe (Čepojova a Ottova inklináčn1 distance) nelze říct, že je statisticky významný rozdíl v pohyblivosti krční a hrudní páteře do flexe v 1 a 2 skupině. Naměřené hodnoty v obou skupinách jsou si podobné, dosažené hodnoty se pohybují v rozmezí 1-2 cm.

#### 3.4.4 Zpracování dotazník1

Data získaná z dotazník1vého šetření nebyla statisticky zpracována. Sloužila jen k potvrzení kritérií při výběru proband1. Všechny dívk1 splnily daná kritéria a mohla podstoupit měření.

Sportovní gymnastky měly platné lékařské sportovní prohlídky, pravidelně trénují, plnily věkové rozmezí 7-10 let a každá prošla alespoň dvouletou gymnastickou přípravou, která trvá od 4-7 let.

Nesportující dívk1 také splnily věkové rozmezí 7-10 let, uvedly, že pravidelně neprovádí žádnou organizovanou sportovní činnost. Všechny prošly lékařskou kontrolou u svých pediatr1.

(vzor dotazník1 viz příloha)

## 4. Diskuze

Ve své práci jsem se zabývala pohyblivostí a tvarem (zakřivením v rovině sagitální) páteře v porovnání u gymnastek a nesportujících dívek. Měření se zúčastnilo celkem **50** probandů. K výzkumu jsem použila distancí na páteři měřené pásovou mírou a pro doplnění údajů dotazníkové šetření. To vše na podkladě získaných informací v teoretické části mé práce.

Dle Fedoraka [5] je vyšetření aspektů krční a bederní lordózy nevěrohodné, nepřesné, i přesto by však mělo být nadále součástí každého vyšetření páteře. Aspekce nám pomůže odhalit zvětšenou nebo sníženou lordózu, kyfózu či skoliózu páteře. Je však důležité zvolit ještě další vyšetřovací metodu k posouzení stavu páteře. Například měření distancí na páteři. Měření pásovou mírou bývá také považováno za nevěrohodné - distance odráží jen přímou vzdálenost dvou bodů, nikoliv skutečnou spinální pohyblivost. To však vyvrací Hazel [11], který potvrdil vysokou věrohodnost a spolehlivost pásové míry pro Schoberovu a Thomayerovu distanci. Pásovou míru označil jako vhodnou, rychlou a jednoduchou metodu měření délky páteře v praxi. Trnavský [46] doporučuje doplnit metrologické ukazatele o dotazníky zaměřené na funkční stav a kvalitu života probanda.

Pro definování výchozí polohy pro měření v mé práci byl sestrojen stojan. Pro kontrolu a přesnost naměřených dat pásovou mírou bylo měření opakováno s verifikovaným měřidlem vzdálenosti. Při měření pásovou mírou beru v úvahu pohyblivost a potivost kůže, obtížnost palpance obratlů, možnost chyby měření pro přítomnost měkkých tkání a různou pohyblivost v kyčelních kloubech probandů. Dále bude mít vliv zda, měření provádíme těsně vedle páteře nebo po střední čáře páteře a zda při měření dochází k protažení měřicího pásma. V případě použití měřidla vzdáleností bude mít vliv rychlost a tlak na měřící pomůcku.

Na podkladě osobní zkušenosti se sportovní gymnastikou mou hypotézou bylo, že ohebnost trupu negativně působí na krční a bederní lordózu. Ta je vlivem záklonů příliš namáhána a často trvale zakřivena v hyperlordózu. Statistické vyhodnocení ukázalo, že tvar páteře v rovině sagitální ve smyslu krční a bederní lordózy dosahuje větších hloubek zakřivení u nesportovců. **Provedený výzkum mou původní hypotézu nepotvrdil.** Předpoklad, že vlivem sportovní gymnastiky budou křivky páteře výraznější u sportovců než u nesportovců, byl vyvrácen.

Normální zakřivení páteře je udržováno reflexní činností, řídicí úlohu má CNS a výkonnou složkou je komplex posturálních vazů a svalů, jež musí pracovat koordinovaně. Gymnastky tedy musí mít vlivem sportovní činnosti vypracovaný silnější posturální svalový systém. V době gymnastické přípravy musí být voleny pro děti vhodné pohybové aktivity, neboť by předčasná cvičení na gymnastickém nářadí, kdy ještě dítě nemá dostatečně vyvinuté svalstvo, vedla k vadnému držení těla. Často prováděné záklony musejí gymnastky kompenzovat předklonem a posilováním břišních svalů.

