

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Štěpánka Dvořáčková

**Zhodnocení postavení hlavy u dětí
s idiopatickou skoliózou**

Bakalářská práce

Praha 2021

Autor práce: **Štěpánka Dvořáčková**

Vedoucí práce: **as. Mgr. Klára Kučerová**

Oponent práce: **as. PhDr. Marcela Šafářová Ph.D.**

Datum obhajoby: **září 2021**

Bibliografický záznam

DVOŘÁČKOVÁ, Štěpánka: *Zhodnocení postavení hlavy u dětí s idiopatickou skoliózou*. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2021. 64 s. Vedoucí bakalářské práce as. Mgr. Klára Kučerová.

Abstrakt

Idiopatická skolióza (IS) patří mezi nejčastější strukturální deformity páteře. Pacienti s idiopatickou skoliózou mají vlivem skoliózy změněné držení těla a hlavy. Cílem této studie bylo zhodnotit postavení hlavy u dětí s IS a porovnat výsledky s kontrolní skupinou zdravých dětí. Postavení hlavy bylo hodnoceno metodou kinematické analýzy z digitálních fotografií, kde jsme porovnávali úklon hlavy a sklon ramen mezi oběma skupinami. Dále bylo provedeno měření subjektivní zrakové vertikály pomocí Bucket metod. Obě tato měření byla provedena u 10 dětí s IS (věk $12,2 \pm 2,4$, průměr \pm SD; Cobbův úhel $14,9^\circ \pm 8,8^\circ$ SD) a u kontrolní skupiny 10 zdravých dětí (věk $13,9 \pm 2,5$). Na základě těchto měření jsme vyhodnocovali tři hypotézy. Došli jsme k závěru, že obě skupiny mají srovnatelné průměrné odchylky od neutrálního postavení hlavy a ramen, u skupiny s IS se však vyskytl vyšší rozptyl hodnot. U skupiny s IS se u sedmi pacientů neshoduje strana náklonu SVV a úklonu hlavy.

Abstract

Idiopathic scolios (IS) is one of the most common structural spinal deformities. Patients with idiopathic scoliosis have altered posture due to scoliosis. The aim of the study was to evaluate the position of the head in children with IS and to compare the results with a control group of healthy children. The position of the head was evaluated by the method of kinematic analysis from digital photographs, where we compared the coronal head tilt and the coronal shoulder angle between the two groups. Furthermore, the measurement of the subjective visual vertical was performed using Bucket method. Both of these measurements were performed in 10 children with IS (age $12,2 \pm 2,4$, mean \pm SD; Cobb angle $14,9^\circ \pm 8,8^\circ$ SD) and the group of 10 healthy children (age $13,9 \pm 2,5$). Based on these measurements, we evaluated three hypotheses. We came to the conclusion that both groups have comparable average deviations from the central position of the head and shoulders, but in the group with IS there was higher variance of values.

In the group with IS, in seven patients the sides of the SVV tilt and the head tilt do not match.

Klíčová slova

Idiopatická skolióza, subjektivní zraková vertikála, postavení hlavy, děti

Keywords

Idiopathic scoliosis, subjective visual vertical, head position, children

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením as. Mgr. Kláry Kučerové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 8.8.2021

Štěpánka Dvořáčková

Poděkování

Děkuji as. Mgr. Kláře Kučerové za vedení práce, odborné připomínky a trpělivost. Dále děkuji všem probandům, kteří byli ochotni zúčastnit se výzkumu. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu během studia.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	8
ÚVOD.....	9
1 PŘEHLED POZNATKŮ	10
1.1 FYZIOLOGIE PÁTEŘE.....	10
1.2 NEJČASTĚJŠÍ PATOLOGIE PÁTEŘE DĚTSKÉHO VĚKU	10
1.3 POSTAVENÍ HLAVY	11
1.4 SKOLIÓZA	12
1.4.1 Definice skoliózy	12
1.4.2 Etiologie, patogeneze a současné teorie vzniku idiopatické skoliózy	13
1.4.3 Klasifikace a diferenciální diagnostika idiopatické skoliózy	14
1.4.4 Dopady skoliózy na pohybový aparát, prognóza	16
1.4.5 Zobrazovací metody	17
1.4.6 Postavení hlavy a idiopatická skolióza	18
1.4.7 Terapie	19
1.5 VESTIBULÁRNÍ APARÁT.....	20
1.5.1 Úvod	20
1.5.2 Vestibulární aparát a idiopatická skolióza	22
1.5.3 Vnímání vertikály	25
1.5.4 Efekt cvičení na percepci geofyzikální vertikály u adolescentů s idiopatickou skoliózou.....	29
2 PRAKTICKÁ ČÁST	31
2.1 VÝZKUMNÝ SOUBOR.....	31
2.2 METODIKA MĚŘENÍ	31
2.2.1 Kinematická analýza.....	31
2.2.2 Bucket metod	33
2.2.3 Statistické zpracování dat	35
2.3 CÍLE	36
2.4 HYPOTÉZY	36
3 VÝSLEDKY.....	37
3.1 SPECIFIKA SKUPINY S IDIOPATICOU SKOLIÓZOU	37
3.2 SPECIFIKA SKUPINY BEZ IDIOPATICKE SKOLIÓZY	38
3.3 OVĚŘENÍ HYPOTÉZ	39
4 DISKUZE	44
ZÁVĚR	48
REFERENČNÍ SEZNAM	49
SEZNAM OBRÁZKŮ	57
SEZNAM TABULEK.....	58
SEZNAM GRAFŮ	59
SEZNAM PŘÍLOH.....	60
PŘÍLOHY.....	61

SEZNAM ZKRATEK

AIS – adolescentní idiopatická skolióza

ASRS – Americká společnost pro výzkum skoliózy/ American Scoliosis research society

BBAT- basic body awareness therapy

BMI- body mass index

CNS – centrální nervová soustava

CSE – core stabilization exercise

CT – počítačová tomografie/ computer tomography

IS - idiopatická skolióza

MRI – magnetic rezonance imaging (magnetická rezonance)

RTG – rentgen

SHV – subjektivní haptická vertikála

SHV- subjektivní haptická vertikála

SOSORT – Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment

SPV- subjektivní posturální vertikála

SVV- subjektivní zrková vertikála

TE – traditional exercise

VCR - vestibulokolický reflex

VOR - vestibulo-okulární reflex

ÚVOD

Idiopatická skolióza (IS) je častá trojrozměrná deformita páteře. Setkáváme se s mnoha faktory vzniku, mezi které řadíme genetické, neurologické, biomechanické, metabolické a hormonální. V některých studiích se vyskytuje rovněž předpoklad, že by IS mohla být způsobená dysfunkcí vestibulárního aparátu a z ní vyplývající změnou ve vnímání geofyzikální vertikály. Některé studie již prokázaly souvislost vestibulární dysfunkce a IS, zatím se však nepotvrdila platnost této teorie jako přímé souvislosti, protože výsledky nedošly jednotného konsenzu. Cílem této práce bylo zhodnotit postavení hlavy u pacientů s IS a nastínit souvislost mezi postavením hlavy a subjektivním vnímáním vertikály, jakožto ukazatele fyziologické funkce vestibulárního aparátu. Tato práce je věnována problematice idiopatické IS ve vztahu k vestibulárnímu aparátu a k jeho dysfunkci.

Úvodní část teoretických poznatků nastiňuje fyziologii páteře, nejčastější patologie páteře dětského věku a postavení hlavy. Převážná část teoretických poznatků poskytuje podrobnější souhrn o idiopatické skolióze, vestibulárním aparátu a subjektivním vnímání vertikály, věnovali jsme se též studiím, které zkoumaly souvislost idiopatické skoliózy a vestibulární dysfunkce. Nastínili jsme nový pohled na metodiku cvičení v rámci konzervativní terapie idiopatické skoliózy.

Cílem praktické části bylo porovnat přesnost vnímání subjektivní zrakové vertikály a postavení hlavy u adolescentů s idiopatickou skoliózou a s kontrolní skupinou probandů bez skoliózy pomocí měření subjektivního vnímání vertikály a rozboru kinematické analýzy z fotografií.

Účel práce je výzkumný. Chtěli jsme objasnit korelaci mezi postavením hlavy u dětí s idiopatickou skoliózou a funkcí vestibulárního aparátu. Kdybychom u pacientů s idiopatickou skoliózou zjistili vestibulární dysfunkci, mohli bychom uvažovat o zařazení vestibulární rehabilitace do konzervativní terapie skoliózy.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Fyziologie páteře

Páteř funguje jako celek, její struktury se vzájemně ovlivňují. Mezi hlavní funkce páteře patří ochrana centrálního nervového systému, a to konkrétně míchy, dále podpora hrudního koše, dolních končetin, příslušných svalů a vnitřních orgánů. Skládá se z jednotlivých obratlů, meziobratlových plotének, vazů a hrudního koše. Fyziologická páteř je především stabilní v průběhu pohybu, ve frontální rovině napřímená a v laterální rovině harmonicky zakřivená do kyfózy a lordózy. (Machida et al., 2018)

Takovéto fyziologické zakřivení získává páteř během svého vývoje. V posledních letech se objevil nový parametr nazývaný sagitální rovnováha. Jedná se o přední a zadní polohu obratle C7 vzhledem k pánevní kosti a ukazuje se, že tento parametr souvisí s klinickými symptomy. Pánev slouží jako základ, na kterém páteř stojí, proto je velmi důležité její přirozené nastavení a sakrální sklon. (Oxland, 2015) Celá pánev by mohla být považována za „pánevní obratel“ vzhledem k tomu, že pohyb v sakroiliakálním skloubení je fyziologický do 1,5 stupně. Tzv. pánevní obratel hraje hlavní roli přestupné kosti mezi hrudníkem a dolními končetinami. Variace stability a pohybu umožňuje páteři sehrát důležitou roli v rámci kompenzačních mechanismů při fyziologickém zatížení, ale i při patologických změnách souvisejících s vyšším věkem. K zajištění napřímení páteře vede potřeba udržet v zorném poli očima horizontálu. (Machida et al., 2018)

1.2 Nejčastější patologie páteře dětského věku

Repko (2017) uvádí mezi nejčastější vady páteře dětského věku vadné držení těla, hyperkyfózu a skoliózu. Při diagnostice je tedy v první řadě důležité odlišit „pouhé“ vadné držení těla (VDT) od strukturálních deformit páteře. Strukturální vady páteře, u kterých nelze křivku zkorigovat, představují pro pacienty riziko a měly by být řešeny dlouhodobě v rámci odborné péče. (Repko, 2017)

Definice a rozsah deformit páteře se stále vyvíjí. Moon et al. (2010) mezi deformity páteře zahrnuje především skoliózu, poúrazové deformity páteře a jiné deformity páteře jako například postinfekční kyfózu.

“Nestrukturální vady páteře jsou ze své podstaty zpravidla volně korigovatelné a nepředstavují pro člověka závažnější důsledky v dospělosti.” Nestrukturální vady páteře jako jev moderní doby vznikají z nedostatečné fyzické zátěže, u obézních dětí anebo naopak u vrcholově sportujících dětí kvůli jednostranné zátěži. (Repko, 2017)

Výskyt VDT se odhaduje na 30 % u dětí mladšího školního věku a až 50 % dětí staršího školního věku si stěžuje na bolesti zad. Držení těla je spojeno s pravidelnou pohybovou aktivitou, ke které jsou více či méně děti vedeny. Na rozvoj svalové nerovnováhy má zásadní negativní vliv omezení spontánního pohybu dětí kvůli povinné školní docházce, dále sedavé aktivity v domácím prostředí, psychická zátěž a nedostatek všestranného pohybu. Zajímavostí je, že bolest zad a s ní spojená neadekvátní stabilizace páteře se častěji vyskytuje u dětí s nižším BMI, než je průměr. U dětí s vyšším BMI je výskyt bolestí zad nižší. (časopis Demografie)

1.3 Postavení hlavy

Normálové postavení hlavy je ve střední rovině bez významných laterálních odchylek. U lidí je povědomí o poloze těla a hlavy v prostoru velice vyvinutý smysl (Eijgelaar et al., 2014)

Abnormální držení v dětském věku je problém zejména z pohledu diferenciální diagnostiky, vyskytuje se totiž u benigních, ale i u velmi závažných stavů. Možné příčiny držení hlavy můžeme rozdělit na vrozené či získané, muskulární či nemuskulární, centrální, lokální, kompenzační, primárně neurologické, ortopedické a oftalmologické, ORL, infekční. Dle průběhu na akutní, přechodné či chronické. (Muchová, 2009)

Při dlouhodobém postavením hlavy s odchylkou od střední osy může vzniknout asymetrie obličeje doprovázena změněným napětím svalů v oblasti šíje, případně postižení krční páteře a následně vzniknout skolióza. Kompenzační postavení hlavy bývá nejčastěji způsobeno patologií očního, ortopedického a neurologického původu. Hlava může být nakloněna, obličej natočen a brada vychýlena ve vertikální ose ze středového postavení. Kompenzační náklon hlavy můžeme pozorovat také u pacientů s jednostrannou nedoslýchavostí. Postavení hlavy se tedy mění podle stavu a potřeby smyslových orgánů. (Muchová, 2009)

V případě, že jsou otolitové orgány vestibulárního systému na jedné straně slabší než na druhé, může mozek tuto asymetrii vyhodnotit jako náklon hlavy. (Hawasli et al., 2014)

1.4 Skolióza

1.4.1 Definice skoliózy

Slovo skolióza pochází z řečtiny a znamená křivý nebo překroucený. Jako první skoliózu popsal již Hippokratés, ale používal toto označení pro všechny patologie páteře. O první přesný popis skoliózy se zasloužil Ambroise Paré (1510-1590), který se snažil léčit pacienty za pomoci železného korzetu. (Machida et al., 2018)

Skolióza je deformita páteře, která je ve frontální rovině zakřivená o více než 10° , současně dochází k rotaci a torzi obratlů, v sagitální rovině k narušení fyziologických křivek páteře. (Repko, 2010) Rozdíl mezi normální a skoliotickou páteří ve frontální rovině můžeme vidět na Obrázku 1. Termín IS se používá pro strukturální deformity páteře, u kterých není možné zjistit primární onemocnění, které by skoliózu způsobovalo. (Negri et al., 2018). IS tvoří podílově 80 % ze všech skolióz a patří mezi nejčastější deformitu páteře, která se vyskytuje u jinak zdravých dětí. (Scheyerer, 2020) Můžeme ji dle doby výskytu rozdělit na infantilní, juvenilní a adolescentní. (Kolář et al., 2009; Choudry et al., 2016)

Adolescentní idiopatická skolióza (AIS) je popisována jako laterální zakřivení páteře o 10° a více se současnou rotací obratlů. AIS se vyskytuje u 2-3 % celkové populace, z toho pouze u 0,3-0,5 % postižených dochází k progresi křivky na více než 20° . (Weinstein et al., 2019) AIS se vyskytuje u dětí od 10 let až po dobu kosterní dospělosti. Nejvíce typickým obrazem AIS je pravostranná křivka hrudní skoliózy u dívek, bez bolesti a bez abnormálního neurologického nálezu. (Choudry et al., 2016)

Pravostrannou hrudní křivku nalézáme u více než poloviny skolióz. Dívky jsou postiženy skoliózou až 8krát častěji než chlapci. (Repko, 2017) I přesto, že se vyskytuje spousta zvířecích modelů, je přirozeně se vyskytující skolióza u obratlovců pozorována jenom u lidí. (Lowe et al., 2000; Schlösser et al., 2015)



Obrázek 1 Normální páteř a skoliotická páteř (Anitha et Prahu, 2011).

1.4.2 Etiologie, patogeneze a současné teorie vzniku idiopatické skoliózy

Uvádí se, že IS je multifaktoriální onemocnění, které vzniká z větší části na genetickém podkladě a dalších faktorech prostředí. V některých dřívějších studiích se zmiňují o tom, že IS je spíše biochemického než biomechanického původu. Obratlová těla rostou do délky ve směru kraniokaudálním a do šířky ve směru předozadním. Patologické zakřivení obratle by nastalo tehdy, když by se tento růst narušil a vývoj obratlového těla by byl nerovnoměrný. (Scheyerer, 2020)

V dalších studiích se snažili prokázat genetický původ a dědičnost vázanou na chromozom X. (Scheyerer, 2020) Klinická pozorování i populační studie dokumentující skoliózu v rodinách prokázaly vyšší prevalenci u příbuzných než v běžné populaci. U žen se skoliotickou křivkou 15° je prevalence skoliózy u jejich dcer až 27 %. Udává se, že 11 % příbuzných v první pokrevní linii jsou také postiženi skoliózou. Studie dvojčat ukázaly, že monozygotní dvojčata udržují 73 % míru shody a dizygotní dvojčata mají 36 % míru shody ve výskytu skoliózy. (Lowe et al., 2000)

Navzdory rodinné povaze výskytu skoliózy je její způsob dědičnosti stále debatován. Vzhledem k násobnému výskytu u dívek se dědičnost vázaná na ženské pohlaví jeví jako logická hypotéza. Studie naznačují autozomálně dominantní X – vázaný nebo multifaktoriální typ dědičnosti. Celkové výsledky studií nepodporovaly X – vazbu v celé populaci, v jednotlivých rodinách však skóre pravděpodobnosti naznačovalo, že na expresi skoliózy se mohly podílet alespoň dva genové lokusy, konkrétně jeden autozomální a jeden X – vázaný. Studie společně charakterizují IS jako

poruchu jednoho genu, která sleduje jednoduché vzorce Mendelových zákonů dědičnosti. Klinický obraz potom závisí na expresi genu. Časté onemocnění v populaci jako je zmiňovaná skolióza, která se klinicky manifestuje různě velkým postižením a u které se předpokládá genetický základ, může být výsledkem komplexních genetických interakcí. V důsledku toho je obtížné provést izolované studie rodiny nebo části populace ve snaze prezentovat pozitivní výsledky genetické vazby. (Lowe et al., 2000)

Zjistilo se, že vznik skoliózy může ovlivnit také inhibovaný přenos melatoninu, který souvisí s funkcí G proteinů. (Scheyerer, 2020) U kuřat po pinealektomii se rutinně vyvíjí skolióza, tento účinek byl přisuzován nedostatku melatoninu, který se v epifýze produkuje. Zkušební pinealektomie u primátů kromě lidí nevede k vývoji skoliózy. Nedostatek melatoninu tedy vede ke skolióze jen u malých zvířat. (Sadat-Ali et al., 2000; Bagnall et al., 1996)

Bagnall et al. (1996) dává do souvislosti melatonin a růstový hormon. U pacientů, u kterých probíhala léčba růstovým hormonem, došlo k rychlému zhoršení progresu křivky. Allen (1996) v rámci své studie vedlejších účinků terapie růstovým hormonem zaznamenal skoliózu u méně než u 1 % testovaných, u těchto pacientů však došlo k progresi skoliotické křivky. Zatím nám není známý farmakologický vztah růstového hormonu a melatoninu. Vzhledem k tomu, že u pacientů s IS nejsou zaznamenány poruchy spánku ani potíže s imunitními funkcemi, se role melatoninu jako faktoru při vývoji IS jeví spíše jako sekundární. (Lowe et al., 2000)

Předmětem dalších studií se stala souvislost mezi skoliózou a abnormalitami ve vestibulárním aparátu. (Lowe et al., 2000; Scheyerer, 2020) Více v kapitole vestibulární aparát a idiopatická skolióza.

