

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Tereza Schusterová

**Vztah výkonnosti pacienta v zátěžovém
vyšetření ke stupni zakřivení adolescentní
idiopatické skoliózy**

Bakalářská práce

Praha 2020

Autor práce: Tereza Schusterová

Vedoucí práce: PhDr. Marcela Šafářová, Ph.D.

Oponent práce: Mgr. Lenka Babková

Datum obhajoby: 2020

Bibliografický záznam

SCHUSTEROVÁ, Tereza. *Vztah výkonnosti pacienta v zátěžovém vyšetření ke stupni zakřivení adolescentní idiopatické skoliózy*. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020, 63 s. Vedoucí bakalářské práce PhDr. Marcela Šafářová, Ph.D.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit vztah výkonnosti pacienta v zátěžových vyšetřeních k velikosti zakřivení páteře u adolescentní idiopatické skoliózy. V teoretické části je definován pojem skolióza, její diagnostika, dělení dle etiologie, lokalizace a stupně zakřivení, okrajově jsou uvedeny nejčastěji používané metody konzervativní terapie a operační léčby. V této části je též popsána zátěžová diagnostika, nejčastější druhy zátěžových testů, jeho indikace a kontraindikace. V této práci je dle rešeršní literatury sepsané, jaký dopad má adolescentní idiopatická skolióza na plicních funkce. Jak jsou změněny výkonnostní parametry, nejčastěji VO_2max , a plicní parametry: vitální kapacita (VC), jednovteřinová vitální kapacita (FEV1), usilovná vitální kapacitu (FVC), dechový objem (V_t) a další. Dále je rešeršně zkoumáno, jaký vliv má na všechny tyto parametry terapie korzetem a k jakým změnám dochází po absolvování operační léčby. Je uvedeno, jaký vliv má aerobní a kombinovaný trénink na pacienty s AIS. Zároveň je posuzováno, zda stupeň závažnosti tohoto onemocnění (tj. velikost křivky) koreluje s výsledky zjištěnými v průběhu zátěžových vyšetření. V praktické části této bakalářské práce bude zpracovaná kazuistika pacientky s AIS a provedeno měření hodnoty VO_2max a následné porovnání této hodnoty se stupněm zakřivení idiopatické skoliózy.

Klíčová slova

[Adolescentní idiopatická skolióza, respirační funkce, plicní parametry, zátěžové testování, VO_2max]

Bibliographic identification

SCHUSTEROVÁ, Tereza. *The correlation between patient's performance in stress testing and adolescent idiopathic scoliosis degree of curvature*. Prague: University, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and sports Medicine, 2020, p 63. Supervisor of the work PhDr. Marcela Šafářová, Ph.D.

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to evaluate the correlation between patient's performance in stress testing and adolescent idiopathic scoliosis degree of curvature. The theoretical part defines the term scoliosis, its diagnosis and classification according to etiology, localization and degree of curvature, the most commonly used methods of the conservative therapy and surgical treatment are mentioned. This part also describes the stress diagnosis, the most usual types of stress tests, its indications and contraindications. In this thesis there is summary of how adolescent idiopathic scoliosis impact pulmonary function based on the literature researches. How the parameters performance are changed, the most often VO_2max , and pulmonary parameters: vital capacity (VC), forced ventilatory volume in 1 second (FEV_1), forced vital capacity (FVC), tidal volume (V_t) and others. There is also researched, how all these parameters are influenced by bracing treatment and which changes result from after undergoing a surgical operation. The effect of aerobic and combined aerobic and resistance training on patients with AIS is shown. It is assessed whether the severity of this deformity (the magnitude of the curvature) correlate with the results which were found during the stress tests. In practical part of this bachelor thesis, the case interpretation will be summarized and the value of VO_2max will be measured on patients with AIS and it will be compared if it correlates with the adolescent idiopathic scoliosis degree of curvature.

Keywords

[Adolescent idiopathic scoliosis, respiratory function, pulmonary parameters, stress testing, VO_2max]

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením PhDr. Marcely Šafářové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 24. 4. 2020

Tereza Schusterová

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří se podíleli na dokončení této bakalářské práce. V první řadě bych chtěla velmi poděkovat mé vedoucí PhDr. Marcelle Šafářové Ph.D., za odborné vedení, trpělivost, ochotu a cenné rady, které mi poskytla v průběhu psaní této práce. Poděkovat bych též chtěla zaměstnancům z Oddělení tělovýchovného lékařství ve FN Motol, díky kterým jsem mohla zpracovat praktickou část této práce. Velké díky patří i pacientce L. P. za její ochotu. V neposlední řadě patří díky mé rodině a všem přátelům za poskytnutí psychické podpory.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	7
ÚVOD.....	9
CÍLE.....	10
1 FYZIOLOGICKÉ POSTAVENÍ PÁTEŘE A JEJÍ DEFORMITY	11
2 DEFINICE SKOLIÓZY	12
3 KLASIFIKACE SKOLIÓZ.....	13
3.1 KLASIFIKACE PODLE ETIOLOGIE	13
3.1.1 Idiopatická skolióza	13
3.1.2 Kongenitální skolióza	15
3.1.3 Neuromuskulární skolióza	15
3.2 KLASIFIKACE PODLE LOKALIZACE KŘIVKY	15
3.3 KLASIFIKACE DLE STUPNĚ ZAKŘIVENÍ.....	16
4 DIAGNOSTIKA	17
4.1 KLINICKÁ VYŠETŘENÍ	17
4.2 PŘÍSTROJOVÁ VYŠETŘENÍ.....	17
5 TERAPIE	19
5.1 KONZERVATIVNÍ LÉČBA	19
5.1.1 Metoda dle Schrottové	20
5.1.2 Vojtova metoda.....	21
5.1.3 Klappovo lezení	21
5.1.4 SEAS (The Scientific exercise approach to scoliosis)	22
5.1.5 Další EBM při konzervativní léčbě skoliózy	22
5.1.6 Korzetoterapie	22
5.2 OPERAČNÍ LÉČBA	23
6 ZÁTĚŽOVÁ DIAGNOSTIKA.....	24
6.1 DEFINICE POJMŮ REAKCE A ADAPTACE	24
6.2 REAKCE A ADAPTACE JEDNOTLIVÝCH ORGÁNOVÝCH SOUSTAV	24
6.3 DRUHY DYNAMICKÝCH ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ	25
6.3.1 Bicyklový ergometr	25
6.3.2 Pohyblivý pás (“běhátko”).....	26
6.4 ZÁKLADNÍ PŘEHLED DYNAMICKÝCH VENTILAČNÍCH PARAMETRŮ	26
6.5 INDIKACE ZÁTĚŽOVÉHO VYŠETŘENÍ.....	27
6.6 KONTRAINDIKACE ZÁTĚŽOVÉHO VYŠETŘENÍ	27
6.6.1 Absolutní kontraindikace	27
6.6.2 Relativní kontraindikace	28
7 PLICNÍ FUNKCE U AIS.....	29
7.1 VZTAH: VELIKOST KŘIVKY – PLICNÍ FUNKCE.....	29
7.2 VLIV KORZETOTERAPIE NA PLICNÍ FUNKCE	30
7.3 VLIV OPERAČNÍ LÉČBY NA PLICNÍ FUNKCE A PARAMETRY U PACIENTŮ S AIS	31
7.3.1 Hodnoty VO ₂ max u operovaných s AIS	32
8 ZÁTĚŽ U PACIENTŮ S AIS.....	33
8.1 LIMITY ZÁTĚŽE U PACIENTŮ S AIS	33
8.1.1 Změny VO ₂ max při zátěži u pacientů s AIS	33
8.2 VLIV CVIČENÍ NA VÝKONNOST PACIENTA S AIS	35
8.2.1 Aerobní trénink u pacientů s AIS	35
8.2.2 Tolerance k zátěži u pacientů s AIS.....	39
9 KAZUISTIKA	45

9.1	ANAMNÉZA	45
9.2	VYŠETŘENÍ PACIENTKY	46
9.3	ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ	49
DISKUZE		50
ZÁVĚR		54
REFERENČNÍ SEZNAM		55
SEZNAM OBRÁZKŮ		61
SEZNAM TABULEK		62
PŘÍLOHY		63

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

6MWT	six minutes walk test – šestiminutový test chůze
AIS	adolescentní idiopatická skolióza
ART korzet	asymetrický rigidní torzní korzet
AT	aerobní práh
BR	dechová rezerva
CPET	cardiopulmonal exercise test – kardiopulmonální zátěžový test
EKG	elektrokardiografie
ETT	toleranční zátěžová zkouška
FEF ₂₅₋₇₅	střední výdechová rychlost
FEV ₁	forced expiratory volume in 1 second – usilovně vydechnutý objem vzduchu za 1. sekundu
FEV ₁ /FVC	Tiffeneua index
FVC	forces vital capacity – usilovná vitální kapacita
HR	srdeční frekvence
HRR	rezerva srdeční frekvence
IS	idiopatická skolióza
m.	musculus
MMV (VE _{max})	maximální minutová ventilace
MV (VE)	minutová plicní ventilace
PFT	funkční plicní test
PSSE	Physiotherapeutic scoliosis-specific exercise
RER	respirační výměnný koeficient
RR	rychlost dýchání
RTG	rentgen
SEAS	The Scientific exercise approach to scoliosis
SOSORT	Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment
SpO ₂	saturace krve kyslíkem
SRS	Scoliosis Research Society – Společnost pro výzkum skoliózy
SVES	supraventrikulární extrasystoly
TK	krevní tlak
TLSO	thorako-lumbo-sakrální ortéza
VC	vital capacity – vitální kapacita

V_d	mrtvý prostor
$VO_2\max$	maximální spotřeba kyslíku
V_t	dechový objem

ÚVOD

Téma své bakalářské práce „Vztah výkonnosti pacienta v zátěžovém vyšetření ke stupni zakřivení adolescentní idiopatické skoliózy“, jsem si vybrala na základě dlouholetého zájmu o problematiku skoliózy, se kterou mám osobní zkušenosti.