Dle Serbuse [41] vadným zakřivením páteře rozumíme zvětšenou krční a bederní lordózu. Nesprávné držení těla dlouhodobě vede ke vzniku strukturálních vad - tvarové změny na obratlových tělech, kloubech. Strukturální vady páteře byly vzhledem k platným lékařským prohlídkám všech probandů v mém výzkumu vyloučeny. Vliv na vytváření nesprávného držení těla má i ochabnutí vzpřimovačů páteře a příslušných vazů. Kolář [21] udává, že téměř u 30 % dětí nedozraje držení páteře do optimálního statického nastavení. U nespportovců se objevují časté svalové dysbalance a tzv. dolní zkřížený syndrom. Dle Jandy [13] jde o svalovou nerovnováhu komplexu pánev-bederní páteř-kyčelní kloub. Vzpřimovače bederní páteře a flexory kyčelních kloubů jsou zkráceny, zatímco svalstvo břišní a hýžd'ové je oslabeno. Důsledkem je anteverze pánve a zvětšená bederní lordóza. Dle Koláře [20] břišní svaly nepracují izolovaně, jde o funkční jednotku. Jejich oslabení působí lordotické držení těla, zkrácení mm. erectorae trunci a iliopsoas. Zkrácený m. iliopsoas podmíní zvýšené lordotické držení bederní páteře. Zvýšené lordotické zakřivení krční páteře je dáno oslabením hlubokých flexorů krku a zkrácením krátkých extenzorů krční páteře. Musíme však brát v úvahu, že dětská páteř není zmenšeninou dospělého jedince a že zakřivení páteře se dynamicky mění a vyvíjí. Během růstu dochází v důsledku snížení pohyblivosti hrudní a bederní páteře k snížení zakřivení bederní lordózy. Zvýšení nebo snížení hrudní kyfózy má vždy odraz na krční a bederní lordóze.

Můj výsledek se shoduje i s výsledky jiných autorů. Např. Tsai Li [47] porovnával pohyblivost a zakřivení páteře a dokázal na podkladě měření inklinometrem, že zakřivení páteře je také menší u gymnastek než u běžné populace. Větší zakřivení páteře nespportujících dívek ve smyslu krční a bederní hyperlordózy může být dáno

denní zátěží a nevhodnými aktivitami běžného denního režimu, které nejsou kompenzovány žádnou pravidelnou pohybovou činností.

Provedený výzkum a statisticky zpracovaná data **potvrzují mou druhou hypotézu**. Předpoklad, že rozsah pohybu páteře do flexe u sportovců je větší vlivem sportovní činnosti než u nesportovců, byl správný.

Dle pohledu biomechaniků je axiální systém komplex složený z páteřního sloupce, vazivového a svalového aparátu. Pohyblivost páteře je chápána jako počet nezávislých pohybů jednotlivých segmentů páteře. Pohybový segment je prostor s elastickými tkáněmi mezi pevnými segmenty horního a dolního obratle. Pohyblivost kloubů se měří ve stupních volnosti. Jeden obratel má tři stupně volnosti, dva obratle již šest stupňů volnosti a umožní šest různých pohybů. Tedy páteř jako celek dovolí velké množství různých pohybů. Proto nemůže být pohyblivost páteře hodnocena měřením distancí na páteři, ty určí spíše dosah/rozsah pohybu, přičemž při flexi trupu má značný vliv pletenec ramenní a kyčelní. Pohled biomechaniků se značně liší od názorů anatomů. [33]

Pohyblivost páteře je dána součtem pohybu mezi jednotlivými obratli. Vzájemnou pohyblivost obratlů vůči sobě ovlivňují krátká a dlouhá ligamenta, meziobratlové disky a klouby. Při anteflexi páteře styčné plošky na kloubních výběžcích obratlů po sobě kloužou, což je umožněno volným kloubním pouzdem. Ligamenta flava se napínají. Pohyblivost je ovlivněna i meziobratlovou ploténkou – čím má menší plochu, tím je pohyblivost větší. Svou deformací umožňuje pohyb sousedních obratlů. Pohyblivost páteře se s věkem snižuje, dochází k změnám ligamentového aparátu, orientaci fasetových kloubů a osifikaci obratlů. Pohyblivost páteře je ovlivněna anatomickými zvláštnostmi (tvar, druh kloubu, pružnost tkání), odstraněním svalového tonu (nervozita, strach, psychické napětí) a aktivitami běžného denního režimu či sportem.