Možné příčiny vzniku bychom tedy mohli klasifikovat na genetické, neurologické, hormonální, biochemické. Dále se nabízejí pozměněné mezenchymové kmenové buňky a biomechanika páteře, v neposlední řadě faktory životního prostředí a životního stylu. (Peng et al., 2020)

1.4.3 Klasifikace a diferenciatní diagnostika idiopatické skoliózy

Klasifikace IS se nejčastěji odvíjí podle věku, kdy byla diagnostikována, velikosti Cobbova úhlu a lokalizace hlavní křivky. Křivky můžeme rozdělit na další typy podle strany hlavní křivky na pravostranné a levostranné, podle zakřivení na jednoduché

a dvojesovitě. Podle doby vzniku ji dělíme na infantilní, juvenilní a adolescentní. Věkové rozmezí viz Tab. 1. (Kolář et al., 2009; Choundry et al., 2016)

typy	věk
infantilní	do 3 let věku
juvenilní	od 3 do 10 let věku
adolescentní	od 10 let do 18 let věku

Tabulka 1 Klasifikace skolióz podle věku. (Kolář et al., 2009; Choundry et al., 2016) (vlastní zpracování).

Větší riziko progresu mají křivky, které se diagnostikují u mladších dětí, období růstu do ukončení růstu dítěte je poté dlouhé, a tak křivka má delší období, kdy může progredovat. (Negrini et al., 2018)

Další dělení nám ukazuje velikost skoliotické křivky ve stupních měřených metodou dle Cobba, od nejmenšího zakřivení 10° - 0° , přes středně těžké 20° - 40° , těžké 40° - 60° a nad 60° velmi těžké. Křivka do 10° se nepovažuje za patologii, pokud není současně přítomná axiální rotace obratlů. (Kolář et al., 2009)

Rozlišuje se primární křivka, na které jsou větší strukturální změny, a sekundární, která se vytváří spíše adaptačně na primární. Podle lokalizace křivky rozlišujeme na cervikální, cervikothorakální, thorakální, thorakolumbální, lumbální, lumbosakrální. (Kolář et al., 2009)

Strukturální a funkční skolióza by měla být rozlišena v primární diagnostice obtíží. U strukturální skoliózy nacházíme fixovanou rotaci v předklonu. Funkční skolióza se změní v závislosti na poloze těla, u pacientů tedy není pozitivní Adamsův test předklonu. Funkční skolióza doprovází jiné primární onemocnění a vznikla tedy spíše z kompenzačních důvodů. Mezi tato primární onemocnění můžeme z biomechanického pohledu zařadit například zkrat dolní končetiny nebo asymetrické napětí paravertebrálních svalů (Negrini et al., 2018). Nesmíme opomenout funkční skoliózu při viscerálním dráždění, při patologiích v kořenových kloubech, ale i při hysterii. (Kolář et al., 2009)

K dalším onemocněním, u kterých dochází k rozvoji sekundární skoliózy, řadíme neurologická onemocnění, jako jsou syringomyelie, míšní tumor, Friedrichova ataxie, spinální muskulární atrofie, Duchennova svalová dystrofie, mozková obrna, poliomyelitida, nemoc Charcot-Marie Tooth, dále pak nemoci pojivové tkáně jako Marfanův syndrom a Ehlers-Danlos syndrom, homocystinurie, vývojová kyčelní

dysplázie, osteogenesis imperfecta, Klippel-Feil syndrom. (Kolář et al., 2009; Choundry et al., 2016)

1.4.4 Dopady skoliózy na pohybový aparát, prognóza

Dopady deformit páteře a potažmo skoliózy postihují v první řadě srdeční a plicní funkce. Může dojít k vývoji cor kyfoscoliotikum. Mezi faktory, které ovlivňují plicní funkce, řadíme sílu dýchacích svalů, rotaci obratlových těl a hrudní lordózu. Neléčená IS může progredovat k závažným deformitám páteře, které vyúsťují ve sníženou kapacitu a funkční biomechaniku hrudníku a které dále mohou značně ovlivnit celkovou zdatnost, pracovní schopnosti a v neposlední řadě i kvalitu pacientova života. (Negrini et al., 2018)

Další dopad na kvalitu života může mít i výskyt bolestí zad. Pacienti s idiopatickou skoliózou trpí častěji chronickými bolestmi zad a u akutních bolestí zad dosahuje bolest větší intenzity a delšího trvání než u jejich vrstevníků. Z psychologického hlediska se pacienti IS nebývají spokojeni se svým fyzickým vzhledem a může se u nich vyskytovat porucha body-image. Až 32 % pacientů s IS udává, že pocítují kvůli skolióze omezení ve smyslu snížené fyzické aktivity. (Weinstein et al., 2019)

Křivky větší než 50° v hrudní oblasti a 30° v bederní oblasti mají prognózu zhoršení o 0,5°-1° za rok v období dospívání. Křivky větší než 60° mohou vést k funkčnímu plicnímu deficitu, protože se plíce na straně deformity nemůže plně rozvíjet, a tudíž je tím zmenšený objem pro ventilaci. Ve všech případech mají děvčata 10krát větší riziko zhoršení křivky než chlapci. (Choundry et al., 2016)

K největšímu rozvoji skoliotické křivky a deformit dochází v období rychlého růstu dítěte. Po ukončení kostního růstu a v období dospělosti již nedochází k tak velké progresi křivky, maximálně 1°-2° za rok. Kostní zralost se určuje pomocí Risserova znamení nebo podle RTG snímku levého zápěstí. Pro zhodnocení růstového potenciálu se používá Risserova znamení, které využívá množství kalcifikace pánve k posouzení kosterní dospělosti. Určení Risserova znamení se používá u adolescentních pacientů, kdežto snímek zápěstí lze použít u pacientů všech věkových skupin. (Repko, 2010; Choundry et al., 2016)

Ke zhodnocení prognózy progresu křivky skoliózy se ohlížíme na predisponované faktory, mezi které zařazujeme pacientův věk, pohlaví, lokalizaci primární křivky, kompenzaci křivky, stav a laxicitu měkkých tkání, minimální mozečkové příznaky a genetické zatížení. U věku platí, že čím dříve se skolióza vyskytne, tím horší je její

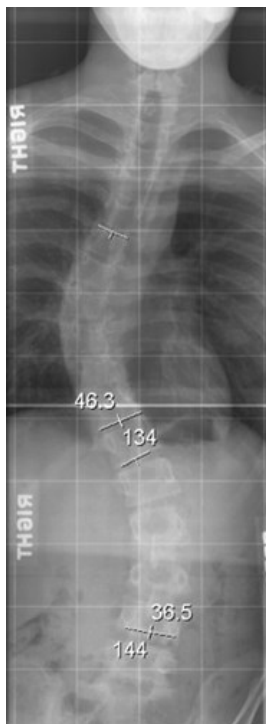
prognóza. Poměr výskytu skoliózy mezi pohlavími se mění v závislosti na věku dětí. (Kolář et al., 2009)

S přihlédnutím k lokalizaci křivky se jeví jako nejhorší thorakální skolióza, naopak prognosticky lepší jsou křivky lumbální. Vzhledem k zakřivení má lepší prognózu dvojitá křivka než jednoduchá. Kompenzaci trupu vůči pánvi hodnotíme pomocí olovnice, posuzujeme především odchýlení středu sakra od spuštěné olovnice. U stavu měkkých tkání posuzujeme především laxicitu kůže a kloubů. Pokud je laxicita zvýšená, dochází k většímu riziku progresu křivky. Pokud jsou minimální mozečkové příznaky přítomny spolu se zvýšenou laxicitou vazů, jedná se o nejzávažnější symptomy progresu křivky. Při předpokladu genetického zatížení je možné pořídit rentgenový snímek páteře ve stoji u rodičů a prarodičů. (Kolář, 2003; Kolář et al., 2009)

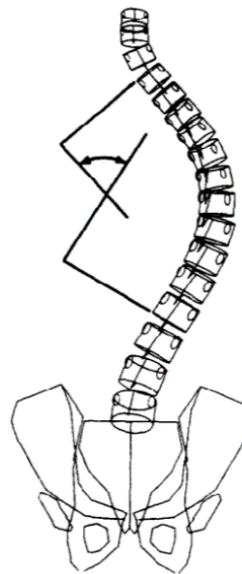
1.4.5 Zobrazovací metody

Mezi základní zobrazovací metody patří rentgen, používá se tzv. dlouhého formátu ke zobrazení celé páteře, kde je současně zachycena poloha hlavy i pánve. U pacienta je pořízen snímek ve stoji v předozadní a boční projekci. Toto základní vyšetření může být doplněno o úklonové snímky na zobrazení konvexity jednotlivých křivek. Při doprovodných neurologických obtížích se používají další zobrazovací metody jako vyšetření magnetickou rezonancí (MRI) nebo počítačovou tomografií (CT). (Repko, 2010)

Pro měření křivky pomocí RTG snímků lze použít měření dle Cobba nebo měření dle Fergusona. Měření dle Cobba je nejrozšířenější metodou ke zhodnocení skoliotické křivky a je uznáno Americkou společností pro výzkum skoliózy (ASRS) jako standart v měření. RTG snímek z tohoto měření je znázorněn na Obrázku 2. Z horního povrchu proximálního konce a z dolního povrchu distálního konce obratle jsou vyznačeny svislice, které se navzájem protínají a svírají úhel skoliotické křivky, tedy Cobbův úhel, který je schématicky vyjádřen na Obrázku 3. K popsání skoliózy jakožto trojrozměrné deformity páteře potřebujeme trojrozměrnou metodu měření. Cobbův úhel nám zprostředkovává údaje z frontální roviny a neposkytuje tedy komplexní informaci o skoliotické deformitě páteře. (Scholten et Veldhuizen, 1987)



Obrázek 2 13letá pacientka s IS při zobrazení na RTG snímku (Malfair et al., 2010).



Obrázek 3 Cobbův úhel (Scholten et Veldhuizen, 1987).

1.4.6 Postavení hlavy a idiopatická skolióza

Postavením hlavy u pacientů se skoliózou se zabýval již v roce 1991 Huggare et al., kteří v této souvislosti zkoumali i dentofaciální morfologii. Pacienti v rámci terapie skoliózy nosili Bostonský korzet a byli vyšetřováni klinicky i radiologicky. V porovnání se stejně starou skupinou probandů měli pacienti s IS zvětšený kraniocervikální úhel, rotovanou orbitální, maxilární a mandibulární rovinu, posun středové čáry spodního zubního oblouku a zploštělý zadní oblouk atlasu v kombinaci s prodlouženým zubem axisu. Mezi pacienty s IS se také vyskytovala vyšší převaha laterální malokluze (tj. vadného bočního skusu) a vývojově chybějící třenové zuby. (Huggare et al., 1991)

Huggare et al. (1991) dále zjistili, že ve frontální rovině byla hlava pacientů s IS deviována do strany ve vztahu ke krční páteři více než u kontrolní skupiny. Sklon hlavy byl asociován s laterálním umístěním apikálního obratle. Kraniocervikální deviace byla na opačnou stranu než deviace apikálního obratle. Také z laterálního pohledu byla zaznamenána mírně zvýšená kraniocervikální deviace u pacientů s IS. Mandibulární, okluzní a orbitální roviny byly více rotovány s ohledem na horizontální rovinu a posun středové čáry zubního oblouku, což bylo více výrazné na spodní čelisti pacientů s IS.

Mezi těmito parametry se nevyskytla korelace ani s úhlem skoliózy, ani s vertikálním či laterálním umístěním apikálního obratle. (Huggare et al., 1991)

Eijgelaar et al. (2014) zkoumal změněné postavení hlavy u 25 dívek s IS a u kontrolní skupiny dívek ve věku 10 až 16 let. Změněné postavení hlavy vykazují dívky s IS oproti zdravým dívkám jen v případě sensorického konfliktu, zejména ve věkové skupině 13 až 14 let jsou tyto rozdíly výraznější. Rozdíly mezi skupinami pro různé věkové kategorie naznačují odlišný proces vývoje sensorické integrace, odhad vertikály se pro dívky s IS jeví jako odlišný. (Eijgelaar et al., 2014)

1.4.7 Terapie

Každá terapie by se měla odvíjet od předem stanovených cílů, kterých jsme schopni dosáhnout. Hlavním cílem konzervativní terapie IS je zastavit progresi skoliotické křivky. Současná terapie skoliózy může být rozdělena do tří částí, a to do pozorování, ortézování a operace. Výběr terapie je založen na věku pacienta, umístění a vážnosti křivky, riziku progresu křivky. (Choudry et al., 2016)

Význam operace je především v obnovení sagitální rovnováhy a v možném zlepšení koronální rovnováhy, a tím ke snížení spotřeby energie potřebné ke stožení a chůzi. Mnoho laiků tuto operaci považuje pouze za kosmetický zákrok a nevidí v ní podstatu navození fyziologické rovnováhy organismu a napřímení v bipedálním stožení. (Moon et al., 2010)

Konzervativní léčba považuje za úspěšné, když je na konci adolescentního období Cobbův úhel stejný nebo nižší než před začátkem terapie. Cíle konzervativní léčby IS můžeme obecně rozdělit na morfologické a funkční. Hlavní cíle jsou zastavit progresi skoliotické křivky v období puberty nebo ji dokonce snížit, prevence nebo léčba respirační dysfunkce, prevence nebo léčba syndromů bolesti páteře a zlepšení estetiky pomocí posturální korekce. (Negrini et al., 2018)

Spolu s konzervativní léčbou a v závislosti na velikosti křivky se pacientům s IS doporučuje vhodně zvolená sportovní aktivita. Druh sportu, intenzita a doba, po kterou sport dělají, ovlivňuje jejich posturální vzorec. Některé sportovní aktivity mohou způsobit neadekvátní zatížení pohybového aparátu kvůli dominantnímu používání jedné ruky a ovlivnit tak progresi křivky v nepříznivém slova smyslu. (Kiseljak et al., 2014) Mezi aktivity, které se rovněž mohou být nevhodné pro pacienty s IS patří vzpírání a další sporty, kde se využívá hyperlordózy k dosažení lepšího sportovního výkonu a kde

dochází k vysokému axiálnímu zatížení páteře. Doporučovány jsou sporty, ve kterých se naopak využívá symetrické svalové aktivity a které mohou pacientům zvýšit plicní funkce. (Gielen et Van de Eede, 2008)

Cvičení v rámci fyzioterapie má léčebný efekt a může pozitivně působit na dýchání, sílu svalů a posturální rovnováhu, což jsou důležité aspekty pohybové léčby u pacientů s IS, které se využívají ke snížení specifických obtíží spojených se skoliózou. (Negrini et al., 2008) Výsledný efekt terapie závisí na pacientovi a jeho rodičích, jak intenzivně bude cvičit, na vytrvalosti a motivaci ke cvičení. (Kiseljak et al., 2014)