Skolióza je popisována jako trojrozměrná deformita páteře, jejíž zakřivení ve frontální rovině musí být více než 10°. Idiopatická skolióza zaujímá okolo 80 % všech případů skolióz. Dle SOSORT se idiopatická skolióza v populaci vyskytuje v širokém měřítku 0,93-12 %. Častěji však postihuje dívky. Již u pacientů s mírným stupněm zakřivení jsou detekovány různá respirační zhoršení. Nejčastěji se jedná o postižení restriktivního charakteru. U jedinců s AIS dále nalezneme oslabení dýchacích svalů a asymetrické pohyby hrudního koše v průběhu dechového cyklu. Výrazněji jsou tyto změny manifestovány v zátěži. Často bývají u pacientů s AIS naměřeny zhoršené ventilační a výkonnostní parametry a to v klidu i při zátěži oproti zdravým jedincům. Na respiračních změnách se též podílí nošení korzetu a operační léčba.

Tato bakalářská práce popisuje rešeršní formou, jaký vliv má adolescentní idiopatická skolióza na respirační a výkonnostní parametry u jedinců s adolescentní idiopatickou skoliózou s různě velkým zakřivením páteře.

CÍLE

Hlavním cílem této bakalářské práce je rešeršně zhodnotit vztah výkonnosti pacienta v zátěžových vyšetřeních k velikosti zakřivení páteře u adolescentní idiopatické skoliózy. Budou sepsány poznatky o výkonnosti pacienta s AIS během zátěžových vyšetření. Bylo zjištěno, že jedinci s AIS detekují známky restriktivního omezení při měření hodnot plicních parametrů. V průběhu zátěže jsou u těchto pacientů též pozměněny výkonnostní parametry.

Cílem této práce je zpracovat poznatky o adolescentní idiopatické skolióze, možnosti její léčby a rešeršně popsat u těchto pacientů změny ventilačních a výkonnostních parametrů a jaký vliv má na tyto parametry terapie korzetem a operační léčba.

V praktické části je hlavním cílem porovnat hodnotu $VO_2\text{max}$ naměřenou během zátěžového vyšetření u pacientky s AIS. Zda tato hodnota koreluje s velikostí zakřivení páteře a se zjištěnými poznatky z rešeršní části.

1 FYZIOLOGICKÉ POSTAVENÍ PÁTEŘE A JEJÍ DEFORMITY

Páteř je axiální osový orgán, který je základem veškerých hybných aktivit. Udržuje vzpřímené držení těla a během lokomoce je hlavním zdrojem, od kterého se veškerý pohyb odvíjí. Neexistuje pohyb, který by konala páteř izolovaně a nepromítl se do celkového držení organismu a naopak, není pohyb, který by se neodrazil v osovém systému. Fyziologicky postavená páteř je v sagitální rovině dvakrát esovitě zakřivená. Tvoří ji krční lordóza, hrudní kyfóza, bederní lordóza a kyfóza v oblasti křížové kosti. V případě patologického postavení páteře dochází k jejím deformitám. Každá deformita axiálního orgánu se promítne do všech ostatních segmentů pohybového systému a má vliv na postavení těla i změny pohybových stereotypů (Dylevský, 2009; Dungal, 2014).

Mezi deformity páteře projevující se ve frontální rovině patří skoliózy. Hyperkyfózy a hyperlordózy jsou řazeny k deformitám v rovině sagitální (Kolář & Šafářová, 2012).

Repko (2012) uvádí skoliózu jako nejčastější deformitu páteře dětí i dospělých. K jejímu zhoršení dochází nejčastěji v dětském věku. Má komplexní vliv na funkci pohybového aparátu. Sekundárně také působí na orgánové soustavy, v první řadě na kardiopulmonální systém (Repko, 2012).

2 DEFINICE SKOLIÓZY

Společnost pro výzkum skoliózy (SRS) uvádí diagnózu skoliózy při rotaci obratlů a velikosti Cobbova úhlu 10 a více stupňů (Negrini et al., 2018). Dungl (2014) skoliózu definuje jako patologické zakřivení páteře na pravou nebo levou stranu ve frontální rovině (Dungl, 2014). Jedná se o komplexní trojrozměrnou deformitu páteře. Ve většině případů je doprovázena rotací obratlových těl a je spojena s narušením fyziologického postavení v sagitální rovině nejčastěji hypo- či hyperkyfóza v oblasti hrudní páteře (Repko, 2010).

3 KLASIFIKACE SKOLIÓZ

Skoliózy lze klasifikovat do skupin dle etiologie, lokalizace křivky, stupně zakřivení a věku nástupu deformity. Nejobecnější klasifikací je členění skolióz na strukturální a nestrukturální. U nestrukturálních nebo-li funkčních křivek nedochází k anatomické deformitě obratlů (Dungl, 2014). Do této skupiny spadají skoliózy posturální, kompenzační (při zkrácení dolní končetiny), hysterické, při kořenovém dráždění nebo reflexní, při náhlé příhodě břišní (Kolář & Šafářová, 2012). U strukturálních křivek na rozdíl od nestrukturálních najdeme rotaci a torzi obratlů, fixované změny měkkých tkání a změny meziobratlových plotének (Repko, 2010).

3.1 Klasifikace podle etiologie

Dle etiologie u strukturálních křivek rozlišujeme tři nejzákladnější rozdělení skolióz na kongenitální, neuromuskulární a idiopatickou (Kolář & Šafářová, 2012). U adolescentní idiopatické skoliózy není možné určit jednoznačné onemocnění, které způsobí deformitu páteře. IS se vyskytuje i u zdravých dětí a může progredovat ve vztahu k mnoha faktorům v průběhu celého růstu (Negrini et al., 2018). Do skupiny strukturálních křivek spadají skoliózy vzniklé při neurofibromatóze, traumatu, nádorovém onemocnění, zánětu a při metabolických onemocněních (Kolář & Šafářová, 2012).

3.1.1 Idiopatická skolióza

Tento typ skoliózy se vyskytuje nejčastěji. Gallo (2011) udává až okolo 70 % případů strukturálních skolióz (Gallo, 2011). SOSORT (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment) ve svých posledních guidelines vydaných roku 2016 připisuje idiopatické skolióze 80 % všech případů. Zbýlých 20 % připadá sekundární skolióze vzniklé jiným patologickým procesem (Negrini et al., 2018). Tato deformita postihuje až třikrát častěji dívky než chlapce. Její etiologie není až doposud známa, velmi často se považuje za multifaktoriální s podílem genetické dispozice. Výskyt v rodině je poměrně častý (Gallo, 2011). Vědci poukazují na dědičnou poruchu struktury a funkce estrogenových receptorů. U pacientů s idiopatickou skoliózou bylo též zaznamenáno, že

trpí abnormalitami CNS (například asymetrická struktura mozku kmene), poruchy senzoryckého a vestibulárního zpracování, porucha funkce krevních destiček a funkce kolagenu (Negrini et al., 2018). Dle Dunгла (2014) bylo řečeno mnoho teorií, kde za původ poruchy byla označena nejen kostní tkáň, ale také nervy, svaly, vazy kolem páteře, hormonální faktory atd. „U idiopatické skoliózy nikdy není strukturální křivka v C, CTh, nebo LS páteři“ (Dungl, 2014).

Podle nástupu vzniku deformity rozlišujeme 3 základní typy idiopatické skoliózy:

Infantilní skolióza

Vyskytuje se do 3 let věku. První forma nastupující v kojeneckém věku se objevuje v 96 % infantilní idiopatické skoliózy. Křivka je ve většině případů levostranná v oblasti hrudní páteře. Častěji je u chlapců a obvykle dochází k její spontánní úpravě. Druhá forma začíná do 3 let věku. Má tendenci velmi rychle progredovat do malignity. Je považována za jednu z nejzávažnějších deformit páteře (Dungl, 2014).

Juvenilní skolióza

Tento typ skoliózy se objevuje v rozmezí 3 až 10 let věku dítěte. V tomto věku má páteř výrazný růstový potenciál, a proto je její prognóza považována za velmi závažnou (Gallo, 2011).

Adolescentní skolióza

Jedná se o nejčastější typ idiopatické skoliózy. Projevuje se od počátku puberty, přibližně od 10 let věku, do ukončení tělesného růstu. Její prevalence je 2-4 % všech mladistvých. Při velikosti Cobbova úhlu od 10 do 20° je incidence u obou pohlaví přibližně stejná. U dívek je však 5 – 10 krát větší pravděpodobnost progresu křivky než u chlapců. Se zvětšujícím se úhlem zakřivení se zvyšuje incidence u dívek. V rozmezí velikosti od 20 do 30° Cobbova úhlu se incidence dívky:chlapci zvyšuje na 5,4:1. U velikosti Cobbova úhlu nad 30° se poměr zvyšuje na 7:1. Prognóza tohoto typu bývá nejpříznivější (Horne et al., 2014; Negrini et al., 2018).

3.1.2 Kongenitální skolióza

Vzniká na podkladě vrozených vývojových vad, při poruše vzniku segmentace nebo formace obratlů. Tento typ je znatelný již po narození a s růstem dochází k jejímu výraznému zhoršení. Jedná se o druhou nejčastější příčinu vzniku skolióz u dětí (Repko, 2010; Gallo, 2011).

3.1.3 Neuromuskulární skolióza

K jejímu vzniku dochází na podkladě poškození horního či dolního motorického neuronu a při primárních svalových onemocněních (myopatiích). U tohoto typu deformity dochází k výrazné progresi a to s počátkem základního onemocnění. Progrese křivky zpravidla přetrvává i po ukončení kosterního růstu. Vznik skoliózy u léze horního motorického neuronu se nejhojněji vyskytuje u dětské mozkové obrny. Do skupiny s poškozením dolního motorického neuronu, kde vzniká tato deformita, spadají pacienti s míšní svalovou atrofií a paralytickou myelomeningocelou. K nejčastějším primárním svalovým onemocněním s výskytem skoliózy patří Duchennova svalová dystrofie (Repko, 2010).