Rozsah pohyblivosti páteře do flexe je hodnocen mnohými autory různě a vždy ve stupních. Kapandji [27] na základě rentgenu odhaduje celkový rozsah pohyblivosti páteře pro anteflexi na 145°, segmentálně - anteflexe bederní páteře 60°, hrudní 45° a krční páteře 40°. Naměřená data distancí na páteři však nemohu porovnat s daty ve stupních. Mým výsledkem je zjištění, že pohyblivost celé páteře a bederní páteře do flexe je větší u gymnastek než u nesportujících dívek.

Pohyblivost krční a hrudní páteře do flexe nebyla statisticky významně větší u gymnastek než u nespportovců. I tento výsledek mé práce se shoduje s výsledky jiných autorů. Např. Penha [34] potvrzuje ve své studii dobrou věrohodnost hodnocení pohyblivosti bederní páteře do flexe, zatímco hodnocení krční páteře je nevěrohodné.

Větší pohyblivost celé páteře a bederní páteře do flexe gymnastek může být ovlivněna protažitelností ischiokrurálních svalů, hamstringů, paravertebrálních svalů, pohyblivostí kyčelních kloubů a trénovaností – časté provádění prvků v rovině sagitální. Děti jsou v bederní oblasti flexibilnější. Dle Kendalla [27] toto nastává jako přizpůsobení se na situaci, kdy jsou nohy proporcionálně delší než trup. Za věrohodný test v mém výzkumu mohu pokládat Thomayerovu, Schoberovu a Stiborovu zkoušku (podobně jako uvedl Hazel [11] ve své studii). Statistické testy však nepotvrdili, že je pohyblivost krční a hrudní páteře do flexe větší u gymnastek než u nespportovců, což může být dáno vlivem malého počtu probandů v jednotlivých věkových skupinách. Anteflexe páteře je vydatná v oddílu krčním a bederním, nepatrná na hrudní páteři. Pohyblivost krční a bederní páteře je dána svalovou aktivitou. Pohyblivost hrudní páteře je značně omezena vazbou obratlů s páry žeber vpředu spojených hrudní kostí. I proto nemuselo být dosaženo výrazně odlišných hodnot Ottovy inklinací distance na páteři v obou skupinách. Pohyblivost krční páteře do flexe je menší než do extenze. V úvahu беру i méně přístupný terén krční páteře pro měření Čepojovy distance na páteři.

Dále jsem v literatuře vyhledávala důsledky sportu tedy sportovní gymnastiky na zdraví jedince. Mým předpokladem bylo, že zdravotní následky po tomto sportu jsou větší než u nespportovců. Sportovní gymnastika patří mezi sporty, kde může být zraněno v podstatě celé tělo. Nejčastěji dochází k zranění horních končetin (zápěstí), dolních končetin (kotníky), hlavy a trupu, jde o distorze, zlomeniny popř. otřesy mozku. Pokud je sportovní gymnastika prováděna na vrcholové úrovni, v podstatě vždy dochází k nevratnému poškození těla. Dívky jsou nuceny k extrémním pohybovým rozsahům a zátěži, kterou tělo nemůže vydržet. U tohoto sportu trpí především páteř (výskyt spondylolýzy, kvadruplegie...). Dalším faktorem je velký psychický tlak, který je na gymnastky kladen (udržet si postavu, splnit očekávání trenéra...).

Z toho vyplývá, že je nutné věnovat pozornost nejen vhodné rehabilitaci a prevenci, ale i psychologické pomoci. Po ukončení sportovní kariéry gymnastky často udávají bolesti hlavy a zad. Problémy s klouby (artrózy) pramení z úbytku svalové hmoty a protažitelnosti šlach, ligament po ukončení sportování. Klouby se stávají nestabilní. Další vliv hraje nízký obsah tělesného tuku a minerálů a tím náchylnost k vzniku osteoporózy. Na podkladě získaných dat, považuji můj předpoklad za správný.