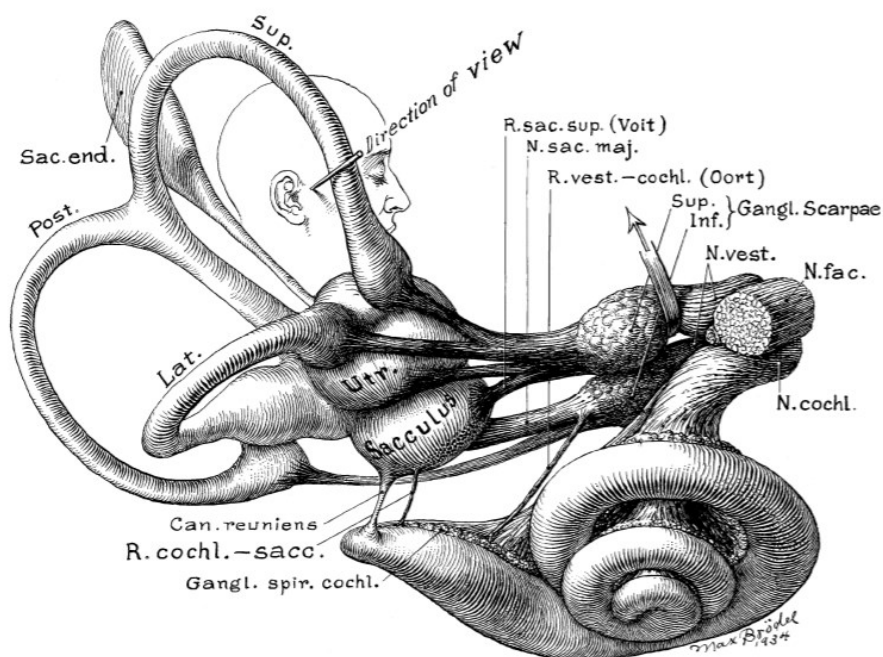
1.5 Vestibulární aparát

1.5.1 Úvod

Vestibulární aparát (VA) je speciální sensorický systém, který shromažďuje informace o postuře a dále je integruje s ostatními sensorickými informacemi (Hawasli et al., 2014; Peng et al., 2020). VA se podílí na udržování rovnováhy a zajištění prostorové orientace, na regulaci svalového tonu a koordinaci pohybů očí a hlavy. (Ambler et al., 2008)

K pocitu rovnováhy využívá člověk kromě vestibulárního ještě vizuální a somatosenzorický systém. Smyslové vjemy jsou integrovány a po zpracování v CNS dochází pomocí drah k signalizaci výkonných motorických jednotek, které udržují pohled, nastavují držení těla a hlavy v souvislosti s působením statické a dynamické složky rovnováhy, tedy ve stoji i při chůzi. Pokud je ovlivněna jedna nebo více složek tohoto systému, může docházet k závratím. (Jones et al., 2009)

Vestibulární aparát dělíme na centrální a periferní části. Na řízení rovnováhy se centrálně podílejí vestibulární jádra, mozeček, komisurální spoje, vestibulární thalamus a vestibulární kůra. Periferní VA se skládá z labyrintu a vestibulárního nervu. VA je umístěn v pyramidě ve vnitřním uchu v obou temporálních kostech. Labyrint se dále dělí na kostěný a blanitý, prostor mezi nimi je vyplněn perilymfou. Kostěný labyrint se skládá z vestibulární části, což zahrnuje vestibulum a polokruhové kanálky, a z části sluchové, která je tvořena kochleou. Kostěný labyrint uvnitř obsahuje blanitý labyrint, který je vyplněn endolymfou a kde se nachází vácčky sakulus a utrikulus a tři polokruhové kanálky. (Ambler et al., 2008)



Obrázek 4 Labyrint (pohled z pravé strany) (Hawasli et al., 2015; originální ilustrace z Walters Collection, Max Brödel Archives).

Vestibulární receptory se nacházejí v horní části blanitého labyrintu, kde najdeme pět čivných sensorů, kterými jsou utrikulus, sakulus a tři polokruhové kanálky (Obrázek 4). Utrikulus a sakulus se statickými makulami snímají lineární zrychlení hlavy, které může být způsobeno lineárním pohybem hlavy v prostoru nebo působením gravitace. Makuly se se svými vláskovými buňkami nacházejí v gelatinózní otolitické membráně, která má na své horní ploše otokonie, což jsou krystalky uhličitanu vápenatého. (Hahn et al., 2015)

V průběhu pohybu na vláskové buňky působí setrvačné síly, které mění rychlost předávání aferentních informací pomocí primárních vestibulárních neuronů a jejich drah do mozkového kmene. Směrové a setrvačné síly regulují aktivitu tohoto systému a dovolují vestibulárnímu systému reagovat na zrychlení v různém směru. (Hawasli et al., 2014)

Pohyb otolitické membrány se děje paralelně s lineárním zrychlením. V utrikulu se makuly nacházejí horizontálně a jsou tudíž stimulovány tímto pohybem, naopak je tomu v sakulu, kde se nacházejí vertikálně a jsou tedy stimulovány vertikálním pohybem. Tři polokruhové kanálky s krystalkami v jejich ampulární části snímají úhlové zrychlení, pomocí nich tedy vnímáme rotace hlavy. (Hahn et al., 2015)

Polokruhové kanálky jsou orientovány kolmo na sebe, takže výslednice působení je zajištěna součtem odpovědí ze všech tří kanálků. Oba labyrinty jsou svými zrcadlovými obrazy. To znamená, že pokud se zvýší vestibulární aferentace z důvodu rotace hlavy nebo lineárního zrychlení v jednom labyrintu, ve druhém se aferentace sníží. (Hawasli et al., 2014) Tyto asymetrické vstupní informace jsou porovnávány v CNS, kde se dochází k určení směru a množství rotačního a lineárního zrychlení. Tyto informace řídí dva základní reflexy, které jsou v praxi často testovány. Jedná se o vestibulo-okulární (VOR) a vestibulokolický reflex (VCR). VOR používá signály z vestibulárního aparátu k pohybu očí tak, aby neohledě na pohyb hlavy byly schopné fixovat obraz. Tento systém umožňuje vytvořit stabilní obraz na sítnici a předcházet tak oscilopsii tj. vjemu rozhoupaného obrazu. VCR koordinuje postavení hlavy vůči tělu. Prostřednictvím vestibulárních vjemů je schopen na základě změny polohy hlavy nastavit adekvátní napětí krčního svalstva. VCR slouží k zabránění pasivních pohybů hlavy a jeho působení je tlumeno při volných pohybech hlavy. (Hawasli et al., 2014)

Vestibulární systém má za úkol správné vnímání geofyzikální vertikály. V klinické praxi si tuto schopnost můžeme vyšetřit pomocí testování vnímání subjektivní zrakové vertikály, mezi které řadíme Bucket method, hemisférický dóm, metodu světelně zobrazené linie ve tmě tzv. light bar a v rámci rozvoje nových technologií i mobilní aplikaci. (Dai et al., 2020) Ke screeningovému vyšetření funkce vestibulárního aparátu se nejčastěji používá Dix-Hallpikeův manévr a head impulse test. (Cohen, 2019)

Vestibulární asymetrie může vzniknout jako následek různých příčin. Symptomatologicky se akutní jednostranná léze projevuje jako rotace hlavy a aktivace VOR, způsobující nystagmus, vertigo a posturální nestabilitu. Pokud je taková asymetrie chronická, dokáže se mozek částečně přizpůsobit a symptomy se projevují méně. Vestibulární systém může výrazně posunout vnímání vertikály, pozici hlavy a čelisti a ovlivnit další s rovnováhou související funkce. Asymetrickou aktivací určitých svalových skupin může vyvolat posun nebo torzi páteře. (Hawasli et al., 2014)

1.5.2 Vestibulární aparát a idiopatická skolióza

Už delší dobu existují jistá podezření na souvislost mezi IS a vestibulárním systémem. Ve studiích bylo zjištěno, že existuje významně zvýšená prevalence spontánního a pozičního nystagmu u pacientů s AIS. V sérii studií Sahlstrand et al. (1979) ukázal zvýšenou citlivost pacientů s AIS na kalorické testy na straně ipsilaterální k jejich

křivce a zvýšenou posturální úchylku během této stimulace. Čakrt et al. (2011) prokázal pomocí vyšetření Bucket method významně změněné SVV u pacientů s IS oproti kontrolní skupině.

K rozlišení funkce otolitů v každém uchu slouží test otáčení mimo svislou osu, který použili Wiener-Vacher et Mazda (1998) a zjistili, že pacienti s AIS mají abnormální vnímání svislé osy otáčení. Malau et al. (2007) zjistil ztrátu schopnosti otáčení hlavy kolem své osy u pacientů s AIS. Pacienti s Cobbovým úhlem větším než 15° zkoumal Lion et al. (2013), kteří u těchto pacientů zjistili změněnou vizuo-okulomotorickou funkci. Hned několik studií prokázalo změny v posturografii a posturální úchylku u pacientů s AIS při statické i dynamice. (Gruber et al., 2011; Guo et al., 2006; Haumont et al., 2011; Kuo et al., 2011)

Vyšetřováním souhry vizuálního, proprioceptivního a vestibulárního systému se zjistilo, že pacienti se skoliózou vykazují zvýšenou posturální úchylku a hůře kontrolují rovnováhu v situacích, kdy dochází ke zvýšeným nárokům na vizuální systém nebo propriocepci. (Haumont et al., 2011; Kuo et al., 2010; Lao et al., 2008; Simoneau et al., 2009) Skoliotičtí pacienti tedy nejenže vykazují změny, které lze připsat reflexním funkcím, ale i zhoršenou kognitivní integraci vestibulárních signálů ve srovnání se zdravými jedinci. (Simoneau et al., 2009)

Klinická data tedy prokázala souvislost mezi vestibulárními abnormalitami a skoliózou. (Hawasli et al., 2014) Vypadá to, že funkční deficit vestibulárního systému, který můžeme vidět u pacientů s IS má i anatomický korelát. (Shi et al., 2009 et 2011)

Shi et al. (2009 et 2011) prokázali u pacientů s AIS o 5 % kratší vzdálenost mezi středy bočních a předních polokruhových kanálků a o 6 % menší zadní polokruhové kanálky. Zeng et al. (2010) zjistili, že pacienti s AIS mají o 9 % delší a o 2 % tenčí vestibulární kanálky v porovnání se zdravými probandy.

Rousie et al. (2009) hodnotili 445 pacientů s vestibulárními příznaky, ze kterých 95 mělo skoliózu, a našli abnormální přímé spojení mezi bočním a zadním vestibulárním kanálkem u 15 % pacientů se skoliózou, ale i bez ní. Wang et al. (2012) hodnotili MRI od 90 pacientů a zjistili, že tloušťka mozkové kůry v oblastech souvisejících s vestibulárními funkcí je u pacientů s AIS změněná. (Hitier et al., 2015)

Morfologická data získaná z radiologických zdrojů podporují souvislost mezi skoliózou a vestibulárními abnormalitami. I přes výše zmíněné studie a data, zůstávají údaje týkající se vztahu vestibulární dysfunkce a skoliózy převážně korelační. Tato souvislost nám však nevyjasňuje, zda vestibulární dysfunkce není jenom doprovodným

jevem, který se u pacienta s IS vytvoří spíše jako kompenzační mechanismus na zakřivení páteře. (Hawasli et al., 2014)

Další studie prokázala, že zvýšená křivka skoliózy, nastávající při převedení pacienta do vzpřímené polohy neovlivňuje množství citlivosti labyrintu. (Sahlstrend et Petruson, 1979) Počáteční studie Sahlstrenda et al. (1979) naznačují, že rozdíly v labyrintových reakcích u pacientů s AIS byly pravděpodobně způsobeny primární vestibulární etiologií spíše než následkem skoliózy.

Hitier et al. (2015) prokázal morfologické změny VA u pacientů s IS. Jednalo se o zvýšené vertikální zarovnání levostranných polokruhových kanálek ve struktuře spánkové kosti a o ipsilaterální odchylku bočních a zadních polokruhových kanálek. Moreau et al. (2009) jednoznačně nepotvrdili, jestli toto byl důsledek malformace spánkové kosti nebo samotného labyrintu. Nicméně nebyl prokázán vztah mezi stranou skoliózy a pozorovanou asymetrií. Neočekávaně byl u pacientů s IS při doprovodných vyšetřeních VA prokázán nystagmus. Jednalo se o trojrozměrnou video-okulografii s kinetickými stimulacemi a autoři navíc předpokládali potenciální funkční důsledek anatomické variace. (Rousie et al., 2009)

Studie na žábách druhu *Xenopus laevis* zdůrazňují, že vestibulární poškození musí proběhnout před metamorfózou, aby poté vyvolalo kostní deformaci. (Lambert et al., 2009) Toto tvrzení je v souladu s hypotézou Hitiera et al. (2015), kteří uvádí, že anomálie kostního labyrintu vznikají u pacientů s IS velmi časně. Lambert et al. (2009) ve své studii zjistili, že jednostranná labyrintektomie u larvy žáby druhu *Xenopus* způsobuje v dalším vývoji narušení kosterních prvků z důvodu asymetrického tahu svalů za dosud neosifikované kostní struktury. Pozorovaná bilaterální asymetrie v uspořádání kostí byla podobná jako u AIS a projevovala se ve většině případů jako výrazný hrb. Kauzální souvislost mezi vestibulární asymetrií a bilaterální deformací skeletu naznačuje, že oboustranně vyvážené sestupné vestibulární signály jsou nezbytné pro stanovení symetrické osy těla během ontogeneze. (Lambert et al., 2009)

Lambert et al. (2015) dále uvádí, že jakákoli jiná nekompenzovaná oboustranná porucha sestupných nervových drah a periferní léze může způsobit jednostrannou změnu svalového tonu autochtonních zádových svalů, což poté vyústí v deformaci páteře. Během rotace hlavy jsou potřebné informace z polokruhových kanálek a otolitů. Antoniadou et al. (2018) vyšetřovali průběh vertikály po aktivní rotaci hlavy a zjistili, že se projevil zhoršený úsudek vnímání vertikály u skupiny s IS oproti kontrolní skupině bez

IS. Z toho vyplývá postižení vestibulárních receptorů a následně náklon ve vnímání vertikály u pacientů s IS. (Antoniadou et al., 2018)

To, že by izolovaná vestibulární porucha mohla vyvolat strukturální skoliózu, se jeví jako nepravděpodobné. Nicméně patologie vestibulárního systému může zajisté být stavebním kamenem pro multifaktoriální vývoj IS. (Scheyerer et al., 2020)

Z opačného pohledu, pokud by byla skolióza příčinou vestibulární dysfunkce, tak by musel být přítomen mechanismus, který by zprostředkoval VA vstupní informace o deformitách páteře. Ve skutečnosti není dobře popsán zpětnovazebný systém mezi páteří a periferními VA. (Hawasli et al., 2014) Víme však, že vadná posturální rovnováha může být přispívající faktor pro v rozvoji skoliózy. (Sahlstrand et al., 1978) a že nedostatečná funkce vestibulárního aparátu může vést k asymetrické tělesné aktivitě, a tím pádem přispět k rozvoji AIS. (Peng et al., 2020)

1.5.3 Vnímání vertikály

Centrální nervový systém sjednocuje vícesložkový sensorický vstup pocházející z vestibulárních a extra-vestibulárních graviceptorů, propioceptorů kůže a krku, zraku, aby mohlo dojít k vnitřnímu odhadu směru gravitace. (Angelaki et DeAngelis, 2009) Zdravý jedinec je schopen určit vertikálu i horizontálu, i když je jeho hlava nakloněna. (Eijgelaar et al., 2014)

Narušené vnímání vertikality může vést k pádům nebo k neschopnosti stoje kvůli lateropulzi nebo retropulzi. (Bergmann et al., 2015) Percepce vertikály je vyšetřována pomocí standardizovaných testů jako jsou subjektivní zraková vertikála (Čakrt et, 2011), subjektivní haptická vertikála (Schuler et al., 2010) a subjektivní posturální vertikála (Bergmann et al., 2015). Odchylka od gravitační vertikály překračující 2°-3° je citlivou známkou vestibulární tonické nerovnováhy. (Brand et al., 1994)

Subjektivní zraková vertikála ukazuje schopnost jedince vnímat gravitační vertikálu. Na percepce SVV se nejvíce podílí vestibulární aparát, konkrétně prostřednictvím otolitového orgánu. Ukazuje se, že u pacientů se ztrátou hlubokého cití na trupu a končetinách nedochází k poruše SVV. (Van Nechel et al., 2000) Náklon ve vnímání SVV poukazuje na vestibulární nerovnováhu, a tím pádem i na poruchu utrikulu nebo příslušných nervů. (Dai et al., 2020). K měření SVV lze použít tzv. „Bucket

method”, „hemisférický dóm”, metodu světelně zobrazené linie ve tmě tzv. light bar a nově i mobilní aplikaci. (Dai et al., 2020)

V klinické praxi našlo uplatnění vzhledem k prostorové a finanční nenáročnosti testování pomocí Bucket metod, které jsme v rámci naší studie použili i my. Tzv. kyblíková metoda slouží k určení SVV, přičemž se jedná o bílý kyblík s černým dnem, na dně je vyznačena bílá čára značící průměr kyblíku. Tuto čáru má pacient za úkol vnímat jako vertikálu. Z druhé strany dna kyblíku, tj. z pohledu vyšetřujícího je úhloměr, kde je vyznačeno 360°, ze středu kyblíku je zavěšena olovnice. Okraj kyblíku zabraňuje orientovat se podle jakýchkoliv gravitačních vodítek pomocí zraku. Srovnávací měření ukázala, že nejsou rozdíly mezi monokulárními a binokulárními hodnotami SVV u pacientů měřených pomocí Bucket metod a hemisférickým dómem. (Zwergal et al., 2009),

Zwergal (2009) při měření SVV pomocí Bucket metod naměřil rozsah odchylek u zdravých jedinců v absolutních hodnotách mezi 1,1°-0,7° u monokulárního měření a 0,9°-0,7° u binokulárního měření. Normální rozsah hodnot SVV se pohybuje $0^\circ \pm 2,3^\circ$. Nebyl zaznamenán významný efekt věku ani pohlaví na percepci SVV. Mezi výhody použití Bucket metod patří cenová dostupnost, přenosnost, jednoduchost a rychlost provedení měření bez nutnosti specializace. Metoda může být použita i u pacientů s akutním vertigem a při akutní ischemii mozkového kmene. (Zwergal, 2009) Vnímání SVV je u pacientů s IS změněno, což může hrát roli ve vývoji IS. (Čakrt et al., 2011)

Technologie se posouvají dopředu, což dokazuje Dai et al. (2020), ve studii je úkolem probandů nastavit olovnici v mobilní aplikaci do vertikální osy. Tato studie prokázala, že aplikace je efektivní a dostupná náhrada měření Bucket metodou. Určitým limitem této studie je, že měření bylo prováděno na zdravých jedincích bez vestibulárních komplikací a klinických obtíží. Dalším stupněm v ověření funkčnosti aplikace bude její použití u pacientů s patologickým procesem postihující utrikulus. (Dai et al., 2020)

Subjektivní haptická vertikála (SHV) je výsledek stimulace mechanoreceptorů v kůži, svalech, šlachách a kloubech při dotýkání a zkoumání předmětů rukama. (Schuler et al., 2010) Měření SHV probíhá pomocí úchopu tyčky v pacientově dominantní pravé ruce s vyloučením zrakové kontroly (Obrázek 5).