3.2 Klasifikace podle lokalizace křivky

Název lokalizace křivky se odvíjí od umístění vrcholového obratle. Jak již bylo zmíněno výše, idiopatická skolióza se nikdy nevyskytuje v cervikothorakálním a lumbosakrálním přechodu, čímž se liší od skoliózy kongenitální, která může být lokalizovaná kdekoli na páteři. Důležité je určení hlavní (primární) a kompenzační (sekundární) křivky. Hlavní křivka je ta, na které se nachází největší strukturální změny, má největší stupeň zakřivení a rotace a objevila se jako první. Nejčastěji je lokalizovaná v hrudní páteři. Kompenzační křivka se vyvíjí jako kompenzace postavení trupu, nedochází na ní k velkým strukturálním změnám a nedosahuje takového stupně zakřivení. Na rozdíl od křivky hlavní se objevuje později (Dungl, 2014).

Dle Kingovy klasifikace rozlišujeme tyto druhy křivek:

- mezi C1-C6 označujeme jako krční
- mezi C7-Th1 se vyskytuje krčně-hrudní
- mezi Th2-Th11, hrudní
- mezi L2-L4, bederní
- mezi L5-S1, bederně-křížová (Kolář & Šafářová, 2012).

3.3 Klasifikace dle stupně zakřivení

Tíže zakřivení se nejčastěji určuje pomocí Cobbova úhlu, který je měřen ve frontální rovině. Tento úhel se získává z předozadních rentgenových projekcích. Obdobným způsobem je měřen sagitální parametr získaný z bočních RTG snímků (Repko, 2012).

Dle velikosti zakřivení rozdělujeme:

- lehké křivky – 10-20° Cobbova úhlu
- středně závažné křivky– 20-40° Cobbova úhlu
- těžké křivky – nad 40° Cobbova úhlu (Gallo, 2011).

4 DIAGNOSTIKA

K určení diagnostiky idiopatické skoliózy jsou prováděna vyšetření, která lze rozdělit na vyšetření klinická (fyzikální) a vyšetření přístrojová.

4.1 Klinická vyšetření

Mezi základní klinická vyšetření patří aspekce a palpace zad ve vzpřímeném stoji. Všímáme si celkového zakřivení, kompenzace trupu. Hodnotí se celková výška pacienta v porovnání rozpětí jeho paží. Velmi důležité je zhodnocení křivky pomocí Adamsova testu, který se vyšetřuje v předklonu. Strukturální skolióza se při tomto testu projevuje vznikem paravertebrálního navýšení (gibbem) na straně zakřivení a fixovanou rotací obratlů, kterou nelze korigovat v žádné poloze. Oproti tomu u nestrukturálních skolióz dochází při Adamsově testu k vymizení křivky. Prominence paravertebrálních valů informuje o změně postavení obratlových těl. Při hodnocení ve vzpřímeném stoji si dále všímáme výši ramen, postavení pánve, symetrie lopatek, thorakobrachiálních trojúhelníků a paravertebrálních valů, jejichž asymetrie se měří v předklonu pomocí skoliometru. V rámci klinického vyšetření je také vhodné vyšetření pomocí olovnice (Kolář & Šafářová, 2012; Vařeka, 2000).

4.2 Přístrojová vyšetření

Pod přístrojová vyšetření spadá nejhojněji používaná RTG zobrazovací metoda. Nejdůležitější jsou dlouhé RTG snímky celé páteře, včetně postavené hlavy a pánve, zhotovené ve stoji. Pacient je snímán v předozadní i boční projekci nejčastěji na dlouhý formát doplněný o snímky v úklonu na stranu konvexity jednotlivé křivky s centrací k jejich vrcholům. Tíže křivek na předozadních projekcích je měřena pomocí Cobbova úhlu. „Cobbův úhel je doplňkovým úhlem ke kolmicím vznesených z odlehlých krycích ploch koncových obratlů křivky“ (Repko, 2010). Ze snímků v boční projekci lze odečíst sagitální parametr, který je měřen analogickým způsobem (Repko, 2012). Hlavní nedostatek RTG vyšetření je zatížení pacienta zářením a omezené možnosti opakování. Pokud se domníváme, že jde o křivku s výrazným zakřivením a možností rychlé progresy, je nezbytné provést rentgenové vyšetření a v jistých časových úsecích je opakovat. Tyto časové intervaly jsou vždy indikovány lékařem (Vařeka, 2000). Zachycení pánve na RTG snímcích je důležité pro určení Risserova znamení, které

informuje o skeletálním stáří. Toto znamení je důležitým parametrem určující, zda došlo k ukončení kosterního růstu a zda lze předpokládat další progresi křivky. U Risserova znamení sledujeme srůst apofýz iliakálních kostí s os illium. Tento znak ukončení růstu nelze předpokládat za stoprocentně validní, proto je k upřesnění ukončení růstu doporučen RTG snímek zápěstí (Kolář & Šafářová, 2012).

5 TERAPIE

Při určení nejefektivnějšího léčebného postupu terapeut přihlíží na tíži křivky, možnosti jejího progresu a věk jedince. Pro maximální účinnost léčby je zásadní včasné zachycení křivky, které je důležitým faktorem ovlivňující vývoj tohoto onemocnění. Ihned započatá konzervativní terapie u deformit s nižším stupněm zakřivení může zastavit progresi skoliózy a předcházet komplikacím pokročilé křivky. K dosažení účinnosti léčby je nezbytné vyšetřit a zhodnotit rizikové faktory případné progresy. U pacientů s těmito faktory je potřebná intenzivní cílená terapie již od malých křivek. U idiopatické skoliózy neznáme kauzální léčbu, a proto jsme během terapie odkázáni pouze na symptomy tohoto onemocnění. Spolupráce mezi pacientem, jeho rodiči a fyzioterapeutem/lékařem hraje zásadní roli v průběhu terapie. Při terapii skolióz lze postupovat konzervativní nebo operační léčbou (Kolář & Šafářová, 2012).

5.1 Konzervativní léčba

SOSORT (Society on Scoliosis Orthopedic and Rehabilitation Treatment) v roce 2016 obnovil pravidla založená na aktuálních přístupech konzervativní léčby, do které spadají specifická fyzioterapeutická cvičení pro skoliózu (PSSE – Physiotherapeutic scoliosis-specific exercise) a korzetoterapie. U konzervativní léčby dle SOSORT chceme:

1. zastavit popřípadě zmenšit progresi křivky během puberty,
2. zabránit či léčit respirační dysfunkce,
3. zabránit či léčit páteřní bolestivé syndromy,
4. vylepšit estetický vzhled pomocí posturální korekce (Negrini et al., 2018).

Brzká diagnóza a následné včasné zahájení konzervativních postupů může zastavit progresi křivky a předcházet jejímu zhoršení. Tyto neoperativní přístupy mohou dále zlepšit symptomy a příznaky této deformity (Weiss, 2006).

Z klinické praxe je známo, že PSSE může přechodně ustálit skoliózy s progresivní křivkou během druhotného období jejich progresy, a to více než jeden rok po dosažení vrcholu růstu. Pravidelné provádění PSSE u neprogresivních skolióz může způsobit dočasné a významné zmenšení Cobbova úhlu. PSSE může mít mimo jiné vliv na

zlepšení asymetričnosti páteře, svalové dysbalance a přidružené bolesti. Ve vážnějších případech hrudních skolióz může zlepšit dýchací funkce (Berdishevsky et al., 2016). Mezi nejčastější terapeutické metody pro léčbu skolióz patří: metoda dle Schrottové, Vojtova metoda, Klappovo lezení, SEAS.

5.1.1 Metoda dle Schrottové

Základy této metody byly vynalezeny Němkou Katharin Schrottovou ve 20. letech 20. století. Metoda dle Schrottové se vyvíjela po tři generace a postupně podstoupila mnoho změn. Od té doby je široce využívána po celé Evropě. Schrottová se zaměřovala na korekci dýchání a dýchání jako celek, upozornila na důležitost posturálního vnímání a jeho zlepšení pomocí specifických korekčních cviků. V metodě hraje velmi důležitou roli pozorování se v zrcadle, které umožňuje synchronizovat korekci pohybů a posturálních vjemů pomocí vizuálních vstupů. Před zrcadlem se snažila dýcháním nafukovat konkávní stranu svého trupu a zkorigovat tím deformitu svého těla (Weiss, 2011).

Schrottová vytvořila ve své metodě systém klasifikace, kde tělo rozděluje na bloky (Body blocks). Jednotlivé bloky znázorňují deformitu trupu jako změnu geometrické formy z obdélníku na lichoběžník. Jsou tak viditelnější boční posuny, rotace, komprese na konkávní straně a rozšíření na straně konvexní. Klasifikační systém dle Schrottové rozděluje tělo na 4 následující bloky:

H (hip-pelvic) – kyčlo-pánevní blok zahrnuje oblast dolních končetin až ke konci nejspodnějšího obratle lumbální křivky.

L (lumbal) – bederní blok je ohraničený obratli vrchního a spodního konce bederní křivky.

T (thoracic) – hrudní blok se vyskytuje v oblasti od nejvrchnějšího až po nejspodnější obratel hrudní křivky.

S (shoulder) – v ramenním bloku je lokalizovaná křivka krčňe-hrudní, jde o oblast od vrchního konce hrudní křivky až po hořejší část krčňe-hrudní křivky (Berdishevsky et al., 2016).

5.1.2 Vojtova metoda

Při terapii skolióz se využívá všech tří globálních motorických modelů Vojtovy metody tj. reflexního plazení, reflexního otáčení a první pozice. Během terapie Vojtova metodou dochází k cílené aktivaci autochtonní muskulatury, což přímo ovlivňuje postavení obratlů. Nastává cílené zaktivování i takových svalů, které jsou důležité pro posturální funkci a jsou těžce přístupné volní kontrole. Mezi tyto svaly patří např. m. serratus anterior, m. transversus abdominis aj. Tato metoda je mimo jiné zacílena na zapojení tělesných oblastí, které jsou u CNS odcizeny. Důraz je kladen na aktivaci bránice do správné posturální a dechové funkce a pro reedukaci správného stereotypu dýchání. Nezbytnou součástí při terapii Vojtovou metodou je správné zaškolení členů rodiny, kteří se podílejí na provedení terapie v domácím prostředí, která bývá často nepostradatelnou součástí léčby (Kolář & Šafářová, 2012).