## 5. Závěr

Výsledkem mé práce je potvrzení jedné hypotézy, že pohyblivost páteře do flexe je větší vlivem sportovní činnosti u gymnastek než u nesportujících dívek. Pohyblivost celé a bederní páteře do flexe je větší u gymnastek než u nesportovců. Nelze však říci, že pohyblivost krční a hrudní páteře do flexe (hodnoceny byly Čepojova a Ottova inklinální distance) je větší u gymnastek než u nesportujících dívek.

Další hypotéza, že vlivem sportovní gymnastiky budou křivky páteře výraznější u gymnastek než u nesportovců, potvrzena nebyla. Zakřivení krční a bederní lordózy je menší u gymnastek než ve skupině nesportovců. Lze předpokládat, že toto souvisí s vypracovaným svalovým korzetem, což podporuje vzpřímené držení těla.

Domnívám se, že poslední hypotézu, že zdravotní následky po sportovní gymnastice jsou větší než u nesportovců, mohu pokládat na základě získaných informací z literatury za správnou. Sportovní gymnastika přináší během ale i po ukončení sportovní činnosti mnohé zdravotní následky.

Závěrem lze tedy říci, že dle výsledků mé práce bylo dokázáno:

- že je pohyblivost páteře u sportovních gymnastek vlivem sportovní činnosti větší než u nesportujících dívek
- že zakřivení páteře v rovině sagitální je menší u gymnastek než u nesportovců, což souvisí se vzpřímeným držením těla
- že u gymnastek je větší riziko poškození pohybového aparátu vlivem sportovní činnosti oproti nesportujícím dívkám



## 6. Příloha

### Souhlas etické komise

Etická komise UK FTVS schválila tento projekt dne 13.1.2009 pod jednacím číslem 0204/2009.

### Informovaný souhlas rodičů účastníků výzkumu

Vážení rodiče,

Ráda bych Vás požádala o spolupráci na diplomové práci – pracovní název: POHYBLIVOST PÁTEŘE U GYMNASTEK A BÉŽNÉ POPULACE, řešené na Univerzitě Karlově v Praze, fakultě tělesné výchovy a sportu, katedry fyzioterapie.

Součástí práce je jednorázové měření rozsahu páteře dívek ve věku 7-10 let s využitím pásové míry. Získaná data budou statisticky vyhodnocena (osobní údaje dětí nebudou zveřejněny).

Měření proběhne dne.....v.....

Souhlasím, aby se dcera.....účastnila měření.

Podpis rodiče.....

Děkuji

Ivana Jelínková

### Vzor dotazníku (gymnastky/nesportovci)

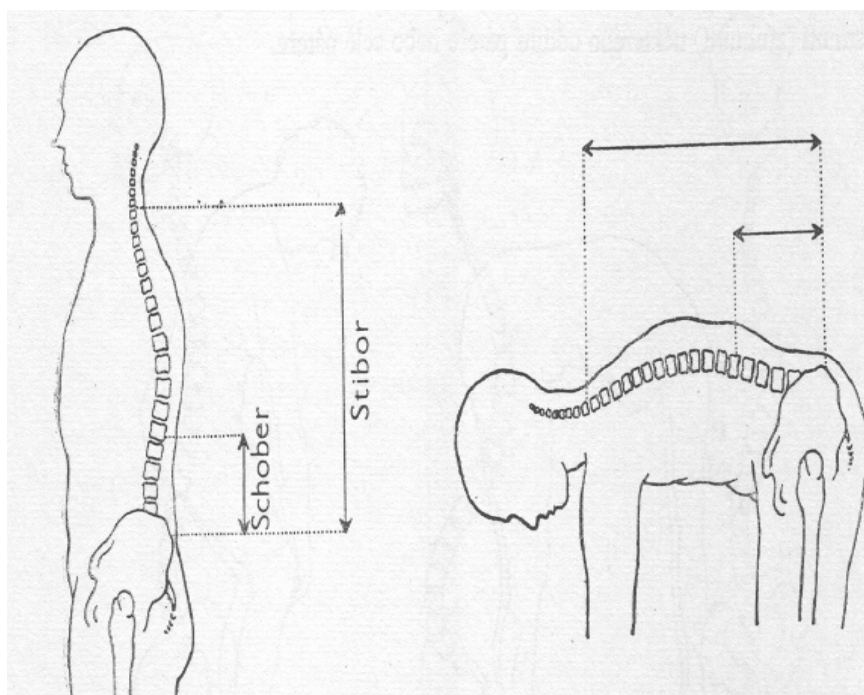
Jméno	Jméno
Bydliště	Bydliště
Věk	Věk
Výška	Výška
Anamnéza (RA,OA,NO):	Anamnéza:
Datum sportovní prohlídky	Datum kontroly na pediatrii
Věnuješ se pravidelně nějakému sportu ANO	Věnuješ se pravidelně nějakému sportu NE
Jaký sport děláš	Vedou tě rodiče k sportovním aktivitám
V kolika letech jsi začala sportovat	Jaké sporty doma děláte
Kolikrát týdně máš trénink	Jak vypadá tvůj volný čas
Jak dlouho trvá trénink	Kolik času trávíš u TV
Jak vypadá skladba tréninku	Kolik času trávíš u PC
Oblíbené gymnastické nářadí	Jak dlouho sedíš za den
Výkonnostní stupeň/počet závodů	Jak dlouho stojíš za den
Cítíš se unavená po tréninku	Cítíš se unavená za celý den
Měla jsi už úraz v SG, jaký, důsledky	Měla jsi úraz, jaký, důsledky
Bolí tě záda? Kde	Bolí tě záda? Kde