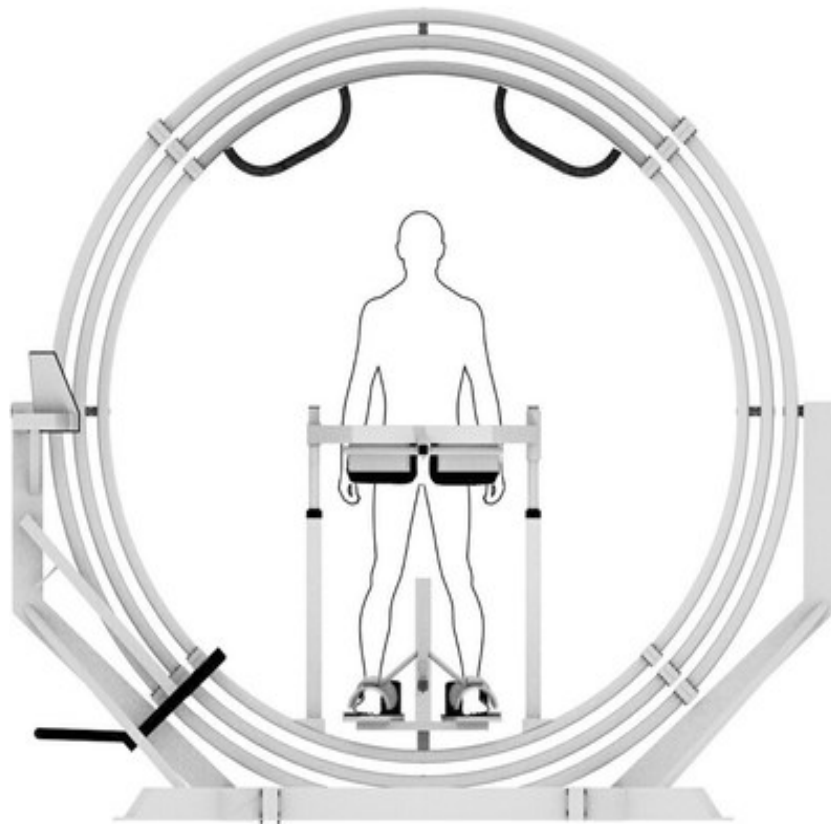
Obrázek 5 Měření SHV (Schuler et al., 2010).

Subjektivní posturální vertikála (SPV) posuzuje schopnost jedince vnímat vzpřímenou orientaci těla v prostoru a můžeme ji určit v sedě i ve stoji. Extravestibulární gravitační informace pocházejí nejen z mechanoreceptorů v kloubech, šlachách, svalech a kůži, tj. ze zdrojů distribuovaných po celém těle, ale i z vnitřních orgánů. Bylo dokázáno, že ledviny a kardiovaskulární systém se podílí na poskytování informací o gravitačním poli. (Mittelstaedt, 1996)

K narušení SPV dochází u pacientů ve frontální i sagitální rovině. Setkáváme se s retropulzí u pacientů po hemisferální lézi nebo s pusher syndromem, který vzniká jako následek cévní mozkové příhody. Dále je SPV ovlivněna věkem, u starších osob dochází k posunu těžiště dozadu a zarovnání těla ztrácí svoji přesnost, což může být důsledek snížení senzoričkových funkcí. V sedě je SPV vnímána především pomocí somatosenzoričkových vstupů z oblasti trupu a ramen, méně důležitý je vjem z oblasti hýždí a zadní strany steh. Ve stoji jsou hlavním somatosenzoričkovým vstupem plošky nohou a hlezna. Kontaktní plocha a propioceptivní informace z dolních končetin mohou významně ovlivnit SPV ve stoji. (Bergmann et al., 2015)

SPV je vyšetřována pomocí přístroje Spacecurl (Obrázek 6). Jedná se o přístroj složený ze tří soustředných prstenců, který umožňuje rotaci v prostoru. Vyšetřovaný pacient stojí ve středu přístroje a je upevněn pomocí polstrovaných držáků v oblasti kyčlí a kotníků. Je instruován tak, aby se postavil napřímeně a rukama se opřel o nosný rám

přístroje před jeho trupem. Kvůli vyloučení vizuálních informací měl na očích pacient brýle s neprůhlednými skly. Měření probíhá tak, že přístroj Spacecurl je vyveden z osy a je vyšetřujícím pomalu otáčen do té doby, dokud pacient neřekne, že se cítí být v napřímené pozici. Odchyšky od vertikály jsou měřeny pomocí bezdrátové měřící jednotky umístěné na nosném rámu před pacientem a jsou přenášeny rovnou do počítače. Spacecurl se mimo jiné používá k terapii u pacientů s neuropatií nebo bolestí zad. (Bergmann et al., 2015).



Obrázek 6 Vyšetření SPV pomocí přístroje Spacecurl. (Bergmann et al., 2015)

1.5.4 Efekt cvičení na percepce geofyzikální vertikály u adolescentů s idiopatickou skoliózou

V rámci konzervativní terapie IS se používá korzetoterapie a cvičení. Mezi tato cvičení patří primárně cviky na trupovou stabilizaci, které jsou využívány z důvodu zlepšení funkční synergie svalů kolem páteře, což má za následek zlepšené držení těla a zvýšení stability páteře v dynamických činnostech. (Yagci et al., 2018)

U tzv. „core stabilization exercise“ (CSE) byla prokázána účinnost při léčbě skoliózy a zlepšení držení těla u pacientů s AIS. (Gur et al., 2015) CSE se zaměřují na zapojení středu těla a trupovou stabilizaci. Jako core neboli jádro jsou popisovány břišní, paraspinální a gluteální svaly, bránice, pánevní dno a kyčelní pletenec, které jako celek vytvářejí nitrobřišní tlak, který skrze thorakolumbální fascii hraje důležitou roli v přenosu sil do horních a dolních končetin, a které pomocí proprioceptorů přinášejí zpětnovazebné informace o rozložení sil a tlaků v těle. Cíl CSE spočívá v posílení neuromuskulární kontroly, vytrvalosti a síly svalů středu těla, které jsou nezbytné pro udržení dynamické stability páteře a trupu. (Imai et al., 2010; Yagci et al., 2018)

Program CSE, který pro svou studii použil Yagci et al. (2018) zahrnoval dechová cvičení, nácvik neutrálního postavení páteře, lopatek a hlavy. Postupně se díky cvičení zlepšovala stabilita a síla svalů páteře a pletenců horních i dolních končetin nejdříve ve statických pozicích, poté i ve funkčním zapojení.

Tzv. „basic body awareness therapy“ (BBAT) spočívá v propojení pacientova těla a mysli. Cílem této terapie je optimalizovat držení těla, rovnováhu a svalové napětí, a tím nastínit pacientovi realistický pohled na jeho tělo a zlepšit povědomí o jeho celkovém tělesném schématu. V rámci terapie se prohlubuje vnímání těla ve vztahu ke gravitaci, k napřímení a k dýchání. (Skjaerven, et al., 2010). Samotné podvědomí můžeme definovat jako neustálé vnímání vnějšího a vnitřního prostředí, které probíhá v každém přítomném okamžiku. Vnímání vlastního těla se v rámci metod BBAT může stát velmi intenzivním prožitkem. Mezi nejznámějšího představitele ze souboru metod BBAT řadíme Alexandra Feldenkraise, jehož metodiky se využívají především při řešení psychosomatických obtíží. (Yagci et al., 2018)

Ve studii Yagci et al. (2018) byla BBAT terapie složená ze tří částí po 20 minutách. Na začátku terapie bylo 20 minut, kdy měli pacienti za úkol ležet na zádech a vnímat svoje tělo, najít si pohodlnou polohu, ve které jsou schopni odpočívat, a tzv. se uzemnit. Následovalo 20 minut cvičení stoje a chůze, které bylo zaměřeno na posturální

stabilitu, rovnováhu, koordinace a rytmu, doprovázeno navození tzv. flow. Flow je stav naprostého soustředění, kdy se jedinec soustředí na vykonávanou činnost a její provedení. Tato metoda je mimo jiné používána u sportovců ke zlepšení kvality podávaného výkonu. Následovalo podobné cvičení jako to předchozí, ale bylo modifikováno vsedě a vykonáváno po čas 10 minut. Každá terapie byla zakončena 5-10minutovým rozhovorem s terapeutem o pocitech v průběhu terapie. (Yagci et al., 2018)

V rámci tradičního cvičení (TE) v terapii skoliózy řadíme postupy založené na principu autokorekce, protahování, posilování, dále se sem řadí posturální a dechová cvičení. (Monticone et al., 2014)

Yagci et al. (2018) ve své studii porovnávali účinky těchto tří metodik v rámci terapie skoliózy. Probandi této studie cvičili jednu hodinu denně po dobu 10 týdnů. Při porovnání CSE a BBAT a tradičního cvičení se zjistilo, že u skupiny BBAT se jako u jediné ze tří skupin prokazatelně zlepšilo vnímání SVV. U skupiny CSE a BBAT se zlepšilo vnímání SHV. U skupiny tradičního cvičení skolióz nedošlo k žádnému zlepšení. Na základě výsledků této studie se doporučuje využít BBAT a CSE v rámci konzervativní léčby IS z důvodu zlepšení vnímání vertikály u pacientů s IS. Tato cvičení dále zlepšují vnímání vlastního těla a vnitřní orientace, která je u pacientů s IS narušená. (Yagci et al., 2018)

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Výzkumný soubor

Účastníci výzkumu byly rozděleny do dvou skupin. První skupina měla v anamnéze diagnózu IS se skoliotickou křivkou 10° a více stupňů a nepodstoupila operaci páteře. Druhá skupina se skládala z jedinců bez IS a jiných deformit páteře, sloužila tudíž jako kontrolní vzorek populace, aby bylo možné porovnat fyziologické a patologické odchylky. Podmínkou zařazení do výzkumu byl věk od 9 do 18 let. Vzhledem k růstovému spurtu v tomto období dochází k největší progresi skoliotické křivky, a tak i ke klinické manifestaci strukturálních změn páteře a případným změnám v držení postury. (Negrini et al., 2018) Měření probíhalo v období od srpna 2020 do února 2021. Pacienti i probandi souhlasili s vyšetřením a jejich rodiče podepsali informovaný souhlas.

2.2 Metodika měření

K měření subjektivního vnímání vertikály jsme vzhledem k jednoduché metodice testování použili Bucket metod. Postavení hlavy bylo měřeno pomocí kinematické analýzy. Pacienty jsme fotografovali a do pořízených snímků jsme pomocí počítačového programu měřili úhly. Mezi spojnicí referenčních bodů a olovnicí v ideálním případě vychází pravý úhel. V případě lateroflexe či jiného postavení hlavy jsme očekávali i změněné vnímání vertikály. Všechna měření byla prováděna jedním vyšetřujícím, který se řídil stejnými zásadami testování.

2.2.1 Kinematická analýza

Posturální úhly jsou proměnné, pomocí kterých můžeme kvantifikovat držení těla. (Singl et al., 2017) Na těle pacienta jsme zvolili tři antropometrické body, které se nacházejí bilaterálně. Vycházeli jsme ze studie Singla et al. (2017), který tímto způsobem zjišťuje úklon hlavy, sklon ramen v koronální rovině. Zvolili jsme stejně jako v této studii spodní okraje ušních lalůček a processu coracoidei, k tomu jsme přidali ještě vnější koutky očí. Processu coracoidei jsme nejdříve palpovali a poté označili čtverečkem tejpovací pásky o rozměru 0,5 x 0,5 cm, na kterém byl pro větší přesnost vyznačen křížek. Úhel lateroflexe při úklonu hlavy v koronální rovině nám ozřejmily dvě úsečky propojující

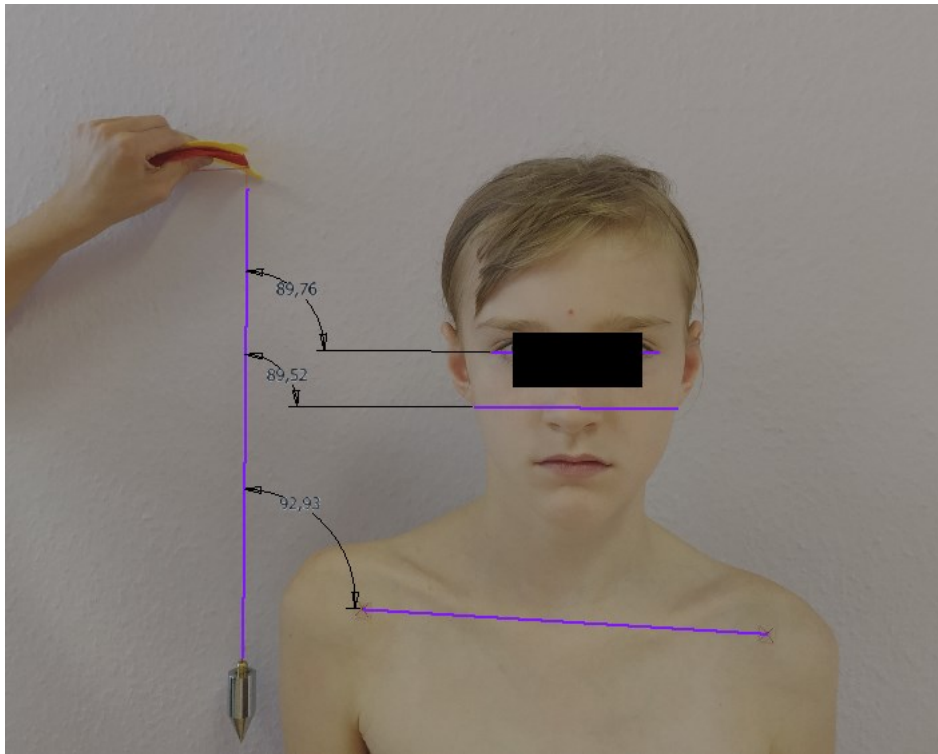
vnější koutky očí a spodní okraje ušních lalůčků. Sklon ramen nám ozřejmila úsečka propojující processu coracoidei.

Proband se postavil zády ke zdi, ale nedotýkal se jí žádnou částí těla. Byl instruován tak, aby se postavil napřímeně, ale zároveň uvolněně, a aby rozprostřel svou váhu na obě chodidla. (Raine et Twomey, 1994) Více nervózním jedincům, kteří stáli ve viditelné tenzi, jsme doporučili, aby si před fotografováním poskočili, a až poté se postavili napřímeně.

Probandi byli instruováni tak, aby se dívali rovně před sebe ve výši jejich očí jako takzvané Frankfurtské horizontály, aby došlo k optimalizaci pozice hlavy u všech probandů. (Raine et Twomey, 1994) Přihlízející osobu jsme požádali o podržení olovnice vpravo vedle probanda. Abychom předešli zbytečným odchylkám měření, čekali jsme s focením až do doby, než se olovnice ustálí. Poté jsme vyfotili probanda od ramen nahoru spolu s olovnicí. Vzdálenost probanda a fotografujícího byla přibližně 1,5 metru a zařízení bylo ve výšce přibližně 1,5 metru. Pořídili jsme fotografii každého probanda minimálně třikrát, abychom poté vybrali nejlepší snímek. Digitální fotografie jsme vkládali do počítačového programu Autodesk Inventor 2020, který umožňuje rýsovat čáry a nastavit automatické měření úhlů. Příslušné antropometrické body jsme spojili do úseček, kde antropometrické body představovaly jejich okraje. Olovnici jsme brali jako přesnou vertikálu a od ní jsme odečetli příslušné odchylky. (Obrázek 7)

Fotogrammetrie je nejvíce rozšířená metoda neinvazivního měření posturálních odchylek i vzhledem k tomu, že vyšetřovaného jedince nezatěžuje škodlivým zářením jako třeba při RTG vyšetření. Tato metoda umožňuje objektivně zhodnotit posturální odchylky prostřednictvím měření úhlů a linií mezi zvolenými antropometrickými body. Pro zhodnocení těchto proměnných se digitální fotografie vkládají do programu, který tyto proměnné dokáže vyhodnotit. (Singla et al., 2017)

V optimálním nastavení by měla olovnice a tři příslušné úsečky svírat úhel 90° , což by znamenalo, že jsou antropometrické body ve stejné výši. Pokud vycházel úhel do hodnoty 90° , znamenalo to, že úsečka spojující dva antropometrické body a příslušná část těla byla nakloněna doprava. Pokud úhel převyšoval hodnotu 90° , znamenalo to, že úsečka spojující dva antropometrické body a příslušná část těla byla nakloněna doleva. Úsečka vedoucí od processu coracoidei by mohla též naznačovat elevaci jednoho ramene. (Raine et Twomey, 1994)



Obrázek 7 10letá pacientka s IS při vyšetření kinematické analýzy (archiv autora).