5.1.3 Klappovo lezení

Zakladatelem této metody byl německý ortoped Rudolf Klapp. Základní myšlenou metody je cvičení v kvadrupedální poloze, kdy pacient napřimuje páteř a zároveň posiluje svalový korzet. Klapp tvrdil, že kvadrupedální živočichové nemají skoliózu, zatímco bipedální jedinci ji vlivem gravitace v bipedální poloze mít mohou (Dantas et al., 2017).

V metodě se užívají dvě formy lezení. První z nich je *zkřížené lezení* (Kreuzgang), při kterém jdou odrazové končetiny kontralaterálně. Tento typ se využívá více u „C“ skolióz. Druhý typ je *mimochodné lezení* (Passgang). Zde jsou odrazové končetiny ipsilaterálně. Mimochodní lezení je užívanější u „S“ skolióz. U obou typů lezení je třeba dodržovat určitá pravidla. Pohyb by měl být plynulý a pomalý a měl by začínat v přesně nastavené pozici. V klíčových kloubech by měla být udržována mírná abdukce a zevní rotace, páteř má být napřimena po celou dobu. V průběhu cvičení lze vytvářet různé modifikace, jako jsou švihové pohyby, vyhrbení, pohyb trupu do horizontálního či vertikálního oblouku. Cvičení je možné přizpůsobovat schopnostem pacienta. Lze začínat z méně náročných poloh a postupovat do pozic náročnějších. Během terapie se pracuje s dechovým stereotypem a korekcí v klíčových kloubech. Celkově dochází k posílení svalového korzetu a vylepšení držení páteře (Kolář & Šafářová, 2012).

5.1.4 SEAS (*The Scientific exercise approach to scoliosis*)

Počátky tohoto přístupu začaly v 60. letech 20. století v italském Vigevanu. SEAS je individuální cvičební program založený na aktivních sebekorigujících technikách vykonávaných bez zevní pomoci. Hlavním předmětem SEAS je vylepšení stability páteře v aktivní sebe-korekci. Při cvičení je trénována neuromotorická funkce, čímž se reflexně stimuluje korekce v průběhu činností všedního dne (Romano, 2015). V průběhu aktivního růstu je u mírných křivek SEAS indikován samostatně k snížení potřeby korzetoterapie. U výraznějších křivek je při terapii SEAS kombinovaná s korzety, aby došlo k zpomalení, popř. zvrácení progresu křivky (Berdishevsky et al., 2016).

5.1.5 Další EBM při konzervativní léčbě skoliózy

SOSORT při léčbě skoliózy konzervativním způsobem propaguje metody založené na důkazech (Evidenced Based Medicine). Literatura uvádí několik typů PSSE. Mezi nejčastěji předepisované techniky založené na EBM je výše zmiňovaná Metoda dle Schrottové a SEAS, dále Dobosiewiczova metoda a Side Shift program (Day et al., 2019).

Dobosiewiczova metoda založena v Polsku, též nazývaná DoboMed, vychází z Lehnert-Schrottova přístupu pro aktivaci asymetrického dýchání a Klappovy pozice pro kyfotizaci hrudní páteře. Je popisována jako 3D auto-korekční technika (Berdishevsky et al., 2016).

Anglický Side Shift program využívá podobné dýchací techniky jako DoboMed a Metoda dle Schrottové (Day et al., 2019). Při této metodě se využívá flexibility páteřní křivky, která může být stabilizována laterálními pohyby. Tyto pohyby podporují redukci posturálních sil. Cílem je zasáhnout do vývoje strukturální křivky (Berdishevsky et al., 2016).

5.1.6 Korzetoterapie

Korzetoterapie patří také ke konzervativnímu způsobu při terapii skolióz. Léčba korzetem je nejčastější neoperativní léčba v prevenci před progresí křivky. Existuje

mnoho různých typů korzetů. Všechny však mají stejný cíl: obnovit konturu a postavení páteře pomocí zevních sil (Weinstein et al., 2013). Korzet nebo-li trupová ortéza je dle Černého (2012) základní ortopedickou pomůckou při korekci skoliotických křivek. Každý korzet je vytvořen pro pacienta individuálně. Je vytvářen z plastové skořepiny a doplněn náležitým zapínáním. Korzet svým tvarováním ovlivňuje zakřivení v rovině frontální a působí proti zrotovaným obratlům (Černý, 2012). Léčebný přístup, který je primárně založen na užívání ortéz, je Lyonská metoda, která se kombinuje se speciálními fyzioterapeutickými cvičeními. Tato metoda v poslední době nejčastěji užívá ART korzet (asymetrický rigidní torzní korzet). Mezi fyzioterapeutickou léčbu této metody jsou zahrnuty mobilizace páteře a edukace pacienta, která obsahuje korekci pozic během činností všedního dne (Berdishevsky et al., 2016).

Korzetování je účinná léčba, která zpomaluje či zastavuje progresi křivky u pacientů s nedokončeným skeletálním růstem. Indikací pro léčbu korzetem jsou nejčastěji pacienti dětského věku s nedokončeným růstem, jejichž křivka je od 25° do 40° nebo křivka menší 25° se zaznamenanou progresí 5° až 10° za 6 měsíců. Léčba korzetem obvykle trvá do doby, než dojde k ukončení skeletálního růstu. Čím více hodin denně je korzet nošen, tím lepší výsledek je docílen. Obvykle se předepisuje 20-24 hodin denně (Kaelin, 2020).

5.2 Operační léčba

Chirurgická léčba je zvolena k zastavení progresu křivky. Choudhry (2016) ve svých zdrojích uvádí indikaci k operaci křivky větší než 45°. Hlavním operačním cílem je dosažení korekce strukturální deformity páteře a její následná fúze. Existuje několik přístupů, které mohou být při operaci AIS využity. Patří mezi ně přední přístup (torakoskopický), kombinovaný předozadní přístup a zadní přístup. Typ konkrétního chirurgického přístupu závisí na míře zakřivení a umístění křivky na páteři. Hrudní křivky s minimální bederní křivkou jsou nejčastěji řešeny posteriorní hrudní fúzí (Choudhry et al., 2016).

6 ZÁTĚŽOVÁ DIAGNOSTIKA

Diagnostika zátěžového vyšetření se zabývá fyziologickými i patologickými reakcemi a adaptacemi na různorodé typy zatížení a to v jednotlivých orgánových systémech i v organismu jako celku. Zátěžová diagnostika je soubor speciálních metod a postupů k určení různých poruch a onemocnění. Vychází ze znalostí z mnoha teoretických, preklinických a klinických oborů. Zkoumá a porovnává strukturální i funkční změny způsobené rozdílnou zátěží (Placheta, 1999).

Poznatky zjištěné v průběhu zátěžové diagnostiky přispívají k upřesnění laboratorních a klinických nálezů směřujících k určení diagnózy náležitého onemocnění. Zhodnocují relevantnost poruchy či nemoci a pomáhají k rozhodnutí vyhovujícího postupu při terapii. Výsledky zátěžového vyšetření slouží k zhodnocení fyzické výkonnosti a schopnosti a funkční zdatnosti k pohybové aktivitě. Dále přispívají k primární a sekundární prevenci mnoha poruch a nemocí (Placheta, 2001).

6.1 Definice pojmů reakce a adaptace

“Pojmem reakce se rozumí okamžitá, tedy bezprostřední odpověď na zevní podnět, vždy stejná, geneticky zakotvená” (Máček & Vávra, 1988). Při opakování téhož podnětu dochází k postupné změně reakce a nastává na tento podnět adaptace. Adaptací se rozumí schopnost přizpůsobit jednotlivé orgánové systémy několikanásobnému dlouhodobě opakujícímu se zátěžovému podnětu. Adaptace se odvíjí od druhu, intenzity, frekvence a době trvání zátěže (Placheta, 2001). Reakce a adaptace jsou z pohledu tělesného zatížení organismu dva neoddělitelné pojmy, které jsou oba postaveny na obdobných fyziologických procesech. Při opakování reakce nastává adaptace organismu a reakce je přizpůsobována stupněm adaptace (Máček & Vávra, 1988).

6.2 Reakce a adaptace jednotlivých orgánových soustav

Na počátku tělesné zátěže dochází k řadě orgánových změn, které poukazují na vychýlení organismu z klidového stavu. Nastává nepoměr mezi příjmem kyslíku a výdejem energie. Tento stav organismu se nazývá jako nerovnovážený. Množství

změn, které v tělesném organismu nastávají, záleží na druhu zatížení, intenzitě a adaptaci jedince (Máček & Radvanský, 2011).

V rámci zátěžového vyšetření lze hodnotit zátěž dynamickou, jejíž možnosti testování budou rozepsány v následujících odstavcích. Druhým typem zátěže, který lze změřit, je zátěž statická. Mezi nejčastější zdroje statické zátěže patří izometrická kontrakce svalových skupin při několikaminutovém držení různých částí těla v určitých polohách. Je zde možné zvětšení odporu pružinou nebo závažím. Statickou zátěž lze testovat pomocí mechanického, balonkového či elektrického dynamometru (Placheta, 1999).

6.3 Druhy dynamických zátěžových testů

Existuje několik forem hodnocení dynamického zátěžového testu. Spadá mezi ně stacionární veslovací, klikový, běžecký, bicyklový ergometr a další.

Mezi nejvyžívanější typy zátěžových testů patří bicyklová ergometrie a pohyblivý pás (“běhátko”), jehož výsledky bývají u stejného vyšetřovaného až o 10 % vyšší než na bicyklovém ergometru. Dynamický zátěžový test bývá často doplněn o spiroergometrii, při které dochází k monitorování výměny dýchacích plynů (Máček & Radvanský, 2011). V průběhu měření se porovnává složení vydechovaného vzduchu a vzduchu atmosférického, dále se digitálně vyhodnocují změny plynů. Hlavní součástí spiroergometrie je zjištění maximální spotřeby kyslíku VO_2max . Tato hodnota patří k nejzákladnějším funkčním ukazatelům a znázorňuje kapacitu transportního systému. Na hodnotu VO_2max má vliv pohlaví, věk, dědičnost, tělesné složení, kondice jedince a přítomnost nemocí. Na běhátku bývá naměřená hodnota VO_2max vyšší než na bicyklu a to kvůli zatížení více svalových skupin. Mezi další parametry měřené v průběhu spiroergometrie patří tepová frekvence, krevní tlak a monitorace EKG (Pastucha, 2014; Cinglová 2002).