### Seznam použitých zkratk

CNS	centrální nervová soustava
Cp	krční páteř
CTh	přechod krční a hrudní páteře
CT	počítačová tomografie
Lp	bederní páteř
MRI	nukleární magnetická rezonance
RTG	rentgen
SIAS	spina iliaca anterior superior
SIPS	spina iliaca posterior superior
Th	hrudní páteř

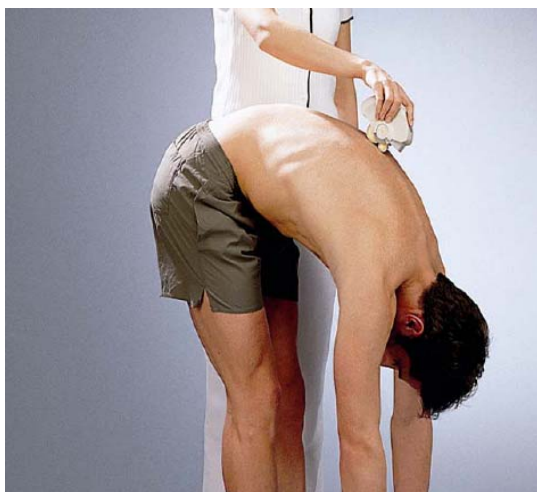
### **Vysvětlení anglických statistických termínů [52]**

approximation without/with correction	přibližná hodnota bez/s korekce
box plot	krabicový graf
chi-square test	zjistí, zda se liší hodnoty v první a druhé sk.
column percentages section	oddíl procentuelního znázornění
degrese of freedom	stupeň volnosti
LCL/UCL of median	spodní/horní kritická hranice mediánu
median	je hodnota, jež dělí řadu dle velikosti seřazených výsledků na dvě stejně početné poloviny
probability level	hladina významnosti
reject/accept	zamítnout/přijmout
T-test	porovná, zda se výsledky měření v jedné skupině významně liší od výsledků měření v druhé skupině



**Obr.1** Distance na páteři

převzato: KOSTEČKOVÁ, K. *Léčebně-rehabilitační plán a postup u algického vertebrogenního syndromu degenerativní etiologie*. Bakalářská práce. Brno, 2007, 55s. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta.



**Obr.2** Měření pomocí Spinal mouse (stejně jako měřidlem vzdálenosti)

převzato: MANNION A.F. *A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine*. *European Spine Journal*, 2004, 13: 122-136s