2.2.2 Bucket metod

Pacienti seděli napřímeně na židli bez opěrky nebo bez opření zad, dolní končetiny byly v trojflexi, horní končetiny volně spočívaly na stehnech. Jejich úkolem bylo hledět na dno kyblíku, přičemž jejich periferní vidění bylo eliminováno okrajem kyblíku. Na dně kyblíku byla vyznačena bílá čára značící jeho průměr (Obrázek 8). Z vnější strany dna kyblíku byla vyznačena kružnice se 360 stupni. Ze středového bodu dna kyblíku byla zavěšena olovnice (Obrázek 9). (Zwergal, 2009)



Obrázek 8 Pohled vyšetřujícího z druhé strany dna kyblíku v rámci vyšetření Bucket metod (archiv autora).

Obrázek 9 Pohled pacienta na dno kyblíku při měření Bucket method (archiv autora).

Vyšetřující začal otáčet kyblíkem na jednu stranu a čekal, až proband uvidí čáru vertikálně a řekne mu pokyn „STOP“, poté kbelík zastavil, počkal na ustálení olovnice z vnější strany kbelíku, a poté odečetl hodnoty odchylek ze stupnice (Obrázek 10). Testování probíhalo binokulárně, tedy s oběma očima otevřenými. Čas potřebný k vyšetření se pohyboval kolem pěti minut. (Čakrt et al., 2011) Testování probíhalo randomizovaně třikrát z obou směrů, tedy po směru a proti směru hodinových ručiček z pohledu vyšetřujícího. Hodnoty odchylek, které se po zastavení kyblíku nacházely nalevo od nuly jsme značili znaménkem „+“ a hodnoty odchylek, které se nacházely napravo od nuly jsme značili znaménkem „-“

Vzhledem k tomu, že v našem výzkumu jsme měřili SVV, snažili jsme se alespoň částečně vyloučit a objektivizovat vliv SPV a SHV. Z tohoto důvodu všichni vyšetřovaní jedinci zaujali jednotnou polohu. Každý jedinec při měření SVV seděl na židli tak, aby měl dolní končetiny v trojflexi a plosky nohou opřené o zem, páteř a hlava byly v napřímění. Vyšetřující otáčel kyblíkem a jedinec se nesměl dotýkat žádnou částí těla kbelíku, nesměl si tedy o kbelík opřít například bradu nebo čelo. Všechna měření byla provedena stejným vyšetřujícím. U jedinců nosících brýle probíhalo měření s brýlemi, aby nedocházelo k případnému rozostření bílé čáry na dně kbelíku.



Obrázek 10 18letá pacientka bez IS při měření Bucket method (archiv autora).

2.2.3 Statistické zpracování dat

U každého testovaného probanda jsme zaznamenali devět údajů. Tři hodnoty odchylek po směru hodinových ručiček, tři hodnoty odchylek proti směru hodinových ručiček a tři hodnoty úhlů z kinematické analýzy. Dále jsme z anamnestických údajů zjistili hodnotu Cobbova úhlu u pacientů s IS.

Pro zpracování dat jsme použili two-sided t-test, protože jsme předpokládali, že pacientům s IS budou vycházet větší odchylky od vertikály při měření Bucket method.

2.3 Cíle

Cílem bakalářské práce je ověřit souvislost idiopatické skoliózy se změněným vnímáním subjektivním zrakové vertikály a postavením hlavy. V práci byla měřena první skupina deseti dětí s IS a druhá skupina deseti dětí bez IS a jiných vad páteře.

Naším dalším cílem bylo zjistit, zda se nám potvrdí prvotní hypotéza, která nachází souvislost idiopatické skoliózy a změněného vnímání subjektivní zrakové vertikály. Jak moc se liší vnímání vertikály skupiny dětí se skoliózou a skupiny bez skoliózy a jiných vad páteře.

2.4 Hypotézy

H1: U dětí s IS je statisticky signifikantní změna ve vnímání SVV oproti zdravým probandům.

H2: U skupiny s IS budou hodnoty měření kinematické analýzy dosahovat větších úhlových odchylek od neutrálního postavení než u zdravých probandů.

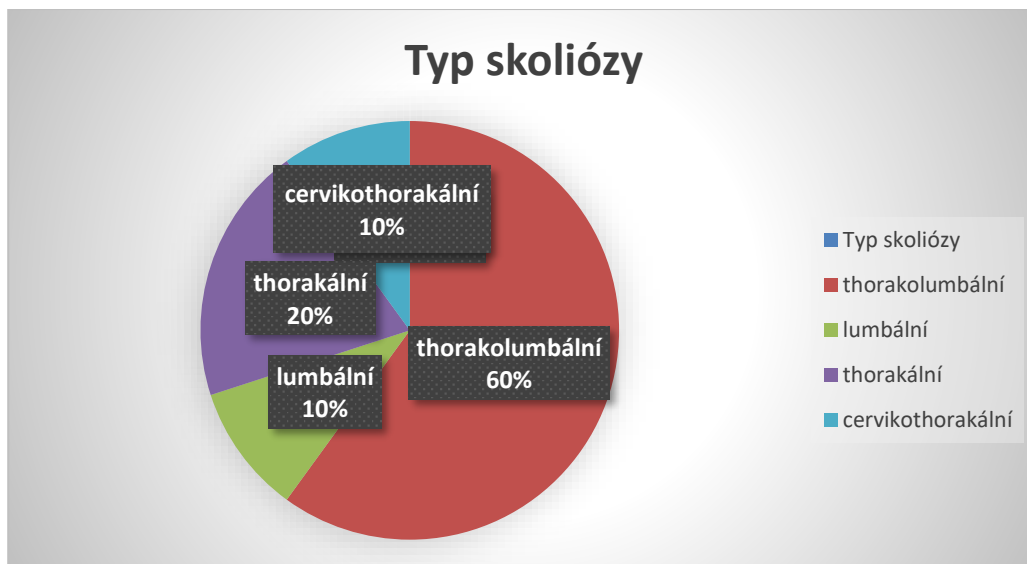
H3: U pacientů s IS bude strana úklonu hlavy korelovat se stranou odklonu SVV.

3 VÝSLEDKY

3.1 Specifika skupiny s idiopatickou skoliózou

Skupinu se skoliózou tvořili jedinci, kteří měli v anamnéze diagnostikovanou idiopatickou skoliózu, s Cobbovým úhlem nejméně 10° . Rozmezí Cobbova úhlu se pohybovalo od 10° do 30° . Průměrná hodnota Cobbova úhlu byla $14,9^\circ \pm 8,8^\circ$. U dětí se vyskytly různé typy skoliotických křivek (Graf 1). Studie se zúčastnilo deset dětí, z toho osm dívek a dva chlapci. Věk zúčastněných byl v rozmezí 9 až 15,6 let, průměrný věk se pohyboval $12,2 \pm 2,4$ let. Konkrétní údaje o věku, Cobbově úhlu a typu skoliotické křivky znázorňuje Tabulka 1. Tři pacienti byli měřeni v Janských Lázních v rámci jejich rehabilitačního pobytu, dalších sedm jich bylo měřeno ve Fakultní nemocnici v Motole, kam docházejí na pravidelné terapie a kontroly. Všichni pacienti nosili korzet.

Šest pacientů se věnovalo pravidelné pohybové aktivitě. Žádný z pacientů nepodstoupil operaci páteře a nestěžoval si na neurologické obtíže. Žádný z pacientů současně netrpěl diagnostikovanou poruchou vestibulárního aparátu, nepodstoupil operaci uší a neměl závažnou zrakovou vadu.



Graf 1 Typy skoliózy znázorněné v koláčovém grafu (vlastní zpracování).

Z Grafu 1 můžeme vyčíst rozložení typů skoliotických křivek. Toto rozložení rámcově odpovídá výskytu IS v populaci, kde se nejčastěji setkáváme s dvojesovitou

thorakolumbální skoliotickou křivkou. Další typy skoliotických křivek se u pacientů s IS v rámci našeho výzkumu také vyskytly, ale v menším poměrovém zastoupení.

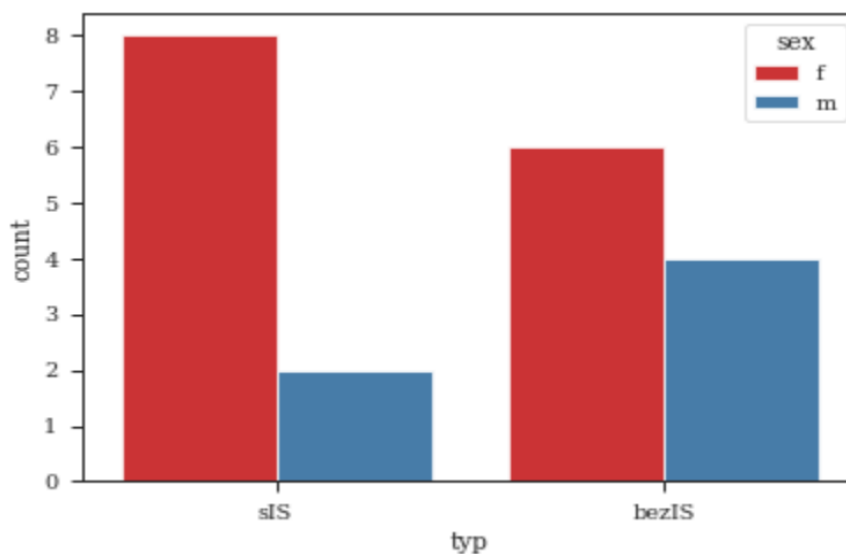
Věk v letech v době měření	Stupně dle Cobba	Typ skoliotické křivky
9,3	13°-6°	pravostranná thorakolumbální
10,3	13°-13°	pravostranná thorakolumbální
12,9	20°-15°	pravostranná thorakolumbální
14,2	20°-20°	pravostranná cervikothorakální
15,4	23°	levostranná lumbální
13,7	21°	pravostranná thorakální
9,8	18°	levostranná thorakální
11,8	10°-16°	pravostranná thorakolumbální
15,6	24°-26°	pravostranná thorakolumbální
9	25°-30°	pravostranná thorakolumbální

Tabulka 2 Charakteristika skupiny pacientů s IS (vlastní zpracování).

3.2 Specifika skupiny bez idiopatické skoliózy

Kontrolní skupinu tvořilo deset dětí bez IS či jiných vad páteře, z toho šest dívek a čtyři chlapci. Věk zúčastněných byl v rozmezí 10,6 až 17,9 let, průměrný věk se pohyboval $13,9 \pm 2,5$ let. Probandi pravidelně sportovali, jednalo se o především o sportovní gymnastiku nebo softball.

Žádný z probandů si nestěžoval na pohybové ani neurologické obtíže. Žádný z probandů současně netrpěl diagnostikovanou poruchou vestibulárního aparátu, nepodstoupil operaci uší a neměl závažnou zrakovou vadu.



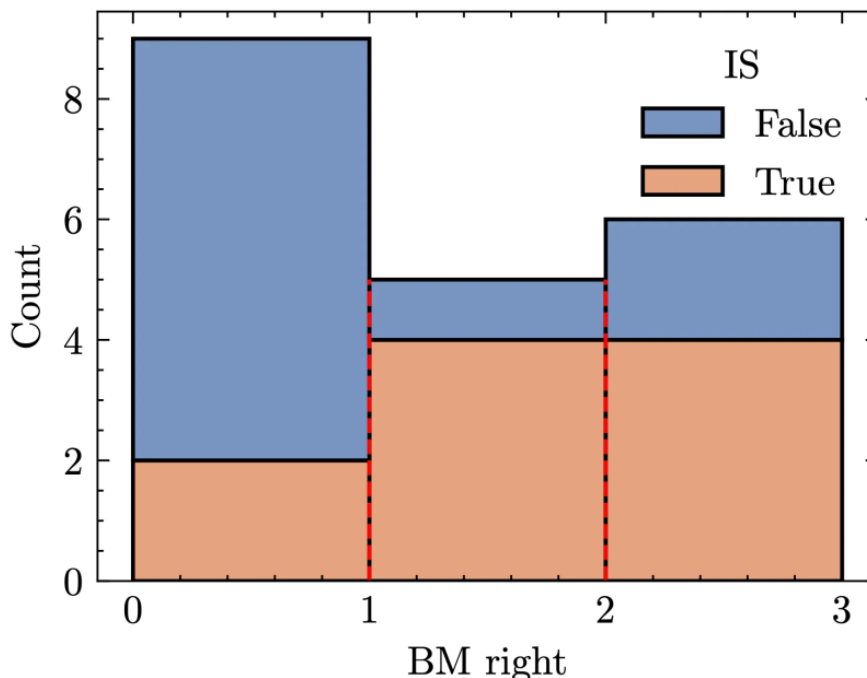
Graf 2 Poměrové zastoupení dívek (červená barva) a chlapců (modrá barva) v obou skupinách. Na ose x se nachází dvě skupiny s IS a bez IS, na ose y se nachází počet dětí (vlastní zpracování).

Graf 2 výše nám znázorňuje, jaké je rozložení pohlaví v rámci obou skupin. Svislá osa označuje počet probandů a vodorovná osa vyznačuje zastoupení dívek a chlapců, kde pro dívky platí sloupec červené barvy a pro chlapce modré. IS se vyskytuje častěji u dívek, což opodstatňuje námi zvolený poměr 8:2 a ovlivňuje také skupinu zdravých probandů, kde jsme se snažili o vyšší zastoupení dívek než chlapců.

3.3 Ověření hypotéz

Ověření H1

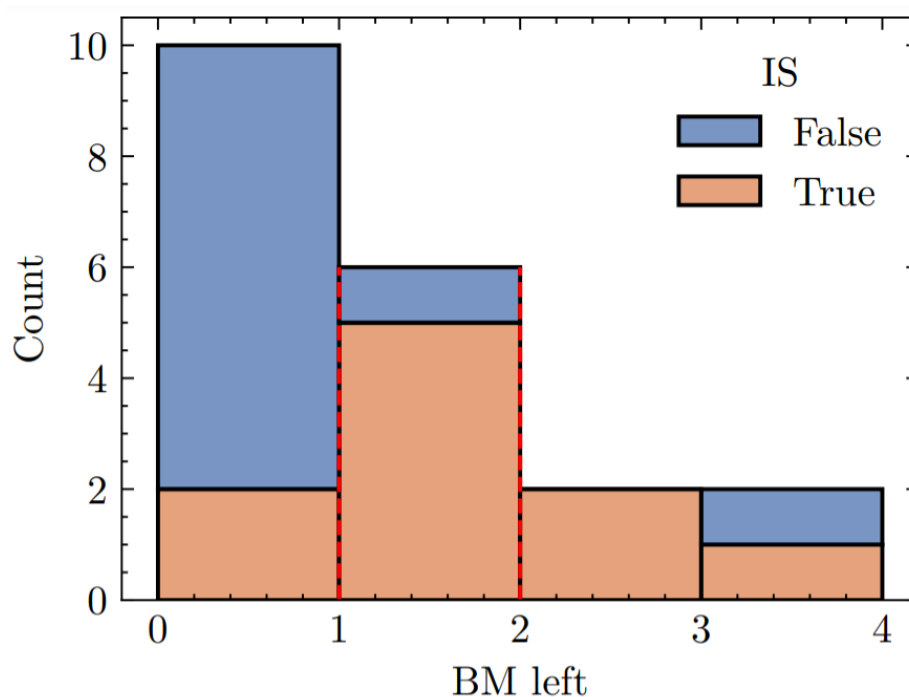
K ověření první hypotézy: „U dětí s IS je statisticky signifikantní změna ve vnímání SVV oproti zdravým probandům.“ jsme použili výsledky z měření Bucket metodou. Pro oba níže uvedené grafy (Graf 3 a 4) platí, že na svislé ose se nachází počet (pozn. anglicky count) měřených probandů a na vodorovné ose se nachází hodnoty odchylek od vnímání vertikály ve stupních, naměřené Bucket metodou. Pro skupinu pacientů s IS platí označení „True“ a tedy oranžová barva. Pro skupinu bez IS platí označení „False“ a tudíž modrá barva.



Graf 3 Výsledky měření SVV Bucket metod při točení kyblíku zprava (vlastní zpracování).

Při měření Bucket metodou při točení kyblíku zprava (Graf 3) se pohybovaly mediány absolutních hodnot pro obě skupiny ve fyziologických i v patologických hodnotách. Pro skupinu s IS, která je v Grafu 3 znázorněná oranžovou barvou, vyšlo rozmezí hodnot dvěma pacientům 0° - 1° a dalším čtyřem $1,5^{\circ}$ - 2° , která jsou ještě fyziologická. Čtyři zbývající pacienti s IS se pohybovali v hodnotách $2,5^{\circ}$ - 3° , které již pokládáme za patologické.

Pro skupinu jedinců bez IS, která je v Grafu 3 znázorněná modrou barvou, vyšlo sedmi jedincům rozmezí hodnot 0° - 1° a jednomu rozmezí hodnot $1,5^{\circ}$ - 2° , která jsou ještě fyziologická. Dva zbývající pacienti bez IS se pohybovali v hodnotách $2,5^{\circ}$ - 3° , které už pokládáme za patologické.