6.3.1 Bicyklový ergometr

V Evropě patří bicyklový ergometr k nejhojněji používaným typům zatížení. Vykonaná práce na bicyklovém ergometru v průběhu laboratorních zátěžových testů se měří ve wattech. Zatížení je u bicyklového ergometru možné vsedě, vleže a v polosedě. Mezi výhody tohoto typu ergometru patří možnost kontinuálního zaznamenávání EKG křivky, měření TK, odebrání kapilární krve a aplikace dalších zobrazovacích

a grafických metod v průběhu práce. Benefitem bicyklového ergometru bývá možnost průběžného zvyšování zátěže (Placheta, 1999).

6.3.2 Pohyblivý pás (“běhátko”)

Tento typ zatížení je postavený na principu nekonečného pásu, na kterém se vyšetřující pohybuje chůzí nebo během proti pohybu samotného pásu. V Evropě se běžecská ergometrie využívá jen na speciálních pracovištích, hojně užití má především v USA a Kanadě. Výhodou pohyblivého pásu je rychlost jeho pohybu, která může vzrůst až na 20 km.h⁻¹. Vykonaná práce na běžecském ergometru je dána hmotností pacienta, rychlostí pásu a úhlem sklonu. Velká nevýhoda v průběhu testování je nebezpečí pádu pacienta (Placheta, 1999).

6.4 Základní přehled dynamických ventilačních parametrů

1. FVC (usilovná vitální kapacita) – jde o objem vzduchu exspirovaný maximálním úsilím a maximální rychlostí po maximálním inspiriu. U zdravého jedince je tato hodnota přibližně stejná jako statická vitální kapacita (Slavíková, 2012).
2. VE (minutová plicní ventilace) – v klidu tato hodnota činí 6-8 l, vypočte se jako dechová frekvence x dechový objem (Cingulová, 2002).
3. VEmax (MVV = maximální volní ventilace) – hodnota určená při ventilaci s maximálním úsilím, hodnoty pod 40 l/min jsou považovány za patologické (Cingulová, 2002).
4. FEV_{1s} (usilovný výdech vitální kapacity za 1 s) – množství vzduchu vydechnuté maximálním úsilím po maximálním inspiriu během první sekundy expiraie. Tato hodnota je vyobrazena v procentech FVC a u zdravého jedince se pohybuje na 80 % této hodnoty (Slavíková, 2012).
5. FEV₁/FVC (Tiffeneau index) – hodnota je vyjádřena v %, u mládeže by se měla pohybovat v rozmezí 80-85 %, u dospělých kolem 20. roku okolo 84 %, 40. roku 79 %, 60. roku 79 % (Placheta, 1999).

6. „FEF₂₅₋₇₅ (střední výdechová rychlost) – je objem vzduchu vydechnutý maximálním úsilím po maximálním vdechu za 1 s, stanovený ze střední části křivky usilovného výdechu, tj. mezi 25 % a 75 % FVC“ (Slavíková, 2012).

6.5 Indikace zátěžového vyšetření

Všeobecně se zátěžové testy využívají k vyhodnocení bolestivosti hrudníku, k zjištění koronárního arteriálního onemocnění a k vyhodnocení jeho anatomické a funkční závažnosti a predikci kardiovaskulárních příhod. Zátěžový test je možné podstoupit k zhodnocení fyzické kapacity, tolerance úsilí a symptomů spojené s výkonem. Lze při něm posoudit chronotropní zdatnosti a arytmie, vyhodnotit diferenciální diagnostiky dušnosti a posoudit odpovědi na lékařský zákrok (Fletcher et al., 2013; Máček & Radvanský, 2011).

Indikace zátěžových testů bývá velmi často zvolena u sportovců k objektivizaci výkonnosti a zdatnosti jedince. Lze zhodnotit efektivitu sportovního tréninku k zjištění splnění zamýšlených tréninkových, rekondičních či rehabilitačních cílů. Ve spojitosti s tělovýchovnými lékařskými prohlídkami je možné ze zátěžového testu vyvodit zdravotní a funkční stav sportovního jedince a částečně se podílet na léčbě klinických potíží vztahující se k tělovýchovnému lékařství (Heller, 2018).

6.6 Kontraindikace zátěžového vyšetření

Personál zátěžové laboratoře musí být před zahájením zátěžového testu obeznámen s kontraindikacemi tohoto vyšetření, které jsou totožné pro dospělou i dětskou populaci.

6.6.1 Absolutní kontraindikace

Mezi absolutní kontraindikace zátěžového vyšetření spadají akutní zánětlivá onemocnění, jako jsou perikarditida, myokarditida a tromboflebitida, akutní fáze autoimunitních a infekčních onemocnění, akutní plicní embolie a časný stav po ní, akutní infarkt myokardu a 3 měsíce po prodělání cévní mozkové příhody. Na zátěžové vyšetření jsou kontraindikováni jedinci s dekompenzovaným diabetem mellitus 1. a 2. typu. Zároveň pacient nesmí podstoupit zátěžové vyšetření krátce po prodělání záchvatu asthma bronchiale, při léčené hypertenzi s krevním tlakem v klidu větším než

200/120 mm Hg, s metabolickým rozvratem, elektrickou nestabilitou myokardu, nestabilní anginou pectoris a při významných poruchách acidobazické rovnováhy (Máček & Radvanský, 2011).

6.6.2 Relativní kontraindikace

K relativním kontraindikacím se řadí závažné systémové a psychické poruchy, vrozené i získané chlopenní vady se závažnou nedomykavostí, méně závažné poruchy rytmu, neschopnost či neochota pacienta spolupracovat (Placheta, 2001).

7 PLICNÍ FUNKCE U AIS

Skolióza má svým charakteristickým znatelným laterálním vybočením přímý dopad na hrudní dutinu. Obecně může progresse hrudní skoliózy vést k zhoršení plicních funkcí. Těžká hrudní deformita nakonec vede k snížení funkce plic (Wang et. al, 2019). Bylo dokázáno, že jedinci s idiopatickou skoliózou mají oproti zdravým jedincům plicní funkce snížené (Jagger et al., 2020). V důsledku abnormálního rozvoje hrudního koše během růstu není dostatečný prostor pro rozvoj plicních alveolů, což může mít vliv na vznik vnějšího restriktivního omezení. Skolióza může ovlivnit plicní funkce mnoha způsoby. Lehká zakřivení bývají často bezbolestná a asymptomatická. U Cobbova úhlu většího 90° se zjistila značná predispozice ke kardiorespiračnímu selhání (Tsiligiannis & Grivas, 2012).

7.1 Vztah: velikost křivky – plicní funkce

Změny plicních funkcí byly zaznamenány již při Cobbově úhlu větším než 50-60°. Abnormality plicních funkcí jsou pak převážně restriktivního charakteru, které vedou ke snížení objemu plic, což se projevuje zmenšením celkové plicní kapacity (Tsiligiannis & Grivas, 2012). Restriktivní omezení bývá u téměř 2/3 pacientů s velikostí křivky 70°±30° (Banjar, 2003). Snížení objemu plic je multifaktoriální a závisí hlavně na lokalizaci křivky a ztrátě normální hrudní kyfózy (Tsiligiannis & Grivas, 2012). Johnston a spol. (2011) zjistili, že 19 % z 858 pacientů s AIS vykazuje ventilační restrikcii a to především u těch jedinců s hrudní křivkou větší než 70°, převážně pak 80°, a T5-T12 kyfózou menší než 10°. Deformita v transverzální rovině nekoreluje s výsledky funkčního plicního testu, zatímco zvyšující se závažnost deformity ve frontální a sagitální rovině má vliv na větší respirační poškození (Johnston et al., 2011). Vztah mezi poškozením plic a deformitou páteře a hrudníku je v rámci skoliózy složitý a nezávisí pouze na progresi křivky (Szopa & Domagalska-Szopa, 2017). Střední nebo těžší plicní zhoršení se nejvíce projevilo u jedinců s hypofykózou (z vybraného celku 29 %), zatímco u normální hrudní kyfózy se plicní zhoršení projevilo pouze u 19 % testovaných a u jedinců s hyperkyfózou bylo procentuální zhoršení nejmenší a to pouze u 10 % sledovaných (Newton et al., 2005). Plicní poruchy nemusí být klinicky zřejmé, dokud nenastanou nevrátelné změny plicních funkcí. U dětí s torakální a torako-lumbální mírnou skoliózou je vhodným řešením tohoto problému včasné a pravidelné testování

respiračních funkcí (Szopa & Domagalska-Szopa, 2017). Dechový vzorec je pak výrazně změněn u těžkých skolióz, a to v klidu, při zátěži i během spánku. Dechová frekvence bývá vyšší a dechový objem nižší než obvykle. Jedinci poté vynakládají vyšší inspirační úsilí. Je zřetelně zvýšena dechová práce při pravidelném dýchání a výrazně se tak zvyšuje riziko únavy dýchacích svalů (Tsiligiannis & Grivas, 2012).

7.2 Vliv korzetoterapie na plicní funkce

Běžně používané TLSO korzety mají rigidní konstrukci a sklon ke snížení mobility v oblasti trupu. Mechanismus korzetu zahrnuje trojrozměrné vnější korekční síly, které působí proti křivce. Účinky korzetování mají vliv na hrudní mechaniku, pohyblivost hrudníku a plicní funkce. Dřívější dlouhodobé studie uvádí zvýšené riziko kardiorepiračního selhání v souvislosti s korzetováním. Jiné studie ukázaly, že efekt TLSO korzetu u pacientů s idiopatickou skoliózou způsobuje snížení objemu a plicní poddajnosti. Yagci (2019) ve své studii zjistil, že nošení korzetu mění plicní funkce a má tendenci snižovat hodnoty FEV₁, VC, FVC, MVV. Pacienti poté naopak udávali zvyšující se dušnost během denních aktivit. Výsledky ukázaly, že síla dýchacích svalů je pod normou a to u pacientů s korzetem i bez něj. Zdá se, že pacienti s IS mají omezené plicní funkce kvůli nošení korzetu. (Yagci et al., 2019).