**Obr. 3,4** Stoj a flexe trupu - skupina nesportujících dívek



**Obr. 5,6** Stoj a flexe trupu, skupina gymnastek

## 7. Seznam použité literatury

- 1) ARBOGAST, K. *Normal cervical spine range of motion in children 3-12 years old.* Spine, 2007, 32(10): 309-315s
- 2) CIL, A. *The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood.* Spine, 2004, 30(1): 93-100s
- 3) COGAN, K. *Gymnastics.* Morgantown: University Avenue, 2000. 155s. ISBN 1-885693-17-6
- 4) ČIHÁK, R. *Anatomie I.* Praha: Grada, 2003. 488s. ISBN 80-7169-970-5.
- 5) FEDORAK, CH., *Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis.* Spine, 2003, 28(16): 63-67s.
- 6) GEORGOPOULOS, N. *Height Velocity and Skeletal Maturation in Elite Female Rhythmic Gymnasts.* The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 2001, 86(11): 5159–5164s.
- 7) GUTENSOHN, D. *Objektive Evaluation der Rückenform und Veranschaulichung der WS-Aufrichtung im Rahmen der Patientenschulung.* Zeitschrift Physikalische Medizin und Rehabilitation, 2000, 10(4):
- 8) HÁJKOVÁ, J. *Základní gymnastika,* Praha: Karolinum, 1994. 7s. ISBN 80-143-0832-1
- 9) HALADOVÁ, E. *Léčebná tělesná výchova.* 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1997. 135 s. ISBN 80-7012-236-1.
- 10) HARRISON, E. *Can the thoracic kyphosis be modeled with a simple geometric shape.* Journal of Spinal Disorders and techniques, 2002, 15(3): 213-220s.
- 11) HAZEL, M. *Joint motion and function assessment: a research-based practical guide.* Philadelphia, Medic: 2005. 366s. ISBN 07817-4061-4.
- 12) HOŠKOVÁ, B. *Nikdy se nevzdám.* Instinkt [cit.30.5.2007]. Dostupné z: <<http://www.iksz.fsv.cuni.cz>>.
- 13) JANDA, V. *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch.* Brno: IDVPZ, 1982. 139s.
- 14) KARAGEANES, S. *Principles of manual sports medicine.* Detroit: Nesbitt Graphics, 2005. 525s. ISBN 0-7817-4189-0

- 15) KASÍK, J. *Vertebrogenní kořenové syndromy*. Praha: Grada 2002. 224s. ISBN 80-247-0142-1.
- 16) KELLER, S. *Reliabilität eines neuen Mess-systems (Medimouse) zur Bestimmung der sagittalen Rückenkontur*. [cit.10.1.2009]. Dostupné z: <<http://www.idiag.ch>>.
- 17) KELLER, S. *Reliability of a new measuring device (spinal mouse) in recording the sagittal profile of the back*. European Spine Journal, 2000, 4: 122-136s.
- 18) KIRIALANIS, P. *Occurrence of acute lower limb injuries in artistic gymnasts in relation to event and exercise phase*. British journal of sports medicine. 2003, 37(2): 137-139s.
- 19) KIRIALANIS, P. *Injuries in artistic gymnastic elite adolescent male and female athletes*. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2002, 16: 145–151s.
- 20) KOLÁŘ, P. *Fyziologie hybnosti, relaxace a kompenzační cvičení ve sportovní gymnastice*. Praha: ÚV ČSTV vědeckometodické oddělení 1987, 90s.
- 21) KOLÁŘ, P. *Význam posturální aktivity pro včasný záchyt pacientů s dětskou mozkovou obrnou*, *Pediatric pro praxi*, 2001/4. ISSN 1213-0494
- 22) KOLÁŘ, P. *Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů – diagnostika, Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2006/4. ISSN 1211-2658
- 23) KOSTEČKOVÁ, K. *Léčebně-rehabilitační plán a postup u algického vertebrogenního syndromu degenerativní etiologie*. Bakalářská práce. Brno, Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. 2007, 55s.
- 24) KREJČÍ, J. *System for diagnosing spinal shape in humans*. Olomouc, 2007, 142s. Palacký University, Faculty of Science. Vedoucí disertační práce Jiří Salinger.
- 25) KRIŠTOFIČ, J. *Gymnastika*. Praha: Karolinum 2003. 89s. ISBN 80-246-0661-5
- 26) KRIŠTOFIČ, J. *Gymnastická příprava sportovce*. Praha: Grada 2004. 192s. ISBN 80-247-1006-4
- 27) LEWIT, K. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. zcela přepracované vyd. Praha: Sdělovací technika, 2003. 411 s. ISBN 80-86645-04-5.
- 28) LIEBIG, E. *The clinical significance of the lumbar lordosis: relationship between lumbar spinal curvature and low back pain*. European Spine Journal, 2000, 4: 9-10s.