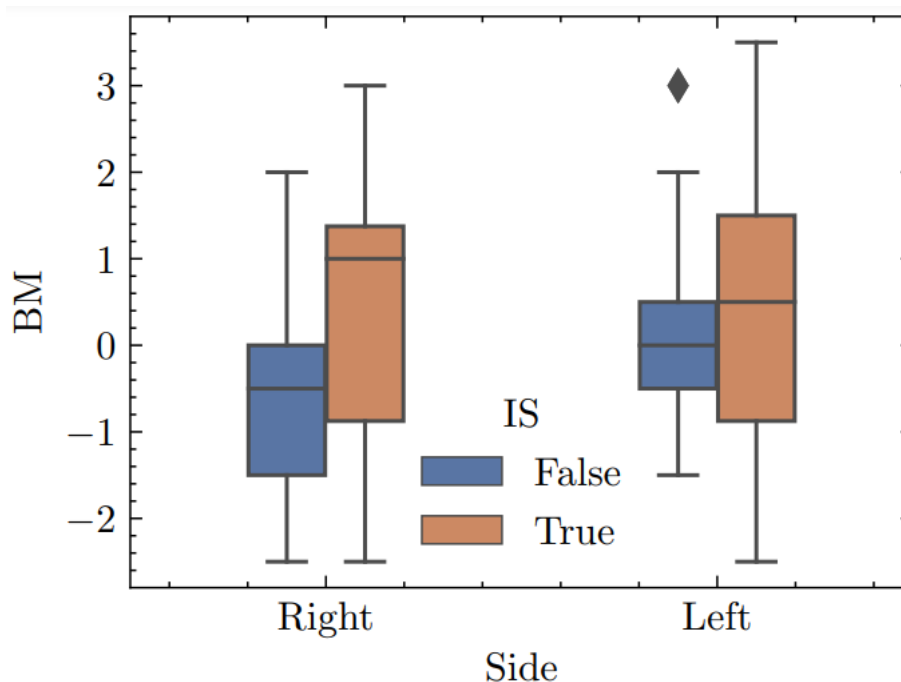
Graf 4 Výsledky měření Bucket metod při točení kyblíku zleva (vlastní zpracování).

Při měření Bucket metodou při točení kyblíku zleva (Graf 4) se pohybovaly mediány absolutních hodnot pro obě skupiny též ve fyziologických i v patologických hodnotách. Pro skupinu s IS, která je v Grafu 4 znázorněná oranžovou barvou, vyšli dva pacienti v rozmezí hodnot 0° - 1° , dalších pět v rozmezí hodnot $1,5^{\circ}$ - 2° , které jsou ještě fyziologické. Dvěma pacientům s IS vyšlo rozmezí hodnot $2,5^{\circ}$ - 3° a jednomu dokonce $3,5^{\circ}$ - 4° , všichni tito pacienti spadají svými výslednými odchylkami do patologických hodnot.

Pro skupinu jedinců bez IS, která je v Grafu 4 znázorněná modrou barvou, vyšlo osmi jedincům rozmezí hodnot 0° - 1° a jednomu rozmezí hodnot $1,5^{\circ}$ - 2° , která jsou ještě

fyziologická. Zbývajícím jedinci se rozmezí pohybovalo v hodnotách $3,5^{\circ}$ - 4° , které už pokládáme za patologické.

V námi zkoumaném souboru jedinců se vyskytly patologické hodnoty odchylek v SVV vícekrát u pacientů s IS. Lze tedy shrnout, že se u souboru pacientů s IS se vyskytly patologické odchylky od vertikály u 40 % osob při točení kyblíku zprava a u 30 % osob u točení kyblíku zleva. U souboru jedinců bez IS se patologické odchylky od SVV vyskytly u 20 % jedinců při točení kyblíkem zprava a jen u 10 % jedinců při točení kyblíku zleva. Můžeme tedy říci, že jsme ověřili hypotézu H1 a tudíž je u dětí s IS statisticky signifikantní změna ve vnímání SVV oproti dětem zdravým.



Graf 5 Krabicový graf na výsledky měření Bucket metod (vlastní zpracování).

V Grafu 5 jsou znázorněny výsledky měření Bucket metodou v námi zkoumaném souboru. Na svislé ose se nacházejí naměřené hodnoty odchylek od SVV bez absolutních hodnot a na vodorovné ose jsou rozdělena měření Bucket metodou podle směru otáčení kyblíku. Pro točení kyblíku zprava platí hodnoty označené „Right“ a pro točení zleva platí „Left“. Pro skupinu s IS platí oranžová barva a v legendě označení „True“ a pro skupinu bez IS platí označení „False“, tedy modrá barva.

Ověření H2

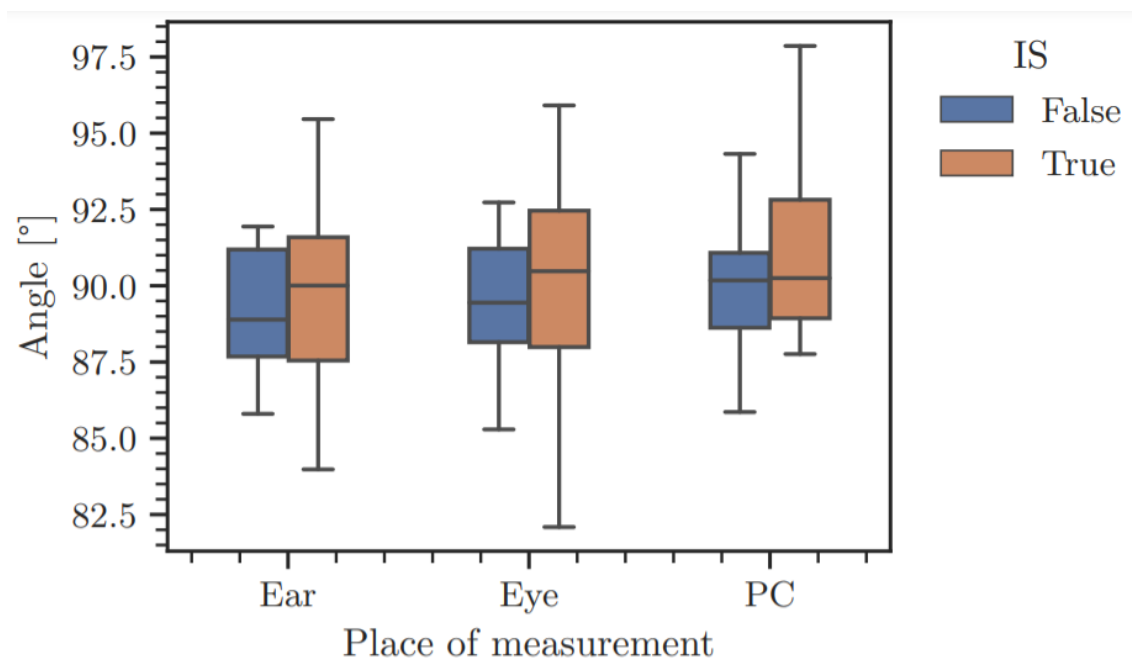
K ověření druhé hypotézy: „U skupiny s IS budou hodnoty měření kinematické analýzy dosahovat větších odchylek od neutrálního postavení než u zdravých probandů.“ jsme srovnávali výsledky z kinematické analýzy mezi oběma skupinami.

Obě skupiny jedinců jsme podrobili měření v rámci kinematické analýzy. Z digitálních fotografií jsme pomocí počítačového programu získali hodnoty úhlových odchylek od neutrálního postavení. Podrobný popis metodiky měření viz kapitola *Kinematická analýza*. Z tabulek, které jsou součástí příloh jsme získali následující údaje.

Hodnoty pro úklon hlavy se pohybovaly $89,8^\circ \pm 3,5^\circ$ standardní odchylka (SD) u pacientů s IS, u probandů bez IS se tyto hodnoty pohybovaly $89,3^\circ \pm 2,2^\circ$ SD. Což tedy znamená, že odchylka od neutrálního postavení hlavy byla průměrně $0,2^\circ \pm 3,5^\circ$ SD pro pacienty s IS a $0,7^\circ \pm 2,2^\circ$ SD pro probandy bez IS.

Hodnoty pro sklon ramen se pohybovaly v průměru $91,2^\circ \pm 3^\circ$ SD u pacientů s IS, u probandů bez IS se tyto hodnoty pohybovaly $90^\circ \pm 2,4^\circ$ SD. Což tedy znamená, že ramena byla u pacientů s IS průměrně skloněna $1,2^\circ \pm 3^\circ$ a u probandů bez IS o $\pm 2,4^\circ$.

Vypočítané hodnoty jsou součástí přílohy na CD, které je na konci této bakalářské práce.



Graf 6 Krabicový graf na výsledky měření kinematické analýzy (vlastní zpracování).

V Grafu 6 jsou znázorněny výsledky měření kinematické analýzy, na vodorovné ose jsou označena tři místa měření „Ear“ platí pro spojnicí ušních lalůčků, „Eye“ pro

spojnici očí a „PC“ je zkratka pro spojení processu coracoidei. Na svislé ose jsou vyznačené úhly, kdy pro neutrální postavení platí hodnota 90° . Pro skupinu s IS platí „True“ a tedy oranžová barva, pro skupinu bez IS platí „False“ a tedy modrá barva. Z Grafu 6 můžeme dále vyčíst, že jedinci bez IS mají menší rozmezí krajních hodnot, a tudíž se pohybují blíže neutrálnímu postavení. Oproti tomu pacienti s IS dosahují většího rozsahu krajních hodnot. Pokud bychom porovnávali všechna tři místa měření vzhledem k získaným mediánům pacientů s IS a jedinců bez IS, kde se tyto mediány pohybují v rozmezí $90^\circ \pm 1^\circ$, není zde vidět signifikantní rozdíl. Pro potvrzení nebo vyvrácení této hypotézy bychom potřebovali rozsáhlejší výzkum s vyšším počtem účastníků.

Ověření H3

K ověření třetí hypotézy „H3: U pacientů s IS bude strana úklonu hlavy korelovat se stranou odklonu SVV.“ jsme vytvořili Tabulku 3, kde jsme v každém řádku uvedli jednoho pacienta a jeho zjištěné hodnoty. Dále je vždy uvedena strana náklonu SVV podle Bucket metod a strana úklonu hlavy z kinematické analýzy. Pro hodnotu úklonu hlavy byly zprůměrované hodnoty úseček pro koutky očí a ušní boltce.

Pacient	Odchylka SVV [°]	Strana náklonu SVV	Úklon hlavy [°]	Strana úklonu hlavy
1.	-0,9	vlevo	87,1	vpravo
2.	1,5	vpravo	90,3	vlevo
3.	-1,2	vlevo	89,6	vpravo
4.	0,2	vpravo	91,9	vlevo
5.	-0,7	vlevo	90,2	vlevo
6.	3,3	vpravo	85,6	vpravo
7.	0,8	vpravo	92,5	vlevo
8.	2,3	vpravo	91,8	vlevo
9.	-0,6	vlevo	95,7	vlevo
10.	-0,3	vlevo	83,0	vpravo

Tabulka 3 Hodnoty pro porovnání strany úklonu hlavy a strany náklonu SVV (vlastní zpracování).

Pacienti, kteří jsou v Tabulce 3 vybarveni neodpovídají naší hypotéze H3. U sedmi z deseti pacientů se neshodovala strana náklonu SVV se stranou úklonu hlavy, tudíž můžeme říct, že je tato hypotéza vyvrácená, protože se potvrdila jen u 30 % pacientů.

4 DISKUZE

Interpretace výsledků

O hypotéze H1: „U dětí s IS je statisticky signifikantní změna ve vnímání SVV oproti zdravým probandům.“ můžeme říct, že měření Bucket metodou potvrzuje, že u pacientů s IS se vyskytuje vyšší prevalence výskytu vestibulární dysfunkce interpretovanou odchylkami ve vnímání SVV. Což podporuje závěr dříve zmíněné studie Čakrta et al. (2011), která se touto problematikou také zabývala. V rámci našeho testování jsme si povšimli, že děti s IS si jsou méně jisté při určování vertikály při testování Bucket metodou. Výraznější odchylky ve vnímání geofyzikální vertikály mohou značit tonickou vestibulární nerovnováhu z důvodu centrální nebo periferní léze vestibulárního aparátu.

Hypotéza H2: „U skupiny s IS budou hodnoty měření kinematické analýzy dosahovat větších odchylek od neutrálního postavení než u zdravých probandů.“ Metoda fotogrammetrie, kterou ve studii uvádí Singla et al. (2017), byla v upravené podobě použita pro rozbor výsledků kinematické analýzy pro účely této práce, kdy jsme zkoumali rozdíly v úklonu hlavy a ramen u skupiny s IS a bez IS. Z výsledků bylo zjištěno, že jsou patrné rozdíly mezi oběma skupinami. Jednotlivci ve skupině s IS dosahují větších extrémů v úklonu hlavy a ramen oproti jednotlivcům ve skupině bez IS. Medián těchto hodnot se u obou skupin se však pohybuje v rozmezí $90^\circ \pm 1^\circ$. Ve skupině s IS se vyskytla pacientka, které měla úklon hlavy od neutrálního postavení o 7° , její sklon ramen byl už blíže neutrálnímu postavení, a to konkrétně o $1,3^\circ$. Zajímavostí na takto extrémních hodnotách odchylek v postuře bylo, že její odchylky od SVV nepřesáhly $0,5^\circ$. Tato pacientka byla se skoliózou léčena relativně krátce, protože jí IS byla diagnostikována zhruba půl roku před naším testováním.

Domnívám se, že pokud jsou pacienti dlouhodobě pod dohledem lékaře a pravidelně cvičí rehabilitační cvičení, tak by postupně mělo dojít k vyrovnání postavení hlavy a k symetrizování postavení ramen i přesto, že se léčí se skoliózou. Naopak tomu může být u jedinců bez skoliózy, protože většinová populace necvičí kompenzačně vzhledem k zatížení pohybového aparátu. U námi vybrané skupiny probandů necvičil preventivně pod dohledem fyzioterapeuta žádný ze zúčastněných. Čtyři jedinci se věnovali softballu, při kterém dochází k asymetrickému zatížení pohybového aparátu například při odpalování míčů z preferované strany a házení míčů dominantní rukou. Zajímavostí je, že jedna z testovaných dívek, která hraje softball na reprezentační úrovni na pozici catchera neboli chytače, měla téměř nulovou odchylku od vnímání SVV. Její

naměřené odchylky od SVV nepřesáhly $0,5^\circ$. V rámci softballového prostředí je všeobecně známo, že catcher má nejlepší odhad na letící míč vzhledem k množství nachytaných míčů v úrovni očí při zápase, ale i na tréninku. Tréninkem sledování letícího míče spolu s propojením chytání míče mohlo dojít k lepšímu vizuálnímu vnímání předmětů a domnívám se, že i k lepšímu vnímání vertikály. Její hlava byla velmi blízko neutrálnímu postavení, odchylka byla o méně než 1° . Na druhou stranu u této dívky lze vidět výrazné asymetrické zatížení ramen, kdy její odchylka od sklonu ramen jsou 4° .

Další z testovaných dívek bez IS měla hodnoty odchylek kinematické analýzy menší než $0,8^\circ$. Její hodnoty odchylky ve vnímání vertikály se však nacházely v patologických rozmezích. Byla jediná ze zdravých jedinců, která přesáhla 2° odchylky od vnímání SVV. Subjektivně si na žádné potíže jako např. závrať, která může být vyvolána dysfunkcí vestibulárního aparátu, nestěžovala.

Hypotézu H3: „U pacientů s IS bude strana úklonu hlavy korelovat se stranou odklonu SVV.“ jsme zvolili z důvodu toho, že ve studiích tato problematika nebyla dána do souvislostí. Z výsledků měření na našem vybraném vzorku pacientů nemůžeme tvrdit, že se strana odchylky ve vnímání SVV shoduje se stranou úklonu hlavy, je tomu totiž spíše naopak. Můžeme se domnívat, že místo toho, aby pacienti s IS přizpůsobili postavení hlavy směru odchylky ve vnímání SVV, dochází spíše ke kompenzačnímu úklonu hlavy na opačnou stranu, než je strana odchylky od SVV. Lateropulze u pacientů s IS je připisována snaze vyrovnat subjektivní vnímání vertikály geofyzikální vertikále. (Čakrt et al., 2011)

Velmi mě zaujalo cvičení na zlepšení percepce vertikály, které ve své studii popisuje Yagci et al. (2018). Metody basic body awareness therapy by dle mého názoru mohly být zařazeny do cvičení pacientů s IS. Když se pacient zvládne před samotným cvičením uvolnit a navnímat svoje tělo, může pak získat lepší prožitek ze samotného cvičení, než kdyby se neuvědoměle pokoušel odcvičit cvičební jednotku. Než si pacient určité cviky zautomatizuje, musí je nejdříve mnohokrát a pečlivě opakovat, což je proces, který je velmi náročný na korovou aktivitu. Při častém opakování ubývá korové aktivity a cviky se stávají součástí podvědomí, kdy má dotyčný cviky zažité tak, že je schopen je integrovat do běžných denních činností.