U dospělých pacientů s idiopatickou skoliózou, kteří v průběhu dětství a adolescence podstoupili v průměru 4,4 letou léčbu korzetem nebo operační léčbu, se zjišťoval vztah mezi plicními funkcemi, hrudní pohyblivostí a deformitou hrudního koše. Měření bylo provedeno v průměru 26,5 let od léčby korzetem nebo operace. Jedinci, kteří v mládí podstoupili chirurgickou léčbu, měli oproti jedincům nosící korzet výrazně menší rozsah pohybu hrudníku. U pacientů, kteří byli léčeni korzetem byly naměřeny lepší plicní funkce než u skupiny operovaných. Bylo zjištěno, že hodnoty plicních funkcí jsou závislé na pohlaví, typu korzetu, kouření, hrudní expanzi, velikosti křivky a začátkem léčby. Hrudní expanze a dechové pohyby byly v průběhu maximálního nádechu u skoliotických pacientů výrazně sníženy ve srovnání s požadovanými hodnotami, bez významných rozdílů mezi léčenými skupinami (Romberg et al., 2020).

Ukázalo se, že pacienti s AIS, kteří podstupují léčbu korzetem, mají oproti pacientům s AIS bez korzetu významně nižší hodnoty FVC a FEV₁. Tyto změny jsou zřetelné u jedinců s primární hrudní křivkou, nikoli u pacientů s hlavní křivkou

v thorakolumbální či bederní oblasti. Nejsou zjištěny žádné významné rozdíly v jakýchkoli respiračních parametrech mezi jedinci s AIS, kteří nejsou léčeni korzetem, a jedinci, u nichž se vyskytuje torakolumbální/lumbální křivka a podstupují korzetoterapii. Zjistilo se, že snížení plicních funkcí je zřejmé pouze u pacientů s AIS s hrudní křivkou v důsledku nošení korzetu (Ran et al., 2016).

Vliv korzetu na mechaniku dýchání se může lišit v závislosti na velikosti křivky, designu korzetu, restriktivního působení na hrudní koš a trupové pohyblivosti, délce nošení korzetu a dalších (Yagci et al., 2019). Mnoho studií dokazuje, že korzet má účinný terapeutický efekt v prevenci progresu páteřní deformity. Jeho vliv na plicní funkce, která je u pacientů s AIS snížena, zůstává sporný (Ran et al., 2016).

Nejnovější studie nezjistily žádný výrazný vliv nošení korzetu na plicní funkce. Studie vykazují kontroverzní závěry o vlivu působení korzetu na plicní funkce a jsou nutné další studie (Yagci et al., 2019).

7.3 Vliv operační léčby na plicní funkce a parametry u pacientů s AIS

Dlouhodobé studie prokázaly, že u pacientů se skoliózou před chirurgickým zákrokem, jsou výrazně ovlivněny dechové funkce. Předoperačně byl u těchto pacientů proveden PFT (funkční plicní test – souží k měření statických a dynamických plicních objemu a výměny plynů) k předpovědi pooperačních plicních komplikací. Ukázalo se, že plicní funkce byly narušeny u pacientů s AIS před i po spinální fúzi, ale také u nechirurgických pacientů s velkými hrudními křivkami (Jeans et al., 2017).

Po chirurgické korekci skoliózy lze očekávat větší kardiopulmonální adaptaci na výkon, jež je zapříčiněna nápravou hrudního koše spojenou s deformitou páteře. Neexistují žádné jasné důkazy, zda u pacientů s těžkými křivkami dojde v určitém období po prodělání operace ke zlepšení tolerance maximálního výkonu (Lorente et al., 2017). U pacientů, kteří podstoupili chirurgický zákrok, byla zjištěna souvislost mezi předoperačním PFT a chirurgickým přístupem. U 35 % pacientů, kteří podstoupili anteriorní přístup, byly významně snižené hodnoty PFT alespoň o 15 %. Zatímco 11 % pacientů, kteří prodělali posteriorní přístup se přibližovali ke stejnému měřítku hodnot jako před operací. Jiné studie zachytily malé klinicky bezvýznamné změny

v pooperačních výsledcích PTF bez ohledu na typ chirurgického výkonu (Jeans et al., 2017). Anteriorní přístup je spojen s výrazně vyšším rizikem plicních komplikací, zejména k pooperačnímu snížení plicních funkcí. U posteriorního přístupu jsou pooperační komplikace výrazně sníženy (Choudhry et al., 2016).

7.3.1 Hodnoty VO_{2max} u operovaných s AIS

Lorente (2017) ve své studii testoval 15 dívek a 5 chlapců ve věkovém průměru 13 let, u nichž Cobbův úhel převyšoval 45° a byli navrženi na posteriorní chirurgickou korekci. U každého byly před operací a 2 roky po ní změřeny hodnoty: srdeční frekvence, krevní tlak, maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}), výdej oxidu uhličitého (VCO_2), podíl mezi ventilací a objemem vydechnutého oxidu uhličitého, respirační výměnu (RER) a ventilační kapacitu při maximálním výkonu (VE_{max}). Předoperační a pooperační toleranční zátěžová zkouška (ETT) byla provedena se spiroergometrem, který umožnil měření statických spirometrických a funkčních kardiopulmonálních parametrů. Na cvičební test byl použit běžící pás. V rozmezí 8-12 týdnů po zátěžovém testu pacienti podstoupili chirurgickou operaci. Prvních 12 měsíců po zákroku byli odrazováni k provádění usilovných činností a až 18-24 měsíců po operaci bylo následně provedeno fyzikální vyšetření a kardiopulmonální funkční test. Průměrná hodnota maximální aerobní síly vyjádřená pomocí VO_{2max} činila předoperačně 31,3 ml/kg/min a v následujících 2 letech klesala průměrně o 8,7 % na hodnotu 28,9 ml/kg/min. Snížení hodnot VO_{2max} u pacientů s AIS, kteří postoupili chirurgickou korekci deformity, může být odpovědné za zmenšení tolerance k zátěži. Ventilační kapacita při maximální zátěži byla extrémně nízká před operací i 2 roky po ní (Lorente et al., 2017).

Ukázalo se, že u pacientů s AIS s křivkou do 35° se výsledné hodnoty VO_{2max} nacházejí v normálním rozmezí, zatímco jejich výsledky PFT ukazují minimální zhoršení. U křivek nad 45° nebyly nalezeny žádné korelace mezi hodnotami VO_{2max} a velikostí křivky. Nelze ovšem opomenout význam fyzické aktivity jako základní faktor ovlivňující zátěžovou kapacitu. VO_{2max} byl výrazně vyšší u jedinců, kteří pravidelně vykonávají fyzicky náročnou aktivitu. Byl zjištěn statistický pokles VO_{2max} po proděláním spinální fúze, přesto pacienti s AIS před a po operaci spadají do normálního rozmezí hodnot. Zjistilo se, že u pacientů s AIS má fyzická aktivita daleko větší vliv na hodnoty VO_{2max} než závažnost křivky (Jeans et al., 2017).

8 ZÁTĚŽ U PACIENTŮ S AIS

8.1 Limity zátěže u pacientů s AIS

Dle Barriose (2005) je známo, že střední až těžké skoliotické hrudní křivky větší než 60° jsou spojovány s plicním ventilačním omezením, které mají za následek nižší fyzickou pracovní kapacitu (Barrios et al., 2005). Xavier (2020) ovšem tvrdí, že pokles se vyskytuje již u jedinců s křivkami větší 45°, a to pravděpodobně hlavně kvůli odchylce omezující hrudní poddajnost (Xavier et al., 2020). Barrios (2005) objevil u 37 dívek se střední skoliotickou křivkou od 25° do 40° respirační nevykonnost a sníženou toleranci zátěže. Výrazné rozdíly ve výsledcích ventilačních parametrů mezi skoliotickými a zdravými dívkami ovšem neshledal (Barrios et al., 2005). Všechny tyto výsledky byly srovnávány s normálními kontrolami (Shen et al., 2016).

Nicméně jedinci s mírnými křivkami idiopatické skoliózy nevykazují oproti zdravým jedincům výrazná omezení ve ventilačních parametrech měřených spirometrií. Malé restriktce objevující se v klidu však mohou být zesíleny testem maximální tolerance zátěže, během kterého se při intenzivní fyzické práci výrazně zvyšují požadavky na plicní funkce (Barrios et al., 2005). AIS vede k oslabení respiračních svalů a limitaci cvičení. Postupně může dojít ke změně fyziologické odpovědi při činnostech všedního dne (Xavier et al., 2020). Pacienti s těžkou AIS mají při cvičení výrazná ventilační omezení. Je dokázáno, že u pacientů s AIS je snížena maximální ventilace (MMV, VE). Kromě této hodnoty je během kardiopulmonálního cvičení zároveň snížena maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) ve srovnání se zdravými jedinci (Sperandio et al., 2014). Při testování plicních funkcí bývá u těchto adolescentů též charakteristický pokles vitální kapacity (VC) a minutové ventilace (MV). Po chirurgické korekci může být i nadále respirační funkce omezena oproti normálnímu rozsahu. Jasně příčiny respiračního oslabení u pacientů s AIS však nejsou dosud objasněny (Xavier et al., 2020).