- 29) MANNION A.F. *A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine*. European Spine Journal, 2004, 13: 122-136s.
- 30) MANNION A.F. *A prospective study of the interrelationship between subjective and objective measures of disability before and 2 months after lumbar decompression surgery for disc herniation*. European Spine Journal, 2005, 14: 454-455s.
- 31) MARIN, L. *Level of gymnastic skill as an intrinsic constraint on postural coordination*. Journal of sports sciences, 1999, 17: 615-626s.
- 32) MC DANIEL, J. *Radial growth plate injuries in gymnasts*. Journal of sports chiropractic and rehabilitation, 2000, 14(3): 84-88s.
- 33) OTÁHAL, S. *Biomechanika*. [cit.10.1.2009]. Dostupné z: <<http://www.biomech.ftvs.cuni.cz>>.
- 34) PENHA, P.J. *Qualitative postural analysis among boys and girl of 7 to 10 years of age*. Revista Brasileira de Fyzioterapia, 2008, 12(5): 386-391s.
- 35) PETROVICKÝ, P. *Anatomie s klinickými aplikacemi I*. Banská Bystrica: Osveta, 2001. 463s. ISBN 80-8063-046-1
- 36) SARDINHA, B.: *Objectively Measured Physical Activity and Bone Strength in 9-Year-Old Boys and Girls*. Pediatrics, 2008, 122: 728-736s.
- 37) SEICHERT, N.: *Die Rückenmaus – Ein analog-digitales Messgerät zur Erfassung der sagittalen Rückenkontur*. [cit.10.1.2009]. Dostupné z: <<http://www.idiag.ch>>.
- 38) SEICHERT, N.: *Sagittal Shape and Mobility of the Spine-Validity and Reliability of the new SpinalMouse*. [cit.10.1.2009]. Dostupné z: <<http://www.idiag.ch>>.
- 39) SEICHERT, N.: *The "back mouse" – an analog-digital measuring device to record the sagittal outline of the back*. [cit.10.1.2009]. Dostupné z: <<http://www.idiag.ch>>.
- 40) SEICHERT, N.: *The "Spinal Mouse" – a new Device to Measure the Spine's Shape and Mobility*. Physical Medicine and Rehabilitation, 1994, 4: 37-38s.
- 41) SERBUS, L. *Prostná – cvičení v praxi*. Praha: Olympia, 1968. 39-56s. ISBN 80-1254-322-1
- 42) SCHULTZ, A. *Measurements of spine morphology in children, ages 10-16*. Spine, 1984, 9(1): 70-73s.



- 43) SILVER, J. *Injuries of the spine sustained during gymnastic activities*. British Medical Journal, 1986. 293(4): 861-863s.
- 44) SINGH, S. *Gymnastics - related injuries to children treated in emergency departments in the United States, 1990-2005*. Pediatrics, 2008, 121(4): 954-960s.
- 45) TAYLOR, N. *Therapeutic exercise in physiotherapy practice is beneficial: a summary of systematic reviews 2002-2005*. Australian Journal of physiotherapy, 2007, 53: 682-692s.
- 46) TRNAVSKÝ, K. *Studium účinnosti nových postupů v ambulantní léčbě nemocných s ankylozující spondylitidou*. Rheumatologia, 1997, 11(2): 85-89s.
- 47) TSAI, L. *Spinal posture, sagittal mobility and subjective rating of back problems in former fiale elite gymnasts*. Spine, 1993, 18(7): 872-875s.
- 48) VEČERKOVÁ, Z. *Psychologická analýza SG*. [cit.19.8.2009]. Dostupné z: <<http://www.gymnet.cz>>.
- 49) WIDHE, T. *Spine: posture, mobility and pain*. European Spine Journal, 2001, 10: 118-123s
- 50) WEBB, B. *Gymnastic Wrist Injuries*. Current Sports Medicine Reports. 2008, 7(5): 289-295s.
- 51) WRIGHT, M. *Reliability of the modified-modified Schober and double inclinometer methods for measuring lumbar flexion and extension*. [cit.27.10.2009]. Dostupné z: <http://www.thefreelibrary.com>
- 52) ZVÁRA, K. *Biostatistika*. Praha: Karolinum, 1998. 89s. ISBN 80-146-0551-5