

UNIVERZITA KARLOVA

LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI

Ústav hygieny a preventivní medicíny



Disertační práce

PREVENCE POSTURÁLNÍCH VAD V POPULACI

Vypracovala: MUDr. Jana Langmajerová

Školitel: doc. MUDr. Dana Müllerová, Ph.D.

Studijní program: Hygiena, preventivní lékařství a epidemiologie

Plzeň 2017

Poděkování

Děkuji své školitelce doc. MUDr. Daně Müllerové, Ph.D. za vedení v rámci studia. Dále bych ráda poděkovala paní PaedDr. Martě Bursové, CSc. za konzultace, připomínky a praktické rady. Kolegyni Mgr. Janě Dvořákové děkuji za podporu a pomoc při vyšetřování. Za pomoc při statistickém zpracování dat patří mé poděkování Ing. Petru Hoškovi, Ph.D.

V neposlední řadě děkuji i své rodině za podporu a pomoc během mého studia a přípravě disertační práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracovala samostatně a uvedla jsem a citovala všechny použité zdroje a literaturu. Souhlasím s uložením elektronické verze své práce v databázi LF UK v Plzni.

V Plzni dne

MUDr. Jana Langmajerová

.....

Abstrakt

Disertační práce je zaměřena na ověření metodiky somatografického hodnocení tvaru a statiky páteře. Potenciál ověřované metodiky spočívá ve zvýšení objektivitu hodnocení držení těla ve stoji, a tím v přispění ke specifikaci prevence posturálních vad a jejich důsledků.

Neinvazivní somatografickou metodou (diagnostickým systémem určeným pro diagnostiku tvaru páteře, typ DTP-3) byly v rámci průřezové pilotní studie vyšetřeny vybrané biomechanické parametry (křivky a statika páteře v sagitální rovině ve stoji) celkem u 508 probandů. Z toho bylo 326 dětí ve školním věku a 182 dospělých. Hlavní sledované parametry byly: parametr **CI** (hloubka krční lordózy); parametr **LI** (hloubka bederní lordózy); index sagitální rovnováhy páteře **CI/LI** a parametr **V_{thk}** (vzdálenost vrcholu hrudní kyfózy od ideální vertikály IV).

Pomocí dotazníkového šetření byla vyhodnocena úroveň pohybové aktivity probandů a souvislost výskytu bolestivých stavů zad a hlavy s naměřenými biomechanickými parametry i pohybovou aktivitou.

Celkem u 81,3 % dětí a 94,5 % dospělých byly naměřeny odchylky od biomechanicky ideálního modelu držení těla signalizující posturální vadu.

Statisticky významně se liší hodnota parametru **CI** ($p < 0,001$), indexu **CI/LI** ($p < 0,001$) a poloha vrcholu hrudní kyfózy **V_{Thk}** ($p < 0,05$) dětí oproti dospělým, nebyly však prokázány statisticky významné změny v parametru **LI** dětí oproti dospělým. Mezi jednotlivými věkovými kategoriemi dětí nebyly shledány statisticky významné rozdíly v žádném ze sledovaných parametrů. Sagitální křivky a statika páteře jsou v dospělosti vázány na pohlaví: statisticky významně se liší hodnoty parametru **CI** a polohy **V_{Thk}** dospělých mužů oproti hodnotám parametru **CI** ($p < 0,05$) a **V_{Thk}** ($p < 0,05$) dospělých žen. Sagitální křivky a statika páteře jsou vázány na výživový stav. U dospělých žen byla prokázána asociace bolestivých stavů zad s vyšší hodnotou parametru **CI** ($p < 0,01$). V souboru všech dětí školního věku ($p < 0,01$) i jen u dívek ($p < 0,05$) byla s větší hloubkou krční lordózy (parametrem **CI**) asociována alespoň občasná bolestivost hlavy. Byl prokázán trend navyšování času tráveného sezením s věkem. Nebyla prokázána souvislost mezi bolestmi zad ani hlavy a pohybovou aktivitou a délkou sezení v žádné věkové kategorii.

Výsledky průzkumu byly aplikované ve formulaci zásad cílených kompenzačních a intervenčních programů zaměřených na prevenci posturálních vad ve specifických populačních skupinách.

Klíčová slova: posturální funkce, křivky páteře, statika páteře, bolesti zad, bolesti hlavy, prevence posturálních vad

Abstract

This dissertation aims at verifying methodology used for somatographic evaluation of the shape and statics of the spine. The potential of the methodology verified lies in increased objectivity of upright body posture evaluation and thereby contributes to the specification of preventative measures for postural defects, and their consequences.

Under a cross-sectional pilot study, a non-invasive somatographic method—a diagnostic DPT-3 system designated for spine shape diagnostics—was used to examine selected biomechanical parameters (spinal curves and statics in the sagittal plane in the upright position) in a total of 508 probands. Of this, 326 were school-age children and 182 adults. Among the key parameters monitored were: **CI** (depth of cervical lordosis); **LI** (depth of lumbar lordosis); the sagittal balance of **CI/LI**, and **V_{Thk}** (distance of the peak of the thoracic kyphosis from the ideal verticals-IV).

A questionnaire was used to evaluate the level of movement activity in probands and the relation between the occurrence of painful back and headaches and the measurement of biomechanical parameters and movement activity.

A total of 81.3 % of children and 94.5 % of adults were found to have deviations from the biomechanically ideal posture model, which signals a postural defect.

The values of the **CI** ($p < 0.001$), the **CI/LI** index ($p < 0.001$), and the position of the thoracic kyphosis **V_{Thk}** ($p < 0.05$) in children versus those for adults, differ to a statistically significant degree. However, no statistically significant changes were recorded for parameter **LI** in children compared to adults. Among the individual age categories, no statistically significant differences were found in any of the parameters monitored. Sagittal curves and spine statics are gender-related in adulthood: a statistically significant difference was found for the **CI** parameter and the position of **V_{Thk}** in adult men versus **CI** ($p < 0.05$) and **V_{Thk}** ($p < 0.05$) in adult women. Sagittal curves and a static spine are linked to nutritional status. In adult women, back pain was associated with a higher value of **CI** ($p < 0.01$). In the set of all pre-school children ($p < 0.01$), as well as only in girls ($p < 0.05$), greater depth of cervical lordosis (parameter **CI**) was associated with at least occasional headaches. An increasing trend was found for sitting time with the age. No relation between back pain, headaches, movement activity, and the time spent sitting was found in either age category.

The survey results were used to formulate principles for targeted compensatory and intervention programs aimed at the prevention of postural defects in specific population groups.

Key words: postural function, spinal curve, spine statics, back pain, headache, prevention of postural defects

Obsah

Seznam zkratk	8
Úvod	10
1 Teoretická východiska a současný stav řešeného tématu	13
1.1 Postura a její poruchy v komplexních souvislostech: komponenty a faktory ovlivňující posturální funkci	13
1.1.1 Ontogenetický aspekt a vliv senzorické a řídicí složky na celkovou úroveň posturální funkce	14
1.1.2 Vliv výkonné komponenty na celkovou úroveň posturální funkce	19
1.1.3 Vliv rizikových faktorů životního stylu a faktorů materiálního a sociálního prostředí	29
1.2 Důsledky posturálních poruch	33
1.2.1 Bolestivé stavy pohybové soustavy	34
1.2.2 Patologické vertebroviscerální vztahy	36
1.3 Možnosti hodnocení posturální funkce	37
1.3.1 Hodnocení posturální funkce z hlediska biomechanických norem: somatoskopické hodnocení stoje	38
1.3.2 Hodnocení posturální funkce v kontextu neuro-psycho-motorického vývoje a vybraná funkční vyšetření	42
1.3.3 Vyšetřování postury pomocí zobrazovacích metod	44
1.4 Charakteristika cílové populace	47
1.4.1 Charakteristika dětí mladšího školního věku	47
1.4.2 Specifická populační skupina vysokoškolských studentů	49
2 Vlastní práce	50
2.1 Hlavní a dílčí cíle výzkumu	50
2.2 Metodika výzkumu	50
2.2.1 Typ studie a charakteristika výzkumného souboru	50
2.2.2 Způsob realizace	52
2.2.3 Statistické metody	59
2.3 Výsledky výzkumu	61
2.3.1 Antropometrické charakteristiky probandů	61
2.3.2 Výsledky somatografického hodnocení sagitální křivky a statiky páteře	67
2.3.3 Výskyt bolestivých stavů ve vztahu k sagitálním křivkám a statice páteře	97

2.3.4 Úroveň pohybové aktivity a výskyt bolestivých stavů.....	102
2.4 Aplikace výsledků šetření do preventivních programů	109
2.4.1 Populační strategie v prevenci posturálních vad u dětí ve školním věku.....	109
2.4.2 Individuální strategie v prevenci posturálních vad	117
2.4.3 Prevence posturálních vad jako součást výuky studentů lékařské fakulty.....	123
3 Diskuse	124
4 Závěr.....	130
Seznam použité literatury	134
Seznam obrázků.....	144
Seznam tabulek.....	146
Seznam příloh.....	148

Seznam zkratek

A1, A2	kožní projekce levého a pravého akromionu (angulus acromii sinister, dexter)
BMI	body mass index
C1-C7	1. až 7. krční obratel
CAV	celostátní antropologický výzkum
CKP	centrální koordinační porucha
CI	hloubka krční lordózy
CI/LI	poměr hloubky krční a bederní lordózy (index sagitální rovnováhy)
CNS	centrální nervová soustava
Co1-Co4,5	1. až 5. kostrční obratel
CT	výpočetní tomografie (computed tomography)
DCD	vývojová porucha koordinace (developmental coordination disorder)
DMO	dětská mozková obrna
DTP-3	diagnostický systém určený pro diagnostiku tvaru páteře (typ 3)
EHIS	Evropské výběrové šetření o zdraví (European Health Interview Survey)
EU	Evropská unie
HBSC	Health Behaviour in School-Aged Children
IV	ideální vertikála
L1-L5	1. až 5. bederní obratel
LBP	bolest dolní části zad (low back pain)
LI	hloubka bederní lordózy
LMD	lehká mozková dysfunkce
m.	sval (musculus)
max.	maximum
MBD	minimal brain dysfunction
MCD	minimal cerebral dysfunction
min.	minimum
mld.	miliarda
MRI	magnetická rezonance (magnetic resonance imaging)
MŠMT	Ministerstvo školství, tělovýchovy a mládeže
PLDD	praktický lékař pro děti a dorost
PN	pracovní neschopnost
S1, S2	kožní projekce levé a pravé zadní horní spinu (spina iliaca posterior superior sinister, dexter)
S1-S5,6	1. až 6. křížový obratel
SD	směrodatná odchylka
SVA	sagittal vertical axis
SZÚ	Státní zdravotní ústav

Th1-Th12	1. až 12. hrudní obratel
TrPs	trigger points
ÚZIS ČR	Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky
VAS	vertebrogení algický syndrom
Vc	vrchol krční lordózy
VDT	vadné držení těla
VI	vrchol bederní lordózy
V _{Thk}	vrchol hrudní kyfózy
vv	vertebrae (obratle)
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)
\bar{x}	průměr

Úvod

V současné době je v popředí zájmu odborníků v oblasti preventivní medicíny a ochrany a podpory veřejného zdraví snaha o komplexní pojetí prevence neinfekčních chorob hromadného výskytu. Propojení populační strategie (tj. ovlivnění životního stylu a prostředí v populačních skupinách se zohledněním jejich specifických potřeb) s individuálním přístupem (tj. identifikace rizik, včasná intervence, popř. léčba rizikových jedinců) a ochrana a podpora zdraví během celého životního cyklu jsou doporučovány jako efektivní preventivní postup Světovou zdravotnickou organizací [WHO, 2013] i Státním zdravotním ústavem [Zdraví 2020, 2014].

Uvedenou strategii lze aplikovat i na prevenci důsledků poruch postury. Držení těla (postura) je vysoce individuální rys ovlivňovaný mnoha faktory, recipročně odráží celkový zdravotní stav jedince. Posturální vady neboli posturální poruchy či disharmonie [Kolář et al., 2009] a jejich důsledky jsou charakteristické svým vysokým výskytem v populaci, multifaktoriální etiologií a provázaností s rizikovými faktory životního stylu (tj. zejména nedostatkem optimální pohybové aktivity). Jsou maladaptivním výsledkem konfliktu mezi fylogenetickými a ontogenetickými dispozicemi jedince a vnějším prostředím. Dle uvedených charakteristik je tedy lze zařadit mezi chronická neinfekční onemocnění hromadného výskytu a prohlubovat preventivní přístup individuální i populační, se zvláštním zřetelem na odlišné projevy a důsledky poruch postury ve specifických populačních skupinách.

Již od prvních měsíců života dítěte je v rámci preventivních prohlídek sledován neuromotorický vývoj dítěte. Ne vždy se však podaří včas podchytit nefyziologické stereotypy vzpřimování, které se mohou zafixovat a být příčinou rozvoje poruch postury v pozdějším období života. V dětském věku je pak nejčastěji posturální porucha diagnostikována jako variabilní syndrom „vadného držení těla“ (VDT). Je sice hodnoceno jako tzv. měkký diagnostický znak, ale uznáno jako rizikový terén pro rozvoj dalších patologických stavů [Janda, 2001].

Jak u dětí, tak u dospělých může být již sama funkční posturální porucha příčinou bolesti. U dospělých jedinců jsou pak důsledkem nekorigovaných funkčních posturálních poruch strukturální změny se závažnými klinickými projevy (bolestivé stavy páteře a všech

souvisejících anatomických struktur) a patologické vertebroviscerální vztahy. Tyto pak velmi často vedou k pohybovému omezení až k invalidizaci a k následné závislosti na cizí pomoci. Nejen tedy, že tyto nemoci omezují kvalitu života, ale výrazně ekonomicky zatěžují systém zdravotního a sociálního zabezpečení [Kodl, 2014].

Spektrum diagnostických metod sloužících v klinické praxi k odhalení posturálních vad a jejich klinicky němých či již bolestivých důsledků je nesmírně široké. Algoritmus vyšetřování je dán tíží a typem poruchy. Základní metodou pro screening posturálních vad je stále somatoskopické vyšetření stoje. Přestože postura není jen synonymem pro držení těla ve stoji a dosud neexistují jednotná kritéria pro hodnocení stoje, vyšetřuje se stoj nejen v klinických, ale i v terénních podmínkách. Jde o vyšetřování v rámci preventivních prohlídek u praktického lékaře pro děti a dorost (PLDD), ale např. i při výběrových šetřeních zaměřených na hodnocení zdravotně orientované zdatnosti. Hodnocení stoje je doporučováno využívat i v rámci zkvalitňování tělovýchovného procesu ve školních i mimoškolních zařízeních pro děti a mládež [Bunc, 1998].

Pouze somatoskopické vyšetření postury ve stoji je však zatíženo do vysoké míry subjektivní chybou vyšetřujícího. Porovnávání výsledků vyšetření jak mezi jednotlivci, tak mezi populačními skupinami i vyhodnocování efektivity intervenčních programů pak není dostatečně objektivní. Jednou z možností, jak zvýšit objektivitu hodnocení postury ve stoji, je využití neinvazivních somatografických metod, zaznamenávajících tvar a statiku páteře. Protože statika a tvar páteře, jako podpůrné a pohybové osy, se podílí významnou měrou na výsledné kvalitě posturální funkce organismu jako celku. Z uvedených důvodů jsem pro výběrové šetření prováděné v rámci předložené disertační práce zvolila měření zakřivení a statiky páteře neinvazivním diagnostickým systémem DTP-3, který umožňuje na principu elektromechanickém monitorovat polohy vybraných bodů na povrchu těla v trojrozměrné kartézské soustavě souřadnic [Krejčí, 2007].

Mým záměrem a hlavním cílem disertační práce je analyzovat pomocí této metody zakřivení a statiku páteře v sagitální rovině ve stoji u probandů ve školním věku a u mladých dospělých. Dále pomocí dotazníkového šetření vyhodnotím míru statické zátěže a úroveň pohybové aktivity probandů a jejich souvislost s výskytem bolestivých stavů. Uvedené věkové kategorie jsem zvolila proto, že prevence posturálních poruch a jejich

důsledků by měla být cílena zejména na formativní periody charakteristické plasticitou posturální funkce.

Výsledky měření a analýz využijí při formulování zásad strategie individuální prevence posturálních poruch („self tailored“) a s nimi spojených bolestivých syndromů i zásad tvorby komunitních intervenčních programů s důrazem na optimalizaci pohybového režimu cílové populační skupiny a optimalizaci materiálního prostředí ve smyslu zajištění ergonomie práce statické i dynamické.

1 Teoretická východiska a současný stav řešeného tématu

1.1 Postura a její poruchy v komplexních souvislostech: komponenty a faktory ovlivňující posturální funkci

Význam latinského termínu „postura“ je poloha. V lékařské terminologii pak jsou pojmy „postura“ a „posturální“ používány v souvislosti s popisem ontogenetických a fylogenetických stádií postupné vertikalizace člověka, stability ve statických polohách a schopnosti stabilizace jako součásti veškeré motoriky člověka.

Cílovou „polohou“ člověka z pohledu fylogenetického i ontogenetického je vzpřímený bipedální stoj [Kračmar et al., 2016]. Posturální funkce však zajišťuje aktivní zaujímání a udržení jakékoliv polohy tělesných segmentů (a těla jako integrální jednotky) proti zevním silám. Nejběžněji proti gravitaci, ale stejné mechanismy jsou uplatňovány při práci člověka proti odporu, proti dostředivé a odstředivé síle vznikající při sportovních aktivitách apod. [Bursová, 2005]. Výše popsaná **posturální funkce** (označována jako „hold-princip“) je propojena s **pohybovou funkcí** – tj. samotnou lokomocí či provedením cíleného pohybu (označovanou jako „move-princip“). Veškerý pohyb člověka je pak řízen jako jeden celek – uvedené základní funkce jsou vzájemně neoddělitelné a dobrá úroveň posturální funkce vytváří předpoklad úspěšně zvládaného pohybu [Véle, 1997; Kolář et al., 2009].

Postura je nejen základní podmínkou pohybu, jak již napsal R. Magnus [Magnus, 1924], ale velmi úzký je reciproční vztah postury se všemi tělesnými systémy a orgány, tělesnými i duševními funkcemi jedince. Je tedy zřejmé, že v kvalitě posturální funkce se odráží celkový zdravotní stav jedince a naopak: vypovídá o adaptačních schopnostech člověka na zátěž materiálním i sociálním prostředím.

Na všech posturálních i motorických projevech člověka se podílí jak **senzorická a řídicí**, tak i **výkonná** komponenta a všechny tyto komponenty jsou modifikovány vnitřními i vnějšími vlivy. Proto je nezbytné chápat problematiku postury v komplexních souvislostech. Biomechanické strukturální parametry jsou ovlivňovány parametry funkčními během celého života člověka a naopak [Máček, Radvanský et al., 2011].

Efektorem, tedy **výkonnou komponentou veškeré motoriky, a tím i posturální funkce** lidského organismu je **podpůrně-pohybový systém**. Struktura jeho **pasivní složky**

(zejména páteře, všech dalších kostí a jejich spojení) se vyvíjí během ontogeneze vlivem **aktivní složky, tedy funkcí kosterních svalů**. Činnost kosterního svalstva je řízena, regulována a kontrolována **řídící komponentou, centrálním nervovým systémem (CNS)** na úrovni kortikální, subkortikální, kmenové i míšní. Spouštěcím momentem jakékoliv akce podpůrně-pohybového systému jsou pak signály získané prostřednictvím **senzorické složky z proprioreceptorů i exteroceptorů**.

V teoretické části disertační práce se proto nejprve soustředím na integrativní pohled na posturu, zaměřím se na ontogenetické aspekty postury, na vnitřní i vnější faktory ovlivňující posturu a na ozřejmění vlivu jednotlivých komponent (a jejich vzájemné spolupráce) na výslednou úroveň posturální funkce. Samostatnou kapitolu tvoří problematika hodnocení kvality postury.

1.1.1 Ontogenetický aspekt a vliv sensorické a řídící složky na celkovou úroveň posturální funkce

Během ontogeneze každého jedince probíhá posturální a pohybový vývoj v provázanosti s vývojem CNS a vlivy prostředí. Postura jedince a jeho motorika celkově dozrává do fylogeneticky naprogramované cílové polohy: vzpřímeného stoje a bipedální lokomoce.

Vývoj motoriky tak zrcadlí vývoj nervové soustavy. Přestože podrobnosti o vývoji a zajišťování zpětnovazebné kontroly „polohy“ při cíleném pohybu a lokomoci, tedy posturální funkce, nejsou ještě detailně známy, převážná část odborné veřejnosti se v současnosti domnívá, že opěrná i cílená motorika se vyvíjí na podkladě vyžívání geneticky determinovaných motorických vzorů. Předpokládá se, že v CNS každého jedince jsou uloženy určité posturálně-lokomoční vzory jako „matrice“. Postura (tj. držení osového systému v lordoticko-kyfotickém zakřivení, držení hrudníku, stabilizace pánve a postupné vzpřimování těla) i lokomoce a cílená hybnost končetinami spojená se schopností stabilizace osového orgánu se tedy vyvíjí u novorozence a kojence v závislosti na sensorických podnětech a stupni zralosti CNS [Kolář, 1998; Beranová a Kováčiková, 1998; Vojta, 1993]. Vařeka ale např. nabízí alternativní vysvětlení motorického (a zároveň posturálního) vývoje, které se opírá o základní biomechanické principy a zdůrazňuje

především vliv procesu hledání i učení již v raném období a neoddělitelnost motorického vývoje od celkového psychologického a sociálního vývoje dítěte [Vařeka, 2006a,b].

Již **prenatálně** se uplatňuje reflexní posturální motorika, **novorozenec** se rodí s primitivními nepodmíněnými reflexy (tzv. časnými pohybovými vzory). Tyto reflexy mají svou fyziologickou dynamiku. Postupně mizí jejich výbavnost, zůstávají však stále „uloženy“ v CNS, pouze jsou postupně „překrývány“ zralejšími posturálně-lokomočními vzory. Přetrvávající nebo znovu objevená vybavitelnost primitivních reflexů je pak známkou patologie v řízení motoriky [Kolář et al., 2009].

Postnatální neuromotorický vývoj (a tedy i vývoj postury) probíhá za fyziologického stavu dle kefalokaudálního, proximodistálního a ulnoradiálního gradientu: přes holokinetické, monokinetické, dromokinetické a kratikinetické stádium hybnosti. Zásadní vývoj vzpřimování a bipedální lokomoce se odehrává zejména v průběhu prvních 18 měsíců [Trojan et al., 2001].

Stavy, kdy z různých důvodů nedochází k optimálnímu propojení mezi CNS a svaly, jsou zahrnovány do klinické jednotky nazvané **centrální koordinační porucha (CKP)**. Zde se předpokládá, že správný program neuromotorického vývoje existuje, ale je předáván nekvalitně, přičemž v kojeneckém období vznikají náhradní motorické, posturálně-lokomoční vzory, které jsou dále fixovány [Kováčiková, 1998].

A právě tento **abnormální motorický vývoj** je dle Koláře jednou z nejčastějších příčin funkčních posturálních poruch v pozdějším věku [Kolář, 2002].

Problematika celého neuromotorického vývoje, etiologie, diagnostiky a léčby **centrálních koordinačních poruch** všech stupňů je velmi obsáhlá, nelze ji v rámci této práce plně obsáhnout. Pro doložení významu vlivu raného posturálního vývoje na strukturu i funkci pohybového aparátu uvádím vybrané mezníky v uzrávání držení těla. Je doporučováno věnovat se jim cíleně při **preventivních prohlídkách dětí** u PLDD pro možnost včasné detekce nefyziologického vývoje. Při včasném zachycení odchylky je větší naděje na zahájení adekvátní fyzioterapie, tím předcházení rozvoje bolestivých stavů pohybového aparátu, a v případě závažnějších poruch pak na zmírnění důsledků postižení [Beranová a Kováčiková, 1998].

Stádia posturální aktivity (tedy kvantita i kvalita provedení) jsou kineziologicky definována. Jinými slovy na podkladě dlouhodobých a mnohočetných vyšetřování novorozenců a kojenců je stanoveno v jakém období, jakou aktivitu a v jaké kvalitě je zdravě se vyvíjející jedinec schopen předvádět (s tolerancí fyziologické odchylky +/- 1 měsíc) [Falta, 2014].

Jako první zásadní posturální aktivita je sledováno vzpřimování hlavičky (viz kefalokaudální gradient): **v novorozeneckém období** ještě chybí souhra svalů s antagonistickou funkcí, fyziologický je celkový svalový hypertonus, novorozenec drží ruce sevřené v pěst, jsou vybavitelné „primitivní reflexy“, v poloze na zádech i na břiše je dítě nestabilní. Posturální funkci plní primárně svalstvo tonického systému, jako fyziologické se označuje nefixované držení hlavy v rotaci k jedné straně. Ale již **mezi 4. a 6. týdnem** života mizí „primitivní reflexy“. Dítě je schopno krátké optické fixace, a tím i orientace, v poloze na břiše se dokáže opřít o předloktí, a udržet chvíli hlavu zdviženou nad podložkou bez stranové predilekce. A právě v tomto „prvním vzpřímení“ se již objevují počátky souhry svalů ventrální a dorsální muskulatury v oblasti krční a horní hrudní páteře (počíná vývoj krční lordózy), která je významná pro udržování optimálního vzpřímeného držení celého těla v průběhu celého života [Kolář, 2002].

Do konce 3. měsíce kojenec zvládne: **stabilní polohu na zádech**, hlavu udrží ve střední poloze, dolní končetiny nad podložkou v 90° flexi a v addukci v kyčelních kloubech; **v poloze na břiše** je také stabilní, udrží hlavu symetricky zdviženou v ose v úhlu 45°- 50°, volně s ní otáčí dle senzoričké motivace, trup je vzpřímen až mezi lopatky, dítě se aktivně opírá o celé předloktí, dlaně má otevřené. Stabilita osového orgánu i vycentrované postavení periferních kloubů v tomto motorickém vzoru je již plně zajištěno svalovou souhrou ventrální a dorsální muskulatury, fázických a tonických svalových skupin a koordinovanou aktivitou bránice, svalů dna pánevního a břišních svalů, které udržují pro stabilizaci páteře optimální nitrobřišní tlak. Dle Koláře se jedná o tzv. **bazální vzor**, který je za fyziologické situace obsažen v celé následné posturální ontogenezi, je nezbytný jak pro optimální stabilitu páteře a udržování trupu ve vzpřímené poloze (formování lordoticko-kyfotického zakřivení páteře v celé délce páteře i poměrů spino-pelvi-femorálních), tak pro zajišťování stabilizace při lokomoci či cílených pohybech. Za **nefyziologické** (náhradní motorické programy) jsou považovány: nestabilita, velký záklon

hlavy v poloze na břicho, přetrvávající asymetrie, neudržení dolních končetin nad podložkou [Kolář, 2002].

V 6. měsících se dítě samo umí otočit ze zad na břicho, opírá se o horní končetiny extendované v loketních kloubech o otevřené dlaně, plazí se.

Mezi 7. - 9. měsícem se dokáže dostat do polohy na čtyřech (opírá se o kolena), začíná lézt po všech čtyřech, dovede zaujmout tzv. šikmý sed s oporou o jednu horní končetinu, a pak se samostatně z polohy na čtyřech nebo ze šikmého sedu posadí do aktivně vzpřímeného sedu, s páteří vytaženou v podélné ose bez tzv. infantilní kyfózy.

Mezi 10. a 12. měsícem přechází kojeneček postupně z kvadrupedální lokomoce (lezení po čtyřech) do bipedální lokomoce. Nejprve si kleká, stoupá a chodí úkrokem stranou u pevné opory, později si samo stoupne v prostoru bez opory (přes hluboký dřep) a je schopno samostatné bipedální chůze. Pro dosažení dovednosti samostatné chůze je limitem 18. měsíc života dítěte [Falta, 2014].

Vyšetřování posturální funkce i v navazujících obdobích (tj. v batolecím, předškolním) probíhá v rámci preventivních prohlídek u PLDD neoddelitelně od vyšetřování celkového psychomotorického vývoje. V období mezi 2. a 3. rokem postupně narůstá schopnost dítěte koordinovat pohyb, zvyšuje se posturální kontrola a stabilita. Zhruba ve 3 letech by měla vymizet ve stoji bederní hyperlordóza, zvyšuje se síla a stabilita dolních končetin, zužuje se báze stoje, formuje se podélná klenba nohy, dítě dobře zvládne dřep. V předškolním věku (od 3 do 6-7 let) si dítě fixuje složitější prvky bipední lokomoce spolu s dozráváním jemné motoriky [Kolář et al., 2009]. O principech hodnocení postury dětí ve stoji bude podrobněji pojednáno v kapitole 1.2.2.

Přestože plasticita posturální funkce klesá s věkem, nejen v dětství, ale v průběhu celého života (v souhře nepodmíněných i podmíněných reflexů) si každý jedinec svým specifickým způsobem vypracovává své osobité posturální a pohybové stereotypy (dle vnitřní vybavenosti a vnější stimulace). Jedná se tedy o dynamický proces proměnný v čase.

Při zajišťování polohy těla přichází nejdůležitější aferentace z proprioreceptorů a statokinetického čidla. Sestupnými drahami je pak poloha zajišťována pomocí vzpřimovacích a postojových reflexů, které se spouští jako reakce na náhlé neúmyslné

změny polohy (zabránění pádu), nebo je poloha zaujímána a udržována dle senzorické motivace a na „volní“ pokyn [Trojan et al., 2001].

Aby byla poloha z biomechanického pohledu zajišťována během celého života co nejefektivněji, a co nejefektivnější byl i zamýšlený cílený pohyb končetinou či lokomoce (tedy pro fyziologický vývoj a udržení dobré úrovně posturální funkce), je zásadní **fyziologický vývoj smyslových orgánů a CNS**, a po celý život pak schopnost přijímat a zpracovávat informace z vnitřního a vnějšího prostředí organismu v dobré kvalitě. Velkou měrou se na kvalitě posturální funkce podílí i psychický stav jedince [Kolář, 1998].

Patologické změny centrální a/nebo senzorické komponenty pak mívají za následek porušení kvality posturální funkce v těchto případech:

- **Prenatálně či perinatálně vzniklé poškození CNS:** Nejčastěji jde o genetická onemocnění, kombinované vrozené vývojové vady s postižením CNS, dysfunkce placenty s následnou hypoxií a podvýživou plodu, poškození CNS následkem perinatální hypoxie, centrální postižení s poruchou centrálního motoneuronu v případě dětské mozkové obrny (DMO) a další [Vojta, 1993].
- **Neurologická onemocnění vzniklá v dětství a v dospělosti:** Jedná se především o cévní mozkové příhody ischemické či hemoragické, infekce a autoimunitní choroby. Dopad na posturu je ovlivněn lokalizací a tíží poruchy. Projevem jsou pak např. parézy, mozečková symptomatologie či extrapyramidové příznaky s omezením volní a automatické hybnosti a abnormálním držením částí těla nebo mimovolními pohyby [Káš et al., 1993].
- **Poruchy senzorických funkcí spojené s poruchou somatognosie a stereognosie (tj. neschopností správně vnímat držení svého těla v prostoru):** Zejména vrozené zrakové postižení výrazně negativně ovlivní vytváření si správného obrazu těla, vnímání jeho rozměrů a schopnost vnímat zevní prostředí ve vztahu k tělu. Důsledkem nedostatečné zpětné vazby zrakem se u nevidomých objevují neekonomicky prováděné pohyby a dále se vzhledem k neadekvátnímu proprioreceptivnímu vývoji vyvíjí poruchy tělesného schématu [Janečka, 2011]. Problematikou posturální stability dětí se zrakovým postižením se dále zabývala např. Laboratoř sportovní motoriky, UK FTVS, Praha [Zahálka et al., 2011].

- **Vadné držení těla vzniklé v důsledku nekorigované zrakové či sluchové vady:** Jedná se např. o předsunutí hlavy vpřed, tj. blíže k monitoru počítače či výraznější předklon hlavy a asymetrii v držení hlavy při čtení při nekorigované dalekozrakosti a dále předsun hlavy a trupu směrem vpřed při nedoslýchavosti. Např. Krobot [1998] popisuje kazuistiku, kdy byla vyhodnocena jako rizikový faktor pro rozvoj vadného držení těla nestandardní dominance očí.
- **Bolestivé stavy spojené se strukturální či funkční patologií pohybové soustavy nebo vnitřních orgánů:** V těchto případech se jedná o „ochrannou“ reakci pohybové soustavy na nociceptivní dráždění. Cílem tzv. antalgického držení těla, kdy cestou reflexního přeprogramování vznikají změny svalového tonu, je minimalizovat bolest. Ale následné jednostranné přetěžování pak může vést k morfologickým změnám v jiném místě pohybového aparátu, než vznikl původní nociceptivní podnět a k řetězení patologických stavů. V případě viscerálních poruch můžou vzniknout až blokády pohybového segmentu [Jandová, 2001].
- **Psychický stav jedince** má velmi úzké propojení se způsobem držení těla. V řadě případů se může jednat i o neverbální komunikaci. Jde o sdělování sociálně-psychických postojů fyzickými, ať již posturou celkově, či jednotlivými částmi těla. Takto sdělovány mohou být aktuálně či chronicky pocity nadřazenosti, podřazenosti, sexuálního chování, radosti, smutku, úzkosti, deprese [Keleman, 2005]. Psychické napětí při stresu ve spojení s vegetativními projevy je příčinou svalového napětí zejména v oblasti šíjového svalstva a ramenních pletenců. Tyto dysbalance vedou až k bolestivým stavům, které zpětně vedou k prohlubování psychického dyskomfortu [Vařeková, 2000]. A naopak vzpřímené držení těla může pozitivně ovlivňovat náladu a pocity únavy u depresivních pacientů [Wilkes et al., 2017].

1.1.2 Vliv výkonné komponenty na celkovou úroveň posturální funkce

Výkonnou komponentou posturální funkce je celý podpůrně-pohybový systém se svou pasivní složkou (kosti a jejich spojení) a aktivní složkou (kosterní svaly). Páteř, která je

nosnou i pohybovou osou organismu a zároveň chrání míchu, má pak zásadní podíl na kvalitě držení těla.

Páteř jako celek

Fylogeneticky jsme, jak již bylo uvedeno, uzpůsobeni bipedální vzpřímené lokomoci, střídavému, rovnoměrnému zatížení statickou a dynamickou zátěží. Vertikalizace a bipedální lokomoce (dle kosterních nálezů je předpokládán počátek těchto změn u hominidů datován do období cca před 6 miliony let) jsou vnímány jako zásadní změny v procesu hominizace [Kračmar et al., 2016]. Z evolučního hlediska se jednalo jednoznačně o klíčové pozitivní momenty, které iniciovaly rozvoj rozumových schopností svázaných s používáním nástrojů a rozvojem jemné motoriky horních končetin [Lewin, 2005]. Avšak vzpřímené držení těla má i své nevýhody jako je např. výše položené těžiště, s tím spojená nižší stabilita a vyšší nároky na posturální funkce. Pohybový systém člověka je tak více náchylný ke vzniku poruch jak z přetížení, tak z nedostatku pohybové aktivity [Dylevský, 2009; Véle, 1997].

Nejvýraznější morfologickou změnou, která se vyvinula v průběhu fylogeneze, a která participuje na schopnosti vzpřímeného bipedálního stoje a chůze, je lordoticko-kyfotické zakřivení páteře v sagitální rovině. Fyziologické zakřivení páteře v sagitální rovině má sice za výsledek větší odolnost vůči statické zátěži, než by dosahovala páteř bez předozadních zakřivení. Ale z pohledu biomechanického už sám fakt převažujícího vertikálního statického zatížení podpůrně-pohybového systému člověka při běžných denních aktivitách vede k přetěžování zejména v oblasti cerviko-thorakálního, thorako-lumbálního a lumbo-sakrálního přechodu: tj. v místě přechodu lordózy v kyfózy, přičemž úsek L5/S1 je nejzatěžovanější [Dylevský, 2009].

Struktura a tím biomechanické parametry pasivní složky podpůrně-pohybového aparátu (a tedy i páteře a jejích křivek) zdaleka nejsou definitivní při narození jedince. Jak již bylo uvedeno, teprve během postnatální ontogeneze je kyfotická novorozenecká páteř do lordoticko-kyfotického zakřivení formována (a tedy stabilizována) svalovou souhrou mezi ventrální a dorsální muskulaturou. Obdobně je uváděn formativní vliv svalové souhry svalů i na vývoj dalších struktur jako kyčelních kloubů, sklonu pánve a tvaru hrudníku

[Kolář, 2002].

Páteř (columna vertebralis) dospělého člověka délkou odpovídá cca 35 % jeho výšky. Tvoří jeden funkční celek se svými okolními strukturami a porucha jedné ze složek vždy víceméně ovlivní i ostatní složky. Mimo funkce pohybové a opěrné osy plní i funkci ochrannou pro míchu.

Páteř se skládá celkem z 33 až 34 obratlů (vertebrae):

- 7 krčních (vv. cervicales, C1-C7),
- 12 hrudních (vv. thoracicae, Th1-Th12),
- 5 bederních obratlů (vv. lumbales, L1-L5),
- proměnlivého počtu křížových obratlů (vv. sacrales, S1-S5;6) srůstajících v kost křížovou (os sacrum),
- proměnlivého počtu kostrčních obratlů (vv. coccygae, Co1-Co4;5) srůstajících v kostrč (os coccygeum).

Anatomická stavba jednotlivých obratlů se liší dle jejich lokalizace na páteři, jsou přizpůsobeny funkčním požadavkům na jednotlivé úseky páteře.

Základní části všech obratlů jsou:

- tělo (corpus vertebrae),
- oblouk (arcus vertebrae),
- 7 výběžků, z toho:
 - 1 hmatatelný trnový výběžek (processus spinosus),
 - 2 příčné výběžky (processus transversalis),
 - horní a dolní pár kloubních výběžků (processus articularis).

Pružné „vločky“ mezi obratlovými těly pohyblivé části páteře tvoří 23 meziobratlových plotének (disci intervertebrales) z vazivové cirkulárně uspořádané chrupavky (anulus pulposus) a centrálního tekutého jádra (nucleus pulposus).

System všech spojení na páteři, meziobratlové ploténky (disky), ligamenta páteře a meziobratlové klouby a páteřní svaly (od krátkých intersegmentálních, přes střední vrstvu až po dlouhé povrchové zádové svaly), se podílí na zajišťování pohyblivosti a zároveň stability páteře. Základní funkční (pohybovou) jednotku tvoří 2 sousedící obratle a meziobratlová ploténka. Statickou stabilitu páteře zajišťují: přední pilíř tvořený těly

obratlovými a ploténkami meziobratlovými (provázanými podélnými vazy) a dva postranní pilíře tvořené meziobratlovými klouby a jejich spojeními. Ke statické stabilitě páteře přispívají také pletence ramenní, pánevní a kostra hrudníku [Dylevský, 2009].

Páteř je zakřivena ve frontální i sagitální rovině. Zakřivení páteře v sagitální rovině jsou:

- krční lordóza (konvexita vpřed s vrcholem mezi C3-C4),
- hrudní kyfóza (konvexita vzad s vrcholem mezi Th5-Th6),
- bederní lordóza (konvexita vpřed s vrcholem mezi L3-L4),
- + kyfotická křivka tvořená srostlými kostrčními obratli (konvexita vzad).

Zakřivení páteře ve frontální rovině (bočítost) jsou označována jako skoliotické držení. Mírnou (tzv. fyziologickou) bočítost lze nalézt téměř u každého jedince. Podílí se na ní mimo jiné i kompenzace zkřížené asymetrie končetin a asymetrické rozložení orgánů v těle [Čihák, 2011].

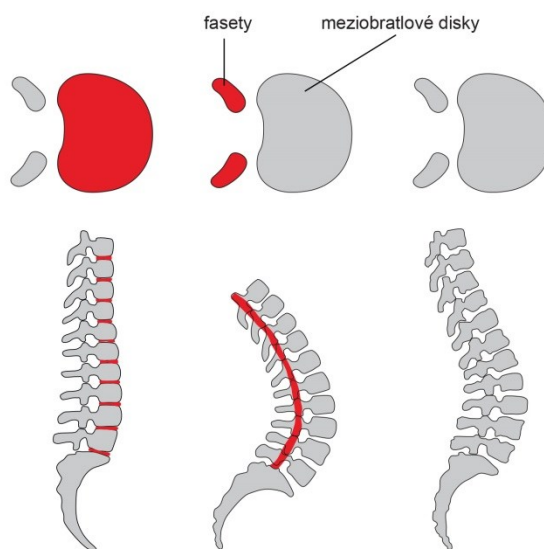
Protože problematika etiologie a diagnostiky funkčních či strukturálních skolióz (tj. stavů, kdy je páteř současně rotována v rovině transverzální a obratle jsou tvarově deformovány) je velmi rozsáhlá a není tématem mé práce, budu se dále věnovat podrobněji zakřivení a statické páteře v sagitální rovině, které má pro posturální funkci zásadní význam.

Vrozené vývojové vady páteře a výrazné fixované deformity ve smyslu prohloubení předozadních křivek spojené se strukturální patologií kostěných struktur (jako např. morbus Scheuermann diagnostikovaný nejčastěji po 10. roce věku s hyperkyfózou hrudní s klínovitými obratli, s omezením extenze, bolestivým poklepem na trny obratlů a kompenzační hyperlordózou spojenou s bolestmi v bedrech) spadají do ortopedické problematiky a jsou verifikovány zobrazovacími rentgenologickými metodami vyšetřování [Dungl et al., 2014].

Ale diagnóza „pouze“ funkčních posturálních poruch - tzv. posturálních hyperkyfóz a hyperlordóz bývá problematická.

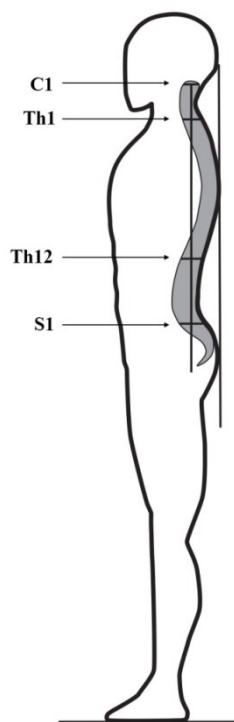
Nejen jednotlivé hodnoty lordotických a kyfotických křivek vyjádřené úhlovými stupni dle Cobba [Repko et al., 2007], ale i celková posturální vyváženost jsou kritériem fyziologického stavu, při kterém je dosaženo optimálního a rovnoměrného zatížení kladeného při vertikální zátěži jak na meziobratlové ploténky, tak na meziobratlové klouby [Harrison et al., 2000; Wallden, 2009; Solberg, 2007]. Na obrázku 1 je ilustrováno

přetěžování předního pilíře (spojené s přetěžováním meziobratlových disků) při příliš velkém napřimení páteře a více zátěže nesené postranními pilíři (spojené s přetěžováním artikulačních faset meziobratlových kloubů) při příliš velkém zakřivení páteře.



Obrázek 1 - Vliv zakřivení páteře na zatěžování jednotlivých pilířů statické stability páteře, upraveno dle [Wallden, 2009]

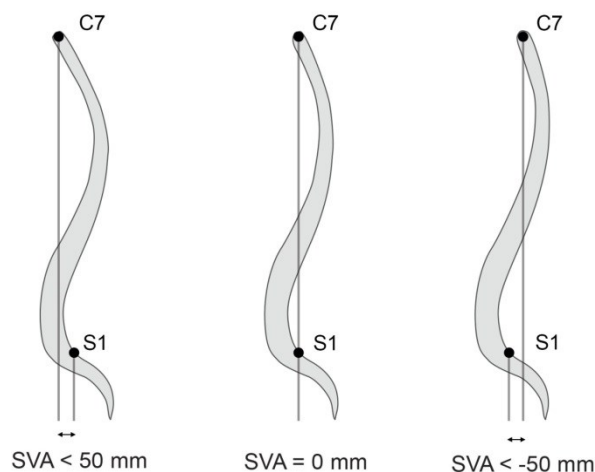
Kapandji [1974] popisuje kompenzované „normální“ zakřivení páteře pomocí tzv. „Delmasova indexu“. Tento index je stanoven jako podíl aktuální délky páteře (kyfolordoticky zakřivené) od obratle S1 po atlas, ke skutečné délce (zcela napřimené) páteře vynásobený stokrát. Pro „normální“ zakřivení páteře je hodnota Delmasova indexu v rozmezí 94 až 96. Vyšší hodnoty než 96 signalizují dle Kandjiho prohloubení sagitálních křivek páteře (tzv. dynamický typ páteře) a menší hodnoty než 94 pak plošší křivky (tzv. statický typ páteře). Kompenzované zakřivení páteře v sagitální rovině dle Kapandjiho umožňuje vzpřímeně stojícímu jedinci dotýkat se záhlavím, vrcholem hrudní kyfózy a hýžděmi vertikální roviny. Obdobně popisuje „ideální“ sagitální křivku páteře (podrobněji bude uvedeno v kapitole 1.3.1) již Jaroš a Lomiček [1957]. Oakley et al. [2005] dokládají, že u „ideální páteře“ (dle Kapandjiho hodnota Delmasova indexu = 95) vertikála vedená z C1 prochází přes Th1-T12 a S1 (viz obrázek 2).



Obrázek 2 - Průběh vertikály v sagitální rovině za fyziologické situace,
upraveno dle [Jaroš a Lomíček, 1957; Kapandji, 1974; Oakley et al., 2005]

Administrativně stanovená vertikála se využívá i při klinickém hodnocení statiky těla. Mnoho autorů využívá tzv. „C7 plumb line vertikálu“. Tato vertikála by po spuštění z těla C7 měla protínat horizontálu vedenou horním okrajem S1 (viz obrázek 3). Definice distálního průsečíku s horizontálou a „normální“ hodnoty horizontální vzdálenosti vertikály C7 od stanoveného průsečíku (tzv. SVA neboli sagittal vertical axis) se liší dle různých autorů. Dle Koláře et al. [2009] a Pottera et al. [2004] by měla C7 vertikála protínat dorsokraniální okraj S1. Přitom Kolářem je tolerováno jako kompenzovaná statika (statická rovnováha) ještě rozmezí max. +/- 5 cm, dle Pottera max. +/- 3 cm. Při větších odchylkách je pak držení těla v bočním pohledu definováno jako tzv. „předsunutě držení“ nebo „zasunutě držení“ resp. jako „pozitivní“ nebo „negativní“ sagitální rovnováha. Vedantam et al. [1998] upozorňují na posun SVA vpřed v souvislosti se stárnutím, ale zároveň hovoří o hodnotách SVA spíše jako o „indikátorech“ než jako o normativech vzhledem k široké variabilitě udržování sagitální rovnováhy u asymptomatických jedinců. Avšak Schwab et al. [2010] považují za hraniční hodnotu SVA 5 cm dokonce i u

dospělých, kteří prodělali chirurgickou léčbu skoliotické deformity. Vyšší hodnoty (ve smyslu předsunutého držení těla) u těchto pacientů již vykazují korelaci se zhoršenou kvalitou zdraví. Řešení sagitální rovnováhy u skoliotických pacientů považují za důležité i Glassman et al. [2005].



Obrázek 3 - Hodnocení sagitální rovnováhy páteře pomocí SVA, upraveno dle [Kolář et al., 2009]

Gelb et al. [1995] např. hodnotí sagitální rovnováhu páteře vzdáleností vertikály vedené z C7 a připouští max. toleranci $\pm 3,2$ cm průsečíku této vertikály od přední horní hrany os sacrum a zároveň uvádí pozitivní korelace předsunutého držení těla s plošší bederní lordózou.

Např. Keller et al. [2005] a Harrison et al. [2005a] ve svých studiích sledovali vztahy mezi sagitálními křivkami, vybranými parametry sagitální rovnováhy páteře (antero-posteriorními distancemi center vybraných obratlových těl) a silami působícími na přední a zadní část meziobratlové ploténky s využitím matematického modelu posturální zátěže. Keller et al. [2005] sice připouští značné rozdíly ve sledovaných parametrech ve vzpřímeném stoji u asymptomatických jedinců, ale zjistili pozitivní lineární korelace mezi silami působícími na meziobratlové disky a dekompenzovanou sagitální rovnováhou a zakřiveními páteře. Také Harrison et al. [2005a] uvádějí větší působení sil na meziobratlové disky, související s tzv. předsunutým držením těla.

Výše uvedeným způsobem definované vertikály (procházející středy obratlových těl) lze však hodnotit pouze radiologicky, pro účely somatoskopického vyšetření je doporučeno používat tzv. **hlavovou olovnici spouštěnou z přední stěny zevního zvukovodu a ze záhlaví**. Za fyziologické držení těla je dle Jandy považováno to: „kdy u stojícího jedince těžnice spuštěná od přední stěny zevního zvukovodu probíhá středem ramenního kloubu, promítá se před hrudní páteř a v pánvi na střed nebo těsně za střed kyčelních kloubů a klesá do nohy k os naviculare. Spustíme-li olovnici ze záhlaví, dotkne se vlákno olovnice jako tečna hrudní kyfózy na jejím vrcholu ve výši Th6 a projde přesně uprostřed mezi hýžděmi“ [Janda, 2001].

U biomechanicky ideálního modelu držení těla definovaného průběhem administrativně stanovené vertikály by zároveň **skutečná těžnice („gravity line“)** spuštěná z těžiště těla (obvykle se nachází v oblasti Th 9) měla procházet za centry femorálních hlavic do dolních končetin [Kolář et al., 2009].

Pokud je tedy lordoticko-kyfotické zakřivení páteře ve vzpřímené poloze staticky vyvážené, z pohledu biomechanického funguje dobře jako opěrná a nosná osa těla (udržuje hlavu ve vzpřímené poloze, nese váhu trupu, hlavy a přeneseně horních končetin, orgány dutiny břišní jsou zavěšeny paralelně podél páteře) i jako ideální „pružný tlumič“ nárazů vznikajících při běhu a chůzi [Vařeka, 2002]. A při statické zátěži (vzpřímeném stoji) je zajištěno promítnutí vektoru tíhové síly do opěrné báze, tj. plochy ohraničené nejvzdálenějšími hranicemi opěrných ploch – chodidel ve stoji [Kolář et al., 2009].

Je-li neideální statická rovnováha páteře, pak je sice možná do určité míry kompenzace dynamikou, ale tato možnost kompenzace je omezená jak časově, tak vlastnostmi jedince. Jsou kladeny zvýšené nároky na ostatní složky hybného systému a ve staticky náročných situacích, jako je dlouhodobé sezení, pak kompenzační schopnosti selhávají dle individuální vybavenosti jedince ke zvládnutí zátěže a dochází k rozvoji negativních důsledků ve smyslu zafixování decentrovaného postavení v kloubních spojeních a rozvoji bolestivých stavů [Rychlíková, 2004].

Aktivní složka výkonné komponenty posturální funkce – kosterní svaly

Jako zásadní pro dosažení výše uvedené sagitální rovnováhy je u řady autorů zmiňována nezbytnost funkční souhry veškeré muskulatury podílející se na vzpřimování a udržování vzpřímeného držení těla. Nejen v období rané posturální ontogeneze, kdy svaly doslova formují tvar páteře, ale i v celém dalším životě jedince.

Primární je pro nastolení a dynamické udržování optimální sagitální rovnováhy vyvážená souhra následujících svalových skupin, označovaných v některých studiích a člancích jako hluboký nebo integrovaný stabilizační systém [Frank, Kobešová a Kolář, 2013; Kolář a Lewit, 2005; Malátová a Rokytová, 2007]:

- **V oblasti krční a horní hrudní páteře:** souhra hlubokých extenzorů páteře (m. semispinalis capitis et cervicis, m. splenius capitis, m. splenius cervicis, m. longissimus cervicis et capitis) s hlubokými flexory ventrální muskulatury (m. longus coli et capitis).
- **V oblasti dolní hrudní a bederní páteře:** souhra extenzorů bederní a dolní hrudní páteře s přední stabilizací nitrobršním tlakem, kontrolovaným souhrou mezi bránicí, břišními svaly a dnem pánevním.

Zároveň je pro dokonalou stabilizaci páteře i všech ostatních kloubních spojení nezbytná dobrá svalová souhra i u povrchněji uložených svalových skupin. Veškeré svalstvo musí kromě své pohybové funkce („motor move“) plnit i funkci posturální („motor hold“). Svalové skupiny, které jsou ve své „posturální funkci“ fylogeneticky, resp. ontogeneticky starší, mají tendenci k hyperaktivitě, hypertonu až kontrakturám. K těmto tzv. **tonickým svalovým skupinám** (dle Lewita „**převážně posturálním**“) pak antagonistické **svaly, tzv. „převážně fázické“** a mladší ve své posturální roli, mají naopak tendenci k útlumu, tj. hypoaktivitě, hypotonii a oslabení [Lewit, 2003]. Tyto svalové skupiny se liší strukturou a zastoupením určitých krajních typů svalových vláken (tonických-oxidativních nebo fázických-glykolytických), které pak ovlivňují vlastnosti svalu a jeho chování během posturální stabilizace i pohybu [Bursová, 2005].

Poruchy rozložení svalového tonu popsaných dvou hlavních svalových skupin jsou velmi charakteristické a získaly označení **horní a dolní zkřížený syndrom a vrstvý syndrom**. Jako první autor, který tyto typické svalové dysbalance odhalil a popsal, je uváděn prof.

Janda, který je i autorem svalových testů, sloužících k vyšetřování poruch svalového tonu [Morris et al., 2006]. Možnostem objektivizace diagnostiky svalových dysbalancí a cílené rehabilitace se věnuje ve své práci např. Šmejkal [2013].

Tzv. vrstvý syndrom popisuje střídání svalové hypertonie (resp. hypertrofie) a svalové hypotonie (resp. hypotrofie). Na dorsální straně se střídají: hypertrofické a hypertonické ischiokrurální svaly; hypotrofické gluteální svaly a lumbosakrální segmenty vzpřimovačů trupu; hypertrofické extenzory v přechodu Th/L; hypotonické mezilopatkové svaly, hypertrofická horní část m. trapezius. **Horní zkřížený syndrom** (spojený zejména s porušenou statikou a dynamikou krční páteře) a **dolní zkřížený syndrom** (spojený zejména s poruchou statiky a dynamiky bederní páteře) a jejich projevy dle Jandy [Janda, 1996] uvádím pro přehlednost v tabulce 1 a v tabulce 2.

Tabulka 1 - Horní zkřížený syndrom

Hyperaktivní, zkrácené svaly (tonický svalový systém)	Hypoaktivní, oslabené svaly (fázický svalový systém)	Projevy výsledné svalové dysbalance a porušené stereotypy
mm. scaleni, m. sternocleidomastoideus, horní vlákna m. trapezius, m. levator scapulae, hluboké šijové extenzory, m. pectoralis major	hluboké flexory krku, dolní fixátory lopatek (m. serratus anterior, mm. rhomboidei), dolní část trapézového svalu	hyperlordóza v oblasti horní krční páteře a/nebo předsunutě držení hlavy a krční páteře, ramena ve vnitřní rotaci, odstávající lopatky, hyperkyfóza hrudní: kulatá záda, horní typ dýchání, porušený stereotyp flexe krku a abdukce v ramenním kloubu

Tabulka 2 - Dolní zkřížený syndrom

Hyperaktivní, zkrácené svaly (tonický svalový systém)	Hypoaktivní, oslabené svaly (fázický svalový systém)	Projevy výsledné svalové dysbalance a porušené stereotypy
flexory kyčlí (m. iliopsoas, m. rectus femoris, tenzor fascie latae), bederní vzpřimovače, mm. quadrati lumborum	hýžd'ové, břišní	nestabilita pánve a zvýšený sklon (anteverze) pánve, lumbální a lumbosakrální hyperlordóza, vysazené hýždě, chabé prominující břicho, porušený stereotyp chůze, porušený stereotyp flexe trupu, přetížení lumbosakrálních segmentů

1.1.3 Vliv rizikových faktorů životního stylu a faktorů materiálního a sociálního prostředí

Dle Koláře et al. [2009] je tzv. posturální chování každého jedince ovlivněno komplexem faktorů počínaje kulturními a estetickými vlivy. Na přetěžování podpurně-pohybového systému s následným rozvojem posturálních vad a bolestivých stavů zad a hlavy se dle některých autorů podílí zejména dlouhodobé udržování statických poloh [Deursen et al., 2016; Womersley a May, 2006].

Dle výsledků získaných v rámci Evropského výběrového šetření o zdraví EHIS 2014 (European Health Interview Survey) v ČR udává celkem 44,2 % zaměstnaných osob ve věku 15 až 64 let jako „převažující“ aktivity sezení nebo stání [Šetření EHIS, 2014]. Doporučované minimální úrovně pohybové aktivity dle WHO [2010], tj. 150 minut pohybové aktivity střední intenzity týdně dosahuje celkem pouze 33,8 % dotazovaných a doporučované cvičení zaměřené na posilování svalů provozuje alespoň 2x týdně pouze 16,5 % respondentů.

Podle studie HBSC (Health Behaviour in School-Aged Children) uskutečněné v roce 2010 je i velká část českých školáků nedostatečně aktivní. Doporučení WHO věnovat se denně

alespoň hodinu pohybové aktivity splňovala jen asi pětina dívek a čtvrtina chlapců [Kalman et al., 2011].

Objevuje se nejen pohybový deficit, ale i tzv. „pohybová chudost“. V pracovním procesu, při transportu i ve volném čase je pak typické nadměrné, dlouhodobé nucené či z pohodlnosti návykové udržování staticky nevyvážených poloh (např. kyfotický sed s krční páteří v předsunutém držení nebo předklonu, stoj s asymetrickým zatížením dolních končetin) a nedostatek pestré dynamické zátěže střední intenzity. Udržení trvale korigovaného fyziologického („centrovaného“) postavení ve všech kloubních spojeních, tak aby nedocházelo v žádné statické ani dynamické situaci k přetěžování dílčích segmentů pohybového aparátu a rozvoji degenerativních změn, se tedy zdá pro současného člověka téměř nedosažitelné.

Časnější a závažnější pak bývají degenerativní změny, je-li hmotnost jedince v pásmu nadváhy či obezity, přičemž velký podíl v etiologii těchto nefyziologických výživových stavů má opět nevyhovující životní styl [Sosna et al., 2001].

Obézní jedinci vlivem stálého lokálního i celkového přetěžování pohybového aparátu nadměrnou hmotností trpí trvalou mikrotraumatizací a často se u nich vyvíjejí typické nefyziologické nálezy, zejména tzv. předsunutá držení hlavy, až hyperextenze krční páteře, chabé břišní svaly spojené s anteverzí pánve a hyperlordózou bederní, valgozita kolen, vnitřní rotace kyčlí. Rizikové je, že „tukový korzet“ může zamaskovat alteraci vývoje svalů trupu. Kontrola držení těla by se proto u obézních jedinců měla provádět častěji [Pařízková, Lisá et al., 2007].

Kombinace rizik životního stylu s riziky materiálního prostředí spočívají zejména v nedodržování zásad správné ergonomie práce, počínaje dlouhodobým nekompensovaným statickým sedem dětí ve školách, ale i dospělých s tzv. sedavým zaměstnáním. Např. Cagnie et al. [2007] dokládají signifikantní asociace mezi dlouhodobým sedem (při práci na počítači) s předsunutým držením hlavy a bolestmi krční páteře.

Sezení (tedy nadměrná statická zátěž) má negativní projevy krátkodobé i dlouhodobé. Po pár minutách statického sedu dochází k neklidu a napětí i psychickému, klesá schopnost soustředění, jedinec často zaujímá nesprávné úlevové polohy. Dle vlastního pozorování studentů při výuce jsem zjistila, že velmi často sedí v uvolněném sedu s pánví sklopenou

vzad, což vede k oplošťování fyziologické bederní lordózy, někdy až k její kyfotizaci, a s prohloubenou kyfózou hrudní s hlavou vysunutou vpřed a/nebo předkloněnou. V takovémto postavení jsou jednotlivé úseky páteře trvale nerovnoměrně zatěžovány, není zachován tzv. princip neutrálních zón, tj. biomechanicky nejvýhodnějšího zakřivení páteře pro rozložení a přenos sil působících na intervertebrální klouby, meziobratlové disky, chrupavky a další měkké tkáně [Panjabi, 1992; Wallden, 2009]. Výskyt bolestivých stavů zad související s dlouhodobým nekompensovaným uvolněným kyfotickým sedem u mladých dospělých zaznamenali i Womersley a May [2006]. Podstatné je, že negativní změny podpůrně-pohybového systému jsou nejprve funkční, po určité době však vyvolávají morfologickou odezvu a bolestivé stavy spojené již s omezením hybnosti [Kolář et al., 2009].

Při nadměrné statické zátěži převládá trvalé napětí ve většině „tonických“ svalových skupin, což může vést k jejich zkracování. Antagonistické („proti-hráčské“) „fázické“ svalové skupiny naopak ochabují. Mohou se tedy vytvářet a prohlubovat výše popsané svalové nerovnováhy (dysbalance), které se podílejí na změnách tvaru předozadních křivek páteře, lordóz a kyfóz (viz kapitola 1.1.2). Vlivem statické zátěže v kombinaci s nesprávným umístěním monitoru či klávesnice počítače se může také prohloubit a zafixovat i asymetrie v držení těla jak výšková, tak laterální a předozadní.

Jako další možný faktor spolupůsobící při rozvoji posturálních vad a následných bolestivých stavů zad a hlavy je u dětí školního věku uváděno i nošení nevhodných školních aktovek a jejich vysoká hmotnost [Kabátová et al., 2012]. Norma ČSN 79 6506 udává pouze limit pro prázdnou školní aktovku. Pro školáka 1. stupně ZŠ nesmí prázdná brašna vážit více než 1200 g, pro školáka 2. stupně ZŠ více než 1400 g. Přestože hmotnost školní aktovky s učebními pomůckami žádnou normou není u nás dána, doporučuje SZÚ max. hmotnost plné aktovky nepřesahující 10 - 15 % váhy dítěte [Filipová, 2011]. Ale Mosaad et al. [2015] prokazují negativní vliv nesení aktovky již o hmotnosti vyšší než 7,5 % hmotnosti dítěte na pozici jeho hlavy.

Filipová [2011] dále upozorňuje i na nezbytnost správného symetrického umístění aktovky na středu zad. Poukazuje na fakt, že špatně nastavená délka popruhů přispívá ke vzniku, případně ke zhoršení vadného držení těla. Příliš volné a dlouhé popruhy (nosné řemeny) a nesení aktovky příliš nízko na zádech vedou k prohlubování bederní lordózy a/nebo

předsunutému držení hlavy.

Nejen nedostatek pohybové aktivity a nadměrná statická zátěž, ale i převážně jednostranně zaměřená fyzická aktivita (vynakládána v pracovním procesu nebo ve volném čase) bez náležité kompenzace, vede k porušení svalové rovnováhy. Svalové dysbalance s výraznými projevy zejména svalové ztuhlosti a vznikem mikrotraumat v pohybovém aparátu bývají typickými důsledky přetěžování při jednostranném nevhodně vedeném tréninku, a to často již u malých dětí [Kučera et al., 2011; Radvanský a Máček, 2004; Uetake et al., 1998].

Závažnost problematiky přetěžování pohybového aparátu u dospělých v zaměstnání potvrzuje jednoznačná legislativní opora a stále větší důraz na eliminaci tzv. ergonomických stresorů podílejících se na vzniku muskuloskeletálních onemocnění (neboli MSD: musculoskeletal disorders). Ergonomii je pak nutno chápat jako interdisciplinární systémovou vědní disciplínu, která řeší pracovní aktivity jedince i jeho vazby s pracovním prostředkem i pracovním prostředím. V rámci pracovního lékařství je nezbytné posuzovat fyzickou zátěž společně s úzce související psychickou a senzorickou pracovní zátěží. Cílem tohoto posuzování je zjistit, zda fyzická námaha při vykonávání pracovní činnosti nepřevyšuje fyziologické možnosti pracovníka a zda tedy nemůže vyvolat poškození zdraví. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. v platném znění, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, vymezuje faktory (i kritéria a způsob hodnocení), na které je třeba se zaměřit při posuzování pracoviště. Kontrolovány jsou:

- expozice celkové fyzické zátěži;
- lokální svalová zátěž;
- pracovní poloha při práci (je např. přesně definován max. čas pro přijatelný nebo nedoporučený úhel předklonu trupu, úhel sklonu hlavy a pro polohu končetin);
- pracovní pohyby a manipulace s břemeny a celkové prostorové uspořádání a rozměry pracovního místa.

Kritéria pro fyzickou zátěž a pracovní polohu jsou použita pro kategorizaci prací dle míry rizika pro lidské zdraví. Při podezření na vznik profesionálního onemocnění (např. nemocí šlach, svalů a kloubů končetin, tj. muskuloskeletálních onemocnění) jako důsledku dlouhodobé, nadměrné a jednostranné zátěže se pak hygienickým šetřením na pracovišti objektivizuje splnění příslušných kritérií [Tuček et al., 2005].

V současné době se řeší zařazení onemocnění bederní páteře jako nové položky na seznam nemocí z povolání. Národní referenční pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce SZÚ pracovalo v letech 2013-2015 na vývoji metody ke kvantitativnímu hodnocení podílu rizikových faktorů práce na etiologii chronického onemocnění bederní páteře a formulaci klinických a hygienických kritérií pro posuzování těchto onemocnění jako nemocí z povolání [Hlávková et al., 2014].

1. 2 Důsledky posturálních poruch

V ideálním stavu by všechny komponenty posturální funkce měly spolupracovat a minimální svalová aktivita by měla umožnit dosažení staticky optimálního („vyváženého“) držení těla.

Avšak v každé z komponent a v jakékoliv fázi ontogeneze se může projevit patologie a začít nefyziologické řetězení chybných posturálních a pohybových stereotypů, následných morfologických degenerativních změn podpůrně-pohybového aparátu a s nimi souvisejících bolestivých stavů páteře a všech souvisejících anatomických struktur. Kolář uvádí, že nejčastějším zdrojem bolesti v lidském organismu je právě pohybová soustava a naopak: bolest je nejčastějším příznakem poruchy pohybové soustavy a příčinou bolesti je pak nejčastěji porušená funkce [Kolář et al., 2009].

Nejsou-li tedy zcela ideální biomechanické parametry (tj. není dosaženo vyvážené statiky páteře v sagitální rovině, ale i symetrie ve frontální rovině, symetrie pletenců ramenních i pánevních ve všech rovinách), pak posturální stabilita (tj. udržování statických poloh) i posturální stabilizace (tj. zpevnění tělních segmentů proti zevním silám – udržení vzpřímení při lokomoci či cíleném pohybu horních končetin) je spojena s nerovnovázným svalovým úsilím. Vyšší svalové napětí příslušných svalových skupin vede k bolestivým stavům, zpětně k lokálnímu přetěžování, a popř. až zafixování neideálního zakřivení páteře i nefyziologického postavení a rozvoji degenerativních změn v kloubech ramenních, kyčelních i kolenních [Kolář a Lewit, 2005].

Důsledky uvedené porušené posturální stability i stabilizace jsou tedy většinou komplexní a mají vliv na celkový zdravotní stav jedince (viz patologické vertebroviscerální stavy) a odlišení podílu funkční a strukturální patologie na výsledném klinickém stavu je často

velmi obtížné.

1.2.1 Bolestivé stavy pohybové soustavy

Bolestivé stavy pohybové soustavy, zejména zad patří k nejzávažnějším důsledkům posturálních poruch. Nejen, že velmi negativně ovlivňují kvalitu života jedince, ale stávají se i sociálním a ekonomickým břemenem. Spadají do etiologicky různorodé skupiny onemocnění nazývaných souhrnně muskuloskeletální onemocnění. Muskuloskeletální onemocnění celkem dle epidemiologických odhadů postihují až 120 mil. obyvatel v Evropské unii. Finanční ztráty spojené s těmito onemocněními v rámci EU jsou v přímých nákladech odhadovány na 240 mld. EUR a ve ztrátě produktivity na 650 mld. EUR ročně [Michalík et al., 2016].

Skála et al. [2014] uvádí některá aktuální epidemiologická data k výskytu bolestivých stavů zad a páteře vertebrogenního původu (tzv. vertebrogenního algického syndromu - VAS) v ČR: roční prevalence VAS je odhadována na 15 až 45 %, roční incidence na 5 % a celoživotní prevalence pak na 60 až 90 %.

Dle ÚZIS ČR [2016] byly v roce 2015 nemoci svalové a kosterní soustavy druhou nejčastější příčinou pracovní neschopnosti (PN): tvořily 18,2 % všech případů PN. Navíc se tyto nemoci vyznačují poměrně dlouhou průměrnou dobou trvání jednoho případu - v roce 2015 činila 67 dnů. Na celkovém počtu prostonaných dnů se nemoci svalové a kosterní soustavy podílely 29,3 %, což je dlouhodobě nejvyšší podíl. Z této skupiny onemocnění se na pracovní neschopnosti nejvíce podílely právě onemocnění zad a páteře. Kolář dodává, že na přiznaných invalidních důchodech se pak bolesti zad podílejí z 50 % [Kolář et al., 2009].

Airaksinen et al. [2006] uvádí celkem v evropské populaci celoživotní prevalenci bolestí dolního úseku páteře (neboli low back pain: LBP) 84 %, z toho se jedná u 44 až 78 % o opakující se bolestivé stavy, které v 26 až 37 % vedou k pracovní neschopnosti.

Za hlavní příčinu vysoké incidence i prevalence příčin bolestí zad (vertebrogenního algického syndromu) je považována jejich multifaktoriální etiologie, nezřídka se jedná o současný výskyt funkčních i strukturálních změn. Bolesti nebývají lokalizované jen do

oblasti páteře, ale dle postiženého segmentu mohou vyzařovat do končetin, či bývají spojené s bolestmi hlavy.

U 70 až 80 % bolestivých stavů nelze přes důkladné vyšetření stanovit přesnou příčinu bolesti [Paleček et al., 2001]. Je-li příčinou bolesti strukturální patologie, mívá bolest většinou progresivní průběh, její lokalizace se nemění, pacient mívá potíže i v průběhu zkracujících se intervalů mezi recidivami. Funkční patologie mívá typicky chronicko-intermitentní průběh, při recidivách se střídá lokalizace, statika páteře a hybné stereotypy se dynamicky vyvíjejí. Během diagnostického procesu se často objevují diskrepance mezi morfologickým nálezem a tíží klinických příznaků. Co se týče četnosti dle jednotlivých úseků páteře, nejčastěji se vyskytuje bolest v oblasti lumbosakrální, dále krční a hrudní páteře [Skála et al., 2014].

Mezi nejčastější **morfologické příčiny** vertebrogenního algického syndromu **primárně ovlivněné poruchami posturální funkce** (zejména porušené stabilizační funkce páteře spojené s dekompenzací sagitální rovnováhy) lze zařadit:

- postižení meziobratlové ploténky (tedy degenerativní změny a rozvláknění anulus fibrosus, protruze a výhřez nucleus pulposus),
- degenerativní změny intervertebrálních kloubů (spondylartróza),
- poranění svalů a vazů páteře vzniklé chronickým přetěžováním či akutním mechanismem,
- komprese nervů v kořenových kanálech.

„Čistě“ **funkční bolesti zad** jsou způsobeny dle Lewita:

- přetížením svalů a vazů následkem svalové dysbalance, špatného držení těla nebo chybného motorického stereotypu (příčemž statická zátěž se projevuje závažněji než zátěž pohybová),
- tzv. funkčními kloubními blokádami a blokádami v pohybovém segmentu páteře,
- vznikem lokálních hypertonických změn ve svalové tkáni tzv. trigger points (TrPs) [Lewit, 2003].

Při funkčních poruchách krční a horní hrudní páteře se bolest často promítá do ramene a horních končetin. Velmi častým projevem funkčního přetěžování zejména horní krční páteře a hlavových kloubů je **tzv. cervikokraniální syndrom**. Tento syndrom zahrnuje

nejen bolest hlavy, ale i další klinické projevy, jako např. poruchy rovnováhy, nystagmus. Bolesti hlavy cervikálního původu jsou velmi časté a patří mezi ně i tzv. „tenzní bolesti hlavy“. Příčinou těchto bolestí bývá zvýšené svalové napětí zejména v extenzorech krční páteře, a to hlavně v horní části m. trapezius (v úzkém vztahu s psychologickými problémy a zvýšeným napětím psychickým).

Specifický a komplexní je **tzv. syndrom horní hrudní apertury neboli scalenový syndrom**. V tomto případě vzniká útlak brachiálního plexu, který pak způsobuje bolesti a parestázie v horní končetině, poruchu vazomotoriky a otoky. Zdá se, že příčinou bývá zejména funkční porucha dechového stereotypu (převažující horní hrudní dýchání s hypertonelem scalenových svalů a horních fixátorů ramenního kloubu a hypertonelem m. pectoralis minor) [Lewit, 2003].

Nevycentrované držení je samozřejmě často i příčinou bolestí v oblasti dna pánevního a kyčelního kloubu.

1.2.2 Patologické vertebroviscerální vztahy

Propojenost patologie pohybového systému se vznikem viscerálních bolestí a funkčních poruch vnitřních orgánů je dána systémem inervace: jednotlivé vnitřní orgány mají stejný inervační segment jako určité svalové skupiny. Je tedy zřejmé, že struktury pohybového systému (nejčastěji páteře) mohou simulovat bolest, poruchu funkce či onemocnění vnitřního orgánu. Pohybový systém může být spouštěčem latentního interního onemocnění. A naopak funkční či strukturální postižení orgánu se často promítá do projevů v pohybovém systému [Jandová, 2001]:

- Klasický a podrobně popsáný je tzv. **vertebrokardiální syndrom** při blokádě 3. až 5. žebra a vzniklých TrPs imituje anginu pectoris, včetně dušnosti a palpitací.
- Bolesti v krku mohou souviset s např. s blokádou antlantooccipitálního skloubení.
- Bolesti ledvin a močových cest bývají spojené např. s funkčními blokádami Th/L přechodu a 12. žebra se spasmem m. psoas.
- Prostatodynie bývá při spasmu m. levator ani.

1.3 Možnosti hodnocení posturální funkce

Před klinickým vyšetřováním pohybového systému (nejen jeho posturální funkce) je nezbytné se zaměřit na subjektivní vnímání zdravotního stavu samotným klientem (pacientem), získat kvalitní anamnestická data o posturální ontogenezi, vyhodnotit individuální dispozice (genetické vlivy), celkový fyzický a psychický zdravotní stav a dále vyhodnotit rizika zátěže prostředím (cíleně ergonomii práce a převažující typ pohybové aktivity, nadměrnost a jednostrannost, rizika spojená se sociálním prostředím, vzít v úvahu situaci v rodině či v zaměstnání). **Anamnesticky získané údaje** jsou vstupním diagnostickým vodítkem při odhalování příčin posturálních vad a s nimi spojených bolestivých stavů pohybového aparátu.

Úroveň posturální funkce se pak posuzuje jak z hlediska funkčních (neurofyziologických), tak anatomických (biomechanických) norem. Vždy je samozřejmě třeba zohlednit věk probandů, biologickou nehomogenitu (tj. individuální míru duševní i fyzické zralosti). Při hodnocení kvality posturální funkce (a souběžně se často jedná již o vyhledávání příčiny bolestivých stavů) jsou využívány ve variabilních kombinacích vybrané diagnostické postupy dle věku jedince, tíže odchylky a potřeby plánování dalšího preventivního či léčebného postupu.

Mezi základní metody patří **vyšetření páteře jako celku** a ve vztahu k ostatním složkám pohybového systému a celému organismu. Hodnotí se **statika páteře**, celkové držení těla v pohledu bočním a předozadním i jednotlivé tělesné regiony ve stoji návykovém, aktivně vzpřímeném a dalších modifikacích stoje. Vyšetřuje se přirozená i modifikovaná **chůze**, **dynamika páteře** se hodnotí sledováním pohybu (plynulosti provedení i jeho rozsahu, symetrie) páteře do různých směrů (např. Adamsův test předklonu; Ottova inklinací a reklinační zkouška; Schoberova a Stiborova distance; Thomayerova zkouška; lateroflexe) [Vařeka a Vařeková, 1995].

Hodnotí se reflexy, posturální aktivita a reaktivita, propiocepce, somatognózie, pohyby ve všech kloubech, svalový tonus pomocí svalových testů, ale zejména pak svalová souhra při zajišťování stabilizace páteře, pánve i trupu. Dále jsou významné i palpační vyšetřovací postupy umožňující odhalit lokální dysfunkce pohybového aparátu, jako např. vyšetření hyperalgičtých zón třením kůže, protažení kůže, vyšetření aktivních jizev, vyšetření svalových spouštěvých bodů ve svalech. Své místo má i auskultace, zejména poslech při

pohybech v kloubech, kdy specifické zvuky jako kloubní krepitace doprovázejí degenerativní změny při artrotických či chronických zánětlivých onemocněních [Kolář et al., 2009].

Pro objektivizaci zejména nálezu strukturálních změn a deformit páteře slouží nezastupitelně zobrazovací metody radiodiagnostické (rentgenografie, výpočetní tomografie), dále pak magnetická rezonance a ultrasonografie. Somatografické metody optické (jako např. Systém Quantec, Moiré topografie, 3D videografická metoda) a v neposlední řadě i dotykové metody (např. polohové snímače Posturometr-S a DTP, Systém Spinal Mouse) mají zejména výhodu neinvazivnosti a využitelnosti při hromadném screeningu posturálních abnormalit.

Detailní popis všech metod využívaných při hodnocení posturální funkce přesahuje rozsah této práce. V dalších kapitolách se tedy budu věnovat pouze vybraným – jednak již běžně praktikovaným při preventivních prohlídkách, jednak i novým možnostem s potenciálem využití pro preventivní účely, protože včasné odhalení nefyziologického stavu může přispět k efektivní prevenci rozvoje důsledků posturálních vad, tj. zejména bolestivých stavů.

1.3.1 Hodnocení posturální funkce z hlediska biomechanických norem:

somatoskopické hodnocení stoje

Somatoskopické vyšetření stoje lze považovat za základní metodu pro screening posturálních vad [Janda, 2001; Mařík a Maříková, 2005]. Přestože postura není jen synonymem pro držení těla ve stoji, hodnotí se stoj nejen v klinických, ale i v terénních podmínkách ve školách a v rámci epidemiologických studií. Je oprávněné považovat ho za nenahraditelné vyšetření posturální funkce.

Kritéria a způsob hodnocení stoje u různých autorů se však mírně odlišují. Véle [1997] dokonce uvádí, že neexistuje jediné možné optimální držení těla pro všechny. Většina metodik vychází z porovnání individuálních parametrů s administrativně nastavenými anatomickými normami. Tyto normy jsou vytvořeny na podkladě ideálního biomechanického modelu držení těla (viz kapitola 1.1.2), který umožňuje optimální statické zatížení.

Dle Krobota [1998] je „správné držení těla definováno spíše než normou či estetikou ekonomicky, tj. vektorově optimálně centrovaným postavením v kloubech a minimálními nároky na svalovou aktivitu pro zaujetí a korekce dané postury“.

Dle Lewita je za „normálního“ stavu těžiště hlavy kolmo nad pletencem ramenním (vnější zvukovod nad klíční kostí), pletenec ramenní nad pánevním a nad chodidly tak, že vnější zvukovod stojí vertikálně nad bodem, který je umístěn asi 2 cm před zevním kotníkem [Lewit, 2003].

Kendallová popisuje ideální držení následovně: Hlava je držena v neutrálním postavení, křivka krční lordózy je lehce konvexní vpřed, lopatky přiléhají k hrudnímu koši, křivka hrudní páteře je lehce konvexní vzad, křivka bederní páteře je lehce konvexní vpřed, pánev a klouby dolních končetin jsou v „neutrálním“ postavení [Kendall et al., 2005].

Detailnější popis ideálního postoje uvádí Frejka. Mimo jiné např. přesně definuje držení hlavy a krku, kdy „brada má svírat s krkem pravý úhel, spojnice zevního zvukovodu a očí leží v horizontále, temeno je taženo vzhůru“ [Srdečný, 1992].

Jako vhodné pro účely tělovýchovné praxe a zejména zdravotní tělesné výchovy zaměřené na podpurně-pohybový systém (tedy pro účely specifické primární prevence) je dodnes doporučováno hodnocení stoje dle Jaroše a Lomíčka [Bursová, 2005].

Metodika dle Jaroše a Lomíčka [1957] zohledňuje vzájemné vztahy držení hlavy a krku, hrudníku, břicha a sklonu pánve, celkové křivky zad v boční projekci i držení těla ve frontální rovině. Správné držení těla dle Jaroše a Lomíčka je uvedeno v tabulce 3.

Mimo slovního popisu ideálního držení těla v jednotlivých regionech uvádí také „číselné normativy“. Hloubky lordóz jsou hodnoceny jako vzdálenosti jejich vrcholů od olovnice spuštěné z hrbolu kosti týlní (protuberantia occipitalis externa). V případě, že kolmici nelze vzhledem k postavení hlavy spustit ze záhlaví, hodnotí se hloubky lordotických křivek vzhledem k vrcholu hrudní kyfózy. Závažnost odchylek v jednotlivých částech těla je Jarošem a Lomíčkem obodována (od 1 do 4) a celkové držení těla je dáno součtem všech dosažených bodů a klasifikováno jako: 1. „dokonalé“; 2. „téměř dokonalé - dobré“; 3. „vadné“ a 4. „velmi špatné“ [Jaroš a Lomíček, 1957]. Tato metodika byla adaptována pro účely somatografického hodnocení sagitální rovnováhy a křivek páteře diagnostickým systémem DTP-3, kterou využívám ve své práci [Kolisko et al., 2005: Systém pro

diagnostiku tvaru páteře a pohybu segmentu lidského těla, typ DTP-3].

Tabulka 3 - Správné držení těla ve vzpřímeném stoji dle Jaroše a Lomíčka,
upraveno dle [Bursová, 2005]

Při pohledu z boku:
<ul style="list-style-type: none">• Hlava je vzpřímená, brada svírá pravý úhel s osou těla, spojnice oční štěrbin a horního úponu ušního boltce je kolmá na těžnici spuštěnou z hrbolu kosti týlní, vzdálenost vrcholu lordózy od těžnice je kolem 2 cm (v dospělosti do 3 cm).
<ul style="list-style-type: none">• Hrudník je vyklenutý a symetrický, jeho osa je kolmá k podložce, vrchol hrudní kyfózy se dotýká těžnice spuštěné z hrbolu kosti týlní.
<ul style="list-style-type: none">• Břišní stěna je za kolmicí spuštěnou z mečíkovitého výběžku kosti hrudní, vzdálenost vrcholu bederní lordózy od těžnice je 2,5 až 3 cm (v dospělosti o málo větší).
<ul style="list-style-type: none">• Těžnice prochází mezihýžďovou rýhou, středem mezi kolena a dopadá do středu spojnice pat.
Při pohledu zezadu:
<ul style="list-style-type: none">• Osa páteře je totožná s osou těla.
<ul style="list-style-type: none">• Osa boků je rovnoběžná s osou ramen a je kolmá na osu těla.
<ul style="list-style-type: none">• Ramena jsou stejně vysoko a symetricky rozložená.
<ul style="list-style-type: none">• Lopatky jsou celou plochou přitisknuty k hrudníku a jsou symetricky vzdáleny od páteře.
<ul style="list-style-type: none">• Thorakoabdominální trojúhelníky jsou symetrické.
<ul style="list-style-type: none">• Středky kyčelních, kolenních a hlezenních kloubů jsou na svislici, klenba nohy je fyziologická, není příčně ani podélně plochá).

Dále se často využívá k popisu držení těla postojových standard dle Kleina, Thomasse a Mayera, kde jsou opět hodnoceny jak celková křivka zad v pohledu bočním i předozadním, tak jednotlivé tělesné segmenty: držení hlavy, ramen, tvar hrudníku, postavení pánve i končetin a výsledné držení klasifikováno stupni 1. až 4. dle míry odchylky od ideálního držení, přičemž 3. a 4. stupeň hodnocen již jako „vadné držení těla“ [Kratěnová et al., 2007].

Jako doplňující (a spadající spíše již mezi funkční testy) lze využít testy v modifikovaných stojích jako např. test držení těla dle Matthiase (využitelný u dětí od 4 let) [Betsch et al., 2010; Haladová a Nechvátalová, 2003; Vařeka a Vařeková, 1995; Barna, 2003].

Vyšetření sagitální i frontální statiky páteře pomocí tzv. “hlavové“ olovnice spuštěné z přední stěny zevního zvukovodu a ze záhlaví popisuje Janda [Janda, 2001]. Jiní autoři volí k hodnocení statiky páteře tzv. bazální olovnici vztyčovanou od podložky, jejíž průběh není zkreslován polohou hlavy popisovanou i při jiných klinických a zobrazovacích metodách [Válek a Žižka, 1996]. Za fyziologické situace by měl logicky být průběh obou olovnic shodný, v případě nefyziologického držení v oblasti krční páteře a hlavy však je průběh hlavové olovnice již od bodu spuštění vychýlen a může se podílet na chybném ohodnocení statiky páteře.

Výhodou uvedených hodnocení držení těla je jistě celkový náhled na posturu s možností sledování svalového úsilí při udržování stoje a určitě je přínosné jejich využití pro individuální poradenství a fyzioterapii. Avšak nevýhodou uvedených metod je, že údaje získané tímto způsobem hodnocení držení těla bývají zatížené poměrně velkou subjektivní chybou a výsledky jsou pouze popisné a kvalitativní.

Svá specifika má pak hodnocení držení těla ve stoji u dětí, která je třeba zohlednit před rozhodnutím o terapeutickém plánu:

- Pro děti v batolecím věku je charakteristické držení těla s výraznější bederní lordózou a prominující břicho. Do počátku školního věku by sice již dítě mělo dosáhnout svého optimálního lordoticko-kyfotického zakřivení páteře v sagitálním směru a páteř by měla být stabilizována již zmiňovanou souhrou ventrální a dorsální muskulatury adekvátním intraabdominálním tlakem [Kolář, 2002]. Ale dle Kapandjiho [1974] i Kubáta [1992] zakřivení páteře v sagitální rovině (zejména bederní lordóza) by měla být stabilní až kolem 10. roku života dítěte.
- U jedinců v předškolním až mladším a starším školním věku bývá častý návykový stoj spojený s anteverzí pánve (a průvodní bederní hyperlordózou), hyperextenzí v kolenních kloubech a přetěžováním přední části chodidel. Jindy se celkově chabé držení těla při porušeném svalovém tonu projeví předsunutým držením hlavy až hyperextenzí krční páteře, hrudní páteř v uvolněném stoji je hyperkyfotická, ramena často bývají ve vnitřní rotaci, lopatky odstávají, nezastabilizovaná pánev

bývá sklopena vzad, což vede až ke kyfotizaci bederní páteře. Děti experimentují s různými způsoby držení těla ve vzpřímeném postoji, počínaje asymetrickým zatěžováním dolních končetin až po vyjadřování pocitů úzkosti nebo studu „choulením se“.

- Obecně lze říci, že v dětském věku je vzpřímené držení těla nezafixované a posturální funkce snadno ovlivnitelná vnějšími i vnitřními vlivy. Na jedné straně existují věkově specifické odchylky v držení těla dětí, u kterých je předpoklad spontánního vymizení jako např.: valgózní postavení kolen a plochonoží do 6 - 7 let [Kolář et al., 2009]. Ale na druhou stranu původně pouze „návykové“ uvolněné držení těla se může snadno zafixovat a v dospělosti vést k předčasnému rozvoji degenerativních změn páteře [Janda, 2001].

1.3.2 Hodnocení posturální funkce v kontextu neuro-psycho-motorického vývoje a vybraná funkční vyšetření

Hodnocení posturální funkce dle funkčních norem, jehož principem je popis odchylek od daného ideálního posturálně-lokomočního vzoru se provádí již v rámci tzv. posturálního screeningu v období novorozeneckém a kojeneckém (tj. v zásadním období při vývoji stabilizace osového orgánu, vzpřimování a lokomoce i jemné motoriky), jak bylo uvedeno v kapitole 1.1.1.

Funkční vyšetřování kvality posturální stabilizace je pak velmi diagnosticky efektivní i v dalších životních etapách. Umožňuje sestavení cílených fyzioterapeutických plánů či zefektivňování tréninku rychlostních či silových složek pohybu. Vyšetřování svalového tonu a svalů za pomoci svalových testů dle Jandy je sice samozřejmě stále nedílnou součástí vyšetření pohybové soustavy, ale je v současnosti hodnoceno jako nedostačující pro postižení všech posturálních poruch [Máček, Radvanský et al., 2011].

Současným trendem je tedy (mimo základní svalové testy a vyšetření dynamiky páteře a stereotypu chůze) vyšetřování pomocí funkčních testů, které hodnotí kvalitu a způsob zapojování svalů během stabilizace. Jedná se právě o koaktivaci svalových skupin, která by měla být ideálně nastavena již v průběhu rané posturální ontogeneze, a pokud k tomu nedojde, typickým následkem jsou v pozdějším věku bolestivé stavy pohybového aparátu.

Např. při vyšetřování posturální stabilizace páteře klientů s vertebrogenními obtížemi bývají charakteristické níže uvedené nálezy a odchylky ve stabilizační funkci svalů:

- zejména nadměrná aktivita paravertebrálních svalů při nedostatečné aktivitě hlubokého stabilizačního systému páteře, bránice, svalů břišních a svalů dna pánevního;
- u některých jedinců je pozorovatelná diastáza břišních svalů a nevyvážená aktivita břišních svalů s převažující aktivitou horní části m. rectus abdominis;
- typické bývá nefyziologické postavení lopatek v addukci a elevaci, odstávající vnitřní hrany lopatek, zevní rotace dolních úhlů lopatek.

K často využívaným funkčním testům se řadí:

- hodnocení dechového vzoru (umožňuje posoudit funkční vztah bránice s břišními svaly a rozlišit dýchání brániční a kostální),
- extenční test (sleduje koordinaci zapojení zádových a laterální skupiny břišních svalů),
- test flexe trupu,
- brániční test (testuje schopnost aktivovat bránici v souhře s břišním lisem a aktivitou dna pánevního),
- test flexe v kyčli, test nitrobřišního tlaku.

Zapojení hlubokého stabilizačního systému pomocí dynamometru sledovaly ve své práci např. Malátová a Rokytová [2007].

Další cílená kineziologická vyšetření jsou pak dle tíže a lokalizace odchylky individuálně doporučována v rámci komplexní diagnostiky onemocnění podpůrně-pohybového aparátu.

Pro co nejefektivnější léčbu případných nefyziologických hybných stereotypů a porušené posturální stabilizace je dnes soustředována pozornost i na pacientovy možnosti přebudování nesprávných stereotypů. Za důležité se tedy považuje vyhodnocení schopnosti relaxace, pohybové diferenciaci či somatognosie a stereognosie.

1.3.3 Vyšetřování postury pomocí zobrazovacích metod

Jak již bylo uvedeno, páteř jako podpůrná a pohybová osa těla má zásadní vliv na celkové držení těla. Její tvar a struktura je při komplexním hodnocení postury z diferenciálně diagnostických důvodů hodnocena zobrazovacími metodami.

Rentgenová diagnostika páteře je volena zejména při nutnosti vyhodnocení strukturálních změn na páteři. Páteř se hodnotí v boční i předozadní projekci, případně je doplněna šikmá projekce. Tíže zakřivení skoliotických křivek (v předozadní projekci) i sagitální zakřivení (v boční projekci) jsou určována nejčastěji stanovením tzv. Cobbova úhlu, který je definován jako doplňkový úhel ke kolmicím vzneseným z odlehých krycích ploch koncových obratlů křivky, přičemž mnohými autory je zdůrazňována velká variabilita „normálních“ sagitálních zakřivení. Pro hrudní kyfózu v dospělosti např. rozmezí 20° až 50° dle Cobba, lumbální lordózu (+20° až 65°) [Potter et al., 2004]. Přitom vyšší hodnoty hrudní kyfózy jsou v seniorském věku asociovány s větším rizikem zlomenin obratlů [Keller et al., 2003].

U dětí vyšetřovali komplexní sagitální profil, tj. sagitální zakřivení i statiku páteře, např. Mac-Thiong et al. [2007]. Stanovili (mimo např. sagitálního tiltu a spinopelvických parametrů) rozpětí normální hodnoty pro děti ve věku 3 až 18 let pro hrudní kyfózu $44.0^{\circ} \pm 10.9^{\circ}$ a pro bederní lordózu $48.0^{\circ} \pm 11^{\circ}$.

Ghandhari et al. [2013] doporučují u dětí jako nezbytné vyhodnocení nejen úhlových zakřivení, ale zejména celkové statiky páteře. Nezbytné pro určení tíže vady je i hodnocení míry rotace obratlových těl [Repko et al., 2007].

Pro vyhodnocování statiky páteře je zhotovován nejčastěji tzv. dlouhý snímek ve stoji, tak aby byla zobrazena i pánev. Protože páteř a pánev tvoří funkční jednotku a statiku zejména bederní páteře ovlivňuje typ pánve [Lewit, 2003].

RTG snímek se provádí ve stoji s flektovanými horními končetinami a vertikála je spuštěna ze středu obratlového těla C7 (viz administrativní stanovení vertikály v kapitole 1.1.2). Avšak, jak podotýká Krejčí ve své disertační práci, už samotné toto držení končetin mění tvar křivky páteře [Krejčí, 2007]. Další využívanou metodou pro hodnocení sagitální rovnováhy je např. metoda stanovením T9 tiltu od vertikály, kdy přední okraj obratle T9 je

označován jako gravitační centrum těla. Hodnotí se pak míra dekompenzace trupu do záklonu, či předklonu [Repko et al., 2007].

Ale výše popsané metody nezohledňují držení krční páteře a hlavy, které významně ovlivňuje celkovou sagitální rovnováhu těla. Polohu hlavy pomocí skutečné „gravity line“ vztyčené z individuálně změřené projekce těžiště do podložky pomocí posturografu hodnotili Hasegawa et al. [2017]. Pro posouzení cervikálního úseku páteře doporučují např. Hardacker et al. [1997] a Tang et al. [2012] hodnotit sagitální statiku páteře s využitím i vertikály spouštěné ze středu obratle C2.

Detailnější popis strukturálních změn páteře a okolních struktur přináší **výpočetní tomografie** (CT-computed tomography). Vzhledem k vyšetřovací poloze vleže však není tato metoda vhodná k hodnocení tvaru a statiky páteře [Drastich, 2004].

Uvedené ionizační metody mají své nezastupitelné místo v diagnostice, sledování progresu u upřesňování terapeutického plánu při řešení deformit či jiných strukturálních změn páteře. Ale negativem těchto metod je opakovaná výrazná radiační zátěž (zejména pro rostoucí dětský organismus), která je významným rizikovým faktorem pro vznik nádorových onemocnění [Doody et al., 2000].

Zobrazovací neionizující metody reprezentuje **magnetická rezonance** (MRI) využívaná zejména k diagnostice průběhu páteřního kanálu a jeho případných útlacích (v současnosti tato metoda nahrazuje dříve využívanou kontrastní perimyelografii).

S ohledem na zmiňovanou radiační zátěž, které jsou vystaveny vyšetřované osoby, byla již pro účely screeningu poruch postury vyvinuta a v různé míře je využívána řada nezátěžových somatografických metod umožňujících popsat tvar páteře. Problematická však je nejednotná metodika hodnocení, a proto vzájemné porovnávání výsledků hodnocení tvaru páteře různými metodami v podstatě není možné.

Pro hodnocení tvaru páteře lze využít **optické bezdotykové metody**. Např. **Moire topografie** je založená na tzv. moire efektu, který vytváří na sledovaném povrchu stínový obrazec podobný vrstevnicím na topografické mapě. Vzniká prostorová rekonstrukce povrchu, umožňující zobrazit a vyhodnotit křivku páteře. Tato metoda je však náročná na světelné podmínky – musí být k dispozici dostatečně zatemněný prostor. Moire topografii využili ve svých pracích např. Uetake et al. [1998] a Pearsall a Reid [1992]. **Systém ISIS₂**

vyhodnocující tvar křivky páteře na principu analýzy topografie povrchu těla byl využit také ve studii Berrymannové et al. [Berryman et al., 2008]. Metodou rastrové stereografie vyšetřoval statiku a zakřivení páteře také např. Schroeder et al. [2015]. **Optoelektrický systém Qualisys** (metodu kinematické analýzy) použila ve své práci pro hodnocení cerviko-thorakálního přechodu páteře Vláčilová [2015].

Dotykové somatografické metody vyžadují palpaci a označení vybraných bodů na tělesném povrchu. Jejich poloha se snímá čidlem snímače a posléze je pozice čidla vyhodnocena na principu mechanickém, elektromechanickém, elektromagnetickém či ultrazvukovém.

Čistě **mechanické** polohové snímače se již v současnosti příliš nevyužívají (v ČR např. Vertebrograf) především z praktických důvodů, protože data musela být ručně přepisována do počítače [Kučera et al., 2005].

Na elektromechanickém principu pracuje např. polský Posturometr-S či v mé práci využitý diagnostický systém pro hodnocení tvaru a statiky páteře: typ DTP-3 [Krejčí, 2007]. Elektromechanické snímače se skládají z mechanické části (tzv. pantografického mechanismu s dotykovým hrotem) a elektrické části (inkrementálního snímače s elektronickou jednotkou). Elektronické signály ze snímače jsou přenášeny do osobního počítače, software vypočte souřadnice snímaných bodů a zobrazuje je do zvolených výstupních protokolů. Podrobněji metodiku měření popisují ve vlastní práci v kapitole 2.2.2.

Obdobnou verzi diagnostického systému určeného pro somatografické hodnocení tvaru páteře (DTP-1) využila ve své práci např. Šrámková [2015].

Na principu elektromechanickém je založena diagnostika tvaru a pohyblivosti páteře např. i systémem **Spinal Mouse**. Pomocí skeneru se zaznamená předem vyznačená trajektorie na povrchu zad, orientace skeneru v gravitačním poli je snímána elektronickými inklinometry. Výstupem je grafické znázornění a úhlové parametry charakterizující jednotlivé segmenty páteře, ovšem nelze vypočítat ideální vertikálu a hodnotit tak sagitální statiku páteře [Livanelioglu, 2016].

Elektromagnetický princip využívá např. přístroj **Ortelius 800**. Zaznamenává trojdimenzionální pozici trnových výběžků za pomoci senzoru se zdrojem elektromagnetického pole nasazeného na prst.

Výstupem je grafické znázornění páteře, výpočet a zobrazení Cobbova úhlu, a dále tento přístroj umožňuje měření posturální rovnováhy zaznamenáním specifických anatomických orientačních bodů. Tuto metodu Repko [2007] popisuje jako nejvhodnější z hlediska spolehlivosti a snížení invazivnosti oproti rentgenové diagnostice. Ale např. Žabka ve své studii říká, že nejpřesnější je uvedená metoda při úhlech odchylky dle Cobba mezi 15°-30°, a je tedy vhodná pro hodnocení lehčí skoliotické křivky u dospívajících, ale při odchylce vyšší než 40° přesnost metody klesá [Zabka et al., 2015].

1.4 Charakteristika cílové populace

Jako cílové populační skupiny pro svůj průzkum a následné koncipování preventivních programů jsem zvolila děti mladšího školního věku (v této věkové skupině jsem vyšetřila soubor čítající 326 dětí, z toho 160 dívek a 166 chlapců) a vysokoškolské studenty ve věku adolescentním až časně dospělosti (v této věkové skupině jsem vyšetřila soubor čítající 182 jedinců, z toho 118 žen a 64 mužů). Obě specifické populační skupiny jsem zvolila jednak jako rizikové z pohledu rozvoje posturálních vad a bolestivých stavů zad, ale na druhou stranu lze tato věková období považovat za „formativní“ periody s předpokládaným minimálním výskytem již strukturálních, konzervativní cestou neovlivnitelných patologických změn podpůrně-pohybového systému.

1.4.1 Charakteristika dětí mladšího školního věku

Období mezi 6 - 7 lety (od zahájení školní docházky dítěte) do 11 - 12 let je označováno zpravidla jako mladší školní věk, jindy jen jako „školní“ věk, přičemž starší školní věk bývá označován jako pubescence [Provazník et al., 1998]. Období vstupu do školy lze označit z pohledu rizika rozvoje posturálních vad jako kritické období v životě jedince, protože znamená nucené dlouhodobé udržování statických poloh při sezení.

Růst je plynulý (průměrný přírůstek hmotnosti za rok je 3 - 5,5 kg, výšky cca 6 cm, proporcionalně přibývá i podkožní tuk). Jedná se o dětskou lineární komponentu růstu. Stále zesiluje svalstvo a kostra, ke konci tohoto období jsou již patrné první pohlavní rozdíly v utváření těla.

V oblasti vývoje lokomoční i jemné motoriky pokračuje zdokonalování speciálních pohybových a svalových dovedností, děti zvládají složité jemné koordinované pohyby nutné k nácvičku psaní. Přetrvává potřeba všeobecné pohybové aktivity, motorický rozvoj a rozvoj kondičních schopností je zvláště intenzivní mezi 10. a 12. rokem. Někdy bývá toto období nazýváno dokonce „zlatým věkem motoriky“ [Perič, 2004].

Výrazný je i rozvoj smyslového vnímání. Dítě je pozornější, pečlivější, rychlý je vývoj řeči a paměti. Roste schopnost koncentrace a soustředění. Vývoj myšlení postupuje od konkrétního k abstraktnímu, kolem 7 let je dítě schopno logického úsudku [Langmeier a Krejčířová, 2006].

Charakteristické je realističtější sebeuvědomování a větší emoční stabilita dítěte. V tomto období však bývají diagnostikovány poruchy čtení, jako je dysgrafie, dyskalkulie a dyslexie, nejčastěji společně s projevy přetrvávající poruchy vývoje motoriky (CKP) označované jako lehká mozková dysfunkce (LMD; v angličtině termíny DCD = developmental coordination disorder; MCD = minimal cerebral dysfunction, popř. MBD = minimal brain dysfunction). Děti bývají označovány jako nepraktické a nešikovné, nedokáží kontrolovat impulzivitu [Williams a Unwin, 1997].

Rovnoměrný růst končí pubertálním růstovým výšvihem [Karlberg, 1987]. Dle aktuálních antropologických studií v českých zemích se průměrný věk nástupu růstové akcelerace pohybuje u chlapců okolo 10,1 roku, u dívek je předpoklad přibližně dvouletého posunu směrem k nižšímu věku [Sedlak et al., 2014].

Právě období růstové akcelerace je považováno za rizikové pro vadné držení těla. Růst bývá většinou neproporcionální, můžou se objevit i mírné asymetrie končetin [Kolář et al., 2009]. Nárůst svalové hmoty bývá opožděn oproti růstu kostry.

Přestože je dětský a dorostový věk rozčleněn na vývojové etapy dle kalendářního věku (periodizace z důvodů např. sociálně-právních), neznamená to, že děti stejného kalendářního věku dosáhly i stejné **biologické zralosti**. Proto se pro účely klinické a

preventivní hodnotí i biologický věk, tj. míra biologické zralosti dítěte. Tato tzv. biologická nehomogenita narůstá od narození (kdy se jedná cca o týdny) až po rozpětí 2 až 5 let v období mladšího školního věku [Provazník et al., 1998].

1.4.2 Specifická populační skupina vysokoškolských studentů

V rámci výzkumu jsem pracovala mimo dětí ve školním věku také s vysokoškolskými studenty, s jedinci v období končící adolescence a nástupu časně dospělosti. Jedná se o specifickou populační skupinu. Zdravý jedinec by měl v tomto období dosahovat maximální psychické i fyzické výkonnosti. Kolem 20 let kulminuje maximum vytrvalostní i silové schopnosti. Růst kosterního aparátu je ukončen, a zároveň je předpoklad minimálních degenerativních změn. Na páteři by ještě neměly být patrné změny vznikající v souvislosti se stárnutím, jako je výraznější kyfotizace hrudní páteře [Katzman et al., 2010].

Z vývojového hlediska se jedná o období dovršení zralosti a dosažení stability v oblasti somatické, psychické, emoční i sociální. Ale pokud se vysokoškolský student nedokáže zadaptovat na požadavky, které jsou na něj v souvislosti se studiem kladené, hrozí riziko nepřiměřené zátěže s negativními důsledky na úrovni bio-psycho-sociální. Zejména zkouškový stres a úzkost se pak mohou projevit i somatickými symptomy, včetně bolestivých stavů podpůrně-pohybového systému a bolestí hlavy. Poradenství a programy antistresové intervence pro studenty vysokých škol by měly být dostupné všem studentů [Provazníková et al., 2002].

Vzhledem k tomu, že zejména pravidelná pohybová aktivita má nenahraditelný význam nejen v udržování a zvyšování tělesné zdatnosti, ale plní i kompenzační funkci při zvýšené psychické zátěži, domnívám se, že na vysokých školách by měla být podpoře pohybové aktivity věnována větší pozornost. V současnosti již totiž zákon neudává vysokým školám zařazení povinné výuky předmětu tělesná výchova [Zákon č. 137/ 2016 Sb.].

2 Vlastní práce

2.1 Hlavní a dílčí cíle výzkumu

Hlavním cílem mé disertační práce je vyšetření vybraných biomechanických parametrů posturální funkce (zakřivení a statiky páteře ve stoji v sagitální rovině) pomocí neinvazivní somatografické metody u dětí školního věku a mladých dospělých a posouzení vlivu antropometrických charakteristik a věku na tyto parametry.

Jako dílčí cíle a záměry jsem si stanovila:

- a) pomocí dotazníkového šetření vyhodnotit míru statické zátěže a úroveň pohybové aktivity probandů, tedy faktory podílející se na vývoji bolestivých stavů zad;
- b) vyhodnotit souvislosti výskytu bolestivých stavů s naměřenými parametry;
- c) výsledků měření a analýz využít při formulování zásad strategie:
 - tvorby komunitních intervenčních programů s důrazem na optimalizaci pohybového režimu cílové populační skupiny a optimalizaci materiálního prostředí ve smyslu zajištění ergonomie práce statické i dynamické;
 - individuální prevence posturálních poruch („self tailored“) a s nimi spojených bolestivých syndromů.

2.2 Metodika výzkumu

2.2.1 Typ studie a charakteristika výzkumného souboru

Výzkum byl realizován jako prevalenční průřezová studie. Studie byla schválena Etickou komisí FN a LF UK Plzeň. Celý výzkumný soubor byl tvořen 508 probandy. Z toho bylo 326 dětí ve školním věku (160 dívek a 166 chlapců; průměrný věk $9,0 \pm 1,5$ let) a 182 dospělých (118 žen a 64 mužů; průměrný věk $20,5 \pm 1,0$ let). Probandi v dětském věku byli dále rozděleni dle kalendářního věku do tří věkových kategorií tak, aby bylo možné

sledovat vývoj předozadních zakřivení a statiky páteře spolu se zachycením současných trendů ve vývoji tělesných parametrů i v životním stylu [Sedlak et al., 2014]:

1. kategorie: $\geq 6 < 8$ let (období předpokládaného jen lineárního růstu);
2. kategorie: $\geq 8 < 10$ let (již možný nástup růstové akcelerace vzhledem k respektování možné biologické nehomogenity, zejména u dívek);
3. kategorie: ≥ 10 let (předpoklad záchytu nástupu růstové akcelerace zejména u chlapců).

Výzkumný soubor dětí tvořili žáci 1. stupně tří základních škol v Plzni. Výběr škol byl proveden náhodně, prostřednictvím třídních učitelů byli osloveni rodiče všech dětí 1. stupně. Do studie byly následně zařazeny pouze děti, jejichž rodiče/zákonní zástupci projeví zájem a dali s vyšetřováním souhlas (viz příloha 1). Výzkumný soubor mladých dospělých tvořili studenti 1. ročníku všeobecného i zubního lékařství Lékařské fakulty UK v Plzni. Osloveni byli všichni studenti, response byla 63,6 %.

Do studie nebyli zařazeni probandi s chronickým či akutním strukturálním onemocněním pohybového aparátu či úrazem, ani probandi s anamnesticky zjištěnou DMO či jiným závažným psychomotorickým postižením.

Absolutní četnosti probandů a detailní popis věkového rozložení v jednotlivých kategoriích jsou uvedeny v tabulkách 4, 5 a 6.

Tabulka 4 - Absolutní četnost a věk probandů celkem

Absolutní četnost (♂+♀)		Věk (roky)		
		$\bar{x} \pm SD$	min.	max.
děti celkem	326	9,0 ± 1,5	6,3	12,5
dospělí celkem	182	20,5 ± 1,0	18,4	27,0
celý soubor	508	13,1 ± 5,7	6,3	27,0

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Tabulka 5 - Absolutní četnost a věk probandů v jednotlivých věkových kategoriích: ženy

Věkové kategorie ♀	Absolutní četnost	Věk (roky)		
		$\bar{x} \pm SD$	min.	max.
≥ 6 < 8 let	47	7,2 ± 0,5	6,3	8,0
≥ 8 < 10 let	79	8,9 ± 0,6	8,1	9,9
≥ 10 let	34	10,8 ± 0,5	10,0	11,9
dívky celkem	160	8,8 ± 1,4	6,3	11,9
dospělé ženy	118	20,4 ± 1,1	18,4	27,0

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Tabulka 6 - Absolutní četnost a věk probandů v jednotlivých věkových kategoriích: muži

Věkové kategorie ♂	Absolutní četnost	Věk (roky)		
		$\bar{x} \pm SD$	min.	max.
≥ 6 < 8 let	42	7,4 ± 0,4	6,3	8,0
≥ 8 < 10 let	68	8,9 ± 0,5	8,0	10,0
≥ 10 let	56	11,1 ± 0,6	10,0	12,5
chlapci celkem	166	9,3 ± 1,5	6,3	12,5
dospělí muži	64	20,7 ± 0,9	19,1	22,9

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

2.2.2 Způsob realizace

V rámci studie proběhla následující šetření:

1. průzkum subjektivně vnímaného zdravotního stavu a faktorů životního stylu pomocí dotazníkové metody (distribuce dotazníků rodičům vyšetřovaných dětí a studentům – viz přílohy 2 a 3);
2. průzkum antropometrických charakteristik standardizovaným způsobem měření hmotnosti a výšky a vyhodnocování výživového stavu;

3. hodnocení vybraných parametrů posturální funkce neinvazivní somatografickou metodou: diagnostickým systémem DTP-3.

Pro komplexnost a pro využití při koncipování kompenzačních programů jsem hodnotila i zakřivení a dekompenzaci statiky páteře nejen v sagitální, ale i ve frontální rovině, dynamickou funkci páteře a vybrané svalové testy (viz příloha 4). Výsledky uvedených komplementárních šetření nejsou předmětem této práce, byly však sděleny studentům i rodičům vyšetřovaných dětí.

Vyšetřování studentů probíhalo v rámci hodin tělesné výchovy ve spolupráci s Ústavem tělesné výchovy LF UK v Plzni během výuky v dopoledních hodinách. Vyšetřování dětí probíhalo díky přenositelnosti použitého diagnostického systému DTP-3 také přímo ve školách, opět v dopoledních hodinách.

Výsledky vyšetření byly sděleny přímo všem studentům a rodičům vyšetřovaných dětí. Pokud rodiče souhlasili, byly výsledky sděleny i pedagogům, tak, aby realizování kompenzačních opatření mohlo být cílené.

Dále probíhaly jak vstupní informační, tak průběžné konzultační schůzky s pedagogy i rodiči a ukázkové hodiny se zařazováním kompenzačního cvičení, protože záměrem mé práce bylo nejen vyšetřování posturální funkce, ale i spolupráce při koncipování a realizaci kompenzačních programů ve školách.

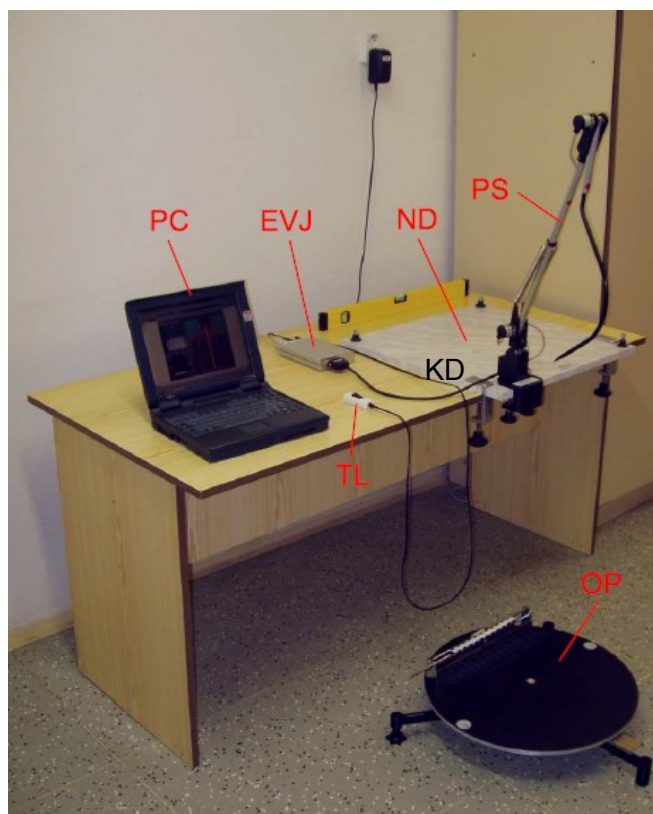
Hodnocení tvaru a statiky páteře diagnostickým systémem DTP-3

Vyšetřování úrovně kvality posturální funkce podpůrně-pohybového systému **somatoskopickým** hodnocením stoje (nejen u dětí, ale i dospělých) je běžně využívanou klinickou metodou. Dle jednotlivých autorů se pak liší výstupy: slovně nebo přiřazením „známky“ je ohodnocena individuální kvalita držení těla, výsledek vyšetření je však zatížen subjektivní chybou ze strany vyšetřujícího. Pro možnost interindividuálního porovnání výsledků je tedy tento způsob hodnocení držení těla nevhodný.

Proto jsem pro výběrové šetření prováděné v rámci předložené disertační práce zvolila **somatografickou** metodu: měření zakřivení a rovnováhy páteře neinvazivním diagnostickým systémem DTP-3, který umožňuje na principu elektromechanickém monitorovat polohy vybraných bodů na povrchu těla v trojrozměrné kartézské soustavě

souřadnic a kvantifikovat tak zakřivení páteře. Pomocí jednotné metodiky lze porovnat jednotlivé posturální stereotypy vzpřímeného stoje. Diagnostický systém určený pro diagnostiku tvaru páteře, typ DTP-3, byl vyvinut ve spolupráci Katedry biomechaniky a technické kybernetiky a Katedry funkční antropologie a fyziologie na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci [Kolisko et al., 2005; Krejčí, 2007]. Jedná se o inovovanou variantu starších typů DTP-1 a DTP-2, která umožňuje dynamický i statický režim měření.

Přesnost systému DTP-3 byla ověřována prostřednictvím radiologického vyšetření [Krejčí et al., 2012]. Součásti diagnostického systému DTP-3 a nezbytné doplňující komponenty jsou popsány v legendě obrázku 4.



Obrázek 4 - Součásti diagnostického systému DTP-3, převzato z [Systém pro diagnostiku tvaru páteře a pohybu segmentu lidského těla, typ DTP-3]

Legenda k obrázku 4: PS = polohový snímač; ND = nastavovací deska; OP = otočná plošina; EVJ = elektronická vyhodnocovací jednotka; NA = napájecí adaptér; BB = bateriový blok, TL = tlačítko; LI = libela; PC = osobní počítač

Popis metody a měření diagnostickým systémem DTP-3

Pro hodnocení vybraných parametrů jsem zvolila statický režim měření – hodnocení křivky páteře ve stoji. Při této metodě jsou zaznamenány polohy vybraných bodů na povrchu těla stojícího probanda a zobrazeny v trojrozměrné kartézské soustavě souřadnic vzhledem k tzv. ideální vertikále (IV).

Autoři diagnostického systému DTP-3 stanovili jako ideální vertikálu matematickou simulaci olovnice vztyčené ze středu spojnice pat (tzv. bazální olovnice – „base line“). Vzhledem k tomu, že při zvoleném způsobu měření jsou pouze nohy jediným nepohyblivým segmentem, umožní „base line“ získat přesnější údaje o statické a tvaru páteře než při kolmici spouštěné z hrbolu kosti týlní (protuberantia occipitalis externa), kdy eventuální neideální aktuální postavení a titubace hlavy způsobují odchýlení průběhu vertikály a tím zkreslení výsledků. A naopak umožní dobře definovat držení krční páteře a hlavy vzhledem k ideální vertikále, což např. nezohledňuje rentgenologická metoda při spouštění vertikály z těla obratle C7 [Kolář et al., 2009; Lewit, 2003].

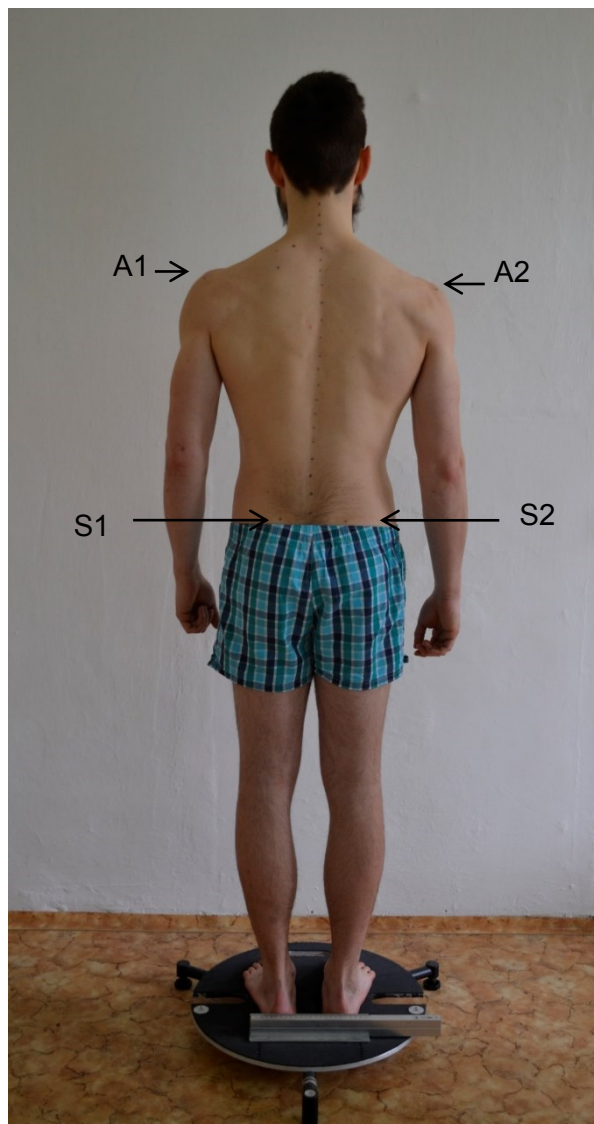
Každý ze snímaných bodů je pak určen následujícími souřadnicemi:

- souřadnicí x: sinistro-dexter ní vzdáleností od IV;
- souřadnicí y: antero-posteriorní vzdáleností od IV;
- souřadnicí z: výškou měřeného bodu od nejnižšího měřeného bodu.

Vybrané body (a středy Achillových šlach pro zaznamenání středu spojnice pat) jsem nejprve palpovala a označila jejich kožní projekci běžnou dermatologicky testovanou tužkou na obočí tak, aby nedocházelo k podráždění pokožky vyšetřovaného jedince. Poté proband zaujal dle příslušných instrukcí stoj na otočné plošině, během vyšetření neměnil polohu ani šířku chodidel (viz ilustrační foto na obrázku 5). Dotykem hrotu polohového snímače jsem pak postupně snímala označené body v pořadí:

- A1, A2: kožní projekce levého a pravého akromionu (angulus acromii sinister, dexter);
- S1, S2: kožní projekce levé a pravé zadní horní spiny (spina iliaca posterior superior sinister, dexter);

- C3-C7; Th1-Th12; L1-L5: kožní projekce 22 obratlových trnových výběžků (processus spinosus).

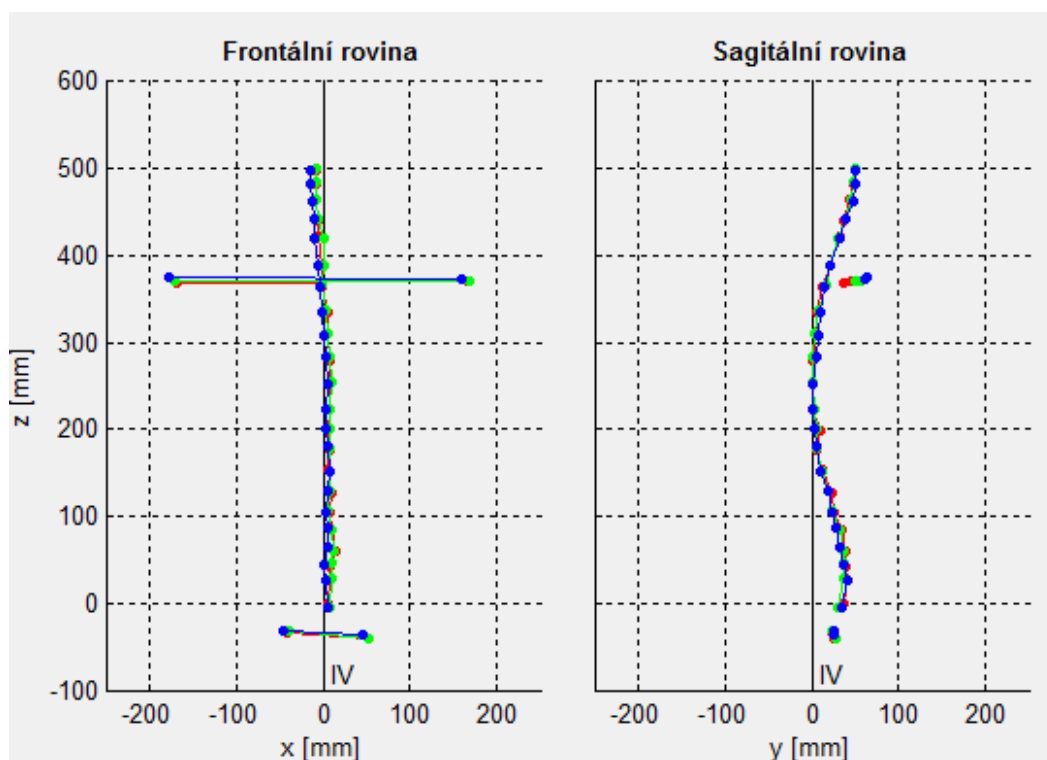


Obrázek 5 - Ilustrační foto probanda v návykovém vzpřímeném stoji na fixační plošině

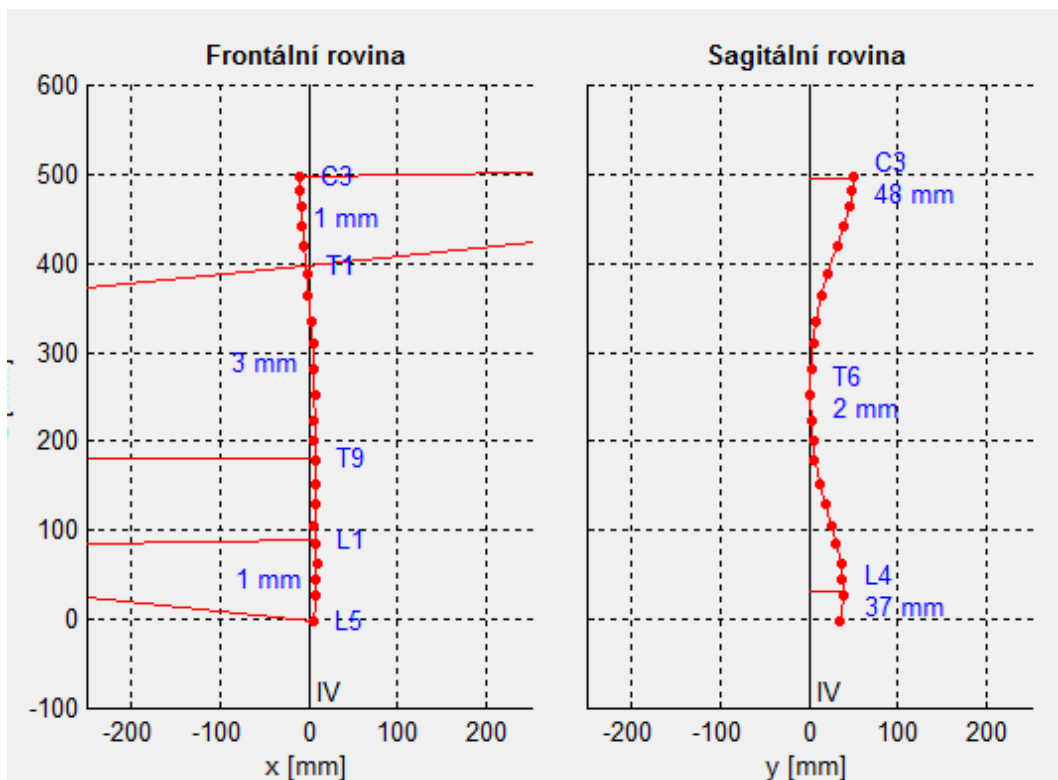
Z autory navrhovaných poloh pro měření jsem zvolila klidový vzpřímený bipedální stoj bez fixace. Šířka stoje je v tomto případě návyková, horní končetiny jsou spuštěny volně podél těla. Tato poloha umožňuje nejlépe zaznamenat křivku páteře ve volném návykovém vzpřímeném stoji, tj. stoji, který se nejčastěji využívá při somatoskopickém hodnocení postury, a který má větší výpovědní hodnotu o stereotypu udržování statické vzpřímené

polohy než tzv. aktivně vzpřímený stoj, který již vlastně případné funkční odchylky od normy vyrovnává. Tvar a zejména sagitální statika páteře v této poloze nejsou nijak uměle ovlivněny, jako je tomu v případě fixačních poloh s využitím opory hlavy, horních končetin či hrudníku o svislou stěnu. Nevýhodou této polohy jsou sice titubace, ale velkou náhodnou chybou měření způsobenou titubacemi je doporučeno autory systému snížit opakovaným měřením. Měření jsem tedy opakovala 3×, co nejrychleji, tak aby nedošlo k nadměrné únavě posturálního svalstva [Krejčí, 2007]. Na druhou stranu právě delší stoj při vyšetřování simuloval funkční test a umožňoval odhalit posturální odchylky, které by jen při krátkodobém stoji nebyly zřejmé.

Programové vybavení diagnostického systému DTP-3 WinPat3 umožňuje získat grafický a numerický záznam všech snímaných bodů. Grafickým výstupem měření je matematicky definovaná křivka tvaru páteře, vytvořená proložením průměrnou polohou snímaných trnových výběžků. Na obrázku 6 je ukázka grafického záznamu 3 měření a výsledná křivka páteře je ilustrována na obrázku 7.



Obrázek 6 - Záznam 3 opakovaných měření vyznačených bodů



Obrázek 7 - Výsledná křivka tvaru páteře

Legenda k obrázku 7: Na výsledném grafickém výstupu jsou mimo křivky páteře znázorněny význačné body, tj. lokální minima a maxima (na záznamu křivky páteře v sagitální rovině jsou to body „vrcholových“ obratlů C3, T6 a L4 s vypočtenými parametry v mm: hloubkou krční lordózy C1; vrcholem hrudní kyfózy V_{Thk} a hloubkou bederní lordózy L1).

2D grafy ve frontální a sagitální rovině vzniknou kolmým promítnutím prostorového objektu do příslušné roviny. Tvar páteře je pak hodnocen pomocí polohy význačných bodů vytvořené křivky vzhledem k **ideální vertikále (IV)**. Tyto body mají pro hodnocení tvaru sagitální křivky a rovnováhy, které prezentují ve své práci, zásadní význam:

- vrchol krční lordózy: V_c (lokální maximum v oblasti krční páteře / krčního sektoru)
- vrchol hrudní kyfózy: V_{Thk} (lokální minimum v oblasti hrudní páteře / hrudního sektoru)
- vrchol bederní lordózy: V_l (lokální maximum v oblasti bederní páteře / bederního sektoru)

Z polohy význačných bodů pak byly pomocí programového vybavení systému DTP-3 vypočteny následující parametry:

1. **Vrchol hrudní kyfózy:** V_{Thk} (poloha bodu hodnocena jako vzdálenost bodu V_{Thk} od IV)
2. **Hloubka krční lordózy:** CI (hodnocena jako absolutní největší ventrální vzdálenost bodu V_c od V_{Thk} , neboli antero-posteriorní rozměr měřeného cerviko-thorakálního úseku páteře)
3. **Hloubka bederní lordózy:** LI (hodnocena jako absolutní největší ventrální vzdálenost bodu V_l od V_{Thk} , neboli antero-posteriorní rozměr měřeného thorako-lumbálního úseku páteře)

Z vypočtených hodnot CI a LI byl dále vypočítán index udávající poměr vrcholu krční lordózy v souřadnici „y“ k vrcholu bederní lordózy: index sagitální rovnováhy CI/LI. Tento byl arbitrárně stanoven pro hodnocení míry kompenzace statiky v sagitální rovině [Kolisko et al., 2005].

Polohu akromionů (bodů A1, A2) a horních zadních spin (bodů S1, S2) jsem také měřila a využila při celkovém hodnocení postury, výsledky měření těchto bodů nejsou předmětem průzkumu v mé práci.

2.2.3 Statistické metody

Základní zpracování dat bylo provedeno v programu MS Excel, pro statistickou analýzu byl využit software Dell Statistica (ver. 12 Cz, www.statsoft.cz). Statistická významnost rozdílu hodnot parametrů měřených polohovým snímačem DTP-3 mezi základními skupinami, tj. mezi dětmi celkem a mezi dospělými, byla hodnocena pomocí Mann-Whitneyho U testu. Pro detailní porovnání všech (i jednotlivých dětských) věkových kategorií byla použita analýza rozptylu (ANOVA) doplněná Bonferroniho post-hoc testem. Normalita proměnných byla hodnocena Shapiro-Wilkovým testem. Hladina statistické významnosti byla zvolena $\alpha = 0,05$; všechny uváděné testy byly provedeny jako oboustranné.

Vzhledem k typu mé práce, kdy na jednom probandovi bylo měřeno zároveň více veličin, bylo pro statistické vyhodnocení nezbytné použít metodu umožňující zpracování vícerozměrných dat. Byla použita vícefaktorová jednorozměrná analýza rozptylu

(ANOVA). Tato metoda umožňuje rozklad celkové variability závislé proměnné na složky, které lze přisoudit jednotlivým příčinám variability (kategorickým nezávislým proměnným – faktorům); cílem je tedy porovnat úroveň sledované kvantitativní proměnné ve skupinách, na něž je soubor rozdělen. Třídícím kritériem pro rozdělení základního souboru do skupin jsou pak proměnné nominálního typu.

Konkrétně byly porovnávány věkové kategorie dospělých a dětí celkem; žen a mužů celkem; dospělých žen a dospělých mužů; dívek a chlapců celkem (z toho dále 3 věkové kategorie dívek i chlapců) navzájem. Pro účely analýzy rozptylu byly vytvořeny ze spojitých veličin „výšky“ a „BMI“ následující pásma: pásma výšky postavy 1 až 5; pásma BMI: podváha, normální výživový stav, nadváha, obezita. Vzhledem k věkovému odstupu mezi dospělými a všemi kategoriemi dětí a vzhledem k jiným prahovým hodnotám pro různé věkové skupiny bylo použití kategorizace vhodnější než porovnávání pomocí spojitě analýzy. Kategorizace dle příslušných prahových hodnot korigovala odlišné rozložení BMI a výšky v různých věkových skupinách a umožnila objektivní srovnání závislosti sledovaných somatografických parametrů křivek a statiky páteře na uvedených veličinách.

2.3 Výsledky výzkumu

2.3.1 Antropometrické charakteristiky probandů

Antropometrickými charakteristikami probandů ve své studii jsem se zabývala detailně z důvodů zkoumání možného vlivu těchto faktorů na sagitální křivky a statiku páteře. Popisná statistika sledovaných antropometrických parametrů je souhrnně uvedena v tabulkách 7 a 8. Pro názornost jsou dále vloženy grafy (viz obrázky 8, 9, 10 a 11) zobrazující rozložení souboru dle sledovaných antropometrických charakteristik v jednotlivých věkových kategoriích.

Výživový stav a výška postavy probandů byly hodnoceny dle věku a probandi pak byli zařazeni do příslušných pásem standardizovaným způsobem.

Výpočet BMI (kg/m^2) a zařazení jedince do výživového pásma je přes určitá omezení (nevypovídá o tělesném složení) standardní screeningovou metodou hodnocení výživového stavu [Kunešová et al., 2005]. Pro dospělé jedince jsou jednotlivá pásma vymezena absolutními hodnotami BMI, pro dětskou populaci jsou kritéria nastavena dle referenčních dat percentilových grafů. Přičemž dostupné publikované studie stavu výživy dětí v různých zemích světa využívají odlišnou kategorizaci i referenční data [Han et al., 2010].

V České republice jsou referenční data pro percentilové grafy aktualizována v desetiletých intervalech již od roku 1951. Dle podrobné analýzy dochází stále k sekulárním změnám v růstovém a hmotnostním profilu dětí a adolescentů. Pro hodnocení výšky je doporučeno používat nejnovější percentilové grafy sestavené na podkladě dosud posledního, VI. celostátního antropologického výzkumu (CAV) dětí a mládeže z roku 2001 [Vignerová et al., 2003], pro hodnocení výživového stavu naopak percentilové grafy BMI (body mass indexu) z roku 1991. Využívání těchto percentilových grafů pro hodnocení výživového stavu je doporučeno z důvodů nezměkčování normy vzhledem ke stále se zvyšujícímu podílu obézních dětí a dětí s nadváhou [Sedlak et al., 2014].

Kritéria pro hodnocení výšky postavy jsou uvedena v tabulce 9. Doporučená hraniční percentilová pásma používaná pro hodnocení výživového stavu dětí v ČR jsou uvedena v tabulce 10.

Tabulka 7 - Antropometrické charakteristiky žen

Antropometrické charakteristiky	Věkové kategorie ♂	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
				10.	25.	50.	75.	90.	
hmotnost (kg)	≥ 6 < 8 let	25,7 ± 4,6	18,0	20,0	23,0	25,5	27,5	31,5	41,0
	≥ 8 < 10 let	31,6 ± 7,7	19,5	23,5	25,5	30,5	34,5	41,0	60,0
	≥ 10 let	41,6 ± 10,4	27,0	31,5	34,0	38,0	45,5	57,0	69,5
	dívky celkem	32,0 ± 9,4	18,0	22,8	25,3	30,3	36,0	45,0	69,5
	dospělé ženy	61,5 ± 8,6	45,4	50,8	55,6	61,2	66,0	73,2	89,0
výška (cm)	≥ 6 < 8 let	126,5 ± 5,5	114,0	118,5	124,0	127,0	129,0	132,5	146,0
	≥ 8 < 10 let	134,7 ± 7,5	121,0	123,5	128,5	134,5	140,0	145,0	156,0
	≥ 10 let	147,8 ± 7,7	130,5	137,5	143,5	148,5	151,5	159,5	163,0
	dívky celkem	135,1 ± 10,3	114,0	123,0	127,0	134,0	142,3	149,0	163,0
	dospělé ženy	167,4 ± 6,8	152,0	160,0	163,0	166,0	173,0	178,0	182,0
BMI (kg/m²)	≥ 6 < 8 let	16,0 ± 2,4	12,9	13,5	14,6	15,6	16,7	18,6	24,6
	≥ 8 < 10 let	17,3 ± 3,0	13,1	14,2	15,2	16,4	18,7	21,5	29,8
	≥ 10 let	18,9 ± 3,4	15,2	15,6	16,1	17,3	20,8	23,6	27,3
	dívky celkem	17,2 ± 3,1	12,9	14,1	15,2	16,3	18,5	21,7	29,8
	dospělé ženy	22,0 ± 2,7	17,6	19,0	19,9	21,3	23,6	26,1	30,1

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Tabulka 8 - Antropometrické charakteristiky mužů

Antropometrické charakteristiky	Věkové kategorie ♂	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
				10.	25.	50.	75.	90.	
hmotnost (kg)	$\geq 6 < 8$ let	27,6 ± 7,1	19,5	21,0	23,5	25,5	30,5	37,0	51,5
	$\geq 8 < 10$ let	32,7 ± 7,3	22,0	25,0	28,5	31,0	36,0	44,0	54,5
	≥ 10 let	42,3 ± 9,2	28,5	30,5	35,5	41,8	48,0	57,0	66,5
	chlapci celkem	34,7 ± 9,8	19,5	23,5	28,0	32,5	40,5	48,0	66,5
	dospělí muži	73,5 ± 8,9	57,0	63,0	67,0	73,0	77,8	85,8	97,0
výška (cm)	$\geq 6 < 8$ let	128,6 ± 6,2	117,0	121,0	123,5	128,0	133,5	137,5	139,0
	$\geq 8 < 10$ let	137,8 ± 6,7	125,5	128,0	131,8	138,5	143,3	145,0	151,0
	≥ 10 let	149,5 ± 7,2	134,5	142,0	145,0	149,0	153,3	159,0	171,5
	chlapci celkem	139,4 ± 10,5	117,0	126,0	131,5	140,0	146,0	152,0	171,5
	dospělí muži	180,2 ± 6,3	165,0	172,0	175,0	179,5	184,0	190,0	193,0
BMI (kg/m ²)	$\geq 6 < 8$ let	16,6 ± 3,1	12,9	14,0	14,7	15,4	17,7	19,8	27,3
	$\geq 8 < 10$ let	17,1 ± 2,8	13,3	14,1	15,1	16,3	18,4	21,1	27,6
	≥ 10 let	18,8 ± 3,1	13,8	15,2	16,3	18,4	21,1	23,0	26,0
	chlapci celkem	17,5 ± 3,1	12,9	14,5	15,2	16,7	19,4	21,9	27,6
	dospělí muži	22,6 ± 2,3	18,6	20,0	20,5	22,9	24,5	25,8	28,2

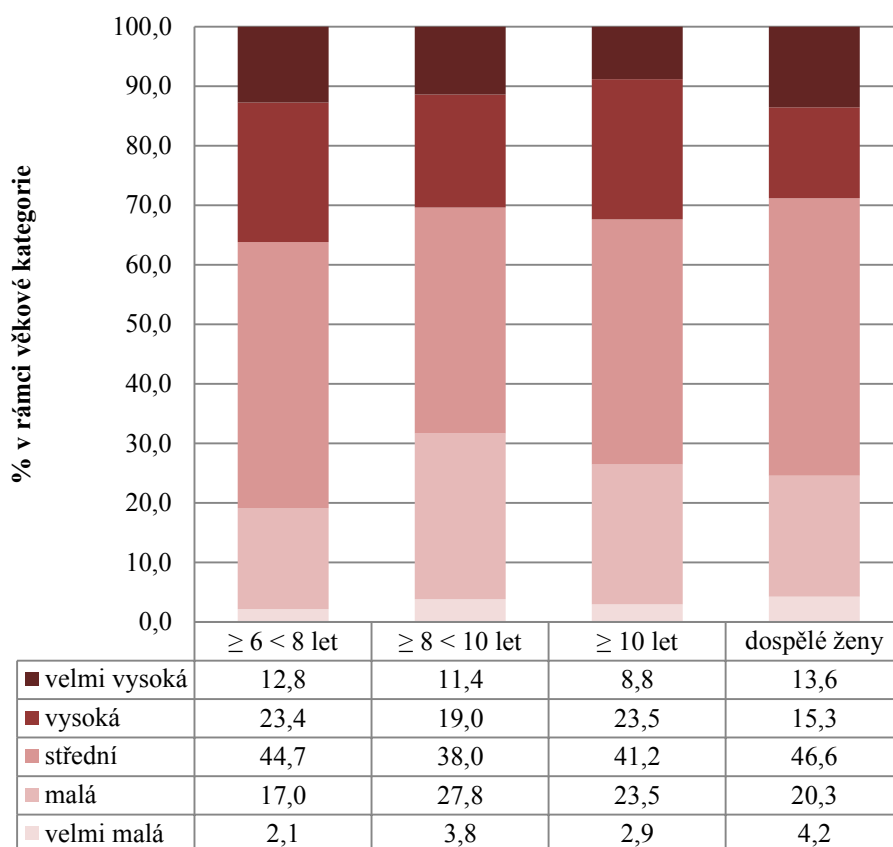
Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Průměrná výška dospělých žen byla **167,4 ± 6,8 cm**, průměrná výška dívek celkem byla **135,1 ± 10,3 cm**. Tyto hodnoty a rozložení souboru všech žen dle výšky postavy (viz obrázek 8) korespondují s daty získanými při VI. CAV [Vignerová et al., 2006]. Také průměrná výška dospělých mužů **180,2 ± 6,3 cm** odpovídá aktuálním referenčním datům.

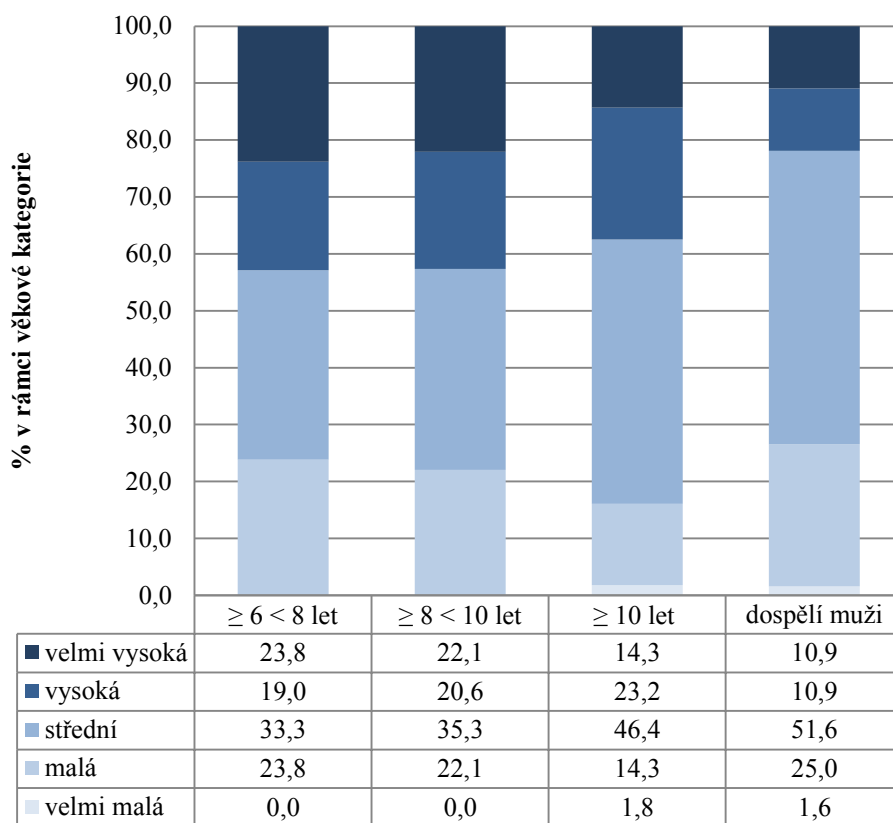
U chlapců (průměrná výška **139,4 ± 10,5 cm**) došlo k posunu v rozložení souboru dle výšky postavy (viz obrázek 9) ve smyslu většího výskytu velmi vysokých jedinců v dětských kategoriích ($\geq 6 < 8$ let a $\geq 8 < 10$ let) oproti kategorii dospělých. Kritéria pro hodnocení výšky postavy jsou uvedena v tabulce 9.

Tabulka 9 - Kritéria pro hodnocení výšky postavy dle percentilového pásma

Percentilové pásma	< 3 (pásma 1)	≥ 3 < 25 (pásma 2)	≥ 25 > 75 (pásma 3)	≥ 70 < 90 (pásma 4)	≥ 90 (pásma 5)
Výška postavy	velmi malá	malá	střední	vysoká	velmi vysoká



Obrázek 8 - Relativní rozložení souboru dle výšky postavy: ženy



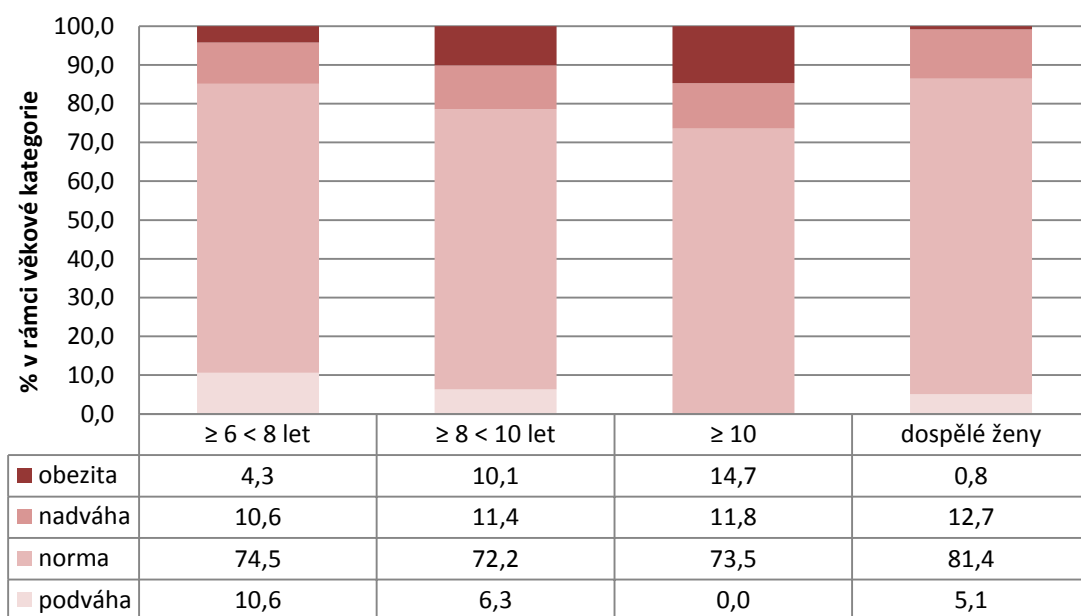
Obrázek 9 - Relativní rozložení souboru dle výšky postavy: muži

Průměrná hodnota BMI dospělých žen byla **22,0 ± 2,7 kg/m²**. Dle BMI bylo ve vyšetřeném souboru v pásmu podváhy 5,1 % dospělých žen, 12,7 % žen mělo nadváhu, pouze 1 dospělá žena (0,8 %) byla obézní. Průměrná hodnota BMI dospělých mužů byla **22,6 ± 2,3 kg/m²**, žádný dospělý muž neměl podváhu, 15,6 % dospělých mužů mělo nadváhu, žádný nebyl obézní. Což v souboru vyšetřovaných studentů znamená celkově nižší výskyt nadváhy a obezity v porovnání s výsledky recentních studií zaměřených na sledování výživového stavu v ČR [Matoulek, Svačina a Lajka, 2010].

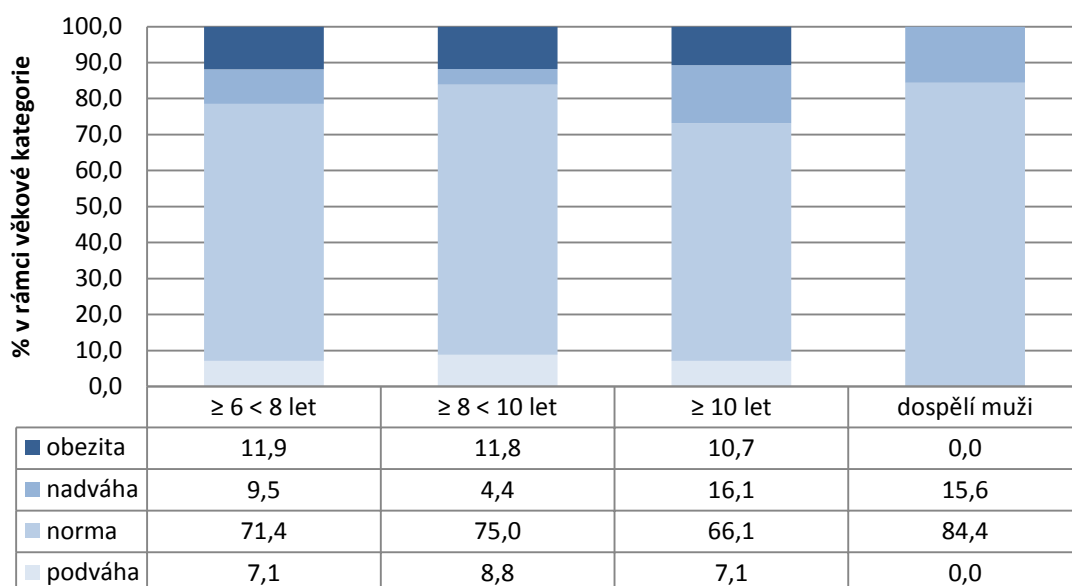
Avšak, jak je níže ilustrováno v grafech na obrázcích 10 a 11, rozložení souboru dětí dle BMI (průměrná hodnota BMI dívek celkem: **17,2 ± 3,1 kg/m²**; chlapců celkem: **17,5 ± 3,1 kg/m²**) ve všech věkových kategoriích chlapců a dívek (mimo kategorie dívek: ≥ 6 < 8 let) naopak koresponduje s trendem zvyšování výskytu nadváhy a obezity dětí nejen v ČR, ale i celosvětově [Han et al., 2010]. K obdobným výsledkům jsme dospěli v r. 2013 ve studii zaměřené na hodnocení výživového stavu a zdravotně orientované zdatnosti dětí Plzeňského kraje [Müllerová et al., 2015].

Tabulka 10 - Kritéria pro hodnocení výživového stavu dle BMI a percentilového pásma

Hranice dle hodnoty BMI	< 18,5	18,5 - 24,9	25,0 - 29,9	≥ 30
Percentilové pásmo	< 10	≥ 10 > 90	≥ 90 > 97	≥ 97
Výživový stav	podváha	normální výživový stav	nadváha	obezita



Obrázek 10 - Relativní rozložení souboru dle výživového stavu: ženy



Obrázek 11 - Relativní rozložení souboru dle výživového stavu: muži

2.3.2 Výsledky somatografického hodnocení sagitální křivky a statiky páteře

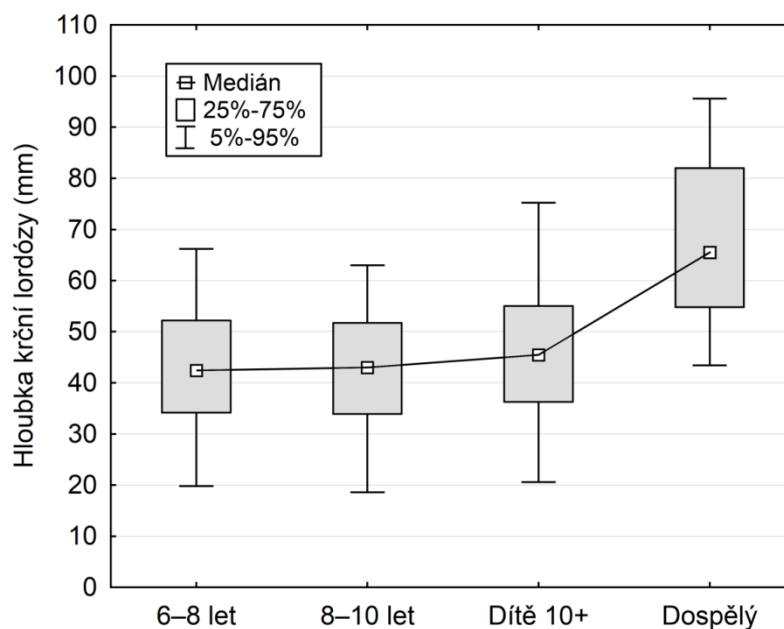
Použitá klasifikace sagitální statiky a tvaru páteře dle hodnot parametrů hloubky krční lordózy **CI** a hloubky bederní lordózy **LI** vznikla modifikací metody hodnocení držení těla dle Jaroše a Lomíčka [Kolisko et al., 2005]. Jedná se o arbitrárně stanovené normativy pro parametry **CI** a **LI** nikoliv o referenční data. Jsou stanoveny zvlášť pro děti (10 -11leté) a zvlášť pro dospělé (liší se v každé odchylce o 10 mm ve smyslu prohloubení, odchylky ve smyslu oploštění bederní lordózy jsou stejné) a jsou uvedeny vždy v příslušných tabulkách (tabulky 14 a 18). Numerické normativy pro somatografické hodnocení zakřivení páteře týkající se mladších dětí metodika neuvádí. Použili jsme tedy uvedené „dětské“ normativy pro všechny námi hodnocené věkové kategorie dětí a v dalším textu bude komentovaná statistická významnost či nevýznamnost rozdílu ve zjištěných hodnotách jednotlivých parametrů.

Naměřené hodnoty sledovaných parametrů: hloubky krční lordózy **CI**, hloubky bederní lordózy **LI**, indexu sagitální rovnováhy **CI/LI** a vrcholu hrudní kyfózy **V_{Thk}** v jednotlivých věkových kategoriích, jsou prezentovány nejprve **jednotlivě**: tj. zvlášť jsou klasifikovány odchylky každého ze sledovaných parametrů dle normativu a uvedena relativní četnost výskytu odchylek v celém souboru a v jednotlivých kategoriích.

Následně je uvedeno relativní rozložení souboru dle výsledného typu postury a odchylky od stanoveného normativu, které jsou dány **kombinací** hodnot parametru **CI** a parametru **LI**.

Hodnocený parametr: hloubka krční lordózy (CI)

Průměrná hodnota parametru **CI** u **dětí celkem** byla **43,3 ± 14,2 mm** a u **dospělých celkem** **68,0 ± 17,7 mm**. Byl prokázán statisticky významný rozdíl v hodnotách parametru **CI** mezi dětmi a dospělými pomocí Mann-Whitneyho U testu (**p < 0,001**). Tento efekt je patrný z grafického znázornění u dětí a dospělých celkem (viz obrázek 12) i zvlášť u žen a mužů (viz obrázky 13 a 14). Kompletní popisná statistika parametru **CI** dle jednotlivých věkových kategorií je uvedena v tabulkách 11, 12 a 13.



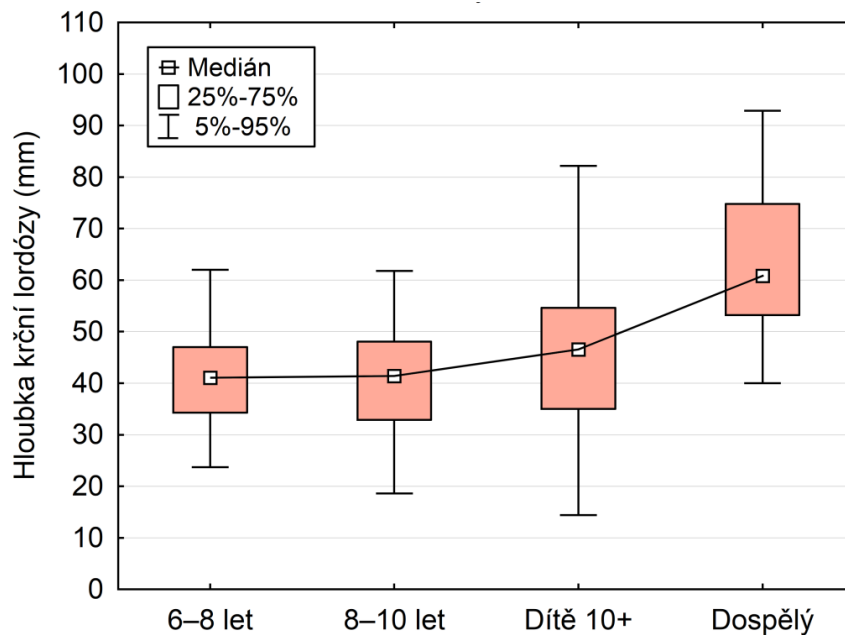
Obrázek 12 - Hodnoty hloubky krční lordózy (parametru Cl): celkem (♂+♀)

Tabulka 11 - Popisná statistika parametru Cl: celkem (♂+♀)

Celkem (♂+♀)	Hodnoty parametru Cl (v mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
děti celkem	43,3 ± 14,2	0,0	26,8	34,2	43,0	52,7	60,4	82,7
dospělí celkem	68,0 ± 17,7	18,8	47,2	54,8	65,5	82,0	90,6	118,2
celý soubor	52,2 ± 19,5	0,0	30,1	38,5	49,8	63,2	81,3	118,2

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot parametru Cl v celém souboru ($p < 0,001$); v ostatních jednotlivých kategoriích se normalita nezamítá.



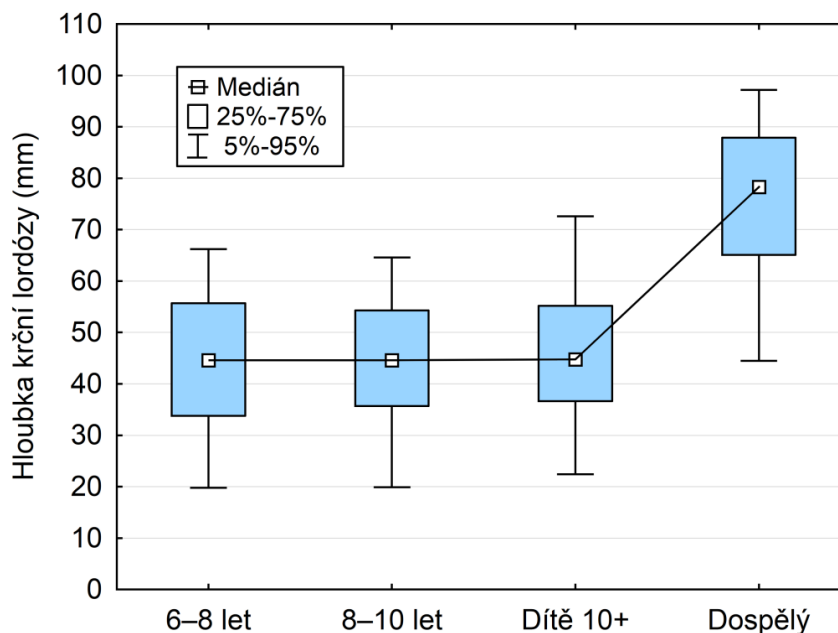
Obrázek 13 - Hodnoty hloubky krční lordózy (parametru CI): ženy celkem

Tabulka 12 - Popisná statistika parametru CI: ženy

Věkové kategorie ♀	Hodnoty parametru CI (v mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
$\geq 6 < 8$ let	41,8 ± 11,7	17,1	30,0	34,3	41,1	47,0	58,8	73,4
$\geq 8 < 10$ let	40,8 ± 12,6	8,8	24,0	32,9	41,4	48,1	56,0	68,0
≥ 10 let	45,5 ± 17,9	11,9	20,6	35,0	46,6	54,6	64,6	82,7
dívky celkem	42,1 ± 13,7	8,8	24,2	34,0	41,9	49,4	59,2	82,7
dospělé ženy	63,8 ± 16,8	18,8	45,7	53,2	60,9	74,8	87,3	110,1
celkem ♀	51,3 ± 18,5	8,8	30,4	39,1	49,3	62,0	78,0	110,1

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot parametru CI v souboru dospělých žen ($p < 0,05$) a v souboru žen celkem ($p < 0,05$); v ostatních jednotlivých kategoriích se normalita nezamítá



Obrázek 14 - Hodnoty hloubky krční lordózy (parametru Cl): muži celkem

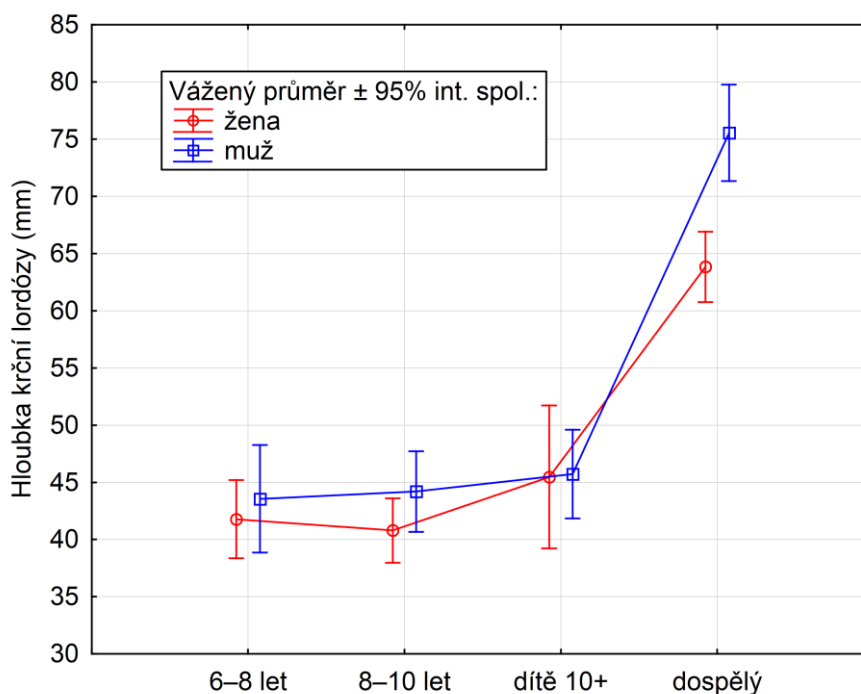
Tabulka 13 - Popisná statistika parametru Cl: muži

Věkové kategorie ♂	Hodnoty parametru Cl (v mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
$\geq 6 < 8$ let	43,6 ± 15,1	11,3	22,6	33,8	44,6	55,7	59,9	70,6
$\geq 8 < 10$ let	44,2 ± 14,6	0,0	27,3	35,7	44,6	54,3	61,4	80,2
≥ 10 let	45,7 ± 14,5	12,9	29,0	36,7	44,8	55,2	65,8	79,6
chlapci celkem	44,5 ± 14,6	0,0	27,3	34,6	44,7	54,8	62,0	80,2
dospělí muži	75,6 ± 16,9	37,7	50,6	65,1	78,4	87,9	92,3	118,2
celkem ♂	53,2 ± 20,6	0,0	29,8	38,2	51,4	65,8	82,8	118,2

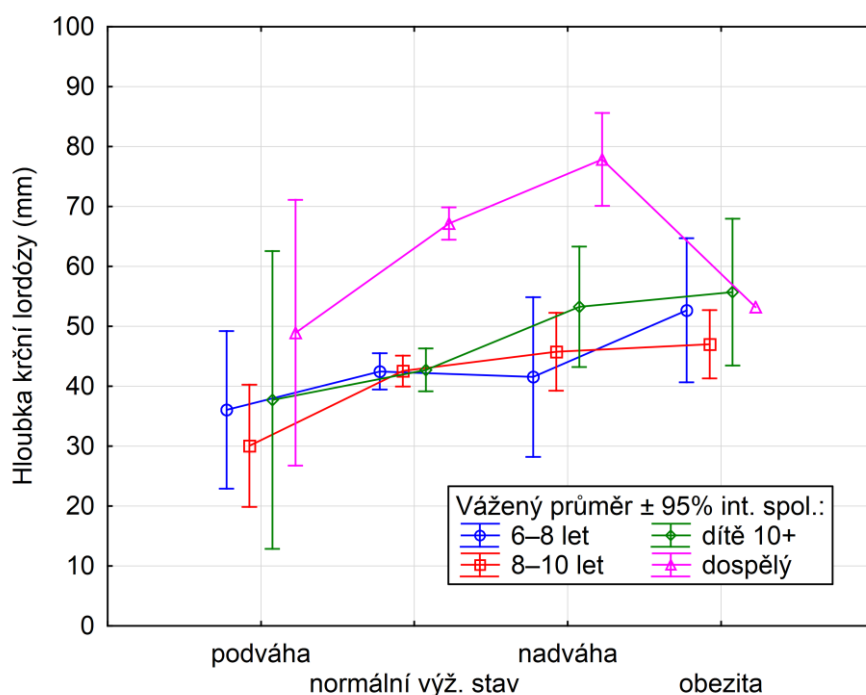
Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot parametru Cl v souboru mužů celkem ($p < 0,05$); v ostatních kategoriích se normalita nezamítá.

Vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA) pro parametr CI, která hodnotila faktory pohlaví, věku, výšky a výživového stavu a jejich vzájemné interakce, prokázala **vliv věku** na hodnotu parametru CI v rámci celého souboru ($p < 0,05$), jen u dětí již rozdíl dle věkových kategorií neukazuje, což naznačuje, že významný efekt pozorovaný v celém souboru byl způsoben převážně odstupem dospělých probandů od dětských skupin, které již byly mezi sebou poměrně homogenní. Bonferroniho test (porovnání všech kategorií se všemi) dokazuje, že se **dospělí liší vůči všem dětským věkovým kategoriím** ($p < 0,001$) a že **hodnota CI se statisticky významně neliší navzájem v kategoriích dětí** ($p > 0,05$). Dále statistická analýza prokázala **statisticky významný vliv výživového stavu** na parametr CI v celém souboru ($p < 0,05$) i jen v dětských kategoriích ($p < 0,05$) a statisticky významný vliv interakce pohlaví a věku jen v rámci celého souboru ($p < 0,05$). **Závislost hodnoty CI na věku se liší dle pohlaví**: Bonferroniho test prokázal ($p < 0,001$), že se statisticky významně liší hodnota parametru CI **dospělých mužů** oproti hodnotě CI **dospělých žen**. Analyzované efekty jsou patrné z grafů na obrázcích 15 a 16.



Obrázek 15 - Vliv interakce věku a pohlaví na hodnotu parametru CI (hloubka krční lordózy)



Obrázek 16 -Vliv interakce výživového stavu a věku na hodnotu parametru C1 (hloubku krční lordózy)

Z výše uvedeného grafu na obrázku 16 je patrné, že se zvyšujícím se BMI dochází ve všech sledovaných kategoriích ke zvyšování hodnoty parametru C1 nad optimální hranici. Výjimku zdánlivě tvoří hodnota v pásmu obezity u dospělých, kde je však křivka dána pouze jedním probandem, a tudíž není směrodatná, což je ilustrováno i faktem, že v analýze rozptylu nebyl prokázán statisticky významný vliv interakce výživového stavu a věkové kategorie na hloubku krční lordózy (parametr C1).

Klasifikace parametru C1 dle normativu

V tabulce 14 jsou uvedena kritéria pro hodnocení parametru C1 a relativní četnost výskytu odchylek hodnot parametru C1 od normativu v jednotlivých kategoriích. Vzhledem k výše uvedeným statisticky nevýznamným rozdílům v hodnotách C1 mezi jednotlivými dětskými kategoriemi, prezentují dále výsledky v dětských kategoriích celkem vůči dospělým.

Je-li změřená hodnota parametru **CI** klasifikována jako „**norma**“ nebo „**mírné prohloubení**“, jedná se o fyziologický nález. Fyziologické hodnoty parametru **CI** byly zjištěny pouze u **27,6 % dětí** celkem a u **7,1 % dospělých** celkem. Stupně odchylky označované metodikou jako „**výrazné prohloubení**“ (tj. u dětí $CI > 35 \text{ mm} \leq 45 \text{ mm}$; v kategorii dospělých $CI > 45 \text{ mm} \leq 55 \text{ mm}$) a „**velmi výrazné prohloubení**“ (tj. u dětí $CI > 45 \text{ mm}$; v kategorii dospělých $CI > 55 \text{ mm}$), jsou indikátorem zhoršení kvality zakřivení páteře v cerviko-thorakálním úseku páteře. Byly zjištěny celkem u **72,4 % dětí** a **92,9 % dospělých**. Podrobné výsledky viz tabulka 14.

Tabulka 14 - Relativní četnost výskytu odchylek hodnot parametru CI od normativu v jednotlivých kategoriích

Kategorie	Stupeň odchylky				
	0	1. st.	2. st.	3. st.	celkem
děti celkem (%)	9,5	18,1	28,8	43,6	100
dívky (%)	10,5	18,8	31,9	38,8	100
chlapci (%)	8,4	17,5	25,9	48,2	100
dospělí celkem (%)	1,6	5,5	8,2	84,6	100
dospělé ženy (%)	2,5	5,1	11,0	81,4	100
dospělí muži (%)	0,0	6,3	3,1	90,6	100

Legenda:

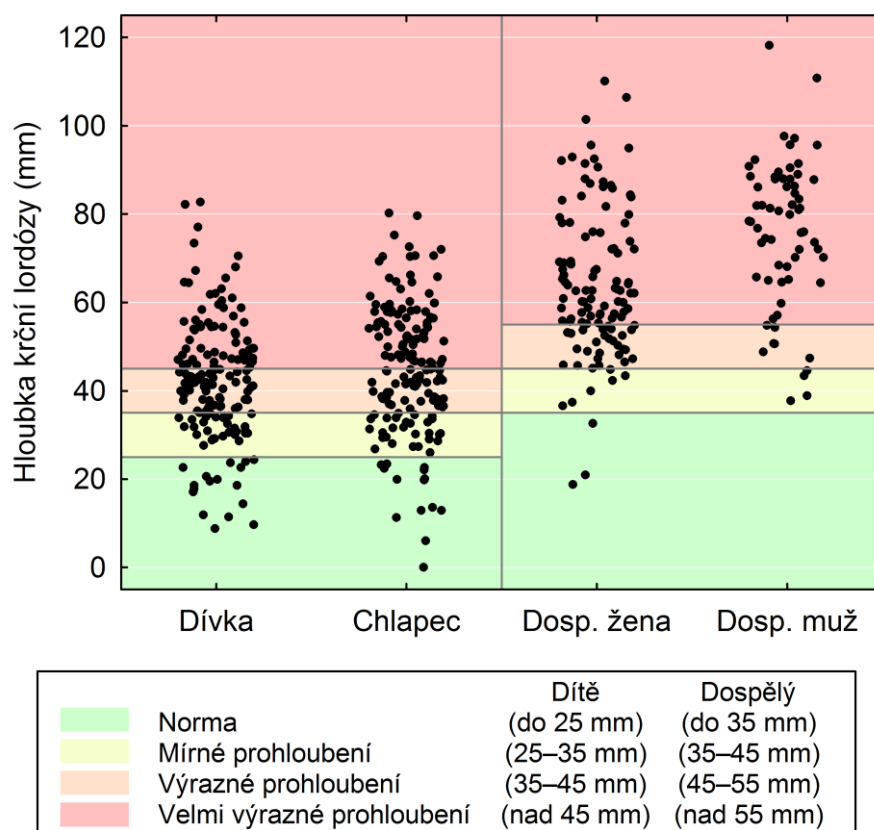
0 = norma (pro děti: $\leq 25 \text{ mm}$; pro dospělé: $\leq 35 \text{ mm}$)

1. st. = mírné prohloubení (pro děti: $> 25 \text{ mm} \leq 35 \text{ mm}$; pro dospělé: $> 35 \text{ mm} \leq 45 \text{ mm}$)

2. st. = výrazné prohloubení (pro děti: $> 35 \text{ mm} \leq 45 \text{ mm}$; pro dospělé: $> 45 \text{ mm} \leq 55 \text{ mm}$)

3. st. = velmi výrazné prohloubení (pro děti: $> 45 \text{ mm}$; pro dospělé: $> 55 \text{ mm}$)

Grafické znázornění rozložení souboru dle hodnoty parametru **CI** (viz graf na obrázku 17) dokumentuje výrazný posun směrem k vyšším hodnotám parametru **CI** oproti použitému normativu ve všech kategoriích, převahu výrazných a velmi výrazných odchylek zejména v kategoriích dospělých.

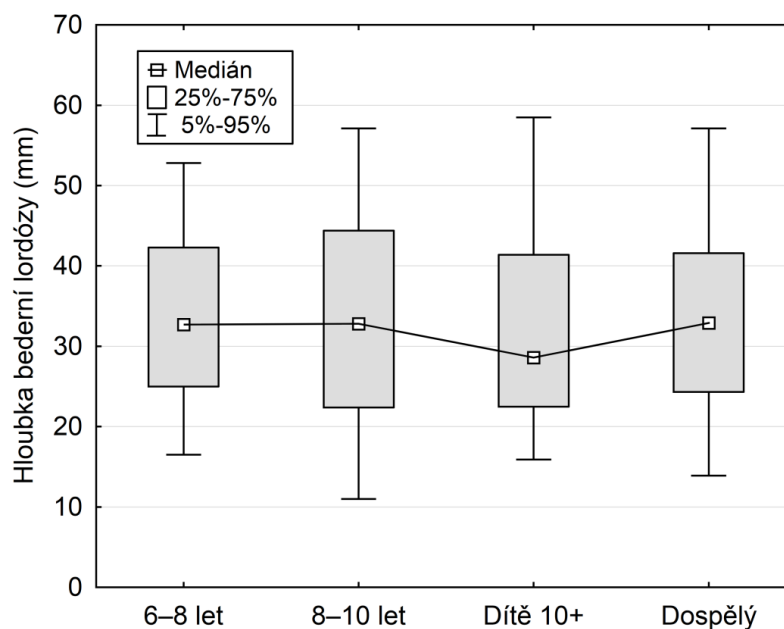


Obrázek 17 - Rozložení souboru dle hloubky krční lordózy (parametru CI)

Hodnocený parametr: hloubka bederní lordózy (LI)

Průměrná hodnota parametru **LI** u **děti celkem** a u **dospělých celkem** byla **33,3 ± 13,4 mm** resp. **33,5 ± 12,9 mm**. Pomocí Mann-Whitneyho U testu nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v hodnotách **LI** mezi dětmi a dospělými (**p > 0,05**).

Hodnoty parametru **LI** naměřené v jednotlivých kategoriích jsou prezentovány vždy zvlášť pro celý soubor a dle pohlaví nejprve graficky (viz grafy na obrázcích 18, 19 a 20). Kompletní popisná statistika parametru **LI** dle jednotlivých věkových kategorií je uvedena v tabulkách 15, 16 a 17.



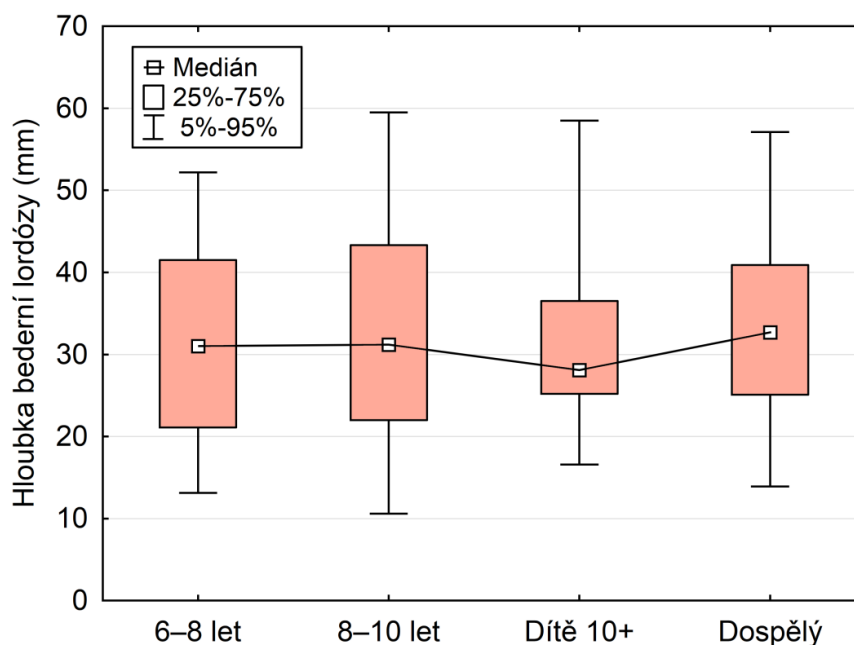
Obrázek 18 - Hodnoty hloubky bederní lordózy (parametru L1): celý soubor

Tabulka 15 - Popisná statistika parametru L1: celkem (♂+♀)

Celkem (♂+♀)	Hodnoty parametru L1 (mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
děti celkem	33,3 ± 13,4	0,9	18,2	23,1	31,6	43,0	52,3	77,5
dospělí celkem	33,5 ± 12,9	2,4	16,5	24,3	32,9	41,6	50,6	71,0
celý soubor	33,4 ± 13,2	0,9	17,5	23,6	32,2	42,6	52,0	77,5

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot parametru L1 v souboru dětí celkem ($p < 0,01$) a v celém souboru ($p < 0,01$).



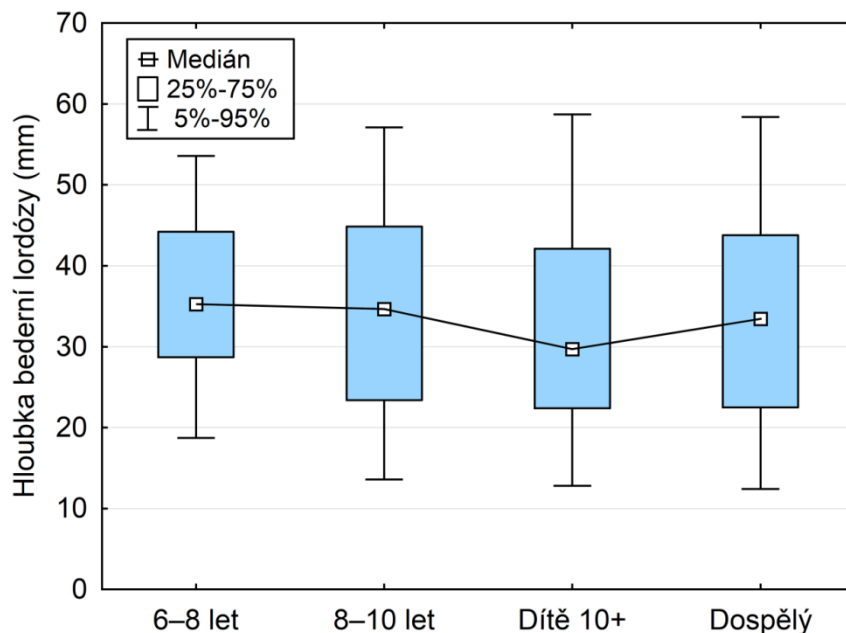
Obrázek 19 - Hodnota hloubky bederní lordózy (parametru L1): ženy celkem

Tabulka 16 - Popisná statistika parametru L1: ženy

Věkové kategorie ♀	Hodnoty parametru L1 (mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
$\geq 6 < 8$ let	31,6 ± 12,5	7,3	16,5	21,1	31,0	41,5	50,2	53,4
$\geq 8 < 10$ let	33,1 ± 14,4	4,8	16,2	22,0	31,2	43,3	54,6	67,1
≥ 10 let	31,8 ± 13,0	6,1	18,5	25,2	28,1	36,5	49,7	67,4
dívky celkem	32,4 ± 13,5	4,8	17,0	22,2	30,5	41,8	52,3	67,4
dospělé ženy	33,6 ± 12,0	9,7	17,7	25,1	32,7	40,9	47,2	71,0
celkem♀	32,9 ± 12,9	4,8	17,1	23,9	31,4	41,5	50,6	71,0

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot parametru L1 v kategorii dívek ≥ 10 let ($p < 0,05$) a v souboru žen celkem ($p < 0,05$); v ostatních kategoriích se normalita nezamítá.



Obrázek 20 - Hodnoty hloubky bederní lordózy (parametru L1): muži celkem

Tabulka 17 - Popisná statistika parametru L1: muži

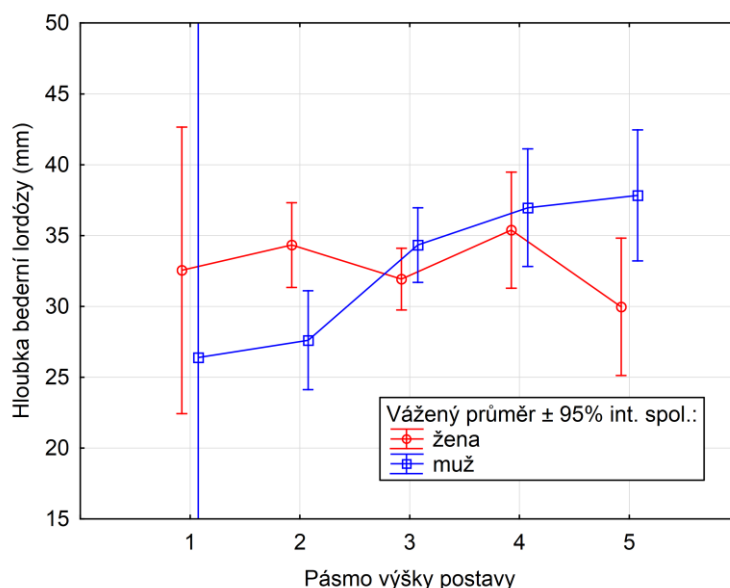
Věkové kategorie ♂	Hodnoty parametru L1 (mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
$\geq 6 < 8$ let	35,4 ± 10,5	17,3	20,2	28,7	35,3	44,2	47,1	57,6
$\geq 8 < 10$ let	34,4 ± 13,5	7,0	17,8	23,4	34,7	44,9	51,2	69,2
≥ 10 let	32,8 ± 14,7	0,9	18,6	22,4	29,7	42,1	54,7	77,5
chlapci celkem	34,1 ± 13,2	0,9	18,7	23,3	33,6	44,2	52,7	77,5
dospělí muži	33,4 ± 14,4	2,4	14,8	22,5	33,5	43,8	54,2	64,4
celkem ♂	33,9 ± 13,5	0,9	17,5	23,1	33,6	44,1	52,8	77,5

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot parametru L1 v kategorii chlapců ≥ 10 let ($p < 0,05$); v ostatních kategoriích se normalita nezamítá.

Vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA) pro parametr **L1**, která hodnotila faktory pohlaví, věku, výšky a výživového stavu a jejich vzájemné interakce, prokázala **vliv věku** na hodnotu parametru **L1** v rámci celého souboru i rámci dětských kategorií (**p < 0,05**). Dle Bonferroniho testu nebyly v rámci ANOVy prokázány statisticky významné rozdíly mezi žádnými dvěma věkovými kategoriemi (**p > 0,05**).

Jen v další vzájemné interakci je pozorována různá míra závislosti parametru **L1** na výšce dle pohlaví (**p < 0,05**). U vyšších mužů celkem byly pozorovány vyšší hodnoty parametru **L1**, u žen tento trend patrný nebyl. Popisovaný efekt je patrný z grafu na obrázku 21.



Obrázek 21 - Vliv vzájemné interakce faktorů pohlaví * výška na hodnotu parametru L1 (hloubky bederní lordózy)

Klasifikace parametru L1 dle normativu

V tabulce 18 jsou uvedena kritéria pro hodnocení parametru **L1** a relativní četnost výskytu odchylek hodnot parametru **L1** od normativu v jednotlivých kategoriích. Vzhledem k výše uvedeným statisticky nevýznamným rozdílům v hodnotách **L1** mezi jednotlivými dětskými kategoriemi, opět dále prezentuji výsledky v dětských kategoriích celkem vůči dospělým.

Nižší hodnoty parametru **L1** než normativ jsou označovány jako „oploštění“ a znaménkem mínus, vyšší hodnoty parametru **L1** než normativ pak jako „prohloubení“ a označovány znaménkem plus. Fyziologický nález (tj. hodnoty parametru **L1** klasifikované jako „norma“ popř. „mírná odchylka“ ve smyslu oploštění nebo prohloubení) byl zjištěn u **73,0 % dětí** celkem a u **85,7 % dospělých** celkem. Hodnoty $L1 < 15$ mm u dětí i dospělých již mohou signalizovat nefyziologicky **plošší thorako-lumbální úsek** páteře. Zjištěny byly celkem u **5,2 % dětí** a **7,7 % dospělých**. Stupně odchylky označované metodikou jako „výrazné prohloubení“ (tj. u dětí $L1 > 45$ mm ≤ 55 mm; v kategorii dospělých $L1 > 55$ mm ≤ 65 mm) a „velmi výrazné prohloubení“ (tj. u dětí $L1 > 55$ mm; v kategorii dospělých $L1 > 65$ mm) jsou indikátorem prohloubené bederní lordózy. Zjištěny byly u **21,7 % dětí** celkem a u **6,5 % dospělých**. Podrobné výsledky viz tabulka 18.

Tabulka 18 - Relativní četnost výskytu odchylek hodnot parametru L1 od normativu v jednotlivých kategoriích

Kategorie	Stupeň odchylky							celkem
	-3. st.	-2. st.	-1. st.	0	1. st.	2. st.	3. st.	
děti celkem (%)	0,0	5,2	39,6	13,8	19,6	15,6	6,1	100
dívky (%)	0,0	6,3	41,9	15	16,3	15	5,6	100
chlapci (%)	0,0	4,2	37,3	12,7	22,9	16,3	6,6	100
dospělí celkem (%)	0,0	7,7	34,1	40,7	11,0	6,0	0,5	100
dospělé ženy (%)	0,0	5,9	35,6	43,2	9,3	5,1	0,8	100
dospělí muži (%)	0,0	10,9	31,3	35,9	14,1	7,8	0,0	100

Legenda:

-3. st. = velmi výrazné oploštění pro děti i dospělé: < 0 mm

-2. st. = výrazné oploštění pro děti i dospělé: ≥ 0 mm < 15 mm

-1. st. = mírné oploštění pro děti i dospělé: ≥ 15 mm < 30 mm

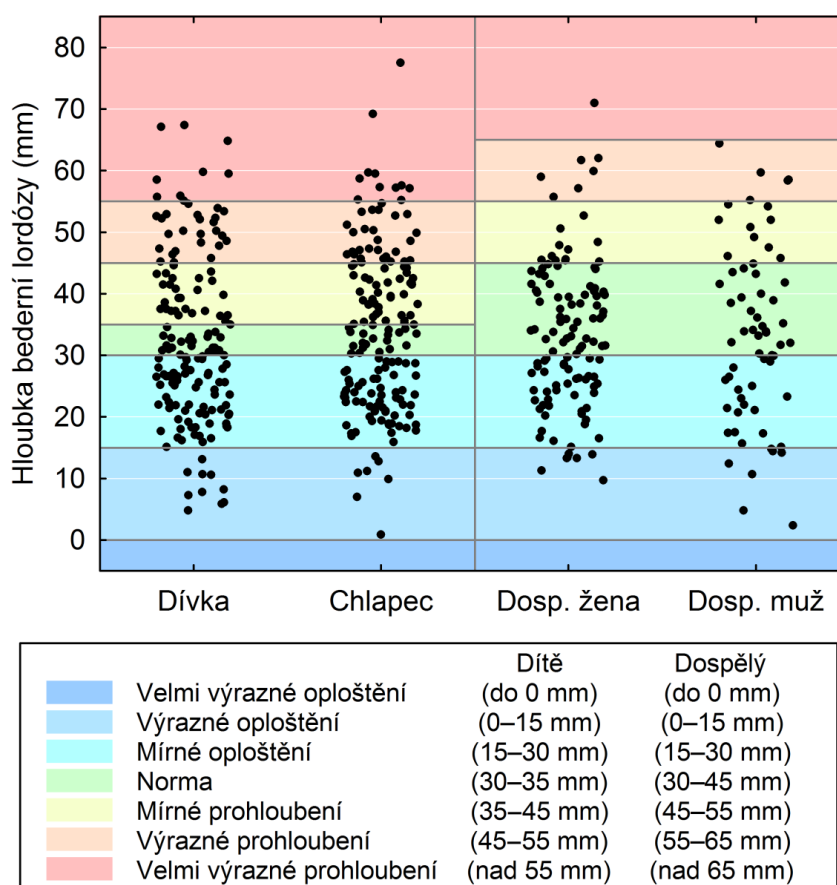
0 = norma (pro děti: ≥ 30 mm ≤ 35 mm; pro dospělé: ≥ 30 mm ≤ 45 mm)

1. st. = mírné prohloubení (pro děti: > 35 mm ≤ 45 mm; pro dospělé: > 45 mm ≤ 55 mm)

2. st. = výrazné prohloubení (pro děti: > 45 mm ≤ 55 mm; pro dospělé: > 55 mm ≤ 65 mm)

3. st. = velmi výrazné prohloubení (pro děti: > 55 mm; pro dospělé: > 65 mm)

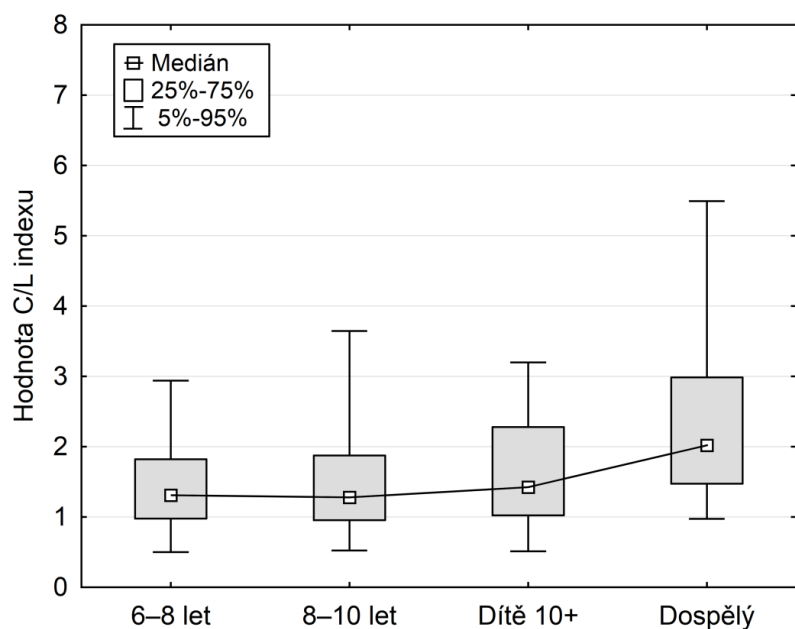
Grafické znázornění (viz graf na obrázku 22) rozložení souboru dle hodnoty parametru **LI** dokumentuje symetričtější rozložení vzhledem k použitému normativu než u parametru **CI**. Je jen patrné úzké nastavení rozpětí „normální“ hodnoty parametru **LI** pro děti.



Obrázek 22 - Rozložení souboru dle hodnoty parametru LI

Hodnocený parametr: index sagitální rovnováhy CI/LI

Pro hodnocení míry kompenzace statiky v sagitální rovině je použit index **CI/LI**, udávající poměr hloubky krční lordózy k hloubce bederní lordózy. Průměrná hodnota indexu **CI/LI** u **dětí celkem** byla **1,68 ± 1,77** a u **dospělých celkem** **2,52 ± 2,06**. Pomocí Mann-Whitneyho U testu byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi hodnotami **CI/LI** dětí a dospělých (**p < 0,001**). Zjištěné hodnoty v jednotlivých kategoriích jsou dokumentovány graficky (viz obrázky 23, 24 a 25). Kompletní popisná statistika indexu **CI/LI** dle jednotlivých věkových kategorií je uvedena v tabulkách 19, 20 a 21.



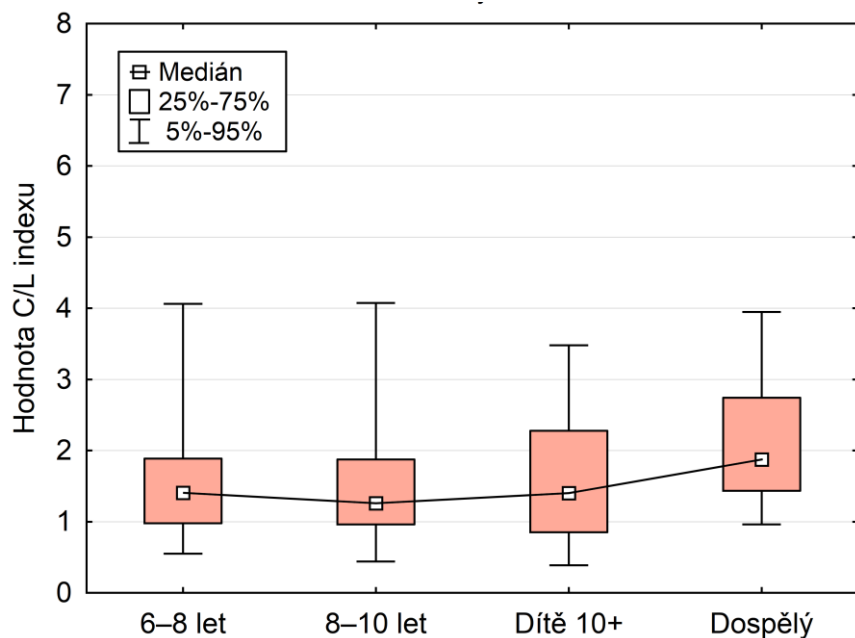
Obrázek 23 - Hodnoty indexu CI/LI: celý soubor

Tabulka 19 - Popisná statistika indexu sagitální rovnováhy CI/LI: celkem (♂+♀)

Celkem (♂+♀)	Hodnoty indexu CI/LI							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
děti celkem	1,68 ± 1,77	0,00	0,66	0,97	1,32	1,97	2,69	24,89
dospělí celkem	2,52 ± 2,06	0,76	1,14	1,47	2,02	2,99	3,87	18,08
celý soubor	1,98 ± 1,92	0,00	0,76	1,07	1,52	2,32	3,19	24,89

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot indexu CI/LI ve všech sledovaných souborech ($p < 0,001$).



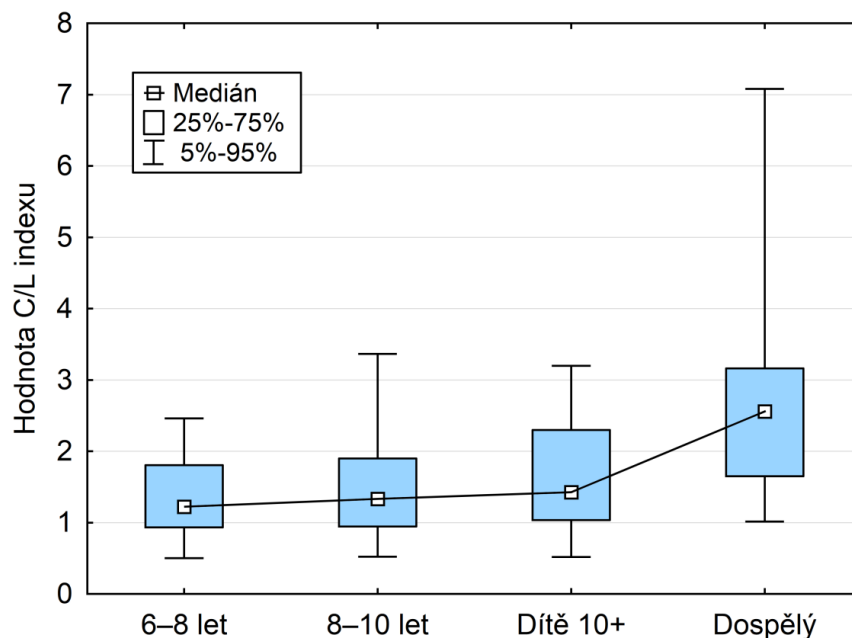
Obrázek 24 - Hodnoty indexu C/L: ženy celkem

Tabulka 20 - Popisná statistika indexu sagitální rovnováhy C/L: ženy

Věkové kategorie ♀	Hodnoty indexu C/L							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
$\geq 6 < 8$ let	1,66 ± 1,10	0,37	0,67	0,98	1,41	1,89	2,94	5,73
$\geq 8 < 10$ let	1,62 ± 1,31	0,14	0,61	0,96	1,26	1,88	2,67	7,63
≥ 10 let	1,82 ± 1,65	0,29	0,57	0,85	1,40	2,28	2,97	9,90
dívky celkem	1,67 ± 1,33	0,14	0,65	0,97	1,31	2,04	2,89	9,90
dospělé ženy	2,16 ± 1,02	0,76	1,12	1,44	1,88	2,74	3,53	6,21
celkem ♀	1,88 ± 1,23	0,14	0,75	1,10	1,52	2,30	3,19	9,90

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot indexu C/L ve všech sledovaných souborech ($p < 0,001$).



Obrázek 25 - Hodnoty indexu CI/LI: muži celkem

Tabulka 21 - Popisná statistika indexu sagitální rovnováhy CI/LI: muži

Věkové kategorie ♂	Hodnoty indexu CI/LI							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
$\geq 6 < 8$ let	1,33 ± 0,60	0,30	0,66	0,94	1,22	1,81	1,98	2,80
$\geq 8 < 10$ let	1,60 ± 1,46	0,00	0,72	0,94	1,33	1,90	2,69	11,46
≥ 10 let	2,04 ± 3,21	0,51	0,61	1,04	1,43	2,30	2,72	24,89
chlapci celkem	1,68 ± 2,11	0,00	0,66	0,97	1,36	1,95	2,62	24,89
dospělí muži	3,18 ± 3,09	0,87	1,15	1,65	2,56	3,16	6,01	18,08
celkem ♂	2,10 ± 2,51	0,00	0,76	1,05	1,50	2,41	3,19	24,89

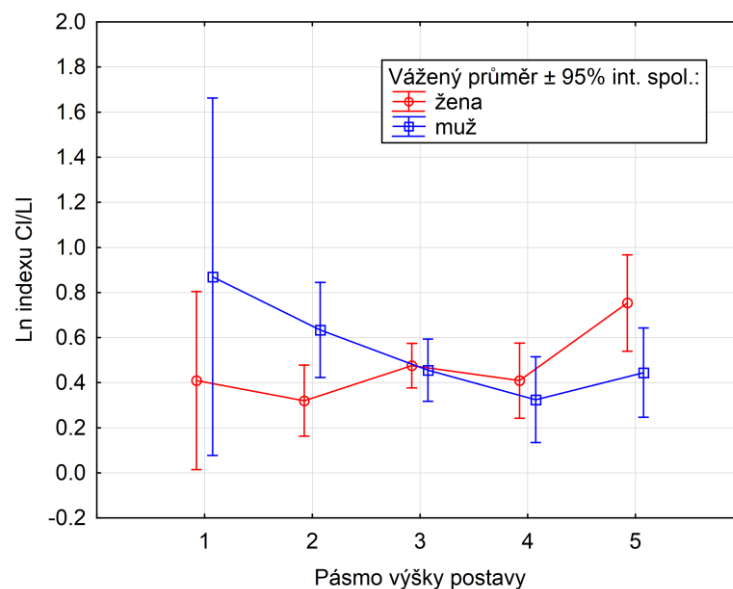
Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkův test vyloučil normální rozdělení hodnot indexu CI/LI ve všech sledovaných souborech ($p < 0,001$) mimo věkovou kategorii chlapců $\geq 6 < 8$ let ($p > 0,05$).

Vliv faktorů věku, pohlaví, výšky a výživového stavu na hodnotu indexu **CI/LI** byl opět analyzován vícefaktorovou analýzou rozptylu ANOVou. Pro účely uvedené statistické analýzy byl místo prostého **CI/LI** indexu použit jeho přirozený logaritmus, který rozdělení posouvá blíže normálnímu, které je jedním z předpokladů ANOVy, ale výsledná kvalitativní tvrzení lze použít shodně i pro původní index **CI/LI**.

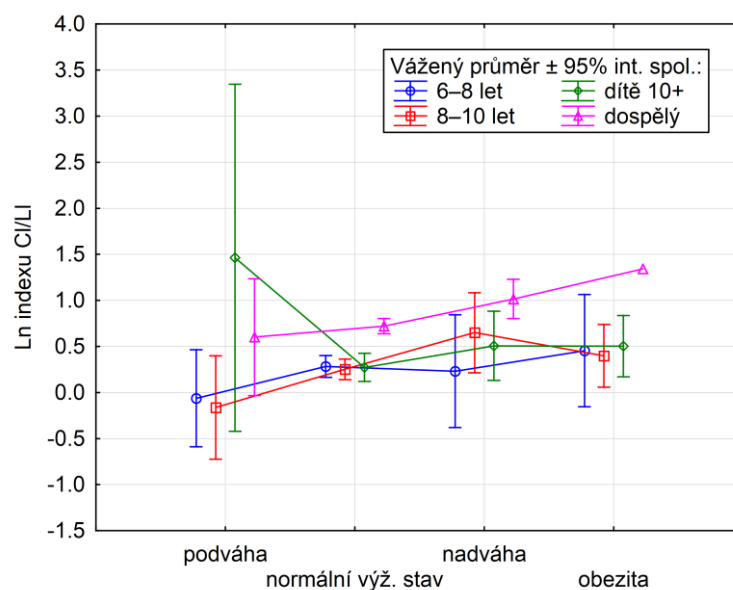
Vícefaktorová analýza celého souboru prokazuje závislost hodnoty indexu **CI/LI** na věku (**p < 0,001**) v rámci celého souboru i jen v rámci dětských kategorií (**p < 0,05**). Bonferroniho test v rámci ANOVy (porovnání všech kategorií se všemi) dokazuje, že hodnota **CI/LI** dospělých se liší vůči všem dětským věkovým kategoriím (**p < 0,001**), ale v dětských kategoriích navzájem statisticky významné rozdíly již nejsou (**p > 0,05**). Dále byly Bonferroniho testem prokázány statisticky významné dílčí rozdíly mezi dospělými ženami a kategoriemi $\geq 6 < 8$ let a $\geq 8 < 10$ let dívek (**p < 0,05**) a chlapců (**p < 0,001**). Statisticky významně se liší hodnota indexu **CI/LI** dospělých mužů proti všem kategoriím dětí (**p < 0,001**). Nebyly však prokázány statisticky významné rozdíly v hodnotách dospělých mužů proti hodnotám dospělých žen (**p > 0,05**).

Dále vícefaktorová ANOVA prokázala statisticky významnou závislost hodnoty indexu **CI/LI** na výšce postavy v rámci celého souboru (**p < 0,05**) i v rámci jen dětských kategorií (**p < 0,05**). Tato závislost indexu **CI/LI** na výšce je různá dle pohlaví v rámci celého souboru (**p < 0,05**) i rámci jen dětských kategorií (**p < 0,05**). V grafu na obrázku 26 je znázorněný efekt: čím vyšší žena, tím vyšší hodnota **CI/LI**, u mužů s výškou hodnota **CI/LI** spíše klesá.



Obrázek 26 - Vliv výšky v interakci s pohlavím na hodnotu indexu CI/LI

Závislost hodnoty indexu **CI/LI** na výživovém stavu je různá dle věku, a to jak v rámci celého souboru (**p < 0,05**), tak i v rámci jen dětských kategorií (**p < 0,05**). Odlišný trend této závislosti je patrný z grafu na obrázku 27: ukazuje se, že u dospělých je **CI/LI** index celkově vyšší, a jeho závislost na výživovém stavu má odlišný průběh než v dětských kategoriích. V kategorii dětí v pásmu podváhy ve věku 10+ bylo minimum probandů (pouze 4 jedinci), což mohlo způsobit široký interval spolehlivosti průměru.



Obrázek 27 - Vliv interakce výživového stavu a věku na hodnotu indexu CI/LI

Klasifikace indexu sagitální rovnováhy CI/LI dle normativu

Hodnota indexu **CI/LI**, který slouží k hodnocení míry kompenzace sagitální statiky (statické rovnováhy) páteře, by se dle použité originální metodiky měla pohybovat v rozmezí 0,57 - 1,00. Hodnoty menší než uvedené ukazují na dekompenzaci sagitální statiky ve smyslu „zasunutého držení“, vyšší hodnoty naopak tzv. „předsunutého držení“ těla. „Stupeň“ dekompenzace není metodikou rozlišován.

V tabulce 22 je prezentována relativní četnost výskytu odchylek hodnot indexu **CI/LI** od normativu. Vzhledem k výše uvedeným statisticky nevýznamným rozdílům v hodnotách **CI/LI** mezi jednotlivými dětskými kategoriemi, prezentuji dále výsledky v dětských kategoriích celkem vůči dospělým.

Pouze u **20,9 % dětí celkem** a u **5,5 % dospělých celkem** byla dle hodnoty **CI/LI** indexu vyhodnocena **statika páteře v sagitální rovině jako kompenzovaná**. Nižší hodnoty než **0,57** byly zjištěny u **7,1 % dětí celkem**. U **žádného dospělého** probanda nebyla zjištěna dekompenzace sagitální statiky ve smyslu „zasunutého držení“. **Vyšší hodnoty než 1,0** byly zjištěny celkem u **72,1 % dětí** a u **94,5 % dospělých**. Tento typ držení těla je spojen s výrazně vyššími hodnotami parametru **CI** oproti parametru **LI**, tj. odpovídá větší hodnotě antero-posteriorního rozměru cerviko-thorakálního úseku páteře oproti antero-posteriornímu rozměru thorako-lumbálního úseku páteře. Může být spojen s celkově předsunutým držením těla směrem ventrálním od ideální vertikály nebo je indikátorem předsunutého držení hlavy a krční páteře od vrcholu hrudní kyfózy při normálních či nižších hodnotách parametru **LI** oproti normativu.

Tabulka 22 - Relativní četnost výskytu odchylek hodnoty indexu CI/LI od normativu

Kategorie	Stupeň odchylky			
	-1	0	1	celkem
děti celkem (%)	7,1	20,9	72,1	100
dívky (%)	6,9	20,6	72,5	100
chlapci (%)	7,2	21,1	71,7	100
dospělí celkem (%)	0,0	5,5	94,5	100
dospělé ženy (%)	0,0	5,9	94,1	100
dospělí muži (%)	0,0	4,7	95,3	100

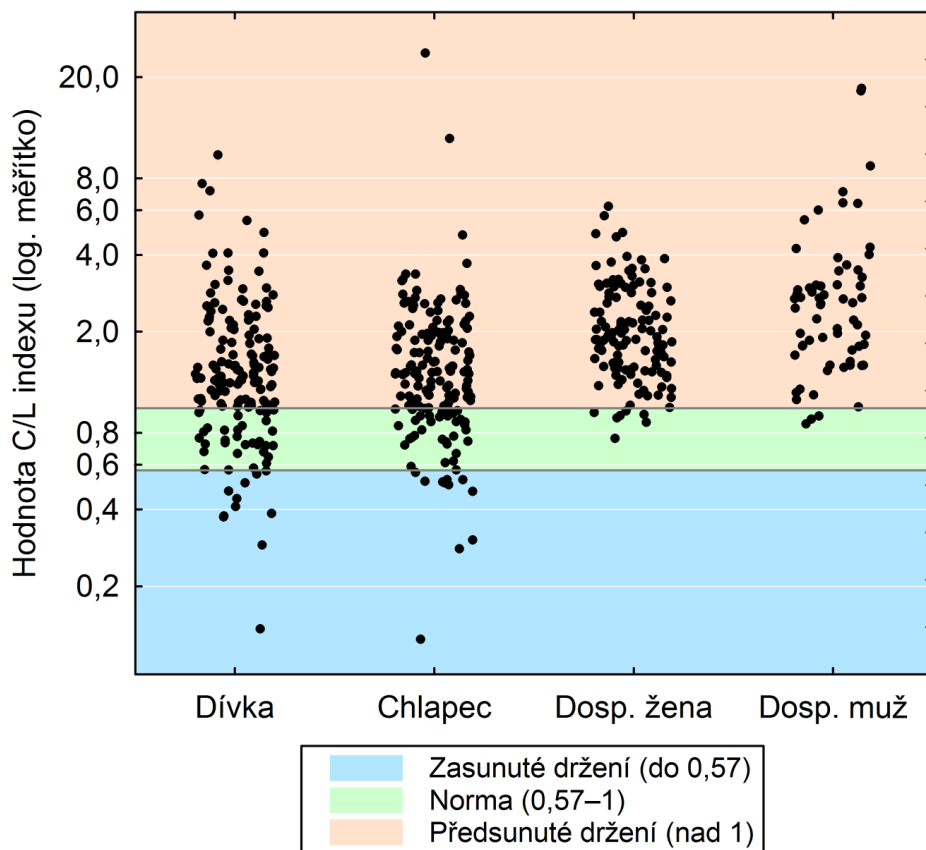
Legenda:

-1 = Dekompenzace sagitální statiky (zasunuté držení): $CI/LI < 0,57$

0 = Kompenzovaná sagitální statika: $CI/LI \geq 0,57 \leq 1$

+1 = Dekompenzace sagitální statiky (předsunutě držení): $CI/LI > 1$

Grafické znázornění rozložení souboru dle sledovaného parametru **CI/LI** ukazuje na posun k vyšším hodnotám než 1,0 (stupnice osy hodnoty **CI/LI** je v logaritmickém měřítku), tj. na častý výskyt “předsunutého držení“ ve všech věkových kategoriích, a vyšší hodnoty indexu u dospělých oproti dětem (viz graf na obrázku 28).



Obrázek 28 - Rozložení souboru dle hodnot indexu CI/LI

Hodnocený parametr: vrchol hrudní kyfózy V_{Thk}

Pro parametr „vrchol hrudní kyfózy“ V_{Thk} nejsou stanoveny uvedenou metodikou normativy. Pouze je konstatováno, že by měl být v blízkosti ideální vertikály, což je jedno z kritérií kompenzace sagitální statiky při hodnocení držení těla za pomoci olovnice spuštěné ze záhlaví, resp. vztyčené ze středu spojnice pat [Kolisko et al., 2005; Jaroš a Lomíček, 1957]. Průměrná vzdálenost V_{Thk} od ideální vertikály **děti celkem je $-19,3 \pm 22,8$ mm**; průměrná vzdálenost V_{Thk} od ideální vertikály **dospělých celkem je $3,2 \pm 22,9$ mm**.

Záporné hodnoty znamenají posun vrcholu hrudní kyfózy V_{Thk} dorsálně od ideální vertikály, kladné hodnoty posun vrcholu hrudní kyfózy V_{Thk} ventrálně od ideální vertikály. Záporná hodnota, tj. posun vrcholu hrudní kyfózy V_{Thk} dorsálně od ideální vertikály může být indikátorem zvětšené hrudní kyfózy, nevypovídá však nic o poloze hlavy a případném

prohloubení antero-posteriorního rozměru cerviko-thorakálního úseku páteře ovlivňujícího celkovou statiku páteře.

Kompletní popisná statistika parametru V_{Thk} dle jednotlivých věkových kategorií je uvedena v tabulkách 23, 24 a 25.

Tabulka 23 - Popisná statistika parametru V_{Thk} : celkem (♂+♀)

Celkem (♂+♀)	Hodnota parametru V_{Thk} (mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
děti celkem	-19,3 ± 22,8	-84,1	-50,5	-35,2	-18,6	-4,6	7,3	45,1
dospělí celkem	3,2 ± 22,9	-60,9	-26,0	-11,1	4,8	17,8	29,4	65,1
celý soubor	-11,2 ± 25,3	-84,1	-46,7	-29,0	-10,1	5,9	21,1	65,1

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkovým testem nebylo zamítnuto normální rozdělení hodnot parametru V_{Thk} v žádné hodnocené kategorii ($p > 0,05$).

Tabulka 24 - Popisná statistika parametru V_{Thk} : ženy

Věkové kategorie ♀	Hodnota parametru V_{Thk} (mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
≥ 6 < 8 let	-18,8 ± 20,6	-55,7	-51,9	-33,4	-18,3	-3,7	6,9	17,6
≥ 8 < 10 let	-16,0 ± 26,0	-84,1	-50,4	-34,7	-15,0	2,0	17,9	45,1
≥ 10 let	-17,4 ± 22,3	-60,5	-45,7	-36,5	-12,8	-1,2	5,9	20,9
dívky celkem	-17,1 ± 23,6	-84,1	-49,3	-34,2	-14,9	-0,3	12,5	45,1
dospělé ženy	8,2 ± 20,9	-53,1	-16,9	-6,9	10,7	21,2	31,6	65,1
celkem ♀	-6,4 ± 25,7	-84,1	-43,4	-22,7	-5,1	13,1	24,5	65,1

Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkovým testem nebylo zamítnuto normální rozdělení hodnot parametru V_{Thk} v žádné hodnocené kategorii ($p > 0,05$).

Tabulka 25 - Popisná statistika parametru V_{Thk} : muži

Věkové kategorie ♂	Hodnota parametru V_{thk} (mm)							
	$\bar{x} \pm SD$	min.	percentil					max.
			10.	25.	50.	75.	90.	
$\geq 6 < 8$ let	$-24,1 \pm 20,7$	- 64,7	- 47,5	- 40,2	-24,2	-9,1	-3,1	36,6
$\geq 8 < 10$ let	$-20,0 \pm 19,9$	- 69,8	- 49,0	-33,5	-18,6	-6,4	3,2	21,3
≥ 10 let	$-21,2 \pm 25,1$	-71,3	-50,9	-37,6	-21,8	-5,6	7,3	37,9
chlapci celkem	$-21,4 \pm 21,9$	-71,3	-50,5	-36,5	-21,1	-7,1	5,6	37,9
dospělí muži	$-5,9 \pm 23,7$	-60,9	-38,0	-22,6	-5,4	10,1	22,2	53,4
celkem ♂	$-17,1 \pm 23,4$	-71,3	-48,0	-33,9	-16,6	-4,3	12,3	53,4

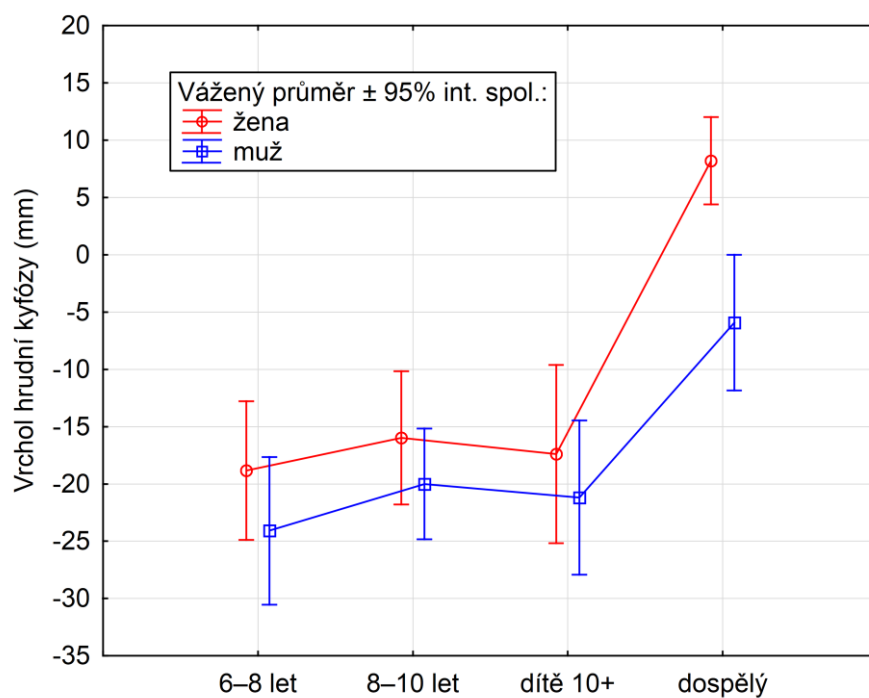
Legenda: \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pozn.: Shapiro-Wilkovým testem nebylo zamítnuto normální rozdělení hodnot parametru V_{Thk} v žádné hodnocené kategorii ($p > 0,05$).

Vícefaktorová analýza rozptylu ANOVA celého souboru ($p < 0,05$) i ANOVA v dětských kategoriích ($p < 0,05$), prokázala vliv věku na hodnotu V_{Thk} .

Bonferroniho test potvrzuje **statisticky významné rozdíly jen mezi kategorií dospělých vůči všem dětským kategoriím ($p < 0,05$)**, ale **rozdíly mezi jednotlivými dětskými kategoriemi neprokazuje ($p > 0,05$)**.

Byl **prokázán statisticky významný vliv pohlaví na hodnotu V_{Thk} v rámci celého souboru ($p < 0,05$)**, ANOVA jen u dětí již rozdíl dle věkových kategorií neukazuje ($p > 0,05$). Z grafu na obrázku 29 je patrné, že ženy mají vrchol hrudní kyfózy posunut celkově více vpřed oproti mužům. Mezi dospělými muži a dospělými ženami je tento rozdíl nejvýznamnější, což prokázal také Bonferroniho post-hoc test ($p < 0,05$; v rámci ostatních věkových kategorií mezi chlapci a dívkami nesignifikantní). Vliv výživového stavu na hodnotu V_{Thk} byl naopak prokázán jen v dětských kategoriích ($p < 0,05$), nikoliv v souboru celkem ($p > 0,05$).



Obrázek 29 - Vliv věku a pohlaví na hodnotu V_{Thk}

Pro přehled o vlivu všech sledovaných faktorů (pohlaví, věku, výšky a výživového stavu) a jejich vzájemných interakcích na měřené parametry **CI** (hloubku krční lordózy), **LI** (hloubku bederní lordózy), index sagitální rovnováhy **CI/LI** a polohu vrcholu hrudní kyfózy V_{Thk} , uvádím výsledky vícefaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) v souhrnné tabulce 26.

Tabulka 26 - Významnost vlivu sledovaných faktorů na biomechanické parametry páteře (výsledky ANOVY)

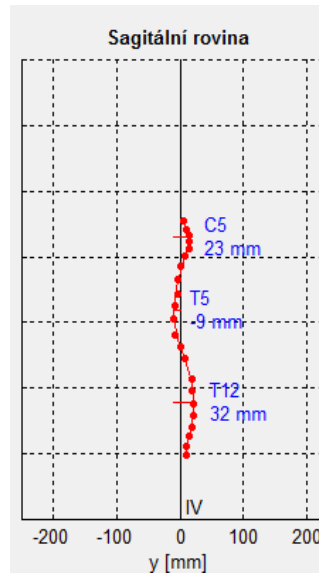
Sledovaný faktor	Významnost vlivu faktoru (p - hodnoty) na parametry v souborech:							
	CI (celý soubor)	CI (děti)	LI (celý soubor)	LI (děti)	CI/LI (celý soubor)	CI/LI (děti)	V _{Thk} (celý soubor)	V _{Thk} (děti)
pohlaví	N	N	N	N	N	N	0,008	N
věk	0,004	N	0,025	0,035	0,001	0,015	0,004	0,015
výživový stav	0,003	0,004	N	N	N	N	N	0,038
výška postavy	N	N	N	N	0,003	0,002	N	N
pohlaví*věk	0,028	N	N	N	N	N	N	N
pohlaví*výživový stav	N	N	N	N	N	N	N	N
věk*výživový stav	N	N	N	N	0,039	0,012	N	N
pohlaví*výška postavy	N	N	0,002	0,000	0,012	0,008	N	N
věk*výška postavy	N	N	N	N	N	N	N	N

Legenda: N = nesignifikantní p-hodnoty; * = vzájemná interakce

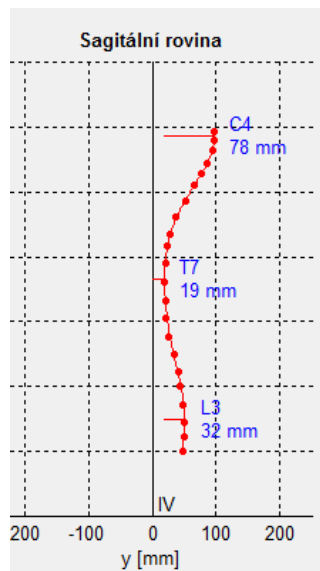
Typy postury dle sagitální křivky páteře

Další možností hodnocení držení těla, která je v použité metodice navržena, je hodnocení typu postury dle celkové sagitální křivky páteře. Jednotlivé typy postury jsou definované hloubkou lordóz (CI a LI) a jejich vzájemným poměrem. Každý proband byl tedy zařazen do příslušné kategorie dle typu i kvality postury zároveň. Norma (0) a 1. stupeň odchylky jsou hodnoceny jako fyziologické držení těla; 2. a 3. stupeň signalizuje posturální vadu. Jednotlivé typy postury a normativy jsou podrobně popsány v tabulce 27.

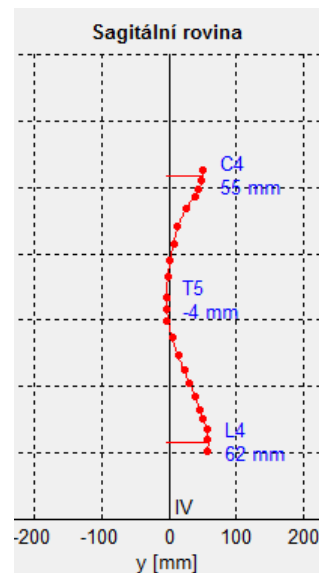
Ideální, staticky kompenzovanou křivku páteře v sagitální rovině a vyhraněné nefyziologické typy postury ilustrují vybrané křivky získané měřením probandů ze souboru dětí (viz obrázky 30, 31, 32, 33, 34).



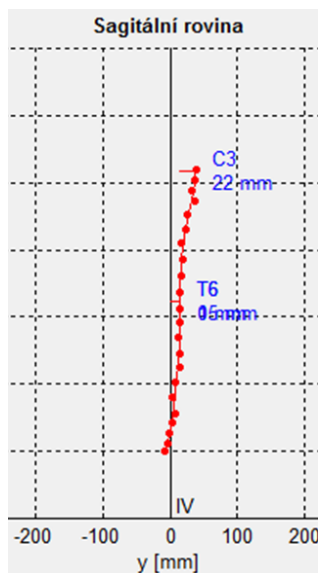
**Obrázek 30 - Ideální, staticky kompenzovaná sagitální křivka páteře:
 $Cl \leq 25 \text{ mm}$; $Ll \geq 30 \leq 35 \text{ mm}$**



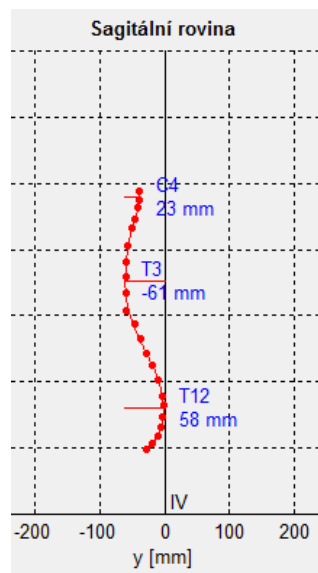
**Obrázek 31 –
 Kyfotický typ postury:
 $Cl > 45 \text{ mm}$; $Ll \leq 35 \text{ mm}$**



**Obrázek 32 -
 Hyperkyfolordotický typ postury:
 $Cl > 45 \text{ mm}$; $Ll > 35 \text{ mm}$**

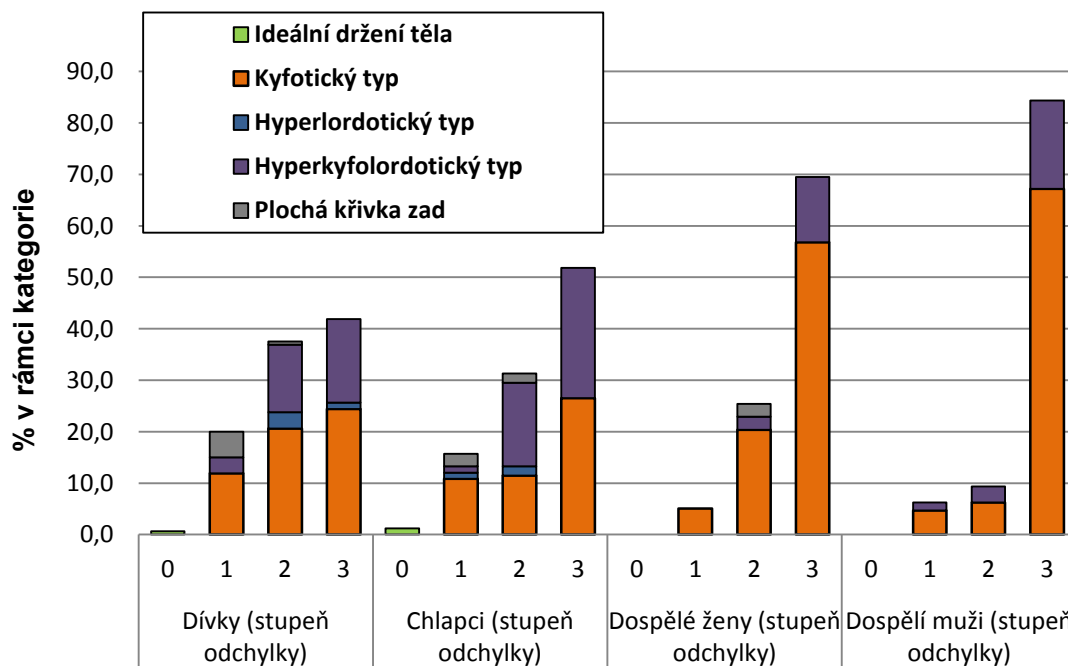


Obrázek 33 - Plochá křivka zad: C1 ≤ 25 mm; L1 < 0 mm



Obrázek 34 - Hyperlordotický typ posury: C1 ≤ 25 mm; L1 > 55 mm

Relativní rozložení souboru dle typu postury a stupně odchyly (uveden vždy procentuální výskyt v rámci kategorie) je dokumentováno souhrnně graficky na obrázku 35.



Obrázek 35 - Relativní rozložení souboru dle typu postury a stupně odchyly

Bez ohledu na stupeň odchylky byl v souboru jak dětí, tak dospělých nejčastěji zjištěn tzv. **kyfotický typ postury: u 52,8 % dětí a u 80,8 % dospělých** (charakterizovaný předsunutým držením hlavy a krční páteře, popř. hyperextenzním postavením krční páteře a normální či plošší bederní lordózou). Jako druhý nejčastější byl vyhodnocen typ **hyperkyfolordotický** (charakterizovaný zvýšenou hodnotou krční i bederní lordózy) u **37,7 % dětí a u 17,6 % dospělých**. **Prohloubení jen bederní lordózy** vykazovalo pouze **3,7 % dětí a žádný dospělý proband**. **Plochost celé sagitální křivky páteře** jsme zjistili u **4,9 % dětí a u 1,6 % dospělých**.

Celkem byla v našem vyšetřovaném souboru zjištěna (bez ohledu na typ postury) „výrazná odchylka“ a „velmi výrazná odchylka“ v sagitálním zakřivení páteře u **34,4 % resp. 46,9 % dětí a u 19,8 % resp. 74,7 % dospělých**. „Mírnou odchylku“, která prezentuje ještě **dobré držení těla**, vykazovalo pouze **17, 8 % dětí** ve školním věku a **5,5 % dospělých**. „Normální“ hodnoty, a tedy **ideálního sagitálního zakřivení páteře dle originální metodiky, dosáhlo v celém souboru zanedbatelné množství probandů ve školním věku (0,9 %) a žádný dospělý**.

Normativy (v mm) a podrobnější relativní rozložení souboru dívek, chlapců, dospělých žen a dospělých mužů dle typu postury a odchylek jsou uvedeny v tabulkách 27, 28, 29, 30 a 31.

Tabulka 27 – Typy a kvalita postury dle kombinace hodnot parametrů CI a LI: normativy pro děti školního věku (a dospělé)

0. Norma (Ideální držení těla)	Stupeň odchylky		
	1. st.: mírná odchylka	2. st.: výrazná odchylka	3. st.: velmi výrazná odchylka
CI ≤ 25 (35); LI ≥ 30 ≤ 35 (≥ 30 ≤ 45)			
Typ postury			
Kyfotický	CI > 25 ≤ 35 (> 35 ≤ 45); LI ≤ 35 (45)	CI > 35 ≤ 45 (45 ≤ 55); LI ≤ 35 (45)	CI > 45 (55); LI ≤ 35 (45)
Hyperlordotický	CI ≤ 25 (35) LI > 35 ≤ 45 (> 45 ≤ 55)	CI ≤ 25 (35) LI > 45 ≤ 55 (> 55 ≤ 65)	CI ≤ 25(35); LI > 55 (65)
Hyperkyfolordotický	CI > 25 ≤ 35 (> 35 ≤ 45); LI > 35 ≤ 45 (> 45 ≤ 55)	CI > 25 ≤ 45 (> 35 ≤ 45); LI > 45 ≤ 55 (> 55 ≤ 65) nebo CI > 35 ≤ 45 (> 45 ≤ 55); LI > 35 ≤ 55 (> 45 ≤ 65)	CI > 25 (35); LI > 55 (65) nebo CI > 45 (55); LI > 35 (45)
Plochá křivka zad (plochý ThL přechod)	CI ≤ 25 (35); LI ≥ 15 < 30 (≥ 15 < 30)	CI ≤ 25(35); LI ≥ 0 < 15 (≥ 0 < 15)	CI ≤ 25(35); LI < 0 (0)

Legenda: normativy pro hodnoty CI a LI uvedeny v mm; hodnoty uvedené v závorce platí pro dospělé

Tabulka 28 - Relativní rozložení souboru dívek dle typu a kvality postury

Stupeň odchylky \ Typ postury	0	1. st.	2. st.	3. st.	Celkem
Ideální držení těla (%)	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6
Kyfotický (%)	0,0	11,9	20,6	24,4	56,9
Hyperlordotický (%)	0,0	0	3,1	1,3	4,4
Hyperkyfolordotický (%)	0,0	3,1	13,1	16,3	32,5
Plochá křivka zad (%)	0,0	5,0	0,6	0,0	5,6
Celkem	0,6	20,0	37,5	41,9	100

Legenda:

0 = norma; 1. st. = mírná odchylka; 2. st. = výrazná odchylka; 3. st. = velmi výrazná odchylka

Tabulka 29 - Relativní rozložení souboru chlapců dle typu a kvality postury

Stupeň odchylky \ Typ postury	0	1. st.	2. st.	3. st.	Celkem
Ideální držení těla (%)	1,2	0,0	0,0	0,0	1,2
Kyfotický (%)	0,0	10,8	11,4	26,5	48,8
Hyperlordotický (%)	0,0	1,2	1,8	0,0	3,0
Hyperkyfolordotický (%)	0,0	1,2	16,3	25,3	42,8
Plochá křivka zad (%)	0,0	2,4	1,8	0,0	4,2
Celkem	1,2	15,7	31,3	51,8	100

Legenda:

0 = norma; 1. st. = mírná odchylka; 2. st. = výrazná odchylka; 3. st. = velmi výrazná odchylka

Tabulka 30 - Relativní rozložení souboru dospělých žen dle typu a kvality postury

Stupeň odchylky	0	1. st.	2. st.	3. st.	Celkem
Typ postury					
Ideální držení těla (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kyfotický (%)	0,0	5,1	20,3	56,8	82,2
Hyperlordotický (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hyperkyfolordotický (%)	0,0	0,0	2,5	12,7	15,3
Plochá křivka zad (%)	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5
Celkem	0,0	5,1	25,4	69,5	100

Legenda:

0 = norma; 1. st. = mírná odchylka; 2. st. = výrazná odchylka; 3. st. = velmi výrazná odchylka

Tabulka 31 - Relativní rozložení souboru dospělých mužů dle typu a kvality postury

Stupeň odchylky	0	1. st.	2. st.	3. st.	Celkem
Typ postury					
Ideální držení těla (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kyfotický (%)	0,0	4,7	6,3	67,2	78,1
Hyperlordotický (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hyperkyfolordotický (%)	0,0	1,6	3,1	17,2	21,9
Plochá křivka zad (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Celkem	0,0	6,3	9,4	84,4	100

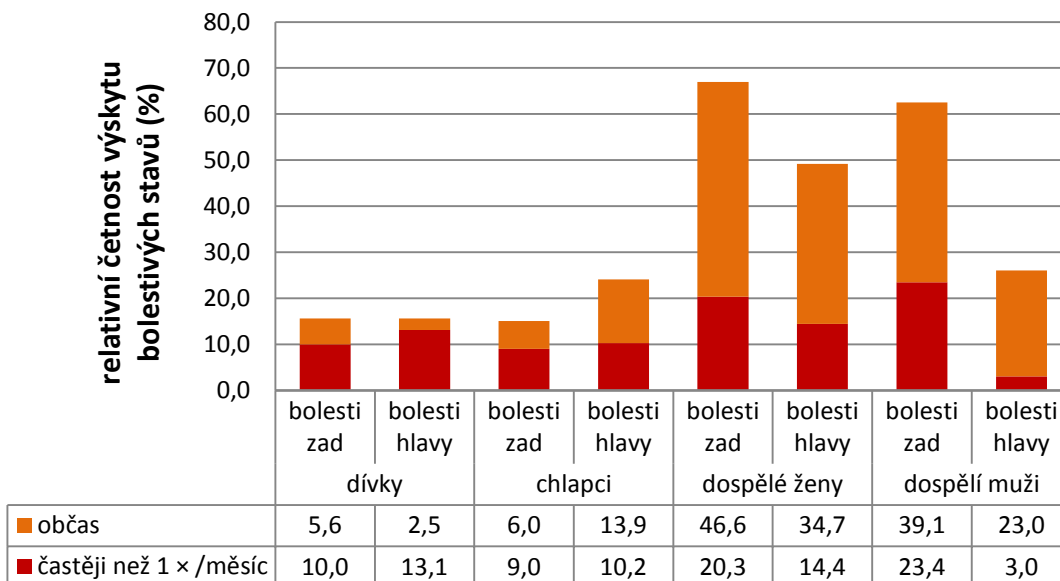
Legenda:

0 = norma; 1. st. = mírná odchylka; 2. st. = výrazná odchylka; 3. st. = velmi výrazná odchylka

2.3.3 Výskyt bolestivých stavů ve vztahu k sagitálním křivkám a statické páteře

Občasnými bolestmi zad nebo bolestmi častějšími než 1× za měsíc trpělo celkem 15,6 % dívek a 15,0 % chlapců; 66,9 % dospělých žen a 62,5 % vyšetřovaných dospělých mužů. Bolestmi hlavy občasnými nebo častějšími než 1× za měsíc trpělo celkem 15,6 % dívek a 14,1 % chlapců; 49,1 % dospělých žen a 26,0 % dospělých mužů. Souhrnně výskyt

bolestivých stavů ilustruje graf na obrázku 36. Celkem nejčastěji se v celém souboru vyskytovala bolest bederní páteře (v 67,8 % případů) dále hrudní páteře (v 17,8 % případů) a krční páteře (v 14,5 % případů).



Obrázek 36 – Relativní četnost výskytu bolestivých stavů zad a hlavy

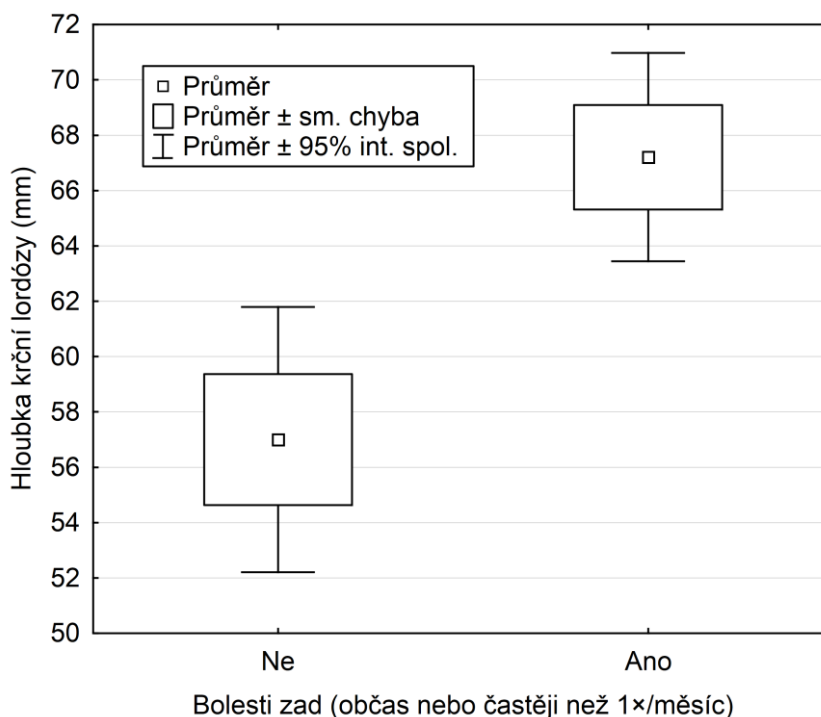
Asociace alespoň občasných bolestivých stavů zad a hlavy se sagitálními křivkami a statikou páteře jsou souhrnně popsány v tabulkách 32 a 33. Graficky jsou ilustrovány vybrané statisticky významné asociace.

Tabulka 32 - Asociace bolestí zad se sagitálními křivkami a statikou páteře

Asociovaný parametr	P – hodnoty (Mann-Whitneyův U Test) v kategoriích:						
	dívky	chlapci	děti celkem	dospělé ženy	dospělí muži	dospělí celkem	celkem (♂+♀)
CI	N	N	N	0,001	N	N	0,000
LI	0,027	N	N	N	0,038	N	N
V _{Thk}	0,026	N	0,007	N	N	N	0,005
index CI/LI	N	N	N	N	N	N	0,001

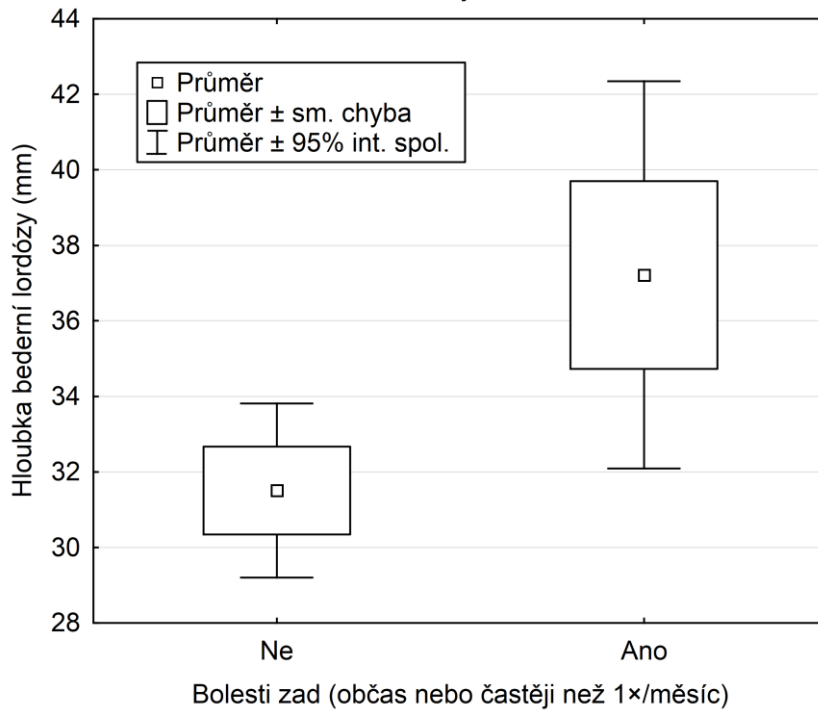
Legenda: N = nesignifikantní p-hodnoty

V celém souboru byla prokázána asociace bolestí zad s hloubkou krční lordózy **CI** ($p < 0,001$), s polohou vrcholu hrudní kyfózy V_{Thk} ($p < 0,01$) a indexem **CI/LI** ($p < 0,01$). Mann-Whitneyův U Test prokázal jen u dospělých žen, které udávaly alespoň občasné bolesti zad, hodnoty parametru **CI** signifikantně vyšší než u žen bez bolestí zad ($p < 0,01$). Efekt dokumentován graficky na obrázku 37.

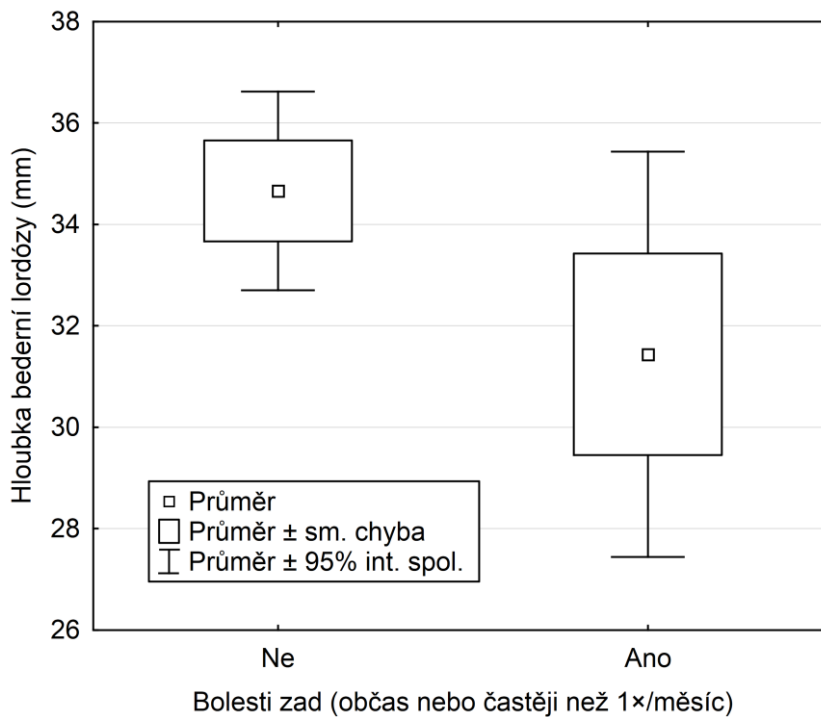


Obrázek 37 – Asociace bolestí zad s hloubkou krční lordózy (CI): dospělé ženy

Jen u dívek a dospělých mužů byla zjištěna statisticky významná souvislost mezi hloubkou bederní lordózy (parametr **LI**) a výskytem bolestivých stavů zad. U dospělých mužů, kteří uvedli alespoň občasné bolesti zad, byly nalezeny nižší hodnoty hloubky bederní lordózy ($p < 0,05$) než u mužů bez bolestí zad. Naopak u dívek s alespoň občasnými bolestmi zad byly hodnoty hloubky bederní lordózy vyšší než u dívek bez udávaných bolestivých stavů zad ($p < 0,05$). Efekt je patrný z grafů na obrázcích 38 a 39.

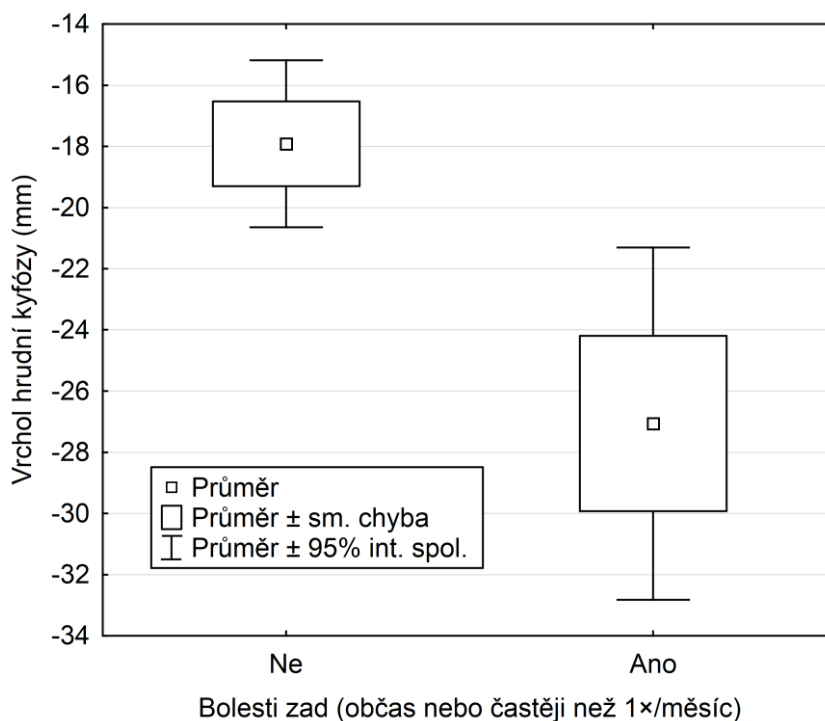


Obrázek 38 - Asociace bolestí zad s hloubkou bederní lordózy (L): dívky



Obrázek 39 - Asociace bolestí zad s hloubkou bederní lordózy (L): dospělí muži

V souboru všech dětí školního věku ($p < 0,01$), i jen u dívek ($p < 0,05$), byla bolestivost zad asociována s posunem vrcholu hrudní kyfózy (parametr V_{Thk}) směrem dorsálním. Graficky je efekt dokumentován v souboru dětí celkem na obrázku 40.



Obrázek 40 – Asociace bolestí zad s polohou vrcholu hrudní kyfózy (V_{Thk}): děti celkem

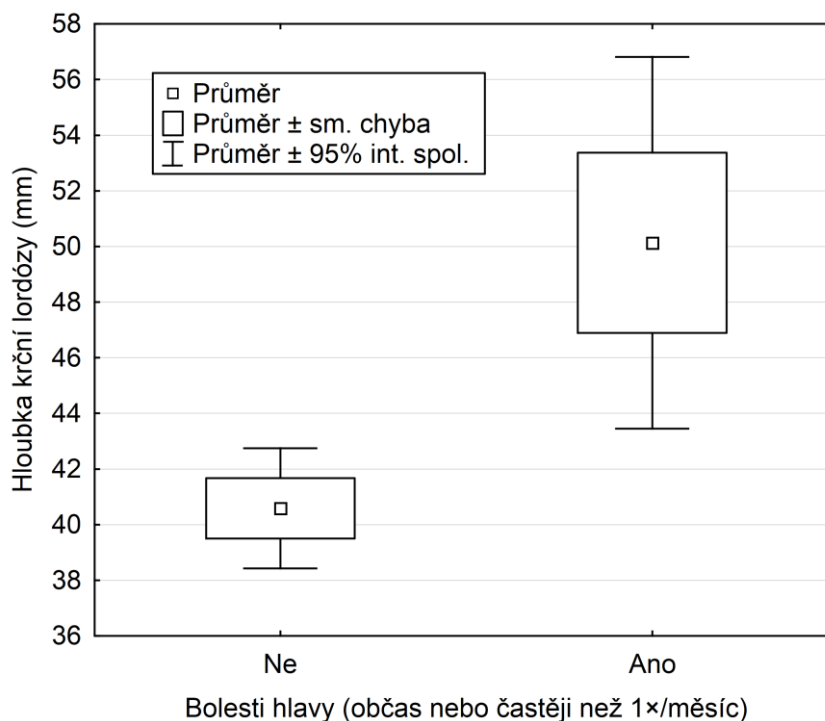
Tabulka 33 - Asociace bolestí hlavy se sagitálními křivkami a statikou páteře

Asociovaný parametr	P – hodnoty (Mann-Whitneyův U Test) v kategoriích:						
	dívky	chlapci	děti celkem	dospělé ženy	dospělí muži	dospělí celkem	celkem (♂+♀)
CI	0,002	N	0,021	N	N	N	0,000
LI	N	N	N	N	N	N	N
V_{Thk}	N	N	N	N	N	N	0,000
index CI/LI	N	N	N	N	N	N	0,000

Legenda: N = nesignifikantní p-hodnoty

V celém souboru byla prokázána asociace bolestí hlavy s hloubkou krční lordózy **CI** ($p < 0,001$) s polohou vrcholu hrudní kyfózy V_{Thk} ($p < 0,001$) a indexem **CI/LI** ($p < 0,001$).

V souboru všech dětí školního věku ($p < 0,05$), i jen u dívek ($p < 0,01$), byla alespoň občasná bolestivost hlavy asociována s větší hloubkou krční lordózy (parametrem **CI**). Graficky je efekt dokumentován v souboru dívek na obrázku 41.



Obrázek 41 - Asociace bolestí hlavy s hloubkou krční lordózy (CI): dívky

2.3.4 Úroveň pohybové aktivity a výskyt bolestivých stavů

Úroveň pohybové aktivity probandů byla vyhodnocována pomocí dotazníkové metody. Dohromady byl hodnocen čas trávený různými aktivitami jak ve škole, tak v rámci volnočasových aktivit.

Statistickou analýzou jsme neprokázali významnou souvislost mezi bolestmi zad ani hlavy a pohybovou aktivitou a délkou sezení ($p > 0,05$) v žádné věkové kategorii.

Děti celkem trávily sezením průměrně 5,9 hodin denně, dospělí 8,3 hodin denně. Detailně je čas věnovaný hodnoceným aktivitám uveden v tabulkách 34, 35 a 36.

Tabulka 34 - Úroveň pohybové aktivity: celkem (♂+♀)

Celkem (♂+♀)		$\bar{x} \pm SD$ (hod. /den)	min.	max.
Sezení	děti celkem	5,9 ± 1,3	3,4	12,0
	dospělí celkem	8,3 ± 1,8	5,0	13,8
	celý soubor	6,7 ± 1,9	3,4	13,8
Mírná intenzita PA a chůze	děti celkem	1,6 ± 1,3	0,0	8,6
	dospělí celkem	2,7 ± 1,1	0,4	7,5
	celý soubor	2,0 ± 1,4	0,0	8,6
Střední intenzita PA	děti celkem	1,0 ± 0,8	0,0	5,1
	dospělí celkem	0,9 ± 0,7	0,0	6,9
	celý soubor	1,0 ± 0,8	0,0	6,9
Vysoká intenzita PA	děti celkem	0,4 ± 0,6	0,0	6,0
	dospělí celkem	0,1 ± 0,4	0,0	2,5
	celý soubor	0,3 ± 0,5	0,0	6,0

Legenda: PA = pohybová aktivita; \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Tabulka 35 - Úroveň pohybové aktivity: ženy

Věkové kategorie ♀		$\bar{x} \pm SD$ (hod./den)	min.	max.
Sezení	≥ 6 < 8 let	5,0 ± 0,8	3,4	7,9
	≥ 8 < 10 let	5,6 ± 1,3	3,6	10,1
	≥ 10 let	6,7 ± 1,4	4,0	12,0
	dívky celkem	5,6 ± 1,3	3,4	12,0
	dospělé ženy	8,3 ± 1,6	5,1	13,0
Mírná intenzita PA a chůze	≥ 6 < 8 let	1,5 ± 1,3	0,1	6,0
	≥ 8 < 10 let	1,7 ± 1,5	0,0	7,6
	≥ 10 let	1,7 ± 1,4	0,2	7,1
	dívky celkem	1,7 ± 1,4	0,0	7,6
	dospělé ženy	3,0 ± 1,1	0,4	7,5
Střední intenzita PA	≥ 6 < 8 let	0,9 ± 0,7	0,0	2,3
	≥ 8 < 10 let	1,0 ± 0,7	0,0	2,9
	≥ 10 let	1,0 ± 1,0	0,0	5,0
	dívky celkem	1,0 ± 0,8	0,0	5,0
	dospělé ženy	0,9 ± 0,6	0,0	4,6
Vysoká intenzita PA	≥ 6 < 8 let	0,2 ± 0,2	0,0	0,9
	≥ 8 < 10 let	0,3 ± 0,5	0,0	3,1
	≥ 10 let	0,3 ± 0,4	0,0	1,4
	dívky celkem	0,3 ± 0,4	0,0	3,1
	dospělé ženy	0,1 ± 0,4	0,0	2,5

Legenda: PA = pohybová aktivita; \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

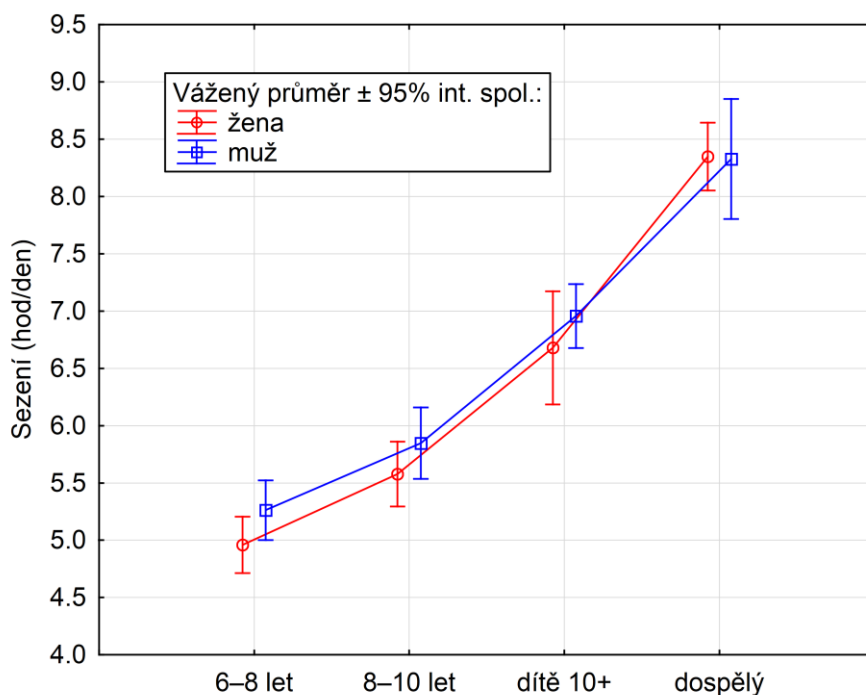
Tabulka 36 - Úroveň pohybové aktivity: muži

Věkové kategorie ♂		$\bar{x} \pm SD$ (hod./den)	min.	max.
Sezení	$\geq 6 < 8$ let	5,3 ± 0,8	3,9	6,9
	$\geq 8 < 10$ let	5,8 ± 1,3	3,9	10,9
	≥ 10 let	7,0 ± 1,0	4,6	10,0
	chlapci celkem	6,1 ± 1,3	3,9	10,9
	dospělí muži	8,3 ± 2,1	5,0	13,8
Mírná intenzita PA a chůze	$\geq 6 < 8$ let	1,4 ± 1,3	0,0	5,1
	$\geq 8 < 10$ let	1,7 ± 1,3	0,1	8,6
	≥ 10 let	1,3 ± 1,1	0,1	4,7
	chlapci celkem	1,5 ± 1,3	0,0	8,6
	dospělí muži	2,2 ± 0,8	0,5	4,1
Střední intenzita PA	$\geq 6 < 8$ let	0,9 ± 0,9	0,0	5,1
	$\geq 8 < 10$ let	1,2 ± 0,7	0,1	3,3
	≥ 10 let	0,8 ± 0,7	0,0	3,0
	chlapci celkem	1,0 ± 0,8	0,0	5,1
	dospělí muži	1,0 ± 0,9	0,1	6,9
Vysoká intenzita PA	$\geq 6 < 8$ let	0,5 ± 0,6	0,0	2,0
	$\geq 8 < 10$ let	0,5 ± 0,5	0,0	2,0
	≥ 10 let	0,6 ± 0,8	0,0	6,0
	chlapci celkem	0,6 ± 0,6	0,0	6,0
	dospělí muži	0,2 ± 0,4	0,0	1,3

Legenda: PA = pohybová aktivita; \bar{x} = průměr; SD = směrodatná odchylka

Vícefaktorovou analýzou rozptylu byl sledován vliv věku a pohlaví na hodnocené aktivity. Bylo prokázáno, že mimo pohybovou aktivitu střední intenzity ($p > 0,05$), ostatní aktivity včetně sezení závisí na věku ($p < 0,001$), mírná a vysoká PA závisí i na pohlaví ($p < 0,05$). Závislost hodnocených aktivit na věkovém pásmu je podobná u obou pohlaví, tj. nebyly nalezeny signifikantní interakce ($p > 0,05$).

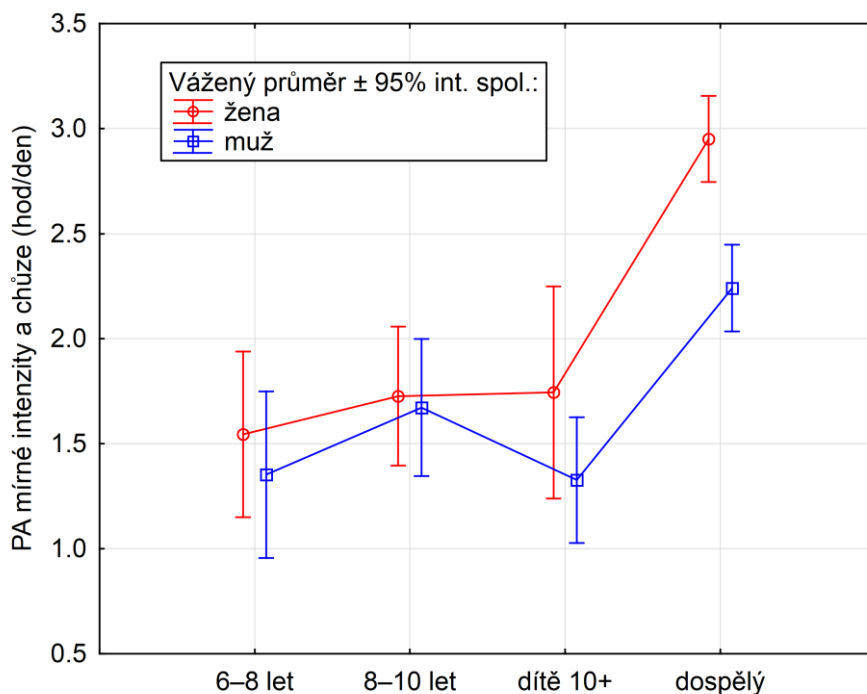
Bonferroniho test (porovnání všech kategorií se všemi) dokazuje signifikantní rozdíly v délce sezení mezi všemi věkovými kategoriemi navzájem: $p < 0,05$ mezi kategoriemi ($\geq 6 < 8$ let) a ($\geq 8 < 10$ let); $p < 0,001$ mezi ostatními navzájem. Z grafu na obrázku 42 je patrný sledovaný trend navyšování času tráveného sezením s věkem.



Obrázek 42 - Vliv věku na délku sezení

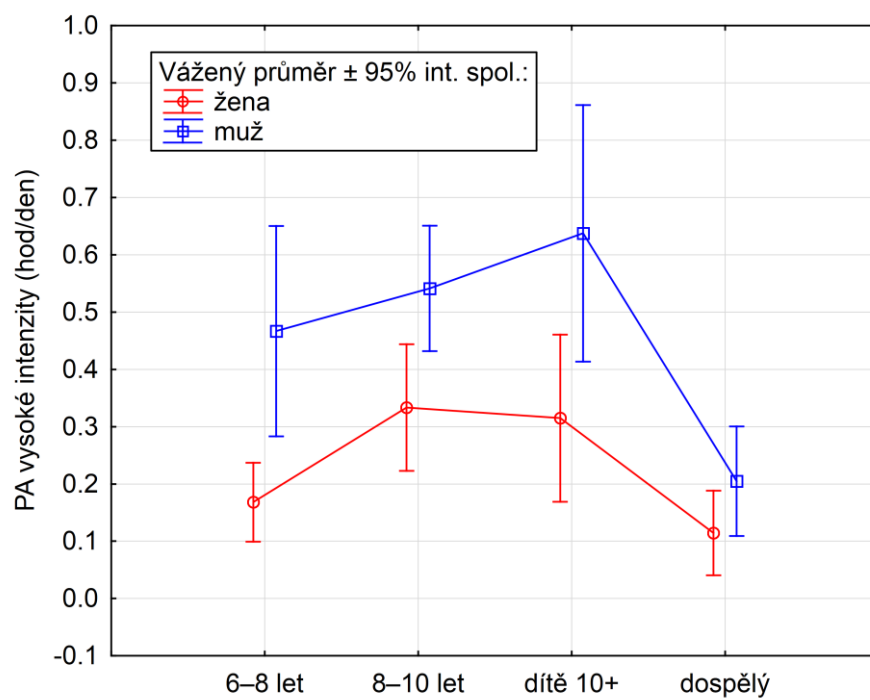
V době trávené pohybovou aktivitou mírné intenzity (včetně pomalé chůze) nebyly Bonferroniho testem nalezeny signifikantní rozdíly mezi žádnými dětskými kategoriemi navzájem ($p > 0,05$). Dospělí celkem se lišili časem tráveným v pohybové aktivitě mírné intenzity proti všem dětským kategoriím ($p < 0,001$). Ženy celkově tráví pohybovou

aktivitou mírné intenzity a chůzí více času než muži ve všech věkových kategoriích ($p < 0,05$). Efekt je patrný z grafu na obrázku 43.



Obrázek 43 - Vliv věku na pohybovou aktivitu mírné intenzity a chůzi

Čas trávený pohybovou aktivitou vysoké intenzity se liší dle věkových kategorií následovně: děti desetileté a starší tráví signifikantně více času ($p < 0,001$) touto aktivitou než děti v kategorii ($\geq 6 < 8$ let). Dospělí tráví signifikantně méně času pohybovou aktivitou vysoké intenzity oproti dětem osmiletým a starším ($p < 0,001$). Muži celkově tráví pohybovou aktivitou vysoké intenzity více času než ženy ve všech věkových kategoriích ($p < 0,05$). Efekt je patrný z grafu na obrázku 44.



Obrázek 44 - Vliv věku na pohybovou aktivitu vysoké intenzity

2.4 Aplikace výsledků šetření do preventivních programů

Je nezbytné využívání odlišných strategií prevence posturálních vad ve specifických populačních skupinách. Na rozvoj posturálních vad a následných bolestivých stavů má nesporný zásadní vliv již průběh posturální ontogeneze [Kolář, 2002], a proto je v rámci primární i sekundární prevence posturálních vad dnes doporučováno věnovat ranému posturálnímu vývoji větší pozornost. Samozřejmostí by měla být edukace rodičů o zásadách respektování fyziologického vývoje dítěte s přiměřenou stimulací a motivací, ale bez zatěžování vyvíjejícího se pohybového aparátu dítěte nesprávným „polohováním“ (jako je např. nošení dítěte ve vertikální poloze již od narození, předčasné pasivní posazování dítěte), či voděním dítěte za ruce v období, kdy samo jen začíná stát s oporou. O neideální informovanosti matek o této problematice referuje např. Šebelová a Nováková [2009]. V rámci preventivních prohlídek u PLDD se má sledovat nejen „kvantita“ dosahovaného vývojového milníku, ale zejména kvalita provedení [Vařeka, 2006b]. Včasné zachycení odchylek od neideálního vývoje umožňuje včasné zahájení fyzioterapie [Vojta, 1993].

Přebudovávání abnormálních náhradních motorických programů vzniklých v průběhu rané ontogeneze je se vzrůstajícím věkem stále obtížnější [Janda, 1982]. Nicméně geneticky determinované pohybové a posturální stereotypy jsou pozitivně i negativně modifikované v průběhu celého života vnějšími i vnitřními vlivy.

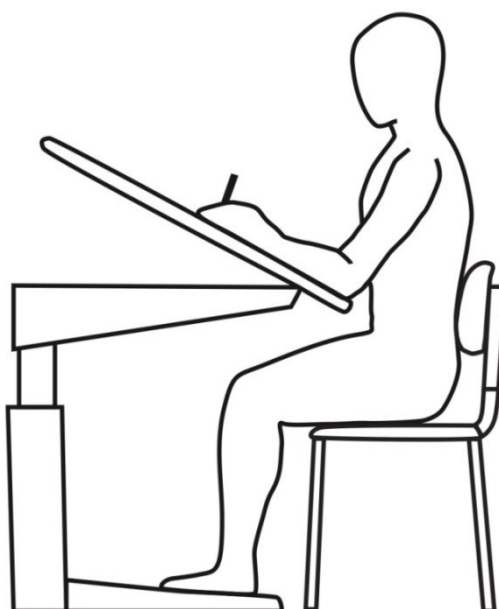
V souladu s doporučeními Světové zdravotnické organizace i Státního zdravotního ústavu doporučujeme pro prevenci posturálních vad propojit populační strategii (tj. ovlivnění životního stylu a prostředí v populačních skupinách se zohledněním jejich specifických potřeb) s individuálním přístupem (tj. včasnou identifikací rizik, intervencí a eventuálně již léčbou rizikových jedinců). Teprve po stanovení a analýze rizika ohrožení poruchou na úrovni populační i individuální je možné přijmout komplexní opatření na všech úrovních prevence [Müllerová et al., 2014].

2.4.1 Populační strategie v prevenci posturálních vad u dětí ve školním věku

Populační přístup v problematice posturálních vad u dětí ve školním věku zahrnuje primárně kontrolu a vytváření optimálního materiálního i sociálního prostředí ve školách.

Cílem kontrolních a následných intervenčních aktivit by mělo být zajištění přiměřenosti školní zátěže v komplexním slova smyslu [Zdraví 2020, 2014; Provazník et al., 1998; Havlínová, 1998], zejména pak dodržování ergonomických zásad školní práce. Legislativně je tato problematika ošetřena na úrovni ochrany a podpory veřejného zdraví příslušnou vyhláškou v platném znění [Vyhláška č. 410/2005 Sb.].

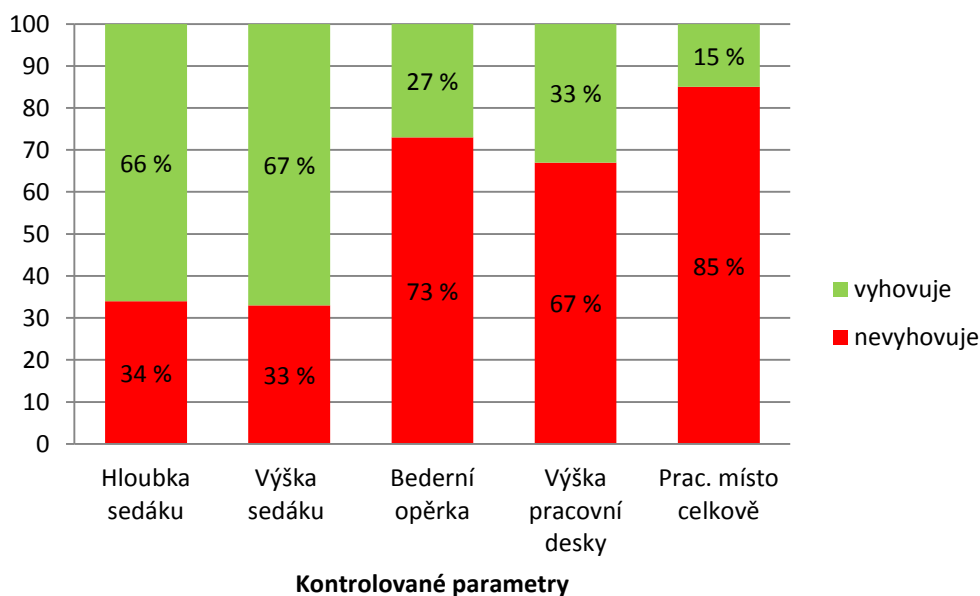
Dle přílohy č. 2 uvedené vyhlášky je ergonomický nábytek takový, který poskytuje správnou podporu páteři a rozměrově odpovídá proporcím dětského těla. Je bezpečný a stabilní. Při správném sedu by opěrka bederní páteře měla být ve výši bederní lordózy – horní okraj opěrky má dosahovat nejvýše k dolnímu úhlu lopatek. Sedák je tak vysoko nad podlahou, aby se nohy opíraly celou ploškou o zem (je umístěn ve výšce rovnající se délce bérce zvětšené o výšku nízkého podpatku, tj. cca 1 - 2 cm). Délka (hloubka) sedáku by měla být cca o 5 – 10 cm kratší než stehno, přední hrana sedáku musí být zaoblená a nesmí zasahovat do podkolenní jamky. Pracovní plocha by měla být tak vysoko, aby při sedu dosahovala k ohbí loktů. Sklon pracovní desky by se měl měnit dle zaměstnání, při čtení 35°, při psaní 10° – 16° (viz obrázek 45).



Obrázek 45 - Ergonomický školní nábytek, upraveno dle

[Fárová et al., 2003]

Přestože je do škol nakupován nábytek dle příslušných norem, nebývá snadné všechny parametry a zásady pro práci žáků vsedě dodržet. Neuspokojivou situaci v plzeňských školách potvrdil i náš namátkový průzkum ergonomie školní práce, který byl realizován jako doplnění studie a jeho výsledky byly prezentovány na Mezikrajském semináři pracovníků HDM Chodová Planá 2012 v příspěvku „Specifika primární prevence posturálních vad u dětí v mladším školním věku“. Záměrem monitoringu bylo zjistit reálný stav dodržování zásad pro práci žáků vsedě, včetně zhodnocení ergonomických parametrů školního nábytku a prevence a kompenzace nadměrné statické zátěže provozními i materiálními opatřeními. Hodnocení prováděli dle požadavků uvedených v příloze číslo 2 příslušné vyhlášky [Vyhláška č. 410/2005 Sb.] studenti 6. ročníku Všeobecného lékařství LF UK v Plzni za přítomnosti třídní učitelky a odborného asistenta Ústavu hygieny a preventivní medicíny LF UK v Plzni. Bylo zkontrolováno celkem 1315 pracovních míst žáků z prvního stupně náhodně vybraných škol. Výsledky jsou prezentovány graficky na obrázku 46.



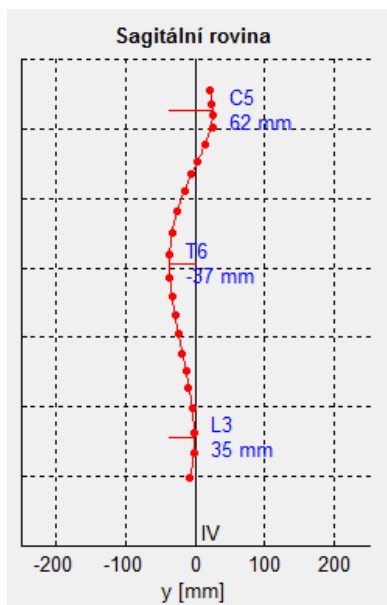
Obrázek 46 - Výsledky hodnocení vybraných parametrů školního nábytku

Ilustrační foto na obrázku 47 dokumentuje příklad konkrétních velikostně nevyhovujících parametrů školního nábytku: vysoko umístěný sedák, vysoko umístěná bederní opěrka a pracovní plocha.

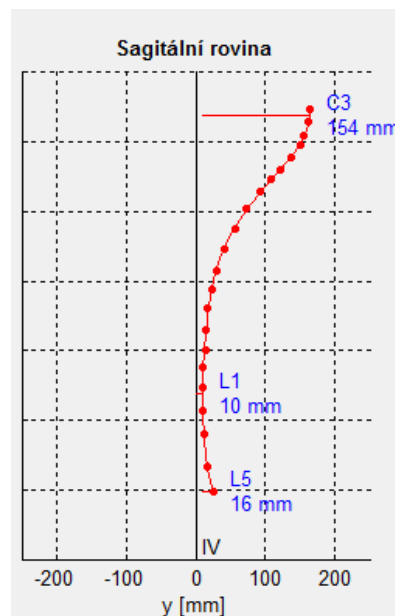


Obrázek 47 - Nevyhovující školní nábytek

Na ilustračních křivkách (viz obrázky 48 a 49) získaných somatografickou metodou (měření snímačem DTP-3) je dokumentována změna zakřivení sagitálních křivek páteře v kyfotickém uvolněném sedu oproti aktivně vzpřímenému sedu s využitím sedacího klínu. V kyfotickém uvolněném sedu je patrné výrazné prohloubení antero-posteriorního rozměru cerviko-thorakálního úseku páteře (tedy předsunutí krční páteře a hlavy spojené s kyfotizací horního segmentu hrudní páteře) spojené s oploštěním thorako-lumbálního úseku.



Obrázek 48 - Sagitální křivka páteře v aktivně vzpřímeném sedu



Obrázek 49 - Sagitální křivka páteře v uvolněném sedu

V případě prezentované práce byla dotazníkovým šetřením v souboru všech dětí zjištěna celková průměrná doba strávená sezením 5,9 hodin denně, se signifikantně prodlužující se dobou sezení s věkem, přičemž ve všední dny se na této době výrazně podílí vyučování ve škole: tj. 4 až 6 vyučovacích hodin denně dle rozvrhu. Statický sed spojený s nadměrnou statickou zátěží podpůrně-pohybového aparátu by tedy v průběhu vyučování měl být důsledně kompenzován.

Na podkladě našeho výzkumu a v souladu s aktuálním Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání MŠMT a soudobými fyzioterapeutickými koncepty jsme navrhli zúčastněným školám praktikovat následující opatření:

- **Učit děti správně sedět:** podpořit fyziologická zakřivení páteře několika jednoduchými manévry – „zasunutí“ hlavy mírným tlakem dvěma prsty na bradu zároveň s pocitem vytažení se v podélné ose, hlava se nezaklání ani nepředklání, ramena se nezvedají, jsou rozložena do šířky; hrudník je volný a umožňuje správné dýchání, aktivní zapojení hýžd'ových a břišních svalů.
- **Umožňovat v průběhu vyučování alternativní a dynamický sed** s využitím balančních pomůcek. Dynamický sed je sed na pružném podkladě, organismus je

při tomto způsobu sezení stále nucen reagovat na změny těžiště. Je aktivován hluboký stabilizační svalový systém. K dynamickému sedu lze využít velké balanční míče nebo je možná kombinace výškově nastavitelného nábytku s vypodložením sedáku nebo opěrky pružnými podložkami, sedacími klíny, nebo např. overbally – malými míči [Filipová a Faierajzlová, 2010]. Overbally lze dále použít k podkládání učebnic při čtení, k podkládání mezi hrudník a hranu školní lavice, při hodinách tělesné výchovy (viz obrázek 50). Pro dynamický sed na balančním míči (pezziballu) je třeba zvolit jeho správnou velikost a hlídat, aby míč byl dostatečně nafouknutý (rozsah pérování 1 – 2 cm) a umožnil správný sed: tj. – sed ve středu míče, chodidla opřená o zem celou plochou a v prodloužení steh, kolena na šířku ramen, kyčle a kolena ve stejné výši nebo kyčle mírně výše (90° – 120°), pánev mírně nakloněná vpřed, ramena rozložená do šířky, hlava napřímená v prodloužení páteře (viz obrázek 51). Délku sedu na míči (nebo jiného dynamického sedu) volíme individuálně dle zdatnosti každého dítěte. Nejdéle však vždy souvisle několik minut tak, aby nedocházelo k dlouhodobému aktivování svalstva trupu a následnému ochabnutí a únavě, kdy dítě přejde do uvolněného kulatého sedu.



Obrázek 50 - Správný sed s využitím kompenzačních pomůcek



Obrázek 51 - Správný sed na balančním míči

- **Přednostně používat kinestetický učební styl v průběhu vyučování**

Při tomto učebním stylu si děti za pomoci pohybových didaktických her osvojují nebo procvičují učivo v jakémkoli vyučovacím předmětu [Krejčová a Kargerová, 2003].

- **Umožnit pohybově rekreační aktivity o přestávkách**

Během každé přestávky by děti měly mít možnost spontánního pohybu nejen ve třídě, ale i na chodbách. Nejlepší variantou je samozřejmě využití školního hřiště nebo zahrady. Bezpodmínečně je však nutné zabezpečení a respektování pravidel prevence proti úrazům. Prostý zákaz běhání, opouštění tříd o přestávkách apod. k větší bezpečnosti dětí nevede. Naopak, umožníme-li dětem každou volnou chvíli „odpočívat“ při pohybu v bezpečném prostředí, budou tak trénovat svou obratnost a šikovnost. Pomoci mohou vhodně vybavené chodby, malé „horolezecké“ stěny se žíněnkami, zátěžové koberce, různé překážkové dráhy s prolézáním, podlézáním, švihadla, skákací gummy, stoly na stolní tenis apod.

Pestrost a zajímavost nabízených aktivit i pomůcek je jedním z nejvýznamnějších faktorů, které ovlivní zájem dětí o pohybovou aktivitu.

- **Příspěvat k zajištění optimální pohybové aktivity**

Potřeba pohybu (pohybové aktivity) je jednou ze základních lidských potřeb a její nedostatečné uspokojování může vést k projevům frustrace [Provazník et al., 1998]. Optimální pohybová aktivita je taková, která je přiměřená věku dítěte a nepřetěžuje žádné části jeho pohybového aparátu. WHO [2010] doporučuje pro děti od 5 do 18 let jako minimální 1 hodinu pohybové aktivity střední až vyšší intenzity denně. Pod pojem pohybová aktivita zahrnujeme jak spontánní, tak i řízenou pohybovou aktivitu (tj. tělesnou výchovu ve škole, sportovních oddílech, atd.). Čím mladší dítě, tím větší význam má spontánní pohybová aktivita. Podle Kučery [1996] by měla být doba trávená sezením kompenzována stejným časem stráveným pohybovou aktivitou. Je naprosto zřejmé, že dvouhodinová dotace tělesné výchovy nemůže plně kompenzovat nadměrnou statickou zátěž v průběhu vyučování. Za velmi přínosné bychom považovali navýšení počtu odborně řízených hodin tělesné výchovy na základních školách. Tato možnost je v současnosti ověřována v rámci programu MŠMT "Hodina pohybu navíc", který byl vyhlášen v roce 2015, a dosud je v něm zapojeno 350 základních škol ze všech krajů ČR. Viz [Metodický portál RVP.CZ].

Nejen plánované hodiny tělesné výchovy navíc by měly být správně didakticky vedené tak, aby přivedly děti k pravidelnému a každodennímu pohybu. Moderní pojetí školní tělesné výchovy zdůrazňuje zdravotně orientovanou zdatnost, která přímo nebo nepřímo ovlivňuje zdravotní stav jedince a působí preventivně na zdravotní problémy spojené s nedostatkem pohybu. Děti by však měly zejména prožívat radost z pohybu, chuť učit se novým pohybovým aktivitám, upřednostňovat pozitivní postoje k pohybové aktivitě před orientací na výkonnost. Všestranně zaměřená pohybová aktivita a pestrost a hravost v hodinách tělesné výchovy se navzájem nevyklučují.

Samozřejmostí by se měla stát informovanost rodičů o dosahované zdatnosti dítěte a následovně zpětná vazba a spolupráce rodiny se školou, přičemž součástí hodnocení zdravotně-orientované zdatnosti dětí by se mělo stát alespoň orientační vyhodnocení úrovně jejich posturální funkce [Bunc,1998].

Za oprávněné považujeme snahy o revitalizaci předmětu „zdravotní tělesná výchova“. Zdravotní tělesná výchova je specifická forma tělesné výchovy určená pro zdravotně oslabené jedince (tj. z III. zdravotní skupiny). Zdravotní způsobilost k tělesné výchově

v rámci vzdělávacích programů a/nebo uvolňování z vyučování předmětu tělesná výchova posuzuje praktický lékař pro děti a dorost dle zákona [Zákon č. 373/2011 Sb.]. Je-li tedy u dítěte diagnostikováno vadné držení těla, měla by mu být doporučena tato forma tělesné výchovy se zvláštním zřetelem na funkční oslabení podpůrně-pohybového systému, nemělo by však být od tělesné výchovy úplně osvobozeno [Radvanský a Kučera, 1999; Radvanský a Máček, 2004; Dostálová, 2011].

Nejen jako součást hodin tělesné výchovy, ale i jako kompenzace v průběhu vyučování ve třídách by měla být zařazována tzv. kompenzační cvičení. Pod pojmem kompenzační cvičení se rozumí cíleně zaměřená tělesná cvičení (protahovací, uvolňovací a posilovací), která přispívají k harmonickému rozvoji celého organismu, zejména pak k pozitivnímu ovlivnění podpůrně-pohybového systému. Jejich úkolem je v tomto věkové období především předcházet vzniku vadného držení těla. Mohou plnit i funkci duševního uvolnění po náročném soustředění při učení [Bursová, 2005].

2.4.2 Individuální strategie v prevenci posturálních vad

Zvyšovat efektivitu výše popsaných intervenčních opatření lze kombinací s individuálním přístupem, spočívajícím v sestavování cvičebních plánů na podkladě individuálního zhodnocení posturální funkce dětí.

Klasifikaci zakřivení a statiky páteře v sagitální rovině somatografickou metodou jsem ve svém průzkumu využila jako součást komplexního vyšetření postury probandů. Při doporučování individuálních kompenzačních programů vždy byly zohledňovány i výsledky hodnocení zakřivení páteře ve frontální rovině a asymetrie pletenců ramenních a pánevních, dynamika páteře a případná svalová nerovnováha. Nicméně numerický a grafický záznam sagitálních křivek páteře poskytl informaci o konkrétních dominantních odchylkách od „biomechanické normy“ a umožnil jednak interindividuální porovnání výsledků, jednak byl využit při edukaci probandů i pedagogů, a přispěl tak ke konkretizaci pohybových programů s výběrem cílených kompenzačních cvičení.

Odchytky zjištěné v provedeném průzkumu a doporučená intervence:

- Předsunuté držení hlavy a krční páteře a/nebo hyperextenzní držení hlavy a krční páteře (dle použité metodiky **vyšší hodnoty parametru C1**, tedy antero-

posteriorního rozměru měřeného cerviko-thorakálního úseku páteře) bývá spojeno s kyfotizací horní hrudní páteře a s vnitřní rotací ramen. Vyskytovalo se u **kyfotického i u hyperkyfolordotického posturálního typu**. Je nejčastější námi zjištěnou odchylkou vůbec. U **28,8 % dětí** byla zjištěna **výrazná odchylka** ($Cl > 35 \leq 45$ mm) a u **43,6 % dětí** pak **velmi výrazná odchylka** ($Cl > 45$ mm). **Výrazná odchylka** byla zjištěna u **8,2 %** dospělých ($Cl > 45 \leq 55$ mm), u **84,6 %** dospělých **velmi výrazná odchylka** ($Cl > 55$ mm). Tento nálezný signalizuje převažující trvalou oboustrannou aktivaci povrchových mm. scaleni a m. sternocleidomastoideus, horní části m. trapezius, m. levator scapulae, m. pectoralis major, hlubokých extenzorových šíjových svalů a následný útlum hlubokých flexorů krku a hlavy a dolních fixátorů lopatek. Toto nefyziologické zapojování uvedených svalových skupin (zprvu jen jako navyklé držení) může vést k dříve popisovanému hornímu zkříženému syndromu, tj. svalové dysbalanci se známými klinickými projevy (viz kapitola 1.1.2). Pohybové programy by tedy při tomto nálezu měly být zaměřeny zejména na odstranění chybných pohybových a posturálních vzorců v oblasti cerviko-thorakálního úseku páteře a následné obnovení správné koaktivace zúčastněných antagonistických svalových skupin. Při velmi výrazném fixovaném prohloubení antero-posteriorního rozměru cerviko-thorakálního úseku páteře doporučujeme při cvičení vleže mírně vypodkládat hlavu pod temenem tak, aby nedocházelo ke kompenzační hyperextenzi v krční páteři, a tím k dalšímu prohlubování popsané svalové dysbalance.

Příklad vhodného cviku na uvědomění si správné polohy hlavy dle Bursové [2005]: Leh na zádech pokrčmo, jen minimálně nafouklý overball podpírá krční páteř; dolní končetiny jsou pokrčené v kolenních kloubech (kolena na šířku kyčelních kloubů), chodidla rovnoběžně opřená o podložku; pánev je stabilizována v mírném podsazení v neutrální poloze. Postupně zaujímáme správnou polohu horní části těla: ramena stáhneme směrem k hýždím a rozložíme do šířky; paže podél těla (nejlépe ve vnější rotaci) stahujeme po podložce směrem dolů spolu s lopatkami, s pocitem mezilopatkového úsilí se přibližují dolní úhly lopatek mírně k páteři; s nádechem hlavu suneme po podložce temenem do dálky s pocitem maximálního vytažení páteře v podélné ose (hlídáme „zasunutí“ brady, nezakláníme, ani nepředkláníme hlavu). S výdechem lehce přitáhneme bradu

k hrudní kosti a jen mírně zatlačíme krční část páteře proti míči. Uvědomujeme si tlak temene do podložky a vnímáme „prodlužování“ krční páteře.

Příklad cviku zaměřeného na uvědomění si zapojení dolních fixátorů lopatek

[Bursová, 2005]: Leh pokrčmo, mírně roznožný, chodidla rovnoběžně opřená o podložku, paže ohnuté v lokti, nadloktí opřená o podložku, předloktí směřuje kolmo vzhůru, ruce sevřené v pěst, s nádechem lokty zatlačíme do podložky a vnímáme aktivaci dolních fixátorů lopatek, s výdechem výdrž a kontrola základního postavení s páteří vytaženou v podélné ose a zastabilizovanou pánví v mírném podsazení, mezilopatkové úsilí a oddalování ramen od uší.

- Výrazně vyšší hodnoty parametru **CI** oproti hodnotám parametru **LI** mohou signalizovat **hyperkyfózu hrudní a/nebo dekompenzaci statiky páteře** (index $CI/LI > 1$ u **72,1 % dětí** a u **94,5 % dospělých**). Vrchol hrudní kyfózy může být i při hodnotách $CI/LI > 1$ posunut dorsálně od ideální vertikály, což souvisí s hyperkyfotickým zakřivením hrudní páteře spojeným s předsunutým držením hlavy a krční páteře, a normálními nebo nižšími hodnotami parametru **LI**. Dekompenzace sagitální statiky (celkově předsunuté držení těla) bývá spojena s trvalým napětím v zádových svalech, zejména v oblasti šíje, a následnými algickými stavy lokalizovanými v oblasti cervikální, thorako-lumbální i pánevní. Domníváme se, že tato dekompenzace statiky může souviset s dlouhodobým udržováním statických poloh vsedě s pánví sklopenou vzad a hlavou v předsunutém držení. Pro toto nefyziologické držení je vhodné cíleně zařazovat nácvik „korigovaného“ stoje s aktivizací svalů klenby nožní (nejlépe naboso pro zlepšení aferentace z plosky nohy, kdy je současně přitahována pata a přednoží k sobě a zároveň přitahovány hlavičky metatarzů k sobě, prsty jsou položeny na podložce, hlavička 1. a 5. metatarzu a pata jsou aktivně drženy na podložce), chodidla jsou paralelně na šířku kyčelních kloubů, kolenní klouby jsou lehce pokrčené (do 10°), v kyčelních kloubech je mírná zevní rotace, aktivací břišních svalů a svalů dna pánevního je zajišťována neutrální pozice pánve, břišní stěna je oploštěná, hlava je tažena vzhůru s bradou „zasunutou“ kolmo k páteři, ramena uvolněná, rozložená do šířky a mírně tažena směrem dolů. Celá páteř je vědomě aktivně vytahována v podélné ose. Po zácviku na pevné podložce jsou vhodná i cvičení na balančních plochách. Vsedě pak je doporučena podpora fyziologických zakřivení páteře např.

overballem v místě bederní lordózy, popř. sed na sedacím klínu. Ale i při tomto sedu je nezbytné hlídat udržování kaudálního postavení hrudníku a neutrální postavení v lumbo-sakrálním a thorako-lumbálním přechodu [Kolář et al., 2009].

- U **37,7 %** dětí a u **17,6 %** dospělých byl vyhodnocen **hyperkyfolordotický** typ postury, u **3,7 %** dětí **hyperlordotický typ**. Zvýšení hodnot parametru **LI** (hloubky bederní lordózy) může být u těchto typů postury důsledkem vrozeného „anteverzního postavení pánve“ (tzv. krátké pánve) [Lewit, 2003] a/nebo je spojeno s tzv. „chabým“ držením, které je výrazem oslabení svalů dna pánevního se současným oslabením hýžd'ových a břišních svalů při hyperaktivitě zejména vzpřimovače v bederním úseku a flexorů kyčelního kloubu (již popsaného dolního zkříženého syndromu, viz kapitola 1.1.2). Kolář označuje s tímto typem postury spojenou svalovou dysbalanci spolu s porušenou posturální funkcí bránice jako „syndrom otevřených nůžek“. Při každém nádechu se v tomto případě jedinec zaklání v bedrech a hyperaktivita paravertebrálních svalů vede k přetěžování bederního úseku [Kolář et al., 2009]. Zde je pak na místě nejprve nácvik správného dechového stereotypu a nácvik podsazování pánve, při kterém dochází ke kontrakci břišních svalů ve zkrácení a současně k prodloužení bederní části páteře. Teprve po zafixování tohoto stereotypu lze začít posilovat dolní část břišních svalů, např. v lehu u stěny, kdy dolní končetiny jsou lehce opřené patami o stěnu nebo žebřiny, aktivací břišních svalů postupně odvíjíme pánev od podložky (kolena vysunujeme vzhůru a nad hrudník nebo paty suneme po stěně). Prodloužený výdech zefektivňuje jejich kontrakci a vědomé zapojování. Ke správnému provedení lze napomocť podložením spodní části pánve „klínem“ a hlavy destičkou. Mačkáním overballu mezi kolena (záměrné zapojení hýžd'ových svalů) ještě zvýrazníme podsazení pánve a oddálením spodní části pánve od podložky. Bederní páteř stále zůstává přitisknuta k podložce. Posilovací cvičení cílená na horní část břišních svalů (předklony trupu z lehu na zádech) je nezbytné zahajovat předklonem hlavy, tj. kontrakcí hlubokých flexorů hlavy a krku [Bursová, 2005].

Hlídáme správné provedení cviků, upozorňujeme na chyby při posilování břišních svalů: zvedání ramen a předsun hlavy s jejím mírným záklonem; nedostatečné podsazení pánve s nadměrným vyklenutím břišní stěny; trhavý pohyb bez

dostatečné výdrže; výraznou chybou při posilování v lehu pokrčmo je nadzvednutí dolních končetin od podložky (zapojení flexorů kyčelního kloubu). Po ukončení posilování zařazujeme kompenzaci zvýrazněného hrudního ohnutí přímivými cviky [Bursová, 2005].

Pro zvětšená zakřivení páteře v sagitální rovině obecně platí, že bývají spojena s větší stabilitou, ale s menší pohyblivostí páteře. Proto jsou u těchto posturálních typů doporučovány např. cvičební tvary zaměřené na uvolňování a protahování páteře všemi směry (předklony, úklony, rotace, rotační klony, záklony), ale opět: zároveň je vždy třeba důsledně zařazovat přímivé polohy, při kterých cíleně kompenzačně posilujeme hrudní část vzpřimovače trupu, která má tendenci k ochabování.

- Individuální somatografická analýza tvaru páteře umožnila např. i záchyt **nefyziologických plochých úseků páteře**. Výrazné oploštění, respektive výrazně snížená hodnota antero-posteriorního rozměru thorako-lumbálního úseku páteře (parametru LI) byla zjištěna u **5,2 % dětí a 7,7 % dospělých**. Ale již i **mírné oploštění (u 39,6 % dětí a u 34,1 % dospělých)** stejně jako celkově ploché křivky (které mají v dětském věku sklon k vytváření skoliotické křivky), mohou představovat vyšší riziko vzniku degenerativních změn meziobratlových plotének [Wallden, 2009]. Na ploché křivce thorako-lumbálního úseku páteře se může opět podílet vrozený typ pánve: tentokrát vysoký asimilační typ pánve (s dlouhou kostí křížovou a vysoko uloženým promontoriem). Důsledkem může být jen plochý bederní úsek nebo plochý přechod hrudní a bederní páteře [Lewit, 2003]. U nálezu tohoto typu křivky s tendencí k hypermobilitě a malé stabilitě, je pak doporučováno zaměřit pohybový program na stabilizaci pánve a na aktivaci hlubokého stabilizačního systému páteře [Kolář a Lewit, 2005]. Příklad nácviku: vleže na zádech, dolní končetiny v abdukci na šířku ramen, flexe v kyčelních a kolenních kloubech (90°); vydechnutí, zadržetí dechu a pohybování hrudníkem a dutinou břišní jako při dýchání – tímto cvičením měníme nitrobřišní tlak, snažíme se o šíření tlaku rovnoměrně všemi směry, dolů i dozadu proti podložce. K uvědomění si zvýšení nitrobřišního tlaku mírně zatlačíme prsty v tříslech nad kyčelními klouby dorsálně [Kolář et al., 2009].

Sestavování všech individuálních programů z vhodných cvičebních tvarů (zvláště u dětí v mladším školním věku) by se pak mělo řídit základními didaktickými doporučeními:

- Kompenzační cvičení by měla být zahrnována každodenně do průběhu celého školního vyučování, zejména po delším zaujímání statického sedu. Lépe je cvičit kratší dobu, ale častěji.
- Je potřeba věnovat dostatečnou pozornost na vytváření pohybové a smyslové představy o správném držení těla nejen v jednotlivých cvičebních polohách a při provádění cílených pohybů, ale i při běžných denních činnostech.
- Děti by se měly naučit účelnému svalovému napětí a uvolnění především velkých svalových skupin a cvičit pomalu a tahem, což umožňuje přesné provedení. Chybná provedení je třeba důsledně opravovat (děti by se měly naučit vnímat rozdíl mezi chybným a správným provedením) a každý cvik začínat v přesné základní poloze.
- Je doporučováno cvičit od nízkých poloh k vyšším, od jednodušších cviků ke složitějším.
- Zvýšenou pozornost je třeba věnovat nácviku správného dechového stereotypu.
- Optimální počet opakování jednotlivých cviků by měl být volen podle jejich obtížnosti, momentální únavy a soustředění dětí (ale minimálně 5).
- Nedoporučujeme rychlé a švihové pohyby, při kterých je hůře zajistitelná fixace celého těla.
- Zejména pro děti v mladším školním věku je nezbytné zařazovat uvolňovací pohybovou činnost vzhledem ke snadné psychické unavitelnosti a kratší době soustředění.
- Důsledně je třeba zařazovat přímivé polohy jako součást cviků, ve kterých provádíme hluboké ohnuté předklony a rotační klony.

Rodičům dětí, které byly vyšetřeny v rámci prezentované studie, byly v případě zájmu zaslány souhrnné výsledky hodnocení držení těla s vhodným kompenzačním cvičením. V případě zjištěných závažnějších odchylek bylo doporučeno kontrolní vyšetření u specialisty, případně individuální fyzioterapie. V příloze 5 je ukázka celkového vyhodnocení úrovně posturální funkce a konkrétního vypracovaného individuálního programu.

2.4.3 Prevence posturálních vad jako součást výuky studentů lékařské fakulty

Povinnosti zajistit vyhovující materiální a sociální podmínky na vysokých školách upravuje zákon [Zákon č. 137/2016 Sb.] a vnitřní předpisy příslušné vysoké školy.

Konkrétním a ryze praktickým výstupem pro studenty Lékařské fakulty UK v Plzni, kde výzkum probíhal, bylo zavedení nového volitelného předmětu „Prevence funkčních posturálních vad – individuální analýza postury“.

Praktické hodiny kompenzačního cvičení (komponované dle individuálních analýz posturálních stereotypů) měly mimo jiné za úkol přispět i k zlepšování psychické pohody a lepšího zvládnání psychogenního stresu daného specifikami vysokoškolského studia. V případech mnohých studentů se již jednalo i o řešení bolestivých stavů pohybového aparátu. V souboru studentů vyšetřených v rámci studie alespoň občas trpělo bolestmi zad 46,6 % dospělých žen a 39,1 % dospělých mužů, častěji než 1× za měsíc pak 20,3 % žen a 23,4 % dospělých mužů.

V teoretické části byli studenti seznamováni s možnými příčinami posturálních vad a měli za úkol vyhodnotit ergonomii svého studijního pracovního místa.

Tento volitelný předmět jsme zavedli zejména z toho důvodu, že považujeme za významné, aby zejména studenti lékařské fakulty přijali optimální pohybovou aktivitu (tj. jednostranně nezátěžující) jako nezbytnou součást zdravého životního stylu, který by měli preferovat nejen osobně, ale i z pozice své budoucí profese. Zvýšení erudovanosti budoucích lékařů v oblasti předcházení výskytu vadného držení těla může zpětně přispět k důslednější přípravě a realizaci preventivních programů zaměřených na děti ve školním věku.

3 Diskuse

Diskuse použité metody

Pro hodnocení tvaru a statiky páteře v sagitální rovině jsem zvolila somatografickou metodu. Diagnostický systém DTP-3, který jsem použila pro svá měření, pracuje na elektromechanickém dotykovém principu. Z tohoto principu vyplývají určité výhody a nevýhody.

K nevýhodám metody patří fakt, že je hodnocen tvar křivky páteře vytvořené kožní projekcí trnových obratlových výběžků. Na rozdíl od radiodiagnostických metod tedy nedovede mnou použitá dotyková metoda hodnotit tzv. střední křivku páteře procházející středy obratlových těl. Tím, že se jedná pouze o diagnostiku povrchovou, není možné získat náhled na strukturální změny hodnocených úseků páteře a eventuální rotace a torze obratlů. Při měření systémem DTP-3 je dále nutné počítat s možnými chybami vzniklými nepřesným označením kožní projekce snímaných bodů dané examinátorem, vlivem rozdílné tloušťky kožní řasy v jednotlivých úsecích páteře a titubacemi při volném návykovém stoji probanda [Krejčí, 2007]. Určitou roli může hrát v naměřené hloubce lordóz také rozdílná délka transverzálních obratlových výběžků v jednotlivých úsecích páteře, jak zmiňuje ve své práci také Harrison, který porovnával výsledky měření sagitálního zakřivení páteře získané pomocí klasické rentgenologické metody s povrchovou křivkou páteře [Harrison et al., 2005b].

Mezi jednoznačné výhody použité somatografické metody bych zařadila přenositelnost systému DTP-3, a tím využitelnost v terénní praxi. Dále zejména to, že se jedná o vyšetřovací metodu bez radiační zátěže, která přesto umožňuje získání grafického a numerického záznamu tvaru křivky páteře, tedy konkrétní reprodukovatelnost výsledků a objektivizaci somatoskopického hodnocení držení těla.

Přes výše uvedená omezení jsem toho názoru, že by mnou použitá somatografická metoda v kombinaci s vyšetřováním vybraných svalových testů a pohybových stereotypů mohla být vhodnou screeningovou metodou k odhalování posturálních vad.

Diskuse výsledků

Pro somatografickou metodu hodnocení zakřivení a statiky páteře v sagitální rovině byly v mé studii použité normativy, které jsou odvozeny ze somatoskopické metody hodnocení stoje dle Lomíčka a Jaroše zavedené již v r. 1957 [Jaroš a Lomíček, 1957; Kolisko et al., 2005]. Tato somatoskopická metoda je dosud doporučována pro orientační hodnocení posturální funkce dětí jako součásti komplexního hodnocení zdravotně orientované zdatnosti dětí ve školách, zejména pro účely zdravotní tělesné výchovy [Bursová, 2005]. Ovšem životní styl dnešních dětí (a stejně i dospělých) je charakteristický malým objemem pohybové aktivity a snižující se úrovní kardiovaskulární a neuromuskulární zdatnosti spojené s nárůstem výskytu nadváhy a obezity [Matoulek, Svačina a Lajka, 2010; Sedlak et al., 2014]. V této souvislosti lze současně s poklesem celkové tělesné zdatnosti [Müllerová et al., 2015] předpokládat i změny v kvalitě posturální funkce vyjádřené změnami v držení těla, a tedy i v hodnotitelném sagitálním zakřivení a statiky páteře oproti době před 60 lety.

V předložené práci použité normativy jsou originální metodikou arbitrárně nastaveny zvláště pro 11 - 12leté děti a zvláště pro dospělé, nejedná se však o referenční data. Referenční data pro specifické populační skupiny získaná měřením hloubkových parametrů (antero-posteriorních rozměrů) sagitálních křivek páteře somatografickou dotykovou metodu (resp. hodnocením povrchové křivky páteře) dle dostupných zdrojů nebyla dosud publikována [Harrison et al., 2005b]. Stejně i „normy“ pro hodnocení sagitální statiky a křivek páteře radiologickými metodami jsou variabilní [Lewit, 2003; Vedantam et al., 1998].

V našem vyšetřovaném souboru mezi jednotlivými věkovými kategoriemi dětí nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly v žádném ze sledovaných parametrů sagitálního zakřivení páteře.

Normativy pro dospělé tolerují oproti normativům pro děti o 10 mm větší odchylku parametrů **CI** i **LI** ve smyslu zvětšení antero-posteriorního rozměru cerviko-thorakálního úseku a thorako-lumbálního měřeného úseku páteře. V aktuálně vyšetřeném souboru se objevil u dospělých trend prohlubování pouze antero-posteriorního rozměru cerviko-thorakálního úseku (byl prokázán **statisticky významný rozdíl v hodnotách parametru CI** mezi dětmi a dospělými) a nikoliv už změny thorako-lumbálního úseku (**nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v hodnotách LI** mezi dětmi a dospělými). Tato

diskrepance vedla při použití dané metodiky i k statisticky významnému nárůstu hodnot indexu sagitální rovnováhy **CI/LI dospělých oproti dětem.**

Avšak např. i Widhe [2001], který sledoval v longitudinální studii vývoj sagitálních křivek dětí mezi 5. - 6. rokem a 15. - 16. rokem, potvrdil zvýšení hrudní kyfózy i bederní lordózy během růstu, ale u bederní lordózy se ukázala jen slabá korelace s věkem. A dále toto zjištění z mého průzkumu koresponduje s názorem Kapandjiho [1974], který uvádí, že bederní lordóza by měla být fixována kolem 10. roku života.

Celkem byla v našem vyšetřovaném souboru zjištěna (bez ohledu na typ postury) **„výrazná odchylka“ resp. „velmi výrazná odchylka“** v sagitálním zakřivení páteře u **34,4 % resp. 46,9 % dětí a u 19,8 % resp. 74,7 % dospělých.** Domnívám se, že tento celkově vyšší výskyt odchylek v zakřivení páteře signalizujících posturální vadu v našem průzkumu byl dán pravděpodobně i větší citlivostí somatografické metody oproti somatoskopické. Odchylky od ideálního držení těla (0 = norma) jsou v mnou použité metodice administrativně odstupňovány a klasifikovány jako: 1. mírná odchylka, 2. výrazná odchylka a 3. velmi výrazná odchylka. V důsledku striktně nastavených kritérií klasifikace odchylek zakřivení páteře (rozpětí přesně maximálně 10 mm na 1 stupeň odchylky) tak metoda mohla zachytit i „mírnější“ odchylky, somatoskopicky hodnocené ještě jako dobré držení.

Např. při celostátní prevalenční studii obtíží pohybového aparátu a vadného držení těla dětí bylo v r. 2003 v rámci pravidelných preventivních prohlídek somatoskopicky vyšetřeno 3520 dětí. Každé vyšetřené dítě bylo zařazeno dle manuálu [Barna, 2003] také vždy do jedné ze 4 kategorií držení těla dle stupně odchylky od ideálního držení, 3. a 4. stupeň byl hodnocen jako „vadné držení těla“. Celkem bylo v této studii diagnostikováno vadné držení těla (VDT) u 33,1 % sedmiletých dětí a u 40,6 % jedenáctiletých dětí [Kratěnová et al., 2007].

Dále se mohl na výsledné kvalitě křivky páteře podílet faktor delšího stoji nezbytného pro opakované snímání označených bodů. Delší stoj při tomto vyšetřování oproti jednorázovému změření tak už byl zároveň funkčním testem podpůrně-pohybového systému, který mohl přispět k odhalení oslabené posturální funkce. Podobně jako je tomu při využití testu stoji dle Matthiase, který je doporučován jako doplňující při pochybnostech o výsledku hodnocení držení těla [Barna, 2003].

Naším výzkumem byl (bez ohledu na míru odchylky) nejčastěji zjištěný tzv. **kyfotický typ postury (celkem u 52,8 % dětí a u 80,8 % dospělých)**, charakterizovaný vyššími hodnotami parametru **CI** a normálními hodnotami parametru **LI** nebo plošší bederní lordózou (odchylka parametru **LI** ve smyslu mínus). Průměrná hodnota parametru **CI** u dětí celkem byla **43,3 ± 14,2 mm** oproti „ideální“ hodnotě do 25 mm; průměrná hodnota parametru **CI** dospělých celkem byla **68,0 ± 17,7 mm** oproti „ideální“ hodnotě do 35 mm; průměrná hodnota parametru **LI** u dětí celkem byla **33,3 ± 13,4 mm** při normě $\geq 30 \text{ mm} \leq 35 \text{ mm}$; průměrná hodnota parametru **LI** u dospělých celkem byla **33,5 ± 12,9 mm** oproti normě $\geq 30 \text{ mm} \leq 45 \text{ mm}$.

Toto zjištění ukazuje na neideální držení zejména v oblasti horní hrudní a krční páteře v návykovém stoji u velké části měřených dětí i dospělých, charakterizované i hodnotou indexu sagitální statiky páteře **CI/LI > 1**. Hodnota indexu **CI/LI > 1** byla zjištěna u **94,5 % dospělých** (průměrná hodnota indexu **CI/LI** dospělých celkem byla **2,52 ± 2,06**) a u **72,1 % dětí** (průměrná hodnota indexu **CI/LI** u dětí celkem byla **1,68 ± 1,77**).

Toto naše zjištění koresponduje se studii řady autorů, kteří uvádějí, že právě nefyziologické držení v cerviko-thorakálním úseku páteře je častým nálezem nejen u dospělých [Vláčilová, 2015; Quek et al., 2013; Griegel-Morris et al., 1992], ale i u dětí [Kolisko, 2003; Kratěnová et al., 2007].

Dlouhodobý předklon nebo předsun hlavy (prohlubovaný statickým sedem) může vést k zafixování tohoto neideálního stereotypu a k poruchám cerviko-thorakálního přechodu (zpočátku bezpříznakovým a následně s bolestivými i senzomotorickými příznaky na horních končetinách, tenzní cefaleou, vegetativními příznaky jako je nauzea, zvracení a porucha zraku či sluchu). Poruchy v cerviko-thorakálním přechodu pak často vedou k řetězení poruch v ostatních úsecích páteře [Kříž, 2006; Vařeka a Dvořák, 2001].

V rámci studie byla u dospělých žen, které udávaly alespoň občasné bolesti zad zjištěna asociace s vyššími hodnotami parametru **CI** oproti ženám bez bolestí zad (**p < 0,01**). V souboru všech dětí školního věku (**p < 0,01**) i jen u dívek (**p < 0,05**) byla asociována s větší hloubkou krční lordózy (parametrem **CI**) alespoň občasná bolest hlavy.

Na souvislost s nálezem předsunutého držení krční páteře a hlavy u osob s bolestmi krční páteře a hlavy proti jedincům bez bolestivých stavů poukazují ve své práci např. Lau et al. [2010].

Dále byla ve vyšetřovaném souboru zjištěna signifikantně vyšší hodnota parametru CI (hloubky krční lordózy) u dospělých mužů oproti dospělým ženám ($p < 0,05$). Zároveň byly prokázány signifikantní změny v parametru V_{Thk} dospělých žen oproti dospělým mužům ($p < 0,05$). Vrchol hrudní kyfózy V_{Thk} mají dospělí muži více posunut směrem dorsálně od ideální vertikály, což je charakteristické pro hyperkyfotický typ postury, ženy mají vrchol hrudní kyfózy naopak posunut ventrálně od ideální vertikály. Tento nález koresponduje s výsledky studie Pearsalla a Reida [1992], kteří uvádějí, že muži mají ve srovnání se ženami sice větší sklon k „předklonu“ těla, ale zároveň větší hrudní kyfózu.

Míra funkční odchylky, která již znamená pro jedince přetěžování podpůrně-pohybového systému a zvýšené riziko rozvoje bolestivých stavů a degenerativních změn, je jistě vysoce individuální. Různou toleranci k míře dekompenzace sagitální statiky páteře uvádí např. Keller et al. [2005], Potter et al. [2004], Hasegawa et al. [2017] a Vedantam et al. [1998], ale zároveň je poukazováno na matematických modelech na přetěžování meziobratlových plotének při neideálním zakřivení páteře [Harrison et al., 2005a]. Janda [2001] konstatuje, že „...funkční změny u dětí a mládeže se vyskytují nejméně u 80 % populace. Jestliže hodnotíme i drobnější odchylky, pak téměř nenajdeme dítě nebo mladistvého, jehož hybný systém bychom mohli považovat za ideální“. Sami autoři mnou použité metody uvádějí, že „ve většině případů projekce hloubky lordotických křivek jeví výraznější odchylky od daného normativu“ [Kolisko et al., 2005]. Kučera et al. [2007] však varují, že všechny odchylky od osy znamenají vždy zvýšené riziko ovlivnění hybné soustavy jak funkčně nebo strukturálně, tak i v algických projevech, a Kendallová upozorňuje, že i malé změny postury mohou vyvolávat výraznou reakci svalového systému [Kendall et al., 2005].

Na problematiku častého výskytu neideální sagitální statiky páteře v populaci upozorňují i Oakley et al. [2005]. Ve své práci diskutují pojmy „průměrná postura“ a „ideální postura“. Je zde zdůrazněno, že „průměrné“ hodnoty sagitálních křivek a statiky páteře získané statistickou analýzou asymptomatických jedinců (tj. bez akutního výskytu bolestivých stavů) vykazují známky předsunutého držení hlavy a špatnou sagitální rovnováhu hodnocenou vertikálou C1-Th1-Th12-S1 a tuto posturu tudíž nelze akceptovat jako

„normální“ vzhledem k souvisejícímu přetěžování zádových svalů a meziobratlových plotének.

V našem souboru bylo zjištěno, že průměrně tráví denně sezením děti 5,9 hodiny a dospělí 8,3 hodiny. Byl prokázán trend navyšování času tráveného vsedě s věkem, avšak neprokázali jsme souvislost výskytu bolestivých stavů s délkou sedu. Ovšem souvislost mezi délkou sezení a bolestmi je sporná i dle Womersleye a Maye [2006], kteří upozorňují, že spolu se sledováním délky sedu je nezbytné sledovat i způsob sezení. Hartvigsen et al. [2000] ve svém systematickém přehledu analyzovali 35 článků zabývajících se výskytem bolestivých stavů bederní páteře u sedavých zaměstnání a nenalezli žádné asociace výskytu bolestí se sezením.

Délka sedu v mé prezentované studii byla vyhodnocena pouze z anamnesticky získaných dat, nikoliv měřením času skutečně stráveného sezením. Gupta et al. [2015] považují právě nevyužívání objektivních metod hodnocení času tráveného vsedě za jednu z možných příčin nepřesvědčivých výsledků studií zabývajících se asociacemi mezi délkou sezení a výskytem bolestí zad. V recentní průřezové studii (hodnoceno 201 jedinců) dokládají pozitivní asociace mezi časem stráveným vsedě a výskytem bolestí v oblasti bederní páteře u jedinců pracujících v dělnických profesích. Zároveň dodávají potřebu dalších studií s prospektivním designem.

Nicméně dle mého názoru dlouhodobé udržování statického sedu v kombinaci s nálezem dekompenzace sagitální statiky páteře může znamenat zvýšené riziko přetěžování podpůrně-pohybového systému jak u dětí, tak u dospělých. Toto riziko komentují např. i Martinková a Brhel [2009]. Popisují tzv. funkční vertebrogenní algie způsobované dlouhým sezením ve strnulé poloze s následkem přetížení meziobratlových plotének a s možností jejich poškození, a upozorňují, že negativní dopady na podpůrně-pohybový systém jsou tím větší, čím horší je ergonomie pracovního místa.

4 Závěr

Přínos zrealizované pilotní studie spočívá dle mého názoru zejména v ověření metodiky somatografického hodnocení biomechanických parametrů posturální funkce diagnostickým systémem DTP-3, které umožňuje objektivizaci somatoskopického hodnocení držení těla a přispívá tak ke konkretizaci preventivních programů.

Ve vyšetřených souborech dětí i dospělých jsme zjistili vysoké % „výrazných“ a „velmi výrazných“ odchylek tvaru a statiky páteře v sagitální rovině signalizujících posturální vadu. Sledované parametry byly hodnoceny pomocí normativu vycházejícího z ideálního biomechanického modelu tvaru páteře a z normativů stanovených pro somatoskopické hodnocení držení těla dětí školního věku v 50. letech 20. století. Celkem byla zjištěna **„výrazná odchylka“ a „velmi výrazná odchylka“** v sagitálním zakřivení páteře u **34,4 % resp. 46,9 % dětí a u 19,8 % resp. 74,7 % dospělých**. **„Mírnou odchylku“**, která prezentuje ještě **dobré držení těla**, vykazovalo pouze **17,8 % dětí** ve školním věku a **5,5 % dospělých**. **„Normální“ hodnoty, a tedy ideálního sagitálního zakřivení páteře dle originální metodiky, dosáhlo v celém souboru zanedbatelné množství probandů ve školním věku (0,9 %) a žádný dospělý.**

V tomto kontextu ukazuje práce na aktuální posun v sagitální statice a zakřiveních páteře dětí i dospělých, který je možno vysvětlit:

- sekulárním trendem v profilu tělesných a biomechanických parametrů spolu s maladaptivními změnami vznikajícími v důsledku převažujícího zatěžování podpůrně-pohybového systému statickými polohami a neadekvátní kompenzací pohybem;
- větší citlivostí somatografické metody oproti somatoskopické.

V pilotní studii získané výsledky je potřeba verifikovat objektivními metodami hodnocení tvaru a statiky páteře na větším souboru.

Přes výše uvedené jsem v aktuálním průzkumu prokázala, že:

- statisticky významně se liší hodnota parametru **CI** (**p < 0,001**), sagitální statika páteře vyjádřená indexem **CI/LI** (**p < 0,001**) a poloha vrcholu hrudní kyfózy **V_{Thk}**

- ($p < 0,05$) dětí ve školním věku oproti dospělým; nebyly však prokázány statisticky významné změny v parametru **LI** dětí oproti dospělým;
- mezi jednotlivými věkovými kategoriemi dětí nebyly shledány statisticky významné rozdíly v žádném ze sledovaných parametrů;
 - sagitální křivky a statika páteře jsou v dospělosti vázány na pohlaví:
 - statisticky významně se liší hodnota parametru **CI** dospělých mužů oproti hodnotě **CI** dospělých žen ($p < 0,05$);
 - statisticky významně se liší poloha vrcholu hrudní kyfózy V_{Thk} vzhledem k ideální vertikále dospělých žen oproti dospělým mužům ($p < 0,05$);
 - křivky a statika páteře v sagitální rovině jsou vázány na výživový stav;
 - u dospělých žen, které udávaly alespoň občasné bolesti zad, byla zjištěna asociace s vyššími hodnotami parametru **CI** oproti dospělým ženám bez bolestí zad ($p < 0,01$);
 - v souboru všech dětí školního věku ($p < 0,01$) i jen u dívek ($p < 0,05$) byla s větší hloubkou krční lordózy (parametrem **CI**) asociována alespoň občasná bolest hlavy.

Páteř, jako opěrná a pohybová osa těla a zásadní strukturální komponenta posturální funkce, se významně podílí na výsledném držení těla jedince. Je-li její tvar z pohledu biomechanického neideální a je-li dekompenzována její sagitální statika, jsou kladeny výraznější nároky na ostatní komponenty výkonné složky posturální funkce, zejména na svalový systém podílející se na stabilizaci páteře. A reciprocně: neideální svalová spolupráce podílející se na udržování vzpřímeného těla může vést ke změnám biomechanických parametrů. Zpočátku funkční poruchy postury pak mohou časem vést k rozvoji bolestivých stavů a k degenerativním onemocněním podpůrně-pohybového aparátu.

Přitom posturální funkce u dětí v mladším školním věku je ještě poměrně plastická a umožňuje záměrnou korekci s dobrým efektem. Toto období považujeme za velmi vhodné pro zavádění a realizaci komplexních preventivních a kompenzačních programů. Prevence by však měla být zaměřena i na mladé dospělé, tedy do období ukončeného růstu, ale zároveň dosud minimálního podílu degenerativních morfologických změn podpůrně-pohybového aparátu.

Nácvik a vybudování protektivních stereotypů životního stylu v těchto formativních obdobích, včetně důsledného dodržování obecných zásad nepřetěžování podpůrně-pohybového systému s respektem k individuálním dispozicím, by mělo přispět k získání a celoživotnímu udržení dobré úrovně zdravotně orientované zdatnosti, a tím k prevenci chronických neinfekčních onemocnění celkově, nejen podpůrně-pohybového systému. Dobrá úroveň zdravotně orientované zdatnosti, kardiovaskulární i neuromuskulární, včetně posturální komponenty (která významně ovlivňuje i obratnost), by měla pomoci i v prevenci úrazů dětí, které jsou dosud v České republice na vysoké úrovni, přestože se podařilo v rámci plnění úkolů vyplývajících z Národního akčního plánu prevence úrazů na období 2007 – 2017 významně snižovat úmrtnost na úrazy [Zvadová et al., 2012].

Námi použitou somatografickou metodu v kombinaci se somatoskopickým vyšetřením a vybranými svalovými testy považujeme za vhodnou jak v individuálním přístupu, tak i ke kontrole účinnosti cílených pohybových programů pro děti mladšího školního věku.

Získaný grafický a numerický záznam tvaru páteře, bez nutnosti zatěžujícího rentgenologického vyšetření je velmi efektivní i jako edukační nástroj v rámci primární i sekundární prevence. Umožňuje vyšetřujícímu názorně popsat tvar a statiku páteře klienta, vysvětlit možné důsledky vyplývající z neideálního postavení jednotlivých segmentů páteře a pomoci při sestavování komplexního cíleného „self-tailored“ programu prevence rozvoje posturální vady.

Tato somatografická metoda by dle mého názoru mohla být komplementární metodou pro hodnocení posturální funkce jako součásti zdravotně orientované zdatnosti ve specifických populačních skupinách. Opět se nabízí výhodné grafické i numerické zaznamenání tvaru a statiky páteře. Možnost klasifikace a vyhodnocení typů postury by přispěla ke konkretizaci pohybových programů, a tím k úspěšnější prevenci posturálních vad a jejich negativních zdravotních dopadů.

Vzhledem k současnému trendu snižování celkového objemu pohybové aktivity, a s tím souvisejícímu snižování úrovně zdravotně orientované zdatnosti [Tomkinson et al., 2003; Müllerová et al., 2015] a zároveň vysokému výskytu onemocnění pohybového aparátu [Kodl, 2014] se domnívám, že by se měla věnovat zvýšená pozornost zefektivňování programů primární prevence posturálních vad. Jednou z cest je jejich specifikace. Dále považuji za důležité zvyšování erudovanosti pedagogů na základních školách v této

problematicke, ale i např. zakomponování prvků zdravotní tělesné výchovy do běžných hodin tělesné výchovy. Vzhledem k významné roli lékaře v oblasti zdravotní výchovy s možností ovlivnění životního stylu pacienta, pak je nezbytné kladení většího důrazu na výuku předmětů se zaměřením na preventivní medicínu a podporu protektivních vzorců chování na lékařských fakultách.

Seznam použité literatury

- AIRAKSINEN, O., J. I. BROX, C. CEDRASCHI, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European Spine Journal* [online]. 2006, **15**(S2), 192-300 [cit. 2017-02-27]. DOI: 10.1007/s00586-006-1072-1. ISSN 1432-0932. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-006-1072-1>
- BARNA, M. *Manuál k vyšetření pohybového aparátu dítěte v ordinaci praktického dětského lékaře* [online]. 1. Praha: SZÚ, 2003 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/zdrav_stav/manual_sv.pdf
- BERANOVÁ, B. a V. KOVÁČIKOVÁ. Využití neuroplasticity v terapii pohybových poruch. *Rehabilitácia*. 1998, **31**(2), 78-81. ISSN 0375-0922.
- BERRYMAN, F., P. PYNSENT, J. FAIRBANK a S. DISNEY. A new system for measuring three-dimensional back shape in scoliosis. *European Spine Journal* [online]. 2008, **17**(5), 663 [cit. 2017-02-02]. DOI: 10.1007/s00586. ISSN 1432-0932. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2367415/>
- BETSCH, M., M. WILD, P. JUNGBLUTH, S. THELEN, M. HAKIMI, J. WINDOLF, T. HORSTMANN a W. RAPP. The rasterstereographic–dynamic analysis of posture in adolescents using a modified Matthiass test. *European Spine Journal* [online]. 2010, **19**(10), 1735-1739 [cit. 2017-02-21]. DOI: 10.1007/s00586-010-1450-6. ISSN 1432-0932. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00586-010-1450-6>
- BUNC, V. Zdravotně orientovaná zdatnost a možnosti její kultivace na základní škole. *Tělesná výchova a sport mládeže*. 1998, **64**(4), 2-10.
- BURSOVÁ, M. *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada, 2005, 195 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-0948-1.
- CAGNIE, B., L. DANNEELS, D. VAN TIGGELEN, V. DE LOOSE a D. CAMBIER. Individual and work related risk factors for neck pain among office workers: a cross sectional study. *European Spine Journal* [online]. 2007, **16**(5), 679 [cit. 2017-02-20]. DOI: 10.1007/s00586-006-0269-7. ISSN 1432-0932. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2213555/>
- ČIHÁK, R. *Anatomie I*. 3. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3817-8.
- DEURSEN, L.L.J.M. Van, C. J. SNIJDERS a J. PATUN. Influence of daily life activities on pain in patients with low back pain. *Journal of Orthopaedic Medicine* [online]. 2016, **24**(3), 74-76 [cit. 2017-03-02]. ISSN 1753-6154. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1080/1355297X.2002.11736168>
- DOODY, M. et al. *Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. scoliosis cohort study* [online]. 2000, **25**(16), 2052-2063 [cit. 2017-02-21]. ISSN 1528-1159. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10954636>
- DOSTÁLOVÁ, I. Teorie a praxe zdravotní tělesné výchovy. *Tělesná kultura*. 2011, **34**(2), 114-126. ISSN 1211-6521. Dostupné také z: <http://www.telesnakultura.upol.cz/index.php/telesnakultura/issue/archive>
- DRASTICH, A. *Tomografické zobrazovací systémy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav biomedicínského inženýrství, 2004. ISBN 80-214-2788-4.
- DUNGL, P. et al. *Ortopedie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4357-8.
- DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.

- FALTA, J. Spolupráce pediatra a rehabilitačního lékaře. *Pediatric pro praxi* [online]. 2014, **15**(3), 152–156 [cit. 2017-01-30]. ISSN 1213-0494. Dostupné z: <http://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2014/03/09.pdf>
- FÁROVÁ, H., V. FILIPOVÁ a J. KRATĚNOVÁ. Cvičení pro děti při vadném držení těla. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2003 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/zdrav_stav/cviceni_deti.pdf
- FILIPOVÁ, V. *Jak vybrat školní brašnu* [online]. 1. Praha: Státní zdravotní ústav, 2011 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/czsp/skola/2012/letak_brasna_n.pdf
- FILIPOVÁ, V. a V. FAIERAJZLOVÁ. Sedíme zdravě: Jak na správné sezení. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2010 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/czsp/edice/sedime_nahled.pdf
- FRANK, C., A. KOBESOVA a P. KOLAR. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther* [online]. 2013, **8**(1), 62–73 [cit. 2017-02-07]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3578435/pdf/ijst-08-062.pdf>
- GELB, D.E., L.G. LENKE, K.H. BRIDWELL, K. BLANKE a K.W. MCENERY. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine*. 1995, **20**(12), 1351-1358. ISSN 0362-2436.
- GHANDHARI, H., H. HESARIKIA, E. AMERI a A. NOORI. Assessment of normal sagittal alignment of the spine and pelvis in children and adolescents. *BioMed Research International* [online]. 2013, **2013**, 1-7 [cit. 2017-02-09]. DOI: 10.1155/2013/842624. ISSN 2314-6141. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/842624>
- GLASSMAN, S.D., S. BERVEN, K. BRIDWELL, W. HORTON a J.R. DIMAR. Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis. *Spine* [online]. 2005, **30**(6), 682-688 [cit. 2017-02-09]. ISSN 0362-2436. Dostupné z: DOI: 10.1097/01.brs.0000155425.04536.f7
- GRIEGEL-MORRIS, P., K. LARSON, K. MUELLER-KRAUS a C.A. OATIS. Incidence of common postural abnormalities in the cervical, shoulder, and thoracic regions and their association with pain in two age groups of healthy subjects. *Phys. Therapy*. 1992, **72**(6), 425–431. ISSN 0031-9023.
- GUPTA, N., C.S. CHRISTIANSEN, D.M. HALLMAN, M. KORSHØJ, I.G. CARNEIRO, A. HOLTERMANN a T.E. DORNER. Is objectively measured sitting time associated with low back pain? A cross-sectional investigation in the NOMAD study. *PLOS ONE* [online]. 2015, **10**(3), e0121159 [cit. 2017-03-02]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0121159>
- HALADOVÁ, E. a L. NECHVÁTALOVÁ. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vyd. 2. nezm. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 8070133937.
- HAN, J.C., D.A. LAWLOR a S.Y.S. KIMM. Childhood obesity. *The Lancet* [online]. 2010, **375**(9727), 1737–1748 [cit. 2017-02-23]. ISSN 0140-6736. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60171-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60171-7)
- HARDACKER, J.W., R.F. SHUFORD, P.N. CAPICOTTO a P.W. PRYOR. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms. *Spine*. 1997, **22**(13), 1472-1479. ISSN 0362-2436.
- HARRISON, D.E., Ch.J. COLLOCA, D.D. HARRISON, T.J. JANIK, J.W. HAAS a T.S. KELLER. Anterior thoracic posture increases thoracolumbar disc loading. *European Spine Journal* [online]. 2005a, **14**(3), 234–242 [cit. 2017-02-05]. ISSN 1432-0932. Dostupné z: <http://doi.org/10.1007/s00586-004-0734-0>

- HARRISON, D.E., J.W. HAAS, R. CAILLIET, D.D. HARRISON, B. HOLLAND a T.J. JANIK. Concurrent validity of flexicurve instrument measurements: sagittal skin contour of the cervical spine compared with lateral cervical radiographic measurements. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2005b, **28**(8), 597-603 [cit. 2017-02-22]. ISSN 0161-4754. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2005.08.012>
- HARRISON, D.E., D.D. HARRISON, S.J. TROYANOVICH a S. HARMON. A normal spinal position: It's time to accept the evidence. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2000, **23**(9), 623-644 [cit. 2017-02-28]. ISSN 0161-4754. Dostupné z: DOI: 10.1067/mmt.2000.110941
- HARTVIGSEN, J., C. LEBOEUF-YDE, S LINGS a E. H. CORDER. Review Article: Is sitting-while-at-work associated with low back pain? A systematic, critical literature review. *Scandinavian Journal of Public Health*. 2000, **28**(3), 230-239.
- HASEGAWA, K., M. OKAMOTO, S. HATSUSHIKANO, H. SHIMODA, M. ONO, T. HOMMA a K. WATANABE. Standing sagittal alignment of the whole axial skeleton with reference to the gravity line in humans. *J Anat.* [online]. 2017, [Epub ahead of print] [cit. 2017-02-07]. DOI: 10.1111/joa.12586. ISSN 1469-7580. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joa.12586/full>
- HAVLÍNOVÁ, M. *Program podpory zdraví ve škole: rukověť projektu Zdravá škola*. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-717-8263-7.
- HLÁVKOVÁ, J. et al. Příprava metodiky pro hodnocení zátěže bederní páteře při práci pro účely posuzování nemocí z povolání: Konzultační den odborné skupiny pracovního lékařství. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2014 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/centrum-pracovniho-lekarstvi>
- JANDA, V. Doporučené postupy pro praktické lékaře: Vadné držení těla, m. Scheuermann. In: *Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně* [online]. Praha: Společnost myoskeletální medicíny ČLS JEP, 2001 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://www.cls.cz/seznam-doporucenych-postupu>
- JANDA, V. *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch*. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1982.
- JANDA, V. *Funkční svalový test*. Vyd. 1. čes. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-208-5.
- JANDOVÁ, J. Doporučené postupy pro praktické lékaře: Vertebroviscerální vztahy. In: *Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně* [online]. Praha: Společnost myoskeletální medicíny ČLS JEP, 2001 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://www.cls.cz/seznam-doporucenych-postupu>
- JANEČKA, Z., K. CHROBÁKOVÁ a M. MAYER. Specifika vývoje motoriky u kongenitálně nevidomých dětí. *Tělesná kultura*. 2011, **34**(2), 80-92. ISSN 12116521. Dostupné také z: <http://www.telesnakultura.upol.cz/index.php/telesnakultura/issue/archive>
- JAROŠ, M. a M. LOMÍČEK. Návrh zjednodušeného hodnocení postavy žáků. *Tělesná výchova mládeže*. 1957, **23**(5), 197-203.
- KABÁTOVÁ, H., M. KOPECKÝ, D. STRNISKOVÁ a J. TOMANOVÁ. Těžké školní aktovky jako další možný faktor ovlivňující výskyt vadného držení těla. *Hygiena*. 2012, **57**(3), 89-93. ISSN 1802-6281. Dostupné také z: <http://www.szu.cz/svi/hygiena/show.php?kat=archiv>
- KALMAN, M., E. SIGMUND, D. SIGMUNDOVÁ, Z. HAMŘÍK, L. BENEŠ, D. BENEŠOVÁ a L. CZÉMY. *Národní zpráva o zdraví a životním stylu dětí a školáků* [online]. 2011. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011 [cit. 2016-01-28]. ISBN 978-80-244-2986-1. Dostupné z: http://hbse.upol.cz/download/narodni_zprava_zdravi_ziv_styl.pdf
- KAPANDJI, A.I. *The physiology of the joints*. Vyd. 2. London: Churchill Livingstone, 1974, 251 s. ISBN 0443012091.

- KARLBERG, J. On the modelling of human growth. *Statistics in Medicine* [online]. 1987, **6**(2), 185-192. DOI: 10.1002/sim.4780060210. ISSN 1097-0258. Dostupné také z: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sim.4780060210/full
- KÁŠ, S. et al. *Neurologie pro praktické lékaře*. Praha: Scientia Medica, 1993. Medicína a praxe. ISBN 80-85526-20-4.
- KATZMAN, W.B., L. WANEK, J.A. SHEPHERD a D.E. SELLMEYER. Age-related hyperkyphosis: its causes, consequences, and management. *J Orthop Sports Phys Ther* [online]. 2010, **40**(6), 352-360 [cit. 2017-02-10]. DOI: 10.2519/jospt.2010.3099. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.2010.3099>
- KELEMAN, S. *Anatomie emocí: struktury lidské zkušenosti*. Praha: Portál, 2005. ISBN 978-80-262-0455-8.
- KELLER, T.S., Ch.J. COLLOCA, D.E. HARRISON, D.D. HARRISON a T.J. JANIK. Influence of spine morphology on intervertebral disc loads and stresses in asymptomatic adults: implications for the ideal spine. *The Spine Journal* [online]. 2005, **5**(3), 297-309 [cit. 2017-02-05]. ISSN 1529-9430. Dostupné z: DOI:10.1016/j.spinee.2004.10.050
- KELLER, T.S., D.E. HARRISON, Ch.J. COLLOCA, D.D. HARRISON a T.J. JANIK. Prediction of osteoporotic spinal deformity. *Spine* [online]. 2003, **28**(5), 455-462 [cit. 2017-02-09]. ISSN 0362-2436. Dostupné z: DOI: 10.1097/01.BRS.0000048651.92777.30
- KENDALL, F.P., P.G. PROVANCE, M. RODGERS a W. ROMANI. *Muscles: testing and function with posture and pain*. 5th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams, c2005. ISBN 0781747805.
- KODL, M., ed. *Zpráva o zdraví obyvatel České republiky*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2014. ISBN 978-80-85047-49-3.
- KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-807-2626-571.
- KOLÁŘ, P. Senzomotorická podstata posturálních funkcí jako základ pro nové přístupy ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1998, **5**(4), 142-147. ISSN 12112658.
- KOLÁŘ, P. Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze. *Pediatric pro praxi*. 2002, **3**(3), 106-109. ISSN 12130494.
- KOLÁŘ, P. a K. LEWIT. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*. 2005, **6**(5), 270-275. ISSN 12131814.
- KOLISKO, P. et al. *Hodnocení tvaru a funkce páteře s využitím diagnostického systému DTP-1,2*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0959-3.
- KOLISKO, P. *Integrační přístupy v prevenci vadného držení těla a poruch páteře u dětí školního věku*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0750-7.
- KOVÁČIKOVÁ, V. Vývoj náhradní motoriky. *Rehabilitácia*. 1998, **31**(2), 68-72. ISSN 03750922.
- KRAČMAR, B., M. CHRÁSTKOVÁ, R. BAČÁKOVÁ a et al. *Fylogeneze lidské lokomoce*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3379-4.
- KRATĚNOVÁ, J., K. ŽEJGLICOVÁ, M. MALÝ a V. FILIPOVÁ. Prevalence and risk factors of poor posture in school children in the Czech Republic. *Journal of School Health* [online]. 2007, **77**(3), 131 [cit. 2017-02-07]. DOI: 10.1111/j.1746-1561.2007.00182.x. ISSN 1746-1561. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1746-1561.2007.00182.x>
- KREJČÍ, J. *Systém pro diagnostiku tvaru páteře* [online]. Olomouc, 2007 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: www.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTKkatedry/biomechanika/krejci_doctoral_thesis.pdf. Dizertační práce.

- KREJČÍ, J., J. GALLO, J. SALINGER a P. ŠTĚPANÍK. Ověření přesnosti systému DTP-3 určeného pro neinvazivní vyšetření tvaru páteře prostřednictvím rtg vyšetření. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca*. 2012, **79**(3), 255-262. ISSN 00015415. Dostupné také z: <http://www.achot.cz/vydanacisla.php>
- KREJČOVÁ, V. a J. KARGEROVÁ. *Vzdělávací program Začít spolu: metodický průvodce pro I. stupeň základní školy*. Praha: Portál, 2003. Step by step (Portál). ISBN 80-717-8695-0.
- KROBOT, A. Vadné držení u dětí a nestandardní dominance očí jako možný rizikový faktor. *Rehabilitácia*. 1998, **31**(3), 131-135. ISSN 03750922.
- KŘÍŽ, V. Poruchy cerviko-thorakálního přechodu i jejich vzdálené příznaky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2006, **13**(2), 99-104 [cit. 2017-01-30]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <http://www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-clanek/poruchy-cerviko-thorakalniho-prechodu-i-jejich-vzdalene-priznaky-4881>
- KUBÁT, R. *Ortopedické vady u dětí a jak jim předcházet*. Praha: H & H, 1992. ISBN 80-85467-13-5.
- KUČERA, M. *Pohyb v prevenci a terapii: Kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty fyzioterapie*. Praha: Karolinum, 1996. ISBN 80-7184-042-4.
- KUČERA, M., J. KÁLAL, P. KOLÁŘ a P. KORBELÁŘ. Myalgie a deviace páteřní osy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2005, **12**(1), 6-11. ISSN 12112658.
- KUČERA, M., P. KOLÁŘ, I. DYLEVSKÝ a et al. *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-712-7.
- KUČERA, M., J. RADVANSKÝ a P. KOLÁŘ. Tělesná zdatnost, pohybová aktivita a dovednosti obézních dětí. In PAŘÍZKOVÁ, J. a L. LISÁ et al. *Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence*. Praha: Galén, 2007. 151-173. ISBN 978-80-7262-466-9.
- KUNEŠOVÁ, M. et al. *Obezita: doporučený diagnostický a léčebný postup pro praktické lékaře* [online]. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2005 [cit. 2017-02-23]. ISBN 80-903-5738-5. Dostupné z: <http://www.svl.cz/files/files/Doporucene-postupy-2003-2007/Obezita.pdf>
- LANGMEIER, J. a D. KREJČÍŘOVÁ. *Vývojová psychologie*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2006. Psyhé (Grada). ISBN 978-80-247-1284-0.
- LAU, H. M. Ch., T. T. W. CHIU a T. LAM. Measurement of craniovertebral angle with Electronic Head Posture Instrument: Criterion validity. *The Journal of Rehabilitation Research and Development* [online]. 2010, **47**(9), 911-918 [cit. 2017-04-23]. DOI: 10.1682/JRRD.2010.01.0001. ISSN 0748. Dostupné z: <http://www.rehab.research.va.gov/jour/10/479/pdf/laupdf>
- LEWIN, R. *Human evolution: an illustrated introduction*. 5th ed. Malden: Blackwell, 2005. ISBN 978-1405103787.
- LEWIT, K. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně, c2003, 411 s. ISBN 80-86645-04-5.
- LIVANELIOGLU, A., F. KAYA, V. NABIYEV, G. DEMIRKIRAN a T. FIRAT. The validity and reliability of "Spinal Mouse" assessment of spinal curvatures in the frontal plane in pediatric adolescent idiopathic thoraco-lumbar curves. *European Spine Journal* [online]. 2016, **25**(2), 476-482 [cit. 2017-02-07]. DOI: 10.1007/s00586-015-3945-7. ISSN 0940-6719. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-015-3945-7>
- MAC-THIONG, J.M., H. LABELLE, E. BERTHONNAUD, R.R. BETZ a P. ROUSSOULY. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *European Spine Journal* [online]. 2007, **16**(2), 227-234 [cit. 2017-02-09]. ISSN 1432-0932. Dostupné z: <http://doi.org/10.1007/s00586-005-0013-8>

- MÁČEK, M., J. RADVANSKÝ a et al. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-695-3.
- MAGNUS, R. *Körperstellung Experimentell-Physiologische Untersuchungen über die Einzelnen bei der Körperstellung in Tätigkeit Treten Reflexe, über ihr Zusammenwirken und ihre Störungen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1924. ISBN 9783662254783.
- MALÁTOVÁ, R. a J. ROKYTOVÁ. Význam hlubokého stabilizačního systému v oblasti vertebrogenních obtíží. *Studia kinanthropologica* [online]. 2007, **8**(1), 17-22 [cit. 2017-02-07]. ISSN 1213-2101. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studiaka.html>
- MARTINKOVÁ, J. a P. BRHEL. Bolestivá postižení pohybového aparátu při práci v kanceláři. *Pracovní lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J.E.Purkyně, 2009, **61**(3), 133-139. ISSN 0032-6291.
- MAŘÍK, I. a A. MAŘÍKOVÁ. Včasná diagnostika ortopedických vad u dětí: preventivní pediatrie - manuál pro provádění preventivních prohlídek. *Postgraduální medicína*. 2005, **7**(Příloha 2), 43-46. ISSN 1212-4184.
- MATOULEK, M., Š. SVAČINA a J. LAJKA. Výskyt obezity a jejich komplikací v České republice. *Vnitřní lékařství*. 2010, **56**(10), 1019-1027. ISSN 0042773x. Dostupné také z: <http://www.vnitrnilekarstvi.cz/vnitri-lekarstvi-archiv-cisel>
- MICHALÍK, D., S. MALÝ, L. SVOBODOVÁ a I. MLEZIVOVÁ. Ergonomické stresory a rizika s důrazem na muskuloskeletální onemocnění: 2. část. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2016, **9**(3) [cit. 2017-02-27]. ISSN 1803-3687. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/josra/ergonomicke-stresory-rizika-s-durazem-na-problematiku-muskuloskeletalnich-onemocneni-2-cast>
- MORRIS, C. E., P.E. GREENMAN, M.I. BULLOCK, J.V. BASMAJIAN a A. KOBESOVA. Vladimír Janda, MD, DSc: Tribute to a Master of Rehabilitation. *Spine* [online]. 2006, **31**(9), 1060-1064 [cit. 2017-02-07]. ISSN ISSN: 0362-2436. Dostupné z: DOI: 10.1097/01.brs.0000214879.93102.4e
- MOSAAD, D.M. a A.A. ABDEL. Backpack carriage effect on head posture and ground reaction forces in school children. *Work* [online]. 2015, **52**(1), 203-9 [cit. 2017-03-02]. DOI: 10.3233/WOR-152043. Dostupné z: <https://doi.org/10.3233/WOR-152043>
- MÜLLEROVÁ, D. et al. *Hygiena, preventivní lékařství a veřejné zdravotnictví*. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2510-2.
- MÜLLEROVÁ, D., J. LANGMAJEROVÁ, P. SEDLÁČEK, J. DVOŘÁKOVÁ, Z. WEBER, T. HIRSCHNER, L. MÜLLER a Z. DERFLEROVÁ BRÁZDOVÁ. Dramatic decrease in muscular fitness in the Czech schoolchildren over the Last 20 years. *Central European Journal of Public Health* [online]. 2015, **23**(Supplement), 9-13 [cit. 2017-02-02]. DOI: 10.21101/cejph.a4069. ISSN 18031048. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.21101/cejph.a4069>
- OAKLEY, P.A., D.D. HARRISON, D.E. HARRISON a J.W. HAAS. Evidence-based protocol for structural rehabilitation of the spine and posture: review of clinical biomechanics of posture (CBP®) publications. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association* [online]. 2005, **49**(4), 270–296 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1840024/>
- PALEČEK, T., L. TÓTH a R. CHALOUPKA. Doporučené postupy pro praktické lékaře: Bolesti v kříži. In: *Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně: Bolesti v kříži* [online] <http://www.cls.cz/Home>. Praha: Česká spondylochirurgická společnost ČLS JEP, 2001 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://www.cls.cz/seznam-doporucenych-postupu>
- PANJABI, M.M. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders* [online]. 1992, **5**(4), 383-389 [cit. 2017-03-02]. DOI:

10.1097/00002517-199212000-00001. ISSN 0895-0385. Dostupné z: <http://www.o-sommet.nl/wp-content/uploads/Panjabi-stabilizing-system.pdf>

PAŘÍZKOVÁ, J. a L. LISÁ et al. *Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence*. Praha: Galén, c2007. ISBN 978-80-7262-466-9.

PEARSALL, D.J. a J.G. REID. Line of gravity relative to upright vertebral posture. *Clinical Biomechanics* [online]. 1992, **7**(2), 80-86 [cit. 2017-02-02]. DOI: 10.1016/0268-0033(92)90019-Z. ISSN 0268-0033. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0268-0033\(92\)90019-Z](https://doi.org/10.1016/0268-0033(92)90019-Z)

PERIČ, T. *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada, 2004. Děti a sport. ISBN 80-247-0683-0.

POTTER, B.K., L. LENKE a T.R. KUKLO. Prevention and management of iatrogenic flatback deformity. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 2004, **86**(8), 1793–1808 [cit. 2017-02-07]. ISSN 0021-9355. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15292431>

PROVAZNÍK, K., L. KOMÁREK, H. PROVAZNÍKOVÁ /redakční skupina/ a et al. *Manuál prevence v lékařské praxi: Prevence poruch zdraví dětí a mládeže*. Praha: Fortuna, 1998. ISBN 80-7071-108-6.

PROVAZNÍKOVÁ, H., D. SCHNEIDROVÁ, V. VALENTA a V. HYNČICA. Determinanty zdraví vysokoškolských studentů. *Hygiena*. 2002, **47**(4), 214-219. ISSN 18026281.

QUEK, J., Y. PUA, R.A. CLARK a A.L. BRYANT. Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. *Manual Therapy* [online]. 2013, **18**(1), 65-71 [cit. 2017-02-20]. ISSN 1356-689X. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2012.07.005>

RADVANSKÝ, J. a M. KUČERA. Indikace a kontraindikace pohybových činností v povinné a zdravotní tělesné výchově. *Tělesná výchova a sport mládeže*. 1999, **65**(4), 2-6. ISSN 1210-7689.

RADVANSKÝ, J. a M. MÁČEK. Co přináší tělovýchovné lékařství pediatriům. *Vox paediatricae*. 2004, **4**(6), 11-14. ISSN 12132241.

REPKO, M., M. KRBEK, A. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, R. CHALOUPKA a J. NEUBAUER. Zobrazovací metody při vyšetření skoliotických deformit páteře. *Česká radiologie* [online]. 2007, **61**(1), 74-79 [cit. 2017-03-17]. ISSN 12107883. Dostupné z: http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad0701_74.pdf

RYCHLÍKOVÁ, E. *Manuální medicína: průvodce diagnostikou a léčbou vertebrogenních poruch*. 3., rozš. vyd. Praha: MAXDORF, 2004, 530 s. Jessenius. ISBN 80-7345-010-0.

SEDLAK, P., J. RIEDLOVÁ, J. VIGNEROVÁ, M. PAULOVÁ a P. BLÁHA. Růstové grafy - limity jejich aktuálního použití. *Pediatric pro praxi* [online]. 2014, **14**(Suppl. B), 113-116 [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: http://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-201402-0017_Rustove_grafy_8211_limity_jejich_aktualniho_pouziti.php

SCHROEDER, J., R. REER a K. M. BRAUMANN. Video raster stereography back shape reconstruction: a reliability study for sagittal, frontal, and transversal plane parameters. *European Spine Journal* [online]. 2015, **24**(2), 262-269 [cit. 2017-03-01]. ISSN 1432-0932. Dostupné z: DOI:10.1007/s00586-014-3664-5

SCHWAB, F., A. PATEL, B. UNGAR, J.P. FARCY a V. LAFAGE. Adult spinal deformity—postoperative standing imbalance. *Spine* [online]. 2010, **35**(25), 2224-2231 [cit. 2017-02-09]. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ee6bd4. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181ee6bd4>

SKÁLA, B. et al. *Doporučené diagnostické a terapeutické postupy: Bolesti pohybového aparátu obecně, bolesti zad, bolesti hlavy - možnosti léčby* [online]. Novelizace 2014. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2014 [cit. 2017-02-01]. ISBN 978-80-86998-73-2. Dostupné z: <http://www.svl.cz/files/files/Doporucene-postupy-od-2013/DP-Bolesti-pohyboveho-aparatu.pdf>

- SOLBERG, G. *Postural disorders and musculoskeletal dysfunction: diagnosis, prevention and treatment*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2007. ISBN 978-0-443-10382-7.
- SOSNA, A., P. VAVŘÍK, M. KRBEČ, D. POKORNÝ a et al. *Základy ortopedie*. Praha: Triton, 2001. ISBN 80-725-4202-8.
- SRDEČNÝ, V. *Tělesná výchova zdravotně oslabených: učebnice pro posluchače pedagogických fakult*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství).
- ŠEBELOVÁ, M. a T. NOVÁKOVÁ. Informovanost matek o motorickém vývoji dítěte do období dosažení bipedální lokomoce. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2009, **16**(1), 39-43. ISSN 1211-2658.
- ŠMEJKAL, J. *Výskyt a řešení svalových dysbalancí u sportující a nesportující populace se zaměřením na objektivizaci a řešení rehabilitací u populace s nespecifickými bolestmi* [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/105328/> Dizertační práce.
- ŠRÁMKOVÁ, P. *Výzkum úrovně rovnováhových schopností a stavu posturální funkce u populace středního a staršího věku* [online]. Brno, 2015 [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/257022/fsps_d. Dizertační práce.
- TANG, J.A., J.K. SCHEER, J.S. SMITH, et al. The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery. *Neurosurgery* [online]. 2012, **71**(3), 662-669 [cit. 2017-02-21]. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31826100c9. ISSN 0148-396x. Dostupné z: <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e31826100c9>
- TOMKINSON, G.R., L.A. LÉGER, T.S. OLDS a G. CAZORLA. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Medicine* [online]. 2003, **33**(4), 285-300 [cit. 2017-02-02]. ISSN 1179-2035. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/10810357_Secular_trends_in_the_performance_of_children_and_adolescents_1980-2000_an_analysis_of_55_studies_of_the_20m_shuttle_run_test_in_11_countries
- TROJAN, S., R. DRUGA, J. PFEIFFER a J. VOTAVA. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 2., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2001, 226 s. ISBN 80-2470-031-x.
- TUČEK, M., M. CIKRT a D. PELCLOVÁ. *Pracovní lékařství pro praxi: příručka s doporučenými standardy*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0927-9.
- UETAKE, T., F. OHTSUKI, H. TANAKA a M. SHINDO. The vertebral curvature of sportsmen. *Journal of Sports Sciences* [online]. 1998, **16**(7), 621-628 [cit. 2017-02-02]. DOI: 10.1080/026404198366425. ISSN 0264-0414. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1080/026404198366425>
- ÚZIS ČR. Ukončené případy pracovní neschopnosti pro nemoc a úraz 2015. In: *ÚZIS ČR* [online]. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2016 [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/katalog/zdravotnicka-statistika/ukoncene-pripady-pracovni-neschopnosti-pro-nemoc-uraz>
- VÁLEK, V. a J. ŽIŽKA. *Moderní diagnostické metody*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1996. ISBN 8070132256.
- VAŘEKA, I. Revize výkladu průběhu motorického vývoje - novorozenecké období a holokinetické stadium. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006a, **13**(2), 74-81. ISSN 1211-2658.
- VAŘEKA, I. Revize výkladu průběhu motorického vývoje - monokinetické stadium až batolecí období. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006b, **13**(2), 82-91. ISSN 1211-2658.

- VAŘEKA, I. Posturální stabilita (1. část). Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002, **9**(4), 115-121. ISSN 1211-2658.
- VAŘEKA, I. a R. DVORÁK. Posturální model řetězení poruch funkce pohybového systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, **8**(1), 33-37. ISSN 1211-2658.
- VAŘEKA, I. a R. VAŘEKOVÁ. *Přehled klinických metod vyšetření stoje a funkčních testů páteře*. Olomouc: Univerzita Palackého, 1995. ISBN 8070674768.
- VAŘEKOVÁ, J. Problematika psychofyzické rovnováhy - historický pohled a současné možnosti ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2000, **7**(2), 78-81. ISSN 1211-2658.
- VEDANTAM, R., L.G. LENKE, J.A. KEENEY a K.H. BRIDWELL. Comparison of standing sagittal spinal alignment in asymptomatic adolescents and adults. *Spine* [online]. 1998, **23**(2), 211-215 [cit. 2017-02-09]. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9474728>
- VĚLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-256-5.
- VIGNEROVÁ, J., J. RIEDLOVÁ, P. BLÁHA, J. KOBZOVÁ, L. KREJČOVSKÝ, M. BRABEC a M. HRUŠKOVÁ. *6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2006 [cit. 2017-02-23]. ISBN 80-865-6130-5. Dostupné z: <http://www.szu.cz/publikace/6-celostatni-antropologicky-vyzkum-deti-a-mladeze-2001>
- VIGNEROVÁ, J., J. RIEDLOVÁ a P. BLÁHA. Jak sledovat tělesný růst dítěte. *Vox pediatrics* [online]. 2003, **3**(5), 1-12 [cit. 2017-03-17]. ISSN 1213-2241. Dostupné z: <http://kramerius.medvik.cz/search/handle/uuid:MED00120309>
- VLÁČILOVÁ, I. Cerviko-thorakální přechod páteře a jeho tvarová modulace silovým působením dorzálním svalovým řetězcem. *Česká kinantropologie*. 2015, **19**(1), 39-45. ISSN 1211-9261. Dostupné také z: <http://www.ceskakinantropologie.cz/>
- VOJTA, V. *Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku: včasná diagnóza a terapie*. Praha: Grada, 1993. ISBN 80-85424-98-3.
- WALLDEN, M. The neutral spine principle. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2009, **13**(4), 350-361 [cit. 2017-02-05]. DOI: 10.1016/j.jbmt.2009.07.006. ISSN 1360-8592. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2009.07.006>
- WHO. *Global action plan for the prevention and control of NCDs 2013-2020* [online]. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2013 [cit. 2017-02-01]. ISBN 978 92 4 150623 6. Dostupné z: http://www.who.int/nmh/events/ncd_action_plan/en/
- WHO. *Global recommendations on physical activity for health*. [online]. Ženeva: World Health Organization 2010, 2010 [cit. 2017-02-10]. ISBN 978 92 4 159 997 9. Dostupné z: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf
- WIDHE, T. Spine: posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. *European Spine Journal* [online]. 2001, **10**(2), 118-123 [cit. 2017-02-20]. ISSN 1432-0932. Dostupné z: DOI:10.1007/s005860000230
- WILKES, C., R. KYDD, M. SAGAR a E. BROADBENT. Upright posture improves affect and fatigue in people with depressive symptoms. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry* [online]. 2017, (54), 143-149 [cit. 2017-02-21]. DOI: 10.1016/j.jbtep.2016.07.015. ISSN 00057916. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbtep.2016.07.015>
- WILLIAMS, J. a J. UNWIN. Physiotherapy management of minimal cerebral dysfunction in Australia: current practice and future challenges. *Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 1997, **43**(2), 135-143 [cit. 2017-02-03]. DOI: 10.1016/S0004-9514(14)60407-4. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60407-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60407-4)

- WOMERSLEY, L. a S. MAY. Sitting posture of subjects with postural backache. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2006, **29**(3), 213-218 [cit. 2017-03-02]. DOI: 10.1016/j.jmpt.2006.01.002. ISSN 01614754. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2006.01.002>
- ZABKA, M., L. REHAK a T. UHRIN. Accuracy and clinical usefulness of scoliosis measurement with magnetic spine mapping. *Bratislava Medical Journal* [online]. 2015, **116**(08), 469-474 [cit. 2017-02-21]. ISSN 0006-9248. Dostupné z: DOI:10.4149/BLL_2015_089
- ZAHÁLKA, F., T. MALÝ, M. RICHTEROVÁ, T. GRYC, M. HANUŠ, L. MALÁ a D. PAVLŮ. Posturální stabilita dětí se zrakovým postižením. *Česká kinantropologie*. 2011, **15**(3), 180-191. ISSN 1211-9261.
- ZVADOVÁ, Z., S. JANOUŠEK a Z. ROTH. Úrazovost u dětí školního věku - současné směry prevence. *Prevence úrazů, otrav a násilí*. 2012, **8**(1), 7-17. ISSN 18010261. Dostupné také z: <http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/prevence-urazu-otrav-a-nasili/>
- Zákon č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách. In: *Sbírka zákonů*. Praha, 2011, ročník 2011, částka 131.
- Zdraví 2020: osnova evropské zdravotní politiky pro 21. století* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky ve spolupráci se Státním zdravotním ústavem, c2014 [cit. 2017-03-17]. ISBN 9788085047486. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/verejne/dokumenty/ramcovy-souhrn-opatreni-zdravi-2020_8526_3016_5.html
- Zákon č.137/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o., 2016, ročník 2016, částka 53.
- Systém pro diagnostiku tvaru páteře a pohybu segmentu lidského těla, typ DTP-3: uživatelský manuál*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007.
- Metodický portál RVP.CZ: Hodina pohybu navíc* [online]. Praha: Národním ústavem pro vzdělávání [cit. 2017-02-23]. Dostupné z: <http://rvp.cz/>
- Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2005, ročník 2005, částka 141.
- Šetření EHIS 2014: Hlavní výsledky. Zdravotní determinanty. In: *ÚZIS ČR* [online]. Praha: ÚZIS ČR, 2016 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/ehis/setreni-ehis-2014>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Vliv zakřivení páteře na zatěžování jednotlivých pilířů statické stability páteře	23
Obrázek 2 - Průběh vertikály v sagitální rovině za fyziologické situace	24
Obrázek 3 - Hodnocení sagitální rovnováhy páteře pomocí SVA	25
Obrázek 4 - Součásti diagnostického systému DTP-3.....	54
Obrázek 5 - Ilustrační foto probanda v návykovém vzpřímeném postoji na fixační plošině..	56
Obrázek 6 - Záznam 3 opakovaných měření vyznačených bodů	57
Obrázek 7 - Výsledná křivka tvaru páteře	58
Obrázek 8 - Relativní rozložení souboru dle výšky postavy: ženy	64
Obrázek 9 - Relativní rozložení souboru dle výšky postavy: muži.....	65
Obrázek 10 - Relativní rozložení souboru dle výživového stavu: ženy	66
Obrázek 11 - Relativní rozložení souboru dle výživového stavu: muži.....	66
Obrázek 12 - Hodnoty hloubky krční lordózy (parametru CI): celkem ($\text{♂}+\text{♀}$)	68
Obrázek 13 - Hodnoty hloubky krční lordózy (parametru CI): ženy celkem.....	69
Obrázek 14 - Hodnoty hloubky krční lordózy (parametru CI): muži celkem	70
Obrázek 15 - Vliv interakce věku a pohlaví na hodnotu parametru CI (hloubku krční lordózy).....	71
Obrázek 16 - Vliv interakce výživového stavu a věku na hodnotu parametru CI (hloubku krční lordózy)	72
Obrázek 17 - Rozložení souboru dle hloubky krční lordózy (parametru CI)	74
Obrázek 18 - Hodnoty hloubky bederní lordózy (parametru LI): celý soubor	75
Obrázek 19 - Hodnota hloubky bederní lordózy (parametru LI): ženy celkem.....	76
Obrázek 20 - Hodnoty hloubky bederní lordózy (parametru LI): muži celkem.....	77
Obrázek 21 - Vliv vzájemné interakce faktorů pohlaví * výška na hodnotu parametru LI (hloubky bederní lordózy)	78
Obrázek 22 - Rozložení souboru dle hodnoty parametru LI	80
Obrázek 23 - Hodnoty indexu CI/LI: celý soubor	81
Obrázek 24 - Hodnoty indexu CI/LI: ženy celkem.....	82
Obrázek 25 - Hodnoty indexu CI/LI: muži celkem	83
Obrázek 26 - Vliv výšky v interakci s pohlavím na hodnotu indexu CI/LI.....	85

Obrázek 27 - Vliv interakce výživového stavu a věku na hodnotu indexu C1/L1.....	85
Obrázek 28 - Rozložení souboru dle hodnot indexu C1/L1.....	88
Obrázek 29 - Vliv věku a pohlaví na hodnotu V_{Thk}	91
Obrázek 30 - Ideální, staticky kompenzovaná sagitální křivka páteře.....	93
Obrázek 31 - Kyfotický typ postury.....	93
Obrázek 32 - Hyperkyfolordotický typ postury.....	93
Obrázek 33 - Plochá křivka zad.....	94
Obrázek 34 - Hyperlordotický typ posury.....	94
Obrázek 35 - Relativní rozložení souboru dle typu postury a stupně odchylky.....	94
Obrázek 36 - Relativní četnost výskytu bolestivých stavů zad a hlavy.....	98
Obrázek 37 - Asociace bolestí zad s hloubkou krční lordózy (C1): dospělé ženy.....	99
Obrázek 38 - Asociace bolestí zad s hloubkou bederní lordózy (L1): dívky.....	100
Obrázek 39 - Asociace bolestí zad s hloubkou bederní lordózy (L1): dospělí muži.....	100
Obrázek 40 - Asociace bolestí zad s polohou vrcholu hrudní kyfózy (V_{Thk}): děti celkem.....	101
Obrázek 41 - Asociace bolestí hlavy s hloubkou krční lordózy (C1): dívky.....	102
Obrázek 42 - Vliv věku na délku sezení.....	106
Obrázek 43 - Vliv věku na pohybovou aktivitu mírné intenzity a chůzi.....	107
Obrázek 44 - Vliv věku na pohybovou aktivitu vysoké intenzity.....	108
Obrázek 45 - Ergonomický školní nábytek.....	110
Obrázek 46 - Výsledky hodnocení vybraných parametrů školního nábytku.....	111
Obrázek 47 - Nevyhovující školní nábytek.....	112
Obrázek 48 - Sagitální křivka páteře v uvolněném sedu.....	113
Obrázek 49 - Sagitální křivka páteře v aktivně vzpřímeném sedu.....	113
Obrázek 50 - Správný sed s využitím kompenzačních pomůcek.....	114
Obrázek 51 - Správný sed na balančním míči.....	115

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Horní zkřížený syndrom.....	28
Tabulka 2 - Dolní zkřížený syndrom.....	29
Tabulka 3 - Správné držení těla ve vzpřímeném postoji dle Jaroše a Lomíčka	40
Tabulka 4 - Absolutní četnost a věk probandů celkem	51
Tabulka 5 - Absolutní četnost a věk probandů v jednotlivých věkových kategoriích: ženy	52
Tabulka 6 - Absolutní četnost a věk probandů v jednotlivých věkových kategoriích: muži	52
Tabulka 7 - Antropometrické charakteristiky žen	62
Tabulka 8 - Antropometrické charakteristiky mužů.....	63
Tabulka 9 - Kritéria pro hodnocení výšky postavy dle percentilového pásma	64
Tabulka 10 - Kritéria pro hodnocení výživového stavu dle BMI a percentilového pásma ..	66
Tabulka 11 - Popisná statistika parametru CI: celkem ($\text{♂}+\text{♀}$)	68
Tabulka 12 - Popisná statistika parametru CI: ženy	69
Tabulka 13 - Popisná statistika parametru CI: muži.....	70
Tabulka 14 - Relativní četnost výskytu odchylek hodnot parametru CI od normativu v jednotlivých kategoriích	73
Tabulka 15 - Popisná statistika parametru LI: celkem ($\text{♂}+\text{♀}$)	75
Tabulka 16 - Popisná statistika parametru LI: ženy	76
Tabulka 17 - Popisná statistika parametru LI: muži.....	77
Tabulka 18 - Relativní četnost výskytu odchylek hodnot parametru LI od normativu v jednotlivých kategoriích	79
Tabulka 19 - Popisná statistika indexu sagitální rovnováhy CI/LI: celkem ($\text{♂}+\text{♀}$)	81
Tabulka 20 - Popisná statistika indexu sagitální rovnováhy CI/LI: ženy	82
Tabulka 21 - Popisná statistika indexu sagitální rovnováhy CI/LI: muži.....	83
Tabulka 22 - Relativní četnost výskytu odchylek hodnoty indexu CI/LI od normativu.....	87
Tabulka 23 - Popisná statistika parametru V_{Thk} : celkem ($\text{♂}+\text{♀}$).....	89
Tabulka 24 - Popisná statistika parametru V_{Thk} : ženy.....	89
Tabulka 25 - Popisná statistika parametru V_{Thk} : muži	90

Tabulka 26 - Významnost vlivu sledovaných faktorů na biomechanické parametry páteře.	92
Tabulka 27 - Typy a kvalita postury dle kombinace hodnot parametrů CI a LI: normativy pro děti školního věku (a dospělé).....	95
Tabulka 28 - Relativní rozložení souboru dívek dle typu a kvality postury.....	96
Tabulka 29 - Relativní rozložení souboru chlapců dle typu a kvality postury	96
Tabulka 30 - Relativní rozložení souboru dospělých žen dle typu a kvality postury.....	97
Tabulka 31 - Relativní rozložení souboru dospělých mužů dle typu a kvality postury	97
Tabulka 32 - Asociace bolestí zad se sagitálními křivkami a statikou páteře	98
Tabulka 33 - Asociace bolestí hlavy se sagitálními křivkami a statikou páteře.....	101
Tabulka 34 - Úroveň pohybové aktivity: celkem ($\♂+\♀$)	103
Tabulka 35 - Úroveň pohybové aktivity: ženy	104
Tabulka 36 - Úroveň pohybové aktivity: muži.....	105

Seznam příloh

<i>Příloha 1: Vzory informovaných souhlasů</i>	1.1
<i>Příloha 2: Vzor dotazníku distribuovaného rodičům vyšetřovaných dětí</i>	2.1
<i>Příloha 3: Vzor dotazníku distribuovaného dospělým probandům</i>	3.1
<i>Příloha 4: Vzor záznamového listu komplementárních vyšetření posturální funkce</i>	4.1
<i>Příloha 5: Ukázka celkového vyhodnocení úrovně posturální funkce a konkrétního vypracovaného individuálního programu</i>	5.1

Příloha 1: Vzory informovaných souhlasů

1. Informovaný souhlas rodiče/zákonného zástupce:

Vážení rodiče,

třída, kterou navštěvuje Vaše dítě, se zúčastní projektu zaměřeného na zdravý životní styl, zejména na prevenci vadného držení těla a optimalizaci pohybové aktivity.

V rámci tohoto projektu provedeme svalové testy (tj. hodnocení svalové síly, pohyblivosti) a hodnocení držení těla pomocí nezátěžového zobrazovacího vyšetření polohovým snímačem. Tato metoda nenahrazuje RTG vyšetření, nepředstavuje pro dítě žádnou zátěž a jejím principem je sejmутí označených bodů na povrchu těla čidlem polohového elektromechanického snímače. Výstupem tohoto vyšetření je grafický a číselný záznam tvaru páteře. Hodnocení budou provádět odborní asistenti Ústavu hygieny a preventivní medicíny LF UK v Plzni a studenti LF UK v Plzni pod dozorem lékaře a za přítomnosti třídní učitelky.

O výsledcích budete informováni individuálně a dle vyšetření bude Vašemu dítěti doporučeno vhodné kompenzační cvičení zaměřené na prevenci vadného držení těla.

Souhlasím - nesouhlasím,

aby se dítě:.....

datum narození:.....

zúčastnilo uvedeného vyšetřování.

Datum:

.....
Podpis rodičů/ zákonného zástupce:.....

doc. MUDr. Dana Müllerová, Ph.D.,
vedoucí Ústavu hygieny a preventivní medicíny, LF UK v Plzni

2. Informovaný souhlas k vyšetření posturální funkce podpůrně-pohybového systému:

Jméno a příjmení klienta:.....

Datum narození:..... Pojišťovna:.....

Bydliště:.....

Pracoviště: Ústav hygieny a preventivní medicíny, Lékařská fakulta UK v Plzni

Lékař, který provedl poučení:.....

Prohlašuji, že mi byly zdravotnickým pracovníkem sděleny a vysvětleny účel a povaha uvedeného vyšetřovacího postupu a dobrovolně souhlasím s jejich provedením. Souhlasím, aby se na vyšetřování podíleli studenti Lékařské fakulty UK v Plzni v mezích daných Dohodou mezi LF UK v Plzni a FN Plzeň o vzájemné spolupráci v oblasti vzdělávání, vědecko-výzkumné práce a zdravotnictví.

Studenti LF UK v Plzni, kteří se zúčastní vyšetřování, jsou pojištěni v rámci pojistné smlouvy č. 540075124-0 uzavřené s pojišťovnou Kooperativa: pojištění odpovědnosti za škodu vzniklou v souvislosti s poskytovanou zdravotní péčí v průběhu praktického výcviku studentů.

Datum:.....

Podpis klienta:.....

Podpis provádějícího lékaře:.....

Příloha 2: Vzor dotazníku distribuovaného rodičům vyšetřovaných dětí

Zdravotní stav dítěte				
		Disp.u odb. lékaře	Typ potíží	Fyzioterapie
Sledování pro vadné držení těla	ANO/NE			ANO / NE
Bolesti zad: (ozn. nejčastější: krční, hrudní, bederní)	Téměř nikdy - občas - více než 1x za měsíc	ANO / NE	Uveďte ortopedickou vadu:	ANO / NE
Bolesti kloubů	Téměř nikdy - občas - více než 1x za měsíc	ANO / NE	Jaké klouby:	ANO / NE
Bolesti hlavy	Téměř nikdy – občas - více než 1x za měsíc	ANO / NE		
Psychické potíže (stresující vnímání životních událostí)	Téměř nikdy – občas - více než 1x za měsíc	ANO / NE	(Označte nejčastější: nesoustředěnost, napětí, zvýšená úzkostlivost, deprese, zvýšená unavitelnost)	
Jiné chronické onemocnění	ANO / NE	ANO / NE	Uveďte:	
Omezení fyz. akt. ze zdravotních důvodů	ANO / NE		Uveďte:	



Pohybová aktivita		
výuka ve škole (hod./týden) z toho tělesná výchova.....		
Kolik času tráví Vaše dítě mimo školní aktivity při těchto činnostech (minim. 10 min. souvisle)	během prac. týdne (průměrně hod./den)	během víkendu (průměrně hod. denně)
spánek		
sezení - četba, studium, odpočinek bez fyzické aktivity, sledování TV, práce na PC ... (mimo školní aktivity)		
cesta do školy, na kroužky, výlety autem nebo MHD,...		
chůze a pohyb mírné intenzity: cesta do školy, na kroužky, na nákupy + klidné hry ...		
fyzická zátěž střední intenzity: rekreační sport, práce v domácnosti apod.	Celkem za prac. týden:	Celkem za víkend:
fyzická zátěž vysoké intenzity: „usilovný trénink“, práce v domácnosti apod.	Celkem za prac. týden:	Celkem za víkend:
nejčastěji provozovaný sport		

Příloha 3: Vzor dotazníku distribuovaného dospělým probandům

Zdravotní stav				
		Disp.u odb. lékaře	Typ potíží	Rehab., cvičení
Bolesti zad: (ozn. nejčastější: krční, hrudní, bederní)	Téměř nikdy - občas - více než 1x za měsíc	ANO / NE	Uveďte ortopedickou vadu:	ANO / NE
Bolesti kloubů	Téměř nikdy - občas - více než 1x za měsíc	ANO / NE	Jaké klouby:	ANO / NE
Bolesti hlavy	Téměř nikdy – občas - více než 1x za měsíc	ANO / NE		ANO / NE
Psychické potíže (stresující vnímání životních událostí)	Téměř nikdy – občas - více než 1x za měsíc	ANO / NE	(Označte nejčastější: nesoustředěnost, napětí, zvýšená úzkostlivost, deprese, zvýšená unavitelnost)	
Jiné potíže, choroby (KVO-ICHS, alergie, chron. onemocnění)	ANO / NE	ANO / NE	Uveďte:	ANO / NE
Omezení fyz. akt.ze zdravotních důvodů	ANO / NE		Uveďte:	

Pohybová aktivita		
výuka ve škole (hod./den) z toho tělesná výchova.....		
Kolik času běžně trávíte při těchto činnostech (minim. 10 min. souvisle)	během prac. týdne (průměrně hod./den)	během víkendu (průměrně hod. denně)
spánek		
sezení - četba, studium, odpočinek bez fyzické aktivity, sledování TV, práce na PC ... (mimo školní aktivity)		
cesta do školy (práce) autem nebo MHD,...		
chůze a pohyb mírné intenzity: cesta do školy (do práce), na nákupy ...		
fyzická zátěž střední intenzity: rekreační sport, práce v domácnosti apod.	Celkem za prac. týden:	Celkem za víkend:
fyzická zátěž vysoké intenzity: „usilovný trénink“, práce v domácnosti apod.	Celkem za prac. týden:	Celkem za víkend:
nejčastěji provozovaný sport		

Příloha 4: Vzor záznamového listu komplementárních vyšetření posturální funkce

<p>Hmotnost:..... Výška:..... BMI:.....</p> <p><u>Hodnocení držení těla somatoskopicky:</u> <u>Boční projekce:</u></p>  <p><u>C:</u> <u>Th:</u> <u>L:</u> <u>Ramena:</u> <u>Hrudník:</u> <u>Břicho:</u> <u>Pánev:</u></p> <p><u>Posturální typ somatoskopicky:</u></p> <p style="text-align: center;">Hyperlordotický Hyperkyfolordotický Kyfotický Plochá křivka</p>	<p><u>Předozadní projekce – symetrie:</u></p> <p><u>Hlava, C:</u> vlevo / vpravo / sym. <u>Ramena:</u> vlevo / vpravo / sym. <u>Lopatky:</u> vlevo / vpravo / sym. <u>Odstávající:</u> vlevo / vpravo</p>  <p><u>Th:</u> <u>L:</u> <u>Pánev:</u> <u>Kyčle:</u> <u>Kolena:</u> valg. - var. - centr. <u>Hlezenní kl.:</u> valg. - var. - centr. <u>Rozvíjení páteře:</u> Schober: L5 + 5 cm: Stibor: L5- C7:</p> <p><u>Thom. zk.:</u> cm od země:</p> <p><u>Předklon vsedě:</u> 1. čelo ke kolenům do 10 cm 2. plochá bedra, neplynulé rozvíjení 3. nesvede</p> <p><u>Úklony trupu:</u> sym / asym</p>
<p><u>Somatotyp:</u> endo. mezo. ekto. asten.</p>	<p><u>Leh na zádech - flexe trupu:</u> 1. fyziologicky v celém rozs. 2. „předsun hlavy“, bedra nerozvíjí 3. nezvládne vůbec</p>
<p><u>Svalový tonus:</u> přiměřený hypotonus hypertonus</p>	<p><u>Flexory kolenního kloubu</u> (netestovaná končetina flektovaná na podložce)</p> <p>Levá DK: Pravá DK: 1. přednožení do 90 st. 1. přednožení do 90 st. 2. přednožení do 80 st. 2. přednožení do 80 st. 3. přednožení pod 80 st. 3. přednožení pod 80 st.</p>
<p><u>Test podle Matthiase:</u> držení : 1. 1-1: dobré 2. 1-2: chabé 3. 2-2, 2-3: vadné</p>	<p><u>Převažující stereotyp dýchání vleže:</u> 1. horní typ 2. brániční 3. smíšený</p>
<p><u>Dřep:</u> 1. svede na plných chodidlech, stabilní, zvedne se 2. na špičky, nestabilní 3. nesvede, nestabilní, nezvedne se</p>	

Příloha 5: Ukázka celkového vyhodnocení úrovně posturální funkce a konkrétního vypracovaného individuálního programu

Hodnocení držení těla v návykovém stoju pohledem a polohovým snímačem (diagnostickým systémem DTP -3) doplněné vybranými svalovými testy

Vybrané základní použité pojmy:

Návykový stoj: stoj, který dítě zaujímá podvědomě a má dobrou výpovědní hodnotu o úrovni posturální („držící“) funkce jeho hybného systému

Boční pohled (sagitální rovina):

Ideální hodnoty křivek páteře: hloubka krční lordózy je cca 2,5 cm, bederní lordózy 3 - 3,5 cm od ideální osy spuštěné z hrbolu kosti týlní směrem ke středu spojnice pat.

Lordóza = fyziologické prohnutí páteře krční a bederní části páteře vpřed

Hyperlordóza = zvětšené prohnutí páteře

Kyfóza = fyziologické ohnutí (vyhrbení) hrudní páteře

Hyperkyfóza = zvětšené zakřivení hrudní páteře

Plochá záda (plochá křivka páteře) = oploštění předozadních křivek páteře (lordóz a kyfózy), páteř neplní dostatečně funkci pružiny, rizikový terén pro rozvoj skoliotického držení a bolestivých stavů.

Předozadní pohled (frontální rovina):

Optimální držení těla: nenalézáme zřetelné asymetrie pravé a levé poloviny těla, trnové výběžky obratlů probíhají podél ideální osy těla.

(Pozn.: odstávající lopatky souvisí s oslabením mezilopatkových svalů, ramena ve vnitřní rotaci souvisí se zkrácením prsních svalů)

Skoliotické držení = kombinace různých asymetrických nálezů v držení těla, vychýlení páteře, popř. boků a ramen do stran, nestejná výška ramen, boků, rotace pánve, ramen.

Jméno, příjmení: B. V.

Hodnocení držení těla pohledem, rozvíjení páteře:

Předsun hlavy, výrazně odstávající lopatky, ramena ve vnitřní rotaci. Zřetelná asymetrie v oblasti ramen a lopatek, asymetrie paravertebrálních zón při předklonu. Mírná asymetrie boků.

Svalové testy:

břišní svaly: slabší při zapojení do stereotypu flexe trupu - posazování

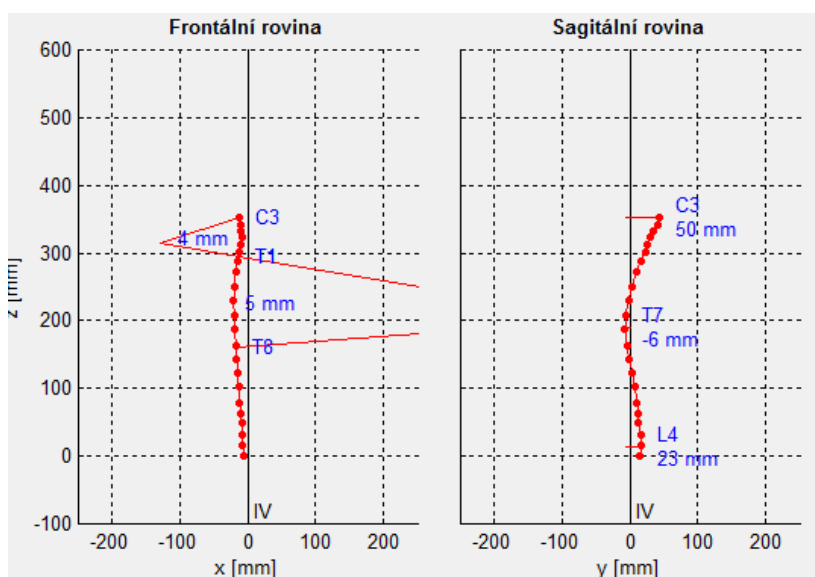
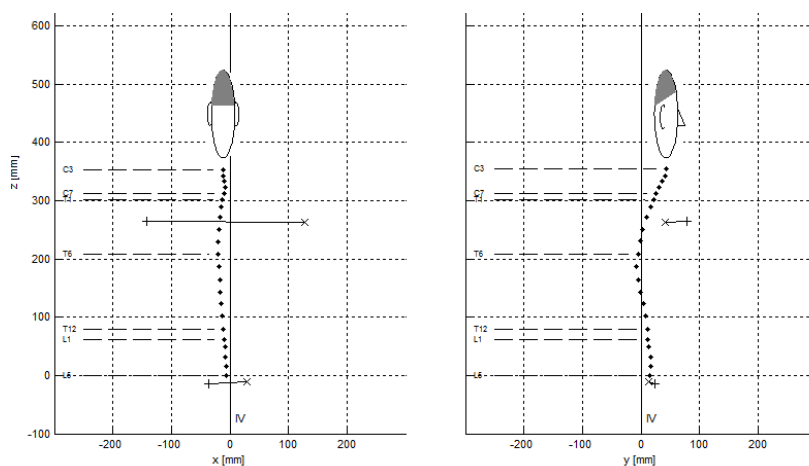
flexory (ohybače) kolenních kloubů: mírné zkrácení

Křivka páteře (typ postury) dle DTP-3:

Sagitální rovina: Kyfotický typ se zřetelně předsunutým držením hlavy, bederní lordóza fyziologická, spíše plošší

Frontální rovina: naznačená skoliotická křivka páteře, vychýlení vlevo od ideální vertikály

Záznam křivky páteře získaný polohovým snímačem DTP-3¹



¹ **Pozn.:** toto vyšetření nenahrazuje RTG vyšetření ani jiné vyšetření, popř. již doporučené ošetřujícím lékařem, nelze při něm odhalit případné strukturální změny tkání páteře. Ale kombinace uvedených vyšetření nám umožní přesněji popsat úroveň posturální funkce, tedy typ a způsob držení těla dítěte. Na podkladě zjištěných větších či menších odchylek od ideální normy tvaru páteře (optimálního držení těla) pak můžeme cíleně doporučit kompenzační cvičení zaměřené na korekci zjištěných návykových chybných postojových stereotypů, případně posílení oslabených či protažení zkrácených svalových skupin. Protože držení těla dětí v mladším školním věku je velmi „tvárné“, lze touto cestou zabránit zhoršování držení těla a následným bolestivým stavům pohybového aparátu jak v dětství, tak později v dospělosti. Při nálezů výraznějších odchylek doporučujeme konzultaci s odborným lékařem, pokud již dítě není v péči specialisty.

Doporučení:

Vzhledem k výsledku orientačního vyšetření držení těla by byla vhodná konzultace se specialistou, pokud již Váš syn není v odborné péči.

Dále by byla vhodná zdravotní tělesná výchova se zaměřením na funkční oslabení podpůrně-pohybového systému a kompenzační cvičení zaměřené na prevenci vadného držení těla v rámci hodin školní tělesné výchovy, individuální kompenzace - nesetrvávat dlouho ve statickém sedu, zařazovat jednoduché kompenzační cviky, využívat dynamický sed – na balančních podložkách, míčích.

Kompenzační cvičení provádět pravidelně, nejlépe denně alespoň 10 min, každý cvik opakovat alespoň 5x - pomalu, tahem. Řazení cviků: od nízkých poloh k vyšším; uvolňovací, protahovací (při protahování vyloučit švihové pohyby), posilovací.

Příklady vhodných cviků:

Dbáme na celkové každodenní procvičení celého těla. Volíme cviky s harmonickým účinkem na celou páteř (páteř protažená v podélné ose), zejména nácvik stabilizace pánve v „neutrální poloze“. Zařazujeme vždy přímivé polohy jako součást cviků, ve kterých provádíme hluboké ohnuté předklony a rotační klony. Protahujeme zejména prsní svaly, posilujeme zejména mezilopatkové svaly, protahujeme zejména zkrácené flexory (ohybače) kolenních kloubů, posilujeme zejména břišní svaly (nikdy ale určité svaly jenom neprotahujeme nebo jenom neposilujeme), zařazujeme balanční cvičení na míči.

Kompenzace předsunutého držení hlavy: V lehu pokrčmo učíme správnou pozici ramen: ruce podél těla, dlaněmi vzhůru, dolní úhly lopatek přitahovat k sobě, odtahovat ramena směrem dolů od uší, hlava se vytahuje v podélné ose za temenem, „zasunutá brada“.

Nácvik neutrální polohy bederní páteře a pánve a stabilizace pánve:

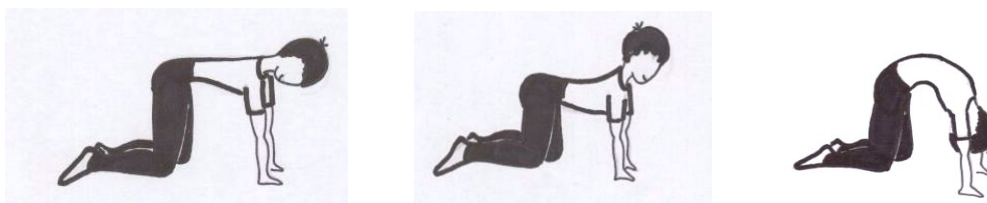
Nácvik praktického nalezení neutrální polohy pánve začínáme nejlépe v lehu pokrčmo - odpovídá cca střední vzdálenosti mezi max. naklopením pánve vpřed a vzad (max. anteverze a retroverze pánve). V neutrální poloze hluboký nádech (nosem) „do břicha“, pak výdech (pusou) se zapojením svalů dna pánevního a příčných svalů břišních – tj. oploštění břišní stěny a stažení dolní části hrudníku do výdechové polohy (s pocitem „šněrovačky“) a současně velmi mírné podsazení pánve.

Nácvik správného sedu - neutrální polohy pánve vsedě:

Fyziologická zakřivení páteře podpoříme několika jednoduchými manévry – mírným naklopením pánve dopředu (opět střední vzdálenosti mezi max. naklopením pánve vpřed a vzad), mírným tlakem na bradu zasuneme hlavu a zároveň s pocitem tahu za temeno “vyrosteme“, ramena se nezvedají – rozložíme je do šířky, hrudník je volný a umožňuje správné dýchání. Dále je vhodný sed s vypodložením sedáku a/nebo bederní opěrky pružnými podložkami např. velmi mírně nafouknutým overballem a dynamický sed na balančním míči (pezziballu) - je třeba zvolit jeho správnou velikost, stejně jako velikost židle a pracovního stolu.

Uvolňování a protahování páteře v předozadním směru

Pro následující cviky je velice vhodnou základní polohou vzpor klečmo mírně rozkročný. V základní poloze kromě mírného podsazení pánve, vytažené páteře a hlavy v podélné ose („rovný stoleček“) vedeme děti k vytažení z ramen se široce vyklenutým hrudníkem (odtláčujeme se dlaněmi od podložky).



Postupně prohýbáme páteř (nejlépe s nádechem) od hlavy k bederní páteři, **hlava je ale jen mírně zakloněná** s lehce přitaženou bradou. Obdobně **nepřeháníme prohnutí v bederní páteři**. Naopak **zdůrazníme vyklenutí hrudníku k podložce se zatažením ramen a mezilopatkovým úsilím**.

Druhá fáze cviku je postupné ohýbání páteře (nejlépe s výdechem) **podsazením pánve** přes hrudní část (nezvedáme ramena, **nesnažíme se o velké hrudní vyhrbení**) a pohyb dokončíme předklonem hlavy (pohled očí směřuje k bradě).

Př. zpevňovacího cviku: *Leh na zádech na velkém míči zaujímáme s položenou hlavou. Přitažení brady ke krku zesílíme např. mačkáním vloženého míčku mezi bradu a krk, oči se snaží dohlédnout na bradu („krční páteř obalujeme kolem míčku“ = posilování hlubokých ohybačů krku a hlavy = základ pro správné posilování břišních svalů). **Pozor na předsun hlavy a krku se záklonem!**²*



² Ukázky a popis cviků dle zdravotně výchovného materiálu: *Kompenzace nadměrné statické zátěže dětí ve škole. Zdravý pohyb = zdravý růst.*

Autoři: PaedDr. Marta Bursová, CSc., MUDr. Jana Langmajerová