8.1.1 Změny VO_{2max} při zátěži u pacientů s AIS

DiRocco a Vacarro (1988) ve své studii zkoumali, zda se při fyzické aktivitě u dospívajících jedinců s idiopatickou skoliózou začíná vyskytovat kardiopulmonální omezení. Výzkum byl proveden na 15 dívkách a 4 chlapcích v průměrném věku

13,4 let, kteří měli idiopatickou skoliózu lokalizovanou v hrudní páteři. Křivka dosahovala v průměru 21,5 stupně. Hodnoty klidové vitální kapacity a FEV₁ byly hodnoceny pomocí standardizovaných spirometrických technik. Pracovní kapacita byla změřena na běhátku s kontinuálně odstupňovaným přírůstkem zátěže. V průběhu testování byla pomocí EKG nepřetržitě monitorována srdeční frekvence. Zároveň byla měřena ventilace, frekvence dýchání a každou minutu byl hodnocen příjem kyslíku (VO₂). Dvanáct testovaných subjektů mělo hodnotu vitální kapacity o jednu či více standardních jednotek pod normou a hodnoty VO₂max pod 40 ml/kg/min. Zkoumaní jedinci s křivkami vyššími 25 stupňů měli průměrné hodnoty VO₂max 32,6 ml/kg/min, zatímco u jedinců s křivkou menší 25 stupňů byla průměrná hodnota VO₂max 42,6 ml/kg/min. Ukázalo se, že některá plicní omezení se vyskytují již u mírného zakřivení. Autoři DiRocco a Vacarro (1988) tak předpokládají, že křivky větší 25 stupňů ovlivňují pracovní kapacitu (DiRocco & Vacarro, 1988).

V Czaprowskiho studii (2012) byly u dívek s mírnou a střední idiopatickou skoliózou hodnoceny parametry udávající fyzickou kapacitu. Studie se zúčastnilo 97 dívek ve věku 10-18 let, z nichž 70 tvořilo studijní skupinu, která měla idiopatickou skoliózu v rozmezí od 10-40°. Z vybraných 70 dívek mělo 34 pouze hrudní skoliózu, zatímco u dalších 36 se vyskytovala dextrokonvexní thorakální a sinistrokonvexní lumbální křivka. Zbýlých 27 zdravých dívek, z kontrolní skupiny, splňovaly následující kritéria: věk 10-18 let, žádné známky skoliózy, absence kontraindikací pro zátěžový test a souhlas rodičů. Skupina dívek se skoliózou byly rozděleny na dvě podskupiny. Podskupinu A s mírnou skoliózou tvořilo 42 dívek s křivkou v rozmezí od 10 do 24°. Podskupina B byla složena z 28 dívek se střední skoliózou se zakřivením 25-40°. U všech 97 dívek byla pomocí PWC170 (physical working capacity) testu na bicyklovém ergometru zhodnocena fyzická kapacita. V průběhu měření se dvakrát hodnotilo 5 minutové submaximální fyzické úsilí, které mohlo být ukončeno se srdeční frekvencí dosahující 130 až 150 tepů za minutu. Ve výsledku bylo zjištěno, že všechny naměřené hodnoty ve skupině A a B, tj. u dívek se skoliózou, byly nižší než v kontrolní skupině. Mezi skupinami byly zjištěny signifikantní rozdíly s ohledem na VO₂max. Skupina dívek se zakřivením v rozmezí 25°-40° vykazaly daleko nižší hodnoty VO₂max (l/min) než skupina dívek bez skoliózy. Ve vztahu k hmotnosti nebyl zaznamenán významný rozdíl v maximálním příjmu kyslíku. Czaprowski (2012) ve své studii zjistil nižší maximální příjem a výdej kyslíku u dívek s AIS v rozmezí 25°-40° oproti dívkám

s AIS s křivkou od 10° do 25° (Czaprowski et al., 2012). Snížené hodnoty VE a $VO_2\max$ u pacientů u ASI jsou částečně připisovány omezujícím ventilačním poruchám (Lorente et al., 2017).

8.2 Vliv cvičení na výkonnost pacienta s AIS

Neexistuje dostatek důkazů, že fyzická aktivita může obecně zlepšit skoliózu ve smyslu snížení velikosti křivky. Fyzická aktivita je však pro jedince se skoliózou prospěšná v mnoha ohledech: zvětšení pohyblivosti páteře, zvýšení síly svalů na konvexní či konkávní straně křivky a v neposlední řadě stimulace respiračních svalů (Athanasopoulos et al., 1999). Několik dalších studií prokázalo, že u mladých jedinců s mírnou až střední idiopatickou skoliózou, byla snížena schopnost produkovat aerobní práci. Jejich aerobní kapacita začíná klesat již u křivky, která přesáhne 25°. Už v roce 1981 se předpokládalo, že nízká aerobní kapacita u těchto pacientů souvisí s jejich fyzickou nečinností (Bas et al., 2011). Aerobní kapacita u dětí s mírnou idiopatickou skoliózou tak klesá na úroveň mezi patologickými a nejnižšími fyziologickými hodnotami. Na produkci aerobní práce se může podílet nošení korzetu, které částečně omezuje pohyblivost hrudníku a má důsledek na snížení kapacity plic a negativní ovlivnění mechaniky dýchání (Athanasopoulos et al., 1999).

Přestože pacienti s AIS vykazují během cvičení vhodné odpovědi srdeční frekvence a cévního periferního odporu, ventilační hodnoty byly u těchto pacientů často limitovány. Navzdory tomu, byla u skupiny jedinců s AIS po dlouhodobém tréninku shledána zlepšení u funkčního zátěžového testu a respiračních funkcí (Xavier et al., 2020).

8.2.1 Aerobní trénink u pacientů s AIS

Intermitentní aerobní trénink prováděný na cykloergometru, který 20 dívek s AIS, jejichž křivka byla lokalizovaná v hrudní oblasti a měla velikost $27,4^{\circ} \pm 1,9^{\circ}$, absolvovaly 4x týdně 30 minut po dobu 8 týdnů, nepatrně zlepšil parametry plicních funkcí. Poté výrazně došlo k zvýšení hodnot usilovné vitální kapacity (FVC), zatímco poměr FEV_1/FVC byl signifikantně snížen. Změny vitálních kapacit nebyly statisticky významné, došlo zde však ke zvýšení těchto hodnot oproti dívkám s IS, které se aerobních tréninků neúčastnily. Totéž platí i o hodnotách usilovné vitální kapacity

(FVC), které byly u trénovaných dívek vyšší, zatímco v netréované skupině tato hodnota poklesla. Velikost křivky u dívek s IS, které nepodstoupily aerobní tréninky, se v průměru pohyboval mezi $29,5^{\circ} \pm 1,8^{\circ}$. Aerobní trénink vyvolal u trénující skupiny pozitivní adaptaci. Jedno z vysvětlení by mohlo být, že u skoliotických jedinců dochází k adaptaci respiračních svalů. Při systematických trénincích by následně mohlo dojít ke zlepšení funkce a vytrvalosti dýchacích svalů. Schopnost aerobního výkonu se výrazně zvýšila u skupiny dívek, které podstoupily aerobní tréninky, zatímco u kontrolní skupiny dívek došlo k poklesu (Athanasopoulos et al., 1999).

Table 3. Static and dynamic parameters of pulmonary function and aerobic capacity for training and control groups (mean \pm SEM)

	Training group					Control group				
	before	after	D	%	P-value	before	after	D	%	P-value
VC, l	2.94 \pm 0.08	2.96 \pm 0.09	0.02	0.68	NS	3.09 \pm 0.11	2.97 \pm 0.12	-0.12	-3.88	0.01
FVC, l/s	2.82 \pm 0.09	2.97 \pm 0.10	0.15	5.32	0.01	3.07 \pm 0.11	2.89 \pm 0.12	-0.18	-5.86	0.01
FEV1, 1/1 s	2.60 \pm 0.09	2.58 \pm 0.10	-0.02	-0.77	NS	2.68 \pm 0.11	2.59 \pm 0.13	-0.09	-3.36	NS
FEV1/VC, %	89.79 \pm 1.56	87.45 \pm 2.30	-2.34	-2.61	NS	87.56 \pm 2.06	86.04 \pm 2.39	-1.52	-1.74	NS
FEV1/FVC	0.92 \pm 0.01	0.87 \pm 0.02	-0.05	-5.43	0.05	0.86 \pm 0.02	0.89 \pm 0.02	0.03	3.49	NS
PWC 170, W	70.06 \pm 2.15	103.1 \pm 3.42	33.04	47.16	0.01	77.68 \pm 1.86	72.03 \pm 1.68	-5.65	-7.27	0.01
PWC 170, W/kg	1.33 \pm 0.03	1.97 \pm 0.05	0.64	48.12	0.01	1.52 \pm 0.02	1.38 \pm 0.02	-0.14	-9.21	0.01

NS=not significant difference. D=absolute difference.

Obr. 1 Statické a dynamické parametry plicních funkcí a aerobní kapacity u trénujících a kontrolní skupiny (Athanasopoulos et al., 1999)

Bas a spol. testovali 6 dívek s AIS, jejichž křivka měla průměrnou hodnotu $28,1^{\circ} \pm 2,1^{\circ}$. Ani jedna z 6 dívek nebyla léčena korzetem. Jako kontrolní skupina bylo vybráno 6 zdravých dívek. Průměrný věk v obou skupinách se pohyboval v rozmezí 12-15 let. Všechny dívky absolvovaly 3 schůzky týdně po dobu 6 týdnů. Jedna schůzka trvala 60 minut, přičemž intenzita tréninku se v průběhu 6 týdnů postupně zvyšovala od 65 do 85 % VO_{2max} . Aerobní trénink nijak nezměnil hodnoty FVC ani FEV_1 . Nicméně hodnoty FEV_1/FVC poklesly výrazněji k normě pouze u pacientů s AIS. Po dokončení programu vzrostl maximální příjem kyslíku u dívek s AIS o 17 % a o 10 % u kontrolní skupiny. Další reakcí na proběhlé cvičení bylo výrazné snížení maximální dechové frekvence a to pouze u pacientek s AIS. Jak se očekávalo, u obou skupin nebyl zjištěn žádný rozdíl maximální srdeční frekvence (Bas et al., 2011).

	AIS group (n = 6)		Healthy group (n = 6)		ANOVA	Effect of condition (p value)	Effect of training (p value)	Interaction training × condition
	Before	After	Before	After				
Spirometry at rest								
Forced vital capacity (FVC) (L)	3.5 ± 0.4	3.5 ± 0.4	3.7 ± 0.7	3.5 ± 0.7				
Forced expiratory volume (FEV1) (L)	2.9 ± 0.4	3.0 ± 0.4	2.6 ± 0.7	2.9 ± 0.6				
FEV1/FVC (%)	85.3 ± 4.4	83.6 ± 5.2	84.2 ± 4.3	83.3 ± 7.4	<0.05	NS	NS	<0.05
Maximal exercise test								
Maximum oxygen uptake (VO_{2max}) (L/min)	1.8 ± 0.3	2.1 ± 0.3	2.0 ± 0.3	2.2 ± 0.3	<0.05	<0.05	<0.05	NS
Maximum oxygen uptake (mL/kg/min)	35.9 ± 4.9	40.1 ± 3.1	37.3 ± 3.1	40.2 ± 2.2	<0.05	<0.05	<0.05	NS
METS	10.3 ± 1.4	11.2 ± 1.7	9.5 ± 1.6	10.8 ± 1.1	<0.05	NS	<0.05	NS
Breath frequency (BF)	53.2 ± 6.7	49.1 ± 10.3	47.2 ± 8.3	46.0 ± 6.3	<0.05	<0.05	NS	<0.05
Respiratory ratio (R), VO_2/VCO_2	1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.1	<0.05	NS	NS	<0.05
Heart rate at maximal exercise (bpm)	186.6 ± 11.5	187.6 ± 9.4	192.0 ± 7.3	191.0 ± 6.7				
Heart rate at AT (bpm)	149.5 ± 4.3	146.5 ± 4.5	154.6 ± 8.1	150.8 ± 8.6	<0.05	<0.05	<0.05	NS
Maximal power output (W/kg)	2.7 ± 0.5	2.9 ± 0.3	2.9 ± 0.1	3.0 ± 0.7	<0.05	<0.05	NS	<0.05
Power at AT (W/kg)	1.7 ± 0.4	1.9 ± 0.2	1.8 ± 0.5	2.0 ± 0.6	<0.05	NS	<0.05	NS

The values are presented as mean ± SD
AT anaerobic threshold, NS not significant

Obr. 2 Porovnání kardio-respiračních funkcí v průběhu maximální tolerance zátěže u dívek s AIS a kontrolní zdravé skupiny (Bas et al., 2011).

Na (University of Mogi das Cruzes) oddělení ortopedie a traumatologie a oddělení kardiopulmonální rehabilitace v Santa Casa de San Paulo v Brazílii byla provedena studie na skupině pacientů s adolescentní idiopatickou skoliózou, kteří čekají na chirurgickou léčbu. Cílem bylo odhadnout účinek kombinovaného aerobního a odporového tréninku ve srovnání pouze s aerobním tréninkem na respirační funkce, vnímání námahy a funkční výkonnost. Po vyřazení nevhodných kandidátů zůstalo ve studii 40 adolescentů s IS, kteří byli rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny po 20. Všichni účastníci měli jedno zakřivení s vrcholem v hrudní páteři. Na začátku nebyly mezi skupinami zjištěny významné rozdíly v jejich funkční a respirační kapacitě. Účastníci byli v náhodném poměru 1:1 rozděleni do experimentální intervence, provádějící aerobní a odporový trénink, a kontrolní intervence, absolvující pouze aerobní trénink. Všichni účastníci museli být ve věkovém rozmezí od 10-18 let, kandidáti na chirurgickou korekci křivky, která byla větší než 45° a bez žádného plicního, kardiálního a neurologického onemocnění. Každý zúčastněný měl naplánovaný po dobu 12 týdnů tři 60 minutová cvičení týdně pod dohledem fyzioterapeuta. Kontrolní skupina začínala cvičební hodinu 10 minutovým zahřátím, následované 40 minutovým aerobním cvičením na elektrickém běžeckém páse a zakončené 10 minutovou relaxací. Intenzita cvičení na elektrickém běžeckém páse byla udržována v rozmezí 60-80 % maximální tepové frekvence, která byla vypočtena jako 220-věk. Cvičení experimentální skupiny bylo započato 10 minutovým zahřátím. Následovalo 30 minut aerobního tréninku na elektrickém běžeckém páse v 60-80 % maximální srdeční frekvence a 10 minut odporového tréninku. V závěru cvičební hodiny bylo 10 minut relaxace. Při odporovém tréninku byly posilovány tyto svaly: m. biceps brachii, m. triceps brachii, mm. pectorales, m. latissimus dorsi, m. quadriceps femoris a m. triceps surae. Respirační funkce byly měřeny pomocí spirometrie v pozici vsedě. Měřené parametry byly usilovná vitální kapacita (FVC), usilovný výdechový objem za 1 sekundu (FEV₁), poměr FEV₁/FVC, střední výdechová rychlost (FEF_{25/75}) a poměr FEF_{25/75}/FVC. 6MWT byl proveden jako volná chůze po dobu 6 minut co nejrychlejší chůzí po 30 metrové dlouhé chodbě. Stupeň námahy na konci testu byla hodnocena účastníkem pomocí Borgovy škály vnímání úsilí. Na začátku a konci testování byl zaznamenán krevní tlak v mm Hg, srdeční frekvence, dechová frekvence a saturace kyslíkem (SpO₂). Zjistilo se, že na konci cvičebního období byla u obou skupin zaznamenána zlepšení z pohledu respiračních funkcí. Při měření několika respiračních hodnot jako jsou FEV₁, FEF₂₅₋₇₅, FEV₁/FVC a FEF₂₅₋₇₅/FVC byl sledán

kombinovaný trénink jako více příznivý než trénink pouze aerobní. U výsledných hodnot FVC bylo zhodnoceno jako nejasné, zda je kombinovaný trénink více či méně příznivý než aerobní trénink. U obou skupin bylo po dokončení všech cvičení sledáno zlepšení v maximálním respiračním tlaku a průtoku. Kombinovaný trénink byl též sledán pro tyto hodnoty příznivější než trénink pouze aerobní. Bylo odhadnuto, že kombinovaný trénink je pro hodnotu maximálního výdechového průtoku příznivější než aerobní trénink. Při 6 minutovém testu chůze bylo po 12 týdnech u obou skupin výrazné zlepšení. Bylo dosaženo lepších výsledků s menším úsilím. Na konci testování 6MWT byla dosažena nižší dechová frekvence. U dalšího kardiorespiračního měření nebylo na konci testování odhadnuto jednoznačné upřednostnění jednoho typu tréninku před druhým. Oba typy tréninků byly v obou skupinách dobře tolerovány. V závěru studie bylo odhadnuto, že aerobní trénink kombinovaný s odporovým tréninkem je více prospěšný než samotný aerobní trénink a to pro většinu funkcí respiračních, maximální inspirační tlak, maximální výdechový průtok a funkční cvičební kapacitu. Větší zlepšení funkční cvičební kapacity bylo dosaženo s menším úsilím a nižší dechovou frekvencí. Ve většině výsledků však dosáhly obě skupiny v průběhu 12 týdnů studie k výraznému zlepšení. Současní autoři jsou inspirováni k navržení odporových cvičení ke zlepšení cvičební kapacity u pacientů s AIS a to prostřednictvím kondice celého těla nebo možného vzájemného působení mezi končetinovým a hrudním svalstvem. Cvičení na posílení končetin tak může nepřímo posílit trupové svalstvo a svaly pletence ramenního, což může nadále pomoci k větší hrudní expanzi (Xavier et al., 2020).

8.2.2 Tolerance k zátěži u pacientů s AIS

Bylo zjištěno, že pacienti s mírnou adolescentní idiopatickou skoliózou nevykazují významné omezení ventilačních parametrů při měření statickou spirometrií. Byla u nich však zjištěna snížená tolerance zátěže (Barrios et al., 2005). Ve studii, kterou podstoupilo 33 dívek, s křivkou od 24° do 76°, a 7 chlapců, jejichž křivka se pohybovala mezi 22-80°, bylo hodnoceno, zda je tělesná tolerance ovlivněna velikostí hrudní křivky a kyfózy. Nikdo z nich nepodstoupil operační intervenci. Zjišťovala se korelace mezi radiografickým měřením a měřením zahrnující spirometrické a kardiopulmonární funkce. Všichni účastníci podstoupili radiologické zhodnocení křivky, funkční plicní test (PFT), kardiopulmonální zátěžové testy (CPET) užívající

bicyklovou ergometrii a ultrasonografickou echokardiografií, kterou byly vyloučeny srdeční abnormality a plicní hypertenze. CPET zahrnoval rampový protokol speciálně navržený pro testování na bicyklovém ergometru. Ventilační parametry byly měřeny pomocí respirační chlopně a náustku obsahující analyzátor plynu. Kardiorespirační parametry byly průběžně monitorovány během CPET pomocí elektrokardiografie. U 33 pacientů, kteří dokončili zátěžové testování, se vyskytovala hlavní křivka v oblasti hrudní páteře, u dalších 5 jedinců bylo primární zakřivení v oblasti bederní páteře. Příjem kyslíku se nelišil mezi pacienty, kteří měli primární hrudní a primární bederní křivku. U pacientek nebyla nalezena žádná spojitost mezi hrudní křivkou a výsledky funkčních plicních testů (PFT), zatímco u kardiopulmonálního zátěžového testování (CPET) se u pacientek s křivkou větší než 60° se objevila nižší krevní kyslíková saturace při maximální zátěži. Pacientky, u kterých hrudní křivka přesahovala 50 a více stupňů, vykazovaly při maximální zátěži vyšší dechovou frekvenci a nižší dechový objem za minutu a nižší dechovou rezervu. Výsledky ovšem naznačují, že tolerance zátěže není spojena s frontálním hrudním zakřivením. Byla zjištěna možná souvislost mezi primární hrudní křivkou a plicními funkcemi. Parametry spojené s kardiovaskulárním systémem a metabolickou výměnou plynů nekorelovaly s výskytem hrudní křivky ani kyfózou. Nehledě na výskyt křivky, pacienti, kteří pravidelně prováděli aerobní cvičení, měli lepší výkon v CPET, což bylo doloženo maximálním příjmem kyslíku (Shen et al., 2016).

Intolerance cvičení může u pacientů s IS sekundárně vést k oslabení dýchacích svalů a omezení plicní kapacity. Fyzická de kondice může být brzkou manifestací u pacientů i s mírným stupněm zakřivení. U pacientů s mírnou skoliózou do