I přesto, že v práci nebyla zkoumána etiopatogeneze IS, tak se s ohledem na výsledky práce přikláníme k názoru Scheyera et al. (2020), kteří ve své studii uvádí, že je nepravděpodobné, že by izolovaná vestibulární porucha mohla vyvolat strukturální skoliózu, ale že patologie vestibulárního systému může být jeden z faktorů vzniku vývoje

IS. Peng et al. (2020) uvádí, že nedostatečná funkce vestibulárního aparátu může vést k asymetrické tělesné aktivitě, a tím pádem přispět k rozvoji AIS. (Peng et al., 2020)

Faktory ovlivnění výstupu práce

Na závěr si dovolíme uvést faktory, které mohly zkreslit výsledky měření.

Počet probandů

Mezi faktory, které mohly ovlivnit výstup této práce patří ze statistického pohledu nízký počet vyšetřovaných jedinců. S ohledem na rozsah bakalářské práce bylo zkoumáno 20 probandů, kteří byli ve zmíněných dvou skupinách. Z hlediska vypovídající hodnoty výsledků by byl vhodný rozsáhlejší výzkum s vyšším počtem probandů, aby byly s určitostí potvrzeny nebo vyvráceny všechny tři hypotézy.

Věk probandů

Ačkoliv se průměrný věk v obou skupinách liší o necelé dva roky, mezi jednotlivými pacienty jsou věkové rozdíly až osm let. Přičemž je nutno vzít na vědomí progres skoliotické křivky v období růstového spurtu, při kterém se většině skoliotických pacientů tato křivka zhorší. S ohledem na individuální parametry například rychlost růstu, přístup k rehabilitačnímu cvičení, může dojít u jednotlivých pacientů k výraznému zhoršení stavu. Tato skutečnost s přihlédnutím k celkovému růstu může ovlivnit celkové držení těla. Bohužel v rámci naší studie nebylo možné zajistit vzorek pacientů s IS ve stejném věku, a tudíž jsme se kontrolní skupinu snažili zajistit v obdobném věkovém rozsahu.

Fyzická aktivita probandů

Ačkoliv všichni z naší studie byli školou povinní jedinci, jejich režim se v mimoškolních aktivitách lišil. Někteří pacienti sportují pravidelně a někteří vůbec, jak již bylo zmíněno v kapitolách Specifika skupiny s IS a bez IS.

Pohlaví probandů

S ohledem na zjištěné teoretické poznatky jsme se snažili o vyšší zastoupení dívek než chlapců, což jsme splnili u obou skupin, protože poměrové zastoupení u skupiny s IS je 8:2 a skupiny bez IS je 6:4.

Nejistoty měření

Vzhledem k použitým prostředkům k měření, tím myšleno Bucket metod a olovnice, které mají jednoduchou metodiku použití, je nutno zmínit, že při měření mohlo dojít k nepřesnostem, které mohly ovlivnit výsledky měření. V případě olovnice se jedná o její pohyb, kdy mohlo docházet k mírnému kývání v souvislosti s dýcháním člověka, který olovnici držel. Tato nepřesnost není s ohledem na zpracování výsledků významná pro správnost měření byly pořízeny tři fotografie, ze kterých byla vybrána jedna optimální pro následné zpracování. Tento výběr byl proveden jednou osobou.

Dalším faktorem, který zkresluje výsledky měření by mohl být palpační fenomén, který mohl vzniknout při palpaci processu coracoidei a následným nalepením značek na kůži v tomto místě. Přesnost palpce je ovlivněna zkušenostmi terapeuta.

Zkreslení výsledků mohlo nastat při zpracování v počítačovém programu. Tyto nepřesnosti ve zpracování byly eliminovány zaokrouhlením úhlových hodnot na jedno desetinné místo. Vzhledem k použité metodě jsou výsledky interpretovány v jednotkách stupňů, tudíž je zaokrouhlování na jedno desetinné místo dostačující.

V případě Bucket metod při měření mohlo dojít k nepřesnostem z důvodu lidského faktoru odečítání hodnot odchylek od SVV ze stupnice na dně kyblíku. Z důvodu eliminace těchto případných nepřesností byl odečet odchylek ve všech případech měření prováděn stejným vyšetřujícím. Navíc tyto hodnoty byly odečítány v rádech půl stupňů, což je ve shodě s metodou odečítání ze stupnice.

S ohledem na nejistoty měření jsou výsledky interpretovány v rádech jednotek a desetin. Toto zaokrouhlení kompenzuje vliv výše zmíněných nejistot měření. Opakováním a kontrolou měření jsme se vyvarovali hrubým chybám měření.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce shrnuje teoretické poznatky o postavení hlavy, idiopatické skolióze a vestibulárním aparátu. Dále ukazuje dosavadní výsledky studií, které zkoumaly souvislost idiopatické skoliózy a vestibulárního aparátu. Byly zde popsány možnosti vyšetření subjektivní zrakové vertikály a efekt cvičení na percepci geofyzikální vertikály u adolescentů s IS.

Pro účely bakalářské práce bylo naměřeno celkem 20 účastníků, u kterých jsme zjišťovali hodnoty odchylek subjektivní zrakové vertikály od skutečného směru působení geofyzikální vertikály. V rámci kinematické analýzy jsme měřili postavení hlavy všech účastníků studie. Získaná data jsme použili v praktické části.

V praktické části jsme porovnávali postavení hlavy v souvislosti se stranou náklonu subjektivní zrakové vertikály mezi pacienty s idiopatickou skoliózou a kontrolní skupinou probandů bez skoliózy. Výsledky ukazují, že byl zaznamenán významný rozdíl v percepci subjektivní zrakové vertikály mezi skupinami. Skupina s idiopatickou skoliózou měla větší odchylky od subjektivní zrakové vertikály než skupina bez skoliózy.

U obou skupin byly zaznamenány odchylky od neutrálního postavení ramen a hlavy. Průměrné hodnoty pro úklon hlavy byly pro skupinu s idiopatickou skoliózou blíže neutrálnímu postavení, naopak průměrné hodnoty pro sklon ramen byly u skupiny bez skoliózy blíže neutrálnímu postavení. U jednotlivců s idiopatickou skoliózou však odchylky od neutrálního postavení dosahovaly významně většího rozptylu hodnot. Při našem počtu účastníků studie nemůžeme s konečnou platností potvrdit ani vyvrátit tuto hypotézu.

Předpoklad, že strana odchylky od subjektivní zrakové vertikály bude korelovat se stranou úklonu hlavy od neutrálního postavení, se nepotvrdil. U více než poloviny pacientů s idiopatickou skoliózou strana úklonu hlavy nekorelovala se stranou odchylky vnímání vertikály.

Na základě srovnání výsledků postavení hlavy u dětí s IS s výsledky kontrolní skupiny zdravých dětí jsme došli k závěru, že obě skupiny mají srovnatelné průměrné odchylky od neutrálního postavení hlavy a ramen, u skupiny s IS se však vyskytl vyšší rozptyl hodnot. U skupiny s IS se u sedmi pacientů neshoduje strana náklonu SVV a úklonu hlavy.

REFERENČNÍ SEZNAM

- 1 Allen DB. Safety of human growth hormone therapy: current topics. *J Pediatr.* 1996 May;128(5 Pt 2):S8-13. doi: 10.1016/s0022-3476(96)70003-3. PMID: 8627474.
- 2 Ambler Z, Bednařík J a Růžička E. *Klinická neurologie.* Vyd. 2. Praha: Triton, 2008-. ISBN 978-80-7387-157-4.
- 3 Angelaki DE, Gu Y, DeAngelis GC. Multisensory integration: psychophysics, neurophysiology, and computation. *Curr Opin Neurobiol.* 2009 Aug;19(4):452-8. doi: 10.1016/j.conb.2009.06.008. Epub 2009 Jul 16. PMID: 19616425; PMCID: PMC2749464.
- 4 Anitha H, Prabhu GK. Identification of apical vertebra for grading of idiopathic scoliosis using image processing. *J Digit Imaging.* 2012 Feb;25(1):155-61. doi: 10.1007/s10278-011-9394-x. PMID: 21725622; PMCID: PMC3264723
- 5 Antoniadou N, Hatzitaki V, Stavridis SI, Samoladas E. Verticality perception reveals a vestibular deficit in adolescents with idiopathic scoliosis. *Exp Brain Res.* 2018 Jun;236(6):1725-1734. doi: 10.1007/s00221-018-5256-9. Epub 2018 Apr 10. PMID: 29637250.
- 6 Bagnall KM, Raso VJ, Hill DL, Moreau M, Mahood JK, Jiang H, Russell G, Bering M, Buzzell GR. Melatonin levels in idiopathic scoliosis. Diurnal and nocturnal serum melatonin levels in girls with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996 Sep 1;21(17):1974-8. doi: 10.1097/00007632-199609010-00006. PMID: 8883197.
- 7 Bergmann J, Kreuzpointner MA, Krewer C, Bardins S, Schepermann A, Koenig E, Müller F, Jahn K. The subjective postural vertical in standing: reliability and normative data for healthy subjects. *Atten Percept Psychophys.* 2015 Apr;77(3):953-60. doi: 10.3758/s13414-014-0815-z. PMID: 25522832.
- 8 Böhmer A, Mast F. Assessing otolith function by the subjective visual vertical. *Ann N Y Acad Sci.* 1999 May 28;871:221-31. doi: 10.1111/j.1749-6632.1999.tb09187.x. PMID: 10372074.
- 9 Brandt T, Dieterich M, Danek A. Vestibular cortex lesions affect the perception of verticality. *Ann Neurol.* 1994 Apr;35(4):403-12. doi: 10.1002/ana.410350406. PMID: 8154866.

- 10 Cohen HS. A review on screening tests for vestibular disorders. *J Neurophysiol.* 2019 Jul 1;122(1):81-92. doi: 10.1152/jn.00819.2018. Epub 2019 Apr 17. PMID: 30995137; PMCID: PMC6689777.
- 11 Čákrť O, Slabý K, Viktorinová L, Kolář P, Jeřábek J. Subjective visual vertical in patients with idiopathic scoliosis. *J Vestib Res.* 2011;21(3):161-5. doi: 10.3233/VES-2011-0414. PMID: 21558641.
- 12 Dai T, Kurien G, Lin VY. Mobile phone app Vs bucket test as a subjective visual vertical test: a validation study. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020 Feb 5;49(1):6. doi: 10.1186/s40463-020-0402-3. PMID: 32020884; PMCID: PMC7001292.
- 13 Demografie. 50. 2008. ISSN 1802-7881.
- 14 Eijgelaar PN, Wapstra FH, Otten E, Veldhuizen AG. Altered head orientation patterns in children with idiopathic scoliosis in conditions with sensory conflict. *Eur Spine J.* 2014 Dec;23(12):2626-34. doi: 10.1007/s00586-014-3508-3. Epub 2014 Aug 17. PMID: 25129654.
- 15 Gielen JL, Van der Eede, E. (2008). Scoliosis and sports participation. *International SportMed Journal* 9(3), 131–140
- 16 Gruber AH, Busa MA, Gorton Iii GE, Van Emmerik RE, Masso PD, Hamill J. Time-to-contact and multiscale entropy identify differences in postural control in adolescent idiopathic scoliosis. *Gait Posture.* 2011 May;34(1):13-8. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.02.015. Epub 2011 Apr 7. PMID: 21478018.
- 17 Guo X, Chau WW, Hui-Chan CW, Cheung CS, Tsang WW, Cheng JC. Balance control in adolescents with idiopathic scoliosis and disturbed somatosensory function. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 Jun 15;31(14):E437-40. doi: 10.1097/01.brs.0000222048.47010.bf. PMID: 16778672.
- 18 Gur G, Dilek B, Ayhan C, Simsek E, Aras O, Aksoy S, Yakut Y. Effect of a spinal brace on postural control in different sensory conditions in adolescent idiopathic scoliosis: a preliminary analysis. *Gait Posture.* 2015 Jan;41(1):93-9. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.09.001. Epub 2014 Sep 16. PMID: 25262334.
- 19 Hahn A. *Otoneurologie a tinitologie. 2., doplněné vydání.* Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4345-5.
- 20 Haumont T, Gauchard GC, Lascombes P, Perrin PP. Postural instability in early-stage idiopathic scoliosis in adolescent girls. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011 Jun;36(13):E847-54. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ff5837. PMID: 21304436.

- 21 Hawasli AH, Hullar TE, Dorward IG. Idiopathic scoliosis and the vestibular system. *Eur Spine J.* 2015 Feb;24(2):227-33. doi: 10.1007/s00586-014-3701-4. Epub 2014 Nov 28. PMID: 25430569; PMCID: PMC4315699.
- 22 Herman R, Mixon J, Fisher A, Maulucci R, Stuyck J. Idiopathic scoliosis and the central nervous system: a motor control problem. The Harrington lecture, 1983. Scoliosis Research Society. *Spine (Phila Pa 1976).* 1985 Jan-Feb;10(1):1-14. doi: 10.1097/00007632-198501000-00001. PMID: 3885413.
- 23 Hitier M, Hamon M, Denise P, Lacoudre J, Thenint MA, Mallet JF, Moreau S, Quarck G. Lateral Semicircular Canal Asymmetry in Idiopathic Scoliosis: An Early Link between Biomechanical, Hormonal and Neurosensory Theories? *PLoS One.* 2015 Jul 17;10(7):e0131120. doi: 10.1371/journal.pone.0131120. PMID: 26186348; PMCID: PMC4506017.
- 24 Huggare J, Pirttiniemi P, Serlo W. Head posture and dentofacial morphology in subjects treated for scoliosis. *Proc Finn Dent Soc.* 1991;87(1):151-8. PMID: 2057482.
- 25 Choudhry MN, Ahmad Z, Verma R. Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Open Orthop J.* 2016 May 30;10:143-54. doi: 10.2174/1874325001610010143. PMID: 27347243; PMCID: PMC4897334.
- 26 Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Izumi S, Shiraki H. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010 Jun;40(6):369-75. doi: 10.2519/jospt.2010.3211. PMID: 20511695.
- 27 Jones SM, Jones TA, Mills KN, Gaines GC. Anatomical and Physiological Considerations in Vestibular Dysfunction and Compensation. *Semin Hear.* 2009;30(4):231-241. doi: 10.1055/s-0029-1241124. PMID: 21072129; PMCID: PMC2975108.
- 28 Kiseljak D, Filipović V, Nešić N. (2015). Assessment of the Quality of Movement for Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Acta Universitatis Carolinae - Kinanthropologica journal.* 50. 2-2014. 10.14712/23366052.2015.16.
- 29 Kolář P. Klinické vyšetření a léčebné postupy u pacientů s idiopatickou skoliózou. *Pediatric pro praxi.* 2003, vol. 4, no. 5, s. 243-247.
- 30 Kolář P. *Rehabilitace v klinické praxi.* Praha: Galén, c2009. ISBN isbn978-80-7262-657-1.

- 31 Kuo FC, Hong CZ, Lai CL, Tan SH. Postural control strategies related to anticipatory perturbation and quick perturbation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 May 1;36(10):810-6. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d0f80c. PMID: 21505293.
- 32 Kuo FC, Wang NH, Hong CZ. Impact of visual and somatosensory deprivation on dynamic balance in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Nov 1;35(23):2084-90. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181cc8108. PMID: 20975488.
- 33 Lambert FM, Malinvaud D, Glaunès J, Bergot C, Straka H, Vidal PP. Vestibular asymmetry as the cause of idiopathic scoliosis: a possible answer from *Xenopus*. *J Neurosci*. 2009 Oct 7;29(40):12477-83. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2583-09.2009. PMID: 19812323; PMCID: PMC6665096.
- 34 Lambert FM, Malinvaud D, Glaunès J, Bergot C, Straka H, Vidal PP. Vestibular asymmetry as the cause of idiopathic scoliosis: a possible answer from *Xenopus*. *J Neurosci*. 2009 Oct 7;29(40):12477-83. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2583-09.2009. PMID: 19812323; PMCID: PMC6665096.
- 35 Lao ML, Chow DH, Guo X, Cheng JC, Holmes AD. Impaired dynamic balance control in adolescents with idiopathic scoliosis and abnormal somatosensory evoked potentials. *J Pediatr Orthop*. 2008 Dec;28(8):846-9. doi: 10.1097/BPO.0b013e31818e1bc9. PMID: 19034176.
- 36 Lion A, Haumont T, Gauchard GC, Wiener-Vacher SR, Lascombes P, Perrin PP. Visuo-oculomotor deficiency at early-stage idiopathic scoliosis in adolescent girls. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013 Feb 1;38(3):238-44. doi: 10.1097/BRS.0b013e31826a3b05. PMID: 22828711.
- 37 Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH, Raso VJ, Reinker KA, Rivard CH. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am*. 2000 Aug;82(8):1157-68. doi: 10.2106/00004623-200008000-00014. PMID: 10954107.
- 38 Machida M, WEINSTEIN S, DUBOUSSET J, 2018. Pathogenesis of idiopathic scoliosis. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-4- 431-56541-3.
- 39 Malfair D, Flemming AK, Dvorak MF, Munk PL, Vertinsky AT, Heran MK, Graeb DA. Radiographic evaluation of scoliosis: review. *AJR Am J Roentgenol*. 2010 Mar;194(3 Suppl):S8-22. doi: 10.2214/AJR.07.7145. PMID: 20173177.

- 40 Mallau S, Bollini G, Jouve JL, Assaiante C. Locomotor skills and balance strategies in adolescents idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Jan 1;32(1):E14-22. doi: 10.1097/01.brs.0000251069.58498.eb. PMID: 17202875.
- 41 Mittelstaedt, H. (1996). Somatic graviception. *Biological Psychology*, 42(1-2), 53–74. doi:10.1016/0301-0511(95)05146-5
- 42 Monticone M, Ambrosini E, Cazzaniga D, Rocca B, Ferrante S. Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial. *Eur Spine J*. 2014 Jun;23(6):1204-14. doi: 10.1007/s00586-014-3241-y. Epub 2014 Feb 28. PMID: 24682356.
- 43 Moon MS, Lee BJ, Kim SS. Spinal deformity. *Indian J Orthop*. 2010 Apr;44(2):123-6. doi: 10.4103/0019-5413.61725. PMID: 20418998; PMCID: PMC2856386.
- 44 Moreau A, Akoumé Ndong MY, Azeddine B, Franco A, Rompré PH, Roy-Gagnon MH, Turgeon I, Wang D, Bagnall KM, Poitras B, Labelle H, Rivard CH, Grimard G, Ouellet J, Parent S, Moldovan F. Molekulare und genetische Aspekte der idiopathischen Skoliose. Bluttest bei idiopathischer Skoliose [Molecular and genetic aspects of idiopathic scoliosis. Blood test for idiopathic scoliosis]. *Orthopade*. 2009 Feb;38(2):114-6, 118-21. German. doi: 10.1007/s00132-008-1362-x. PMID: 19212754.
- 45 Muchová M. Diferenciální diagnostika abnormálního držení hlavy v dětském věku. *Neurologie pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, 2009, 10(1), 39-43 [cit. 2.11.2016]. ISSN:1803-5280.
Dostupné z:<http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2009/01/09.pdf>
- 46 Negrini S, Zaina F, Romano M, Negrini A, Parzini S. Specific exercises reduce brace prescription in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective controlled cohort study with worst-case analysis. *J Rehabil Med*. 2008 Jun;40(6):451-5. doi: 10.2340/16501977-0195. PMID: 18509560.
- 47 Negrini, S., Donzelli, S., Aulisa, A. G., Czaprowski, D., Schreiber, S., de Mauroy, J. C., ... Zaina, F. (2018). 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 13(1). doi:10.1186/s13013-017-0145-8
- 48 Oxland TR. Fundamental biomechanics of the spine--What we have learned in the past 25 years and future directions. *J Biomech*. 2016 Apr 11;49(6):817-832. doi: 10.1016/j.jbiomech.2015.10.035. Epub 2015 Nov 30. PMID: 26706717.

- 49 Peng Y, Wang SR, Qiu GX, Zhang JG, Zhuang QY. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Chin Med J (Engl)*. 2020 Feb 20;133(4):483-493. doi: 10.1097/CM9.0000000000000652. PMID: 31972723; PMCID: PMC7046244.
- 50 Raine S, Twomey L. Posture of the head, shoulders and thoracic spine in comfortable erect standing. *Aust J Physiother*. 1994;40(1):25-32. doi: 10.1016/S0004-9514(14)60451-7. PMID: 25026488.
- 51 Repko M. Nejčastější vady páteře u dětí školního věku. *Pediatric pro praxi*. 2017, roč. 2017, č. 18(4), s. 212-218. Dostupné z: <https://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2017/04/02.pdf>
- 52 Repko M. Skolióza - komplexní diagnostické a terapeutické postupy. *Pediatric pro praxi*. 2010, roč. 2010, č. 11, s. 218-222. Dostupné z: <http://www.solen.cz/pdfs/ped/2010/04/02.pdf>
- 53 Rousie D, Hache JC, Pellerin P, Deroubaix JP, Van Tichelen P, Berthoz A. Oculomotor, postural, and perceptual asymmetries associated with a common cause. Craniofacial asymmetries and asymmetries in vestibular organ anatomy. *Ann N Y Acad Sci*. 1999 May 28;871:439-46. doi: 10.1111/j.1749-6632.1999.tb09213.x. PMID: 10372100.
- 54 Rousie DL, Deroubaix JP, Joly O, Baudrillard JC, Berthoz A. Abnormal connection between lateral and posterior semicircular canal revealed by a new modeling process: origin and physiological consequences. *Ann N Y Acad Sci*. 2009 May;1164:455-7. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.03857.x. PMID: 19645947.
- 55 Sadat-Ali M, al-Habdan I, al-Othman A. Adolescent idiopathic scoliosis. Is low melatonin a cause? *Joint Bone Spine*. 2000 Jan;67(1):62-4. PMID: 10773970.
- 56 Sahlstrand T, Ortengren R, Nachemson A. Postural equilibrium in adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand*. 1978 Aug;49(4):354-65. doi: 10.3109/17453677809050088. PMID: 696275.
- 57 Sahlstrand T, Petruson B, Ortengren R. Vestibulospinal reflex activity in patients with adolescent idiopathic scoliosis. Postural effects during caloric labyrinthine stimulation recorded by stabilometry. *Acta Orthop Scand*. 1979 Jun;50(3):275-81. doi: 10.3109/17453677908989768. PMID: 314221.
- 58 Sahlstrand T, Petruson B. A study of labyrinthine function in patients with adolescent idiopathic scoliosis. I. An electro-nystagmographic study. *Acta Orthop Scand*. 1979 Dec;50(6 Pt 2):759-69. doi: 10.3109/17453677908991307. PMID: 534551.

- 59 Sahlstrend T, Petruson B. Postural effects on nystagmus response during caloric labyrinthine stimulation in patients with adolescent idiopathic scoliosis. II. An electro-nystagmographic study. *Acta Orthop Scand*. 1979 Dec;50(6 Pt 2):771-5. doi: 10.3109/17453677908991308. PMID: 532584.
- 60 Shi L, Wang D, Chu WC, Burwell GR, Wong TT, Heng PA, Cheng JC. Automatic MRI segmentation and morphoanatomy analysis of the vestibular system in adolescent idiopathic scoliosis. *Neuroimage*. 2011 Jan;54 Suppl 1:S180-8. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.04.002. Epub 2010 Apr 9. PMID: 20382235.
- 61 Shi L, Wang D, Chu WC, Burwell RG, Freeman BJ, Heng PA, Cheng JC. Volume-based morphometry of brain MR images in adolescent idiopathic scoliosis and healthy control subjects. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2009 Aug;30(7):1302-7. doi: 10.3174/ajnr.A1577. Epub 2009 Apr 22. PMID: 19386729; PMCID: PMC7051582.
- 62 Scheyerer MJ, Rohde A, Stuermer KJ, Klünter HD, Bredow J, Oikonomidis S, Klußmann JP, Eysel P, Eysel-Gosepath K. Impact of the Vestibular System on the Formation and Progression to Idiopathic Scoliosis: A Review of Literature. *Asian Spine J*. 2020 Nov 16. doi: 10.31616/asj.2020.0308. Epub ahead of print. PMID: 33189104.
- 63 Schlösser TPC, Colo D, Castelein RM. (2015). Etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Seminars in Spine Surgery*, 27(1), 2–8. doi: 10.1053/j.semss.2015.01.003
- 64 Scholten PJ, Veldhuizen AG. Analysis of Cobb angle measurements in scoliosis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1987 Feb;2(1):7-13. doi: 10.1016/0268-0033(87)90039-8. PMID: 23915625.
- 65 Schuler JR, Bockisch CJ, Straumann D, Tarnutzer AA. Precision and accuracy of the subjective haptic vertical in the roll plane. *BMC Neurosci*. 2010 Jul 14;11:83. doi: 10.1186/1471-2202-11-83. PMID: 20630097; PMCID: PMC2912915.
- 66 Simoneau M, Lamothe V, Hutin E, Mercier P, Teasdale N, Blouin J. Evidence for cognitive vestibular integration impairment in idiopathic scoliosis patients. *BMC Neurosci*. 2009 Aug 25;10:102. doi: 10.1186/1471-2202-10-102. PMID: 19706173; PMCID: PMC2739533.
- 67 Simoneau M, Mercier P, Blouin J, Allard P, Teasdale N. Altered sensory-weighting mechanisms is observed in adolescents with idiopathic scoliosis. *BMC Neurosci*. 2006 Oct 19;7:68. doi: 10.1186/1471-2202-7-68. PMID: 17052338; PMCID: PMC1633738.

- 68 Simoneau M, Richer N, Mercier P, Allard P, Teasdale N. Sensory deprivation and balance control in idiopathic scoliosis adolescent. *Exp Brain Res.* 2006 Apr;170(4):576-82. doi: 10.1007/s00221-005-0246-0. Epub 2005 Nov 24. PMID: 16307257.
- 69 Singla D, Veqar Z, Hussain ME. (2017). Photogrammetric Assessment of Upper Body Posture Using Postural Angles: A Literature Review. *Journal of Chiropractic Medicine*, 16(2), 131–138. doi: 10.1016/j.jcm.2017.01.005
- 70 Skjaerven LH, Kristoffersen K, Gard G. How can movement quality be promoted in clinical practice? A phenomenological study of physical therapist experts. *Phys Ther.* 2010 Oct;90(10):1479-92. doi: 10.2522/ptj.20090059. Epub 2010 Aug 5. PMID: 20688872.
- 71 Van Nechel C, Toupet M, Bodson I. (2000). The Subjective Visual Vertical. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, 77–87. doi:10.1159/000059113
- 72 Wang D, Shi L, Chu WC, Burwell RG, Cheng JC, Ahuja AT. Abnormal cerebral cortical thinning pattern in adolescent girls with idiopathic scoliosis. *Neuroimage.* 2012 Jan 16;59(2):935-42. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.07.097. Epub 2011 Aug 18. PMID: 21872666.
- 73 Weinstein SL. The Natural History of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2019 Jul;39(Issue 6, Supplement 1 Suppl 1):S44-S46. doi: 10.1097/BPO.0000000000001350. PMID: 31169647.
- 74 Wiener-Vacher SR, Mazda K. Asymmetric otolith vestibulo-ocular responses in children with idiopathic scoliosis. *J Pediatr.* 1998 Jun;132(6):1028-32. doi: 10.1016/s0022-3476(98)70403-2. PMID: 9627598.
- 75 Yagci G, Yakut Y, Simsek E. The effects of exercise on perception of verticality in adolescent idiopathic scoliosis. *Physiother Theory Pract.* 2018 Aug;34(8):579-588. doi: 10.1080/09593985.2017.1423429. Epub 2018 Jan 8. PMID: 29308950.
- 76 Zeng W, Lui LM, Shi L, Wang D, Chu WC, Cheng JC, Hua J, Yau ST, Gu X. Shape analysis of vestibular systems in adolescent idiopathic scoliosis using geodesic spectra. *Med Image Comput Comput Assist Interv.* 2010;13(Pt 3):538-46. doi: 10.1007/978-3-642-15711-0_67. PMID: 20879442.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Normální páteř a skoliotická páteř (Anitha et Prahbu, 2011).	13
Obrázek 2 13letá pacientka s IS při zobrazení na RTG snímku (Malfair et al., 2010). 18	18
Obrázek 3 Cobbův úhel (Scholten et Veldhuizen, 1987).	18
Obrázek 4 Labyrint (pohled z pravé strany) (Hawasli et al., 2015; originální ilustrace z Walters Collection, Max Brödel Archives).	21
Obrázek 5 Měření SHV (Schuler et al., 2010).	27
Obrázek 6 Vyšetření SPV pomocí přístroje Spacecurl. (Bergmann et al., 2015).....	28
Obrázek 7 10letá pacientka s IS při vyšetření kinematické analýzy (archiv autora)....	33
Obrázek 8 Pohled vyšetřujícího z druhé strany dna kyblíku v rámci vyšetření Bucket method (archiv autora).	34
Obrázek 9 Pohled pacienta na dno kyblíku při měření Bucket method (archiv autora).	34
Obrázek 10 18letá pacientka bez IS při měření Bucket method (archiv autora).....	35

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Klasifikace skolióz podle věku. (Kolář et al., 2009; Choundry et al., 2016) (vlastní zpracování).....	15
Tabulka 2 Charakteristika skupiny pacientů s IS (vlastní zpracování).	38
Tabulka 3 Hodnoty pro porovnání strany úklonu hlavy a strany náklonu SVV (vlastní zpracování).....	43

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Typy skoliózy znázorněné v koláčovém grafu (vlastní zpracování).	37
Graf 2 Poměrové zastoupení dívek (červená barva) a chlapců (modrá barva) v obou skupinách. Na ose x se nachází dvě skupiny s IS a bez IS, na ose y se nachází počet dětí (vlastní zpracování).	38
Graf 3 Výsledky měření SVV Bucket metod při točení kyblíku zprava (vlastní zpracování).	39
Graf 4 Výsledky měření Bucket metod při točení kyblíku zleva (vlastní zpracování)..	40
Graf 5 Krabicový graf na výsledky měření Bucket metod (vlastní zpracování).	41
Graf 6 Krabicový graf na výsledky měření kinematické analýzy (vlastní zpracování). 42	

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Naměřené hodnoty kinematické analýzy ve stupních (tabulky).	61
Příloha 2. Naměřené odchylky Bucket metod ve stupních (tabulky).	62
Příloha 3. Informovaný souhlas zákonného zástupce (vzor).	63

PŘÍLOHY

Příloha 1. Naměřené hodnoty kinematické analýzy ve stupních (tabulky).

Pacienti s IS:	koutky očí	ušní boltce	processi coracoidei
1	87,40	86,89	87,76
2	90,55	90,11	88,44
3	89,76	89,52	92,93
4	92,65	91,14	89,25
5	90,40	89,90	93,61
6	86,71	84,58	88,84
7	92,78	92,14	89,21
8	91,89	91,74	92,48
9	95,91	95,46	97,86
10	82,09	83,98	91,25

Jedinci bez IS	koutky očí	ušní boltce	processi coracoidei
1	91,32	91,32	90,92
2	90,89	91,94	91,13
3	89,08	89,43	94,32
4	92,25	90,79	92,71
5	86,86	86,67	87,03
6	85,29	85,80	89,78
7	88,00	87,57	90,57
8	88,60	88,00	85,86
9	89,81	88,35	89,23
10	92,73	91,36	88,42

Příloha 2. Naměřené odchylky Bucket metod ve stupních (tabulky).

Pacienti s IS:	BM-zprava	BM-zprava	BM-zprava	BM- zleva	BM- zleva	BM- zleva
1	1,0	-1,5	-1,5	0,5	-2,0	-2,0
2	2,0	1,0	1,0	1,5	2,0	1,5
3	-2,0	1,0	-2,0	-0,5	-1,0	-2,5
4	1,5	0,5	-0,5	0,5	0,5	-1,5
5	1,0	1,0	-1,0	-1,5	-2,0	-1,5
6	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5
7	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,5
8	3,0	2,5	2,5	1,0	2,5	2,0
9	-2,5	-2,5	-2,5	0,5	1,5	2,0
10	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5

Jedinci bez IS	BM-zprava	BM-zprava	BM-zprava	BM- zleva	BM- zleva	BM- zleva
1	-2,0	-1,5	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5
2	-1,5	-2,0	-2,0	-0,5	-0,5	-0,5
3	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,5
4	0,0	0,5	-1,5	-1,5	0,0	0,0
5	-2,0	-0,5	2,0	-0,5	-0,5	1,5
6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
7	-0,5	0,0	-0,5	1,0	0,5	0,5
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
9	-1,5	-2,0	-2,5	2,0	3,0	3,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Příloha 3. Informovaný souhlas zákonného zástupce (vzor).**Informovaný souhlas zákonného zástupce**

Vyšetření v rámci bakalářské práce: vyšetření subjektivního vnímání zrakové vertikály pomocí Bucket method a pořízení fotografie dítěte v rozsahu hlavy a ramen a další zpracování v počítačovém programu pro měření úhlových odchylek

Vážení rodiče,

obracím se na Vás s prosbou o spolupráci v rámci mé bakalářské práce na téma „Zhodnocení postavení hlavy u dětí s idiopatickou skoliózou“. Dohromady bude vyšetřeno 10 dětí s idiopatickou skoliózou a jako kontrolní skupina 10 dětí bez idiopatické skoliózy. Cílem mé práce je zjistit případnou korelaci mezi postavení hlavy a subjektivním vnímáním zrakové vertikály. Ke zhodnocení je využívána tzv. Bucket method, při které vyšetřovaná osoba hledí do kbelíku, který má černé dno s bílou čarou. Úkolem vyšetřovaného je hledět do kbelíku a dát jednoduchý pokyn (např. STOP) řešitelce, která kbelíkem pomalu otáčí, až bude vyšetřované osobě připadat, že je čára kolmo k zemi. Řešitelka poté odečte z druhé strany kbelíku případnou odchylku od zrakové vertikály. Pro zhodnocení postavení hlavy bude využito fotografie pořízené řešitelkou v rozsahu ramen a hlavy a fotografie bude dále zpracována v počítačovém programu pro měření úhlových odchylek.

Prohlášení

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na vypracování bakalářské práce. Řešitelka práce mě seznámila s metodami a postupy měření, které budou během vyšetření použity. Souhlasím s tím, že všechny získané informace budou použity jen pro účely výzkumu bakalářské práce a že výsledky mohou být anonymně publikovány.

Dále prohlašuji, že souhlasím s vyfocením a případným zveřejněním fotografií mého dítěte pro účely bakalářské práce, za předpokladu udržení anonymity dítěte.

Měl/a jsem možnost si vše řádně, v klidu pročit a v poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitelky zeptat na vše, co jsem potřeboval/a vědět. Na tyto dotazy jsem dostala jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na bakalářské práci odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží moje osoba (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitelka projektu.

Jméno a příjmení vyšetřovaného dítěte:

.....

Jméno, příjmení a podpis zákonného zástupce vyšetřovaného dítěte:

.....

Jméno, příjmení a podpis řešitelky bakalářské práce:

.....

V

Dne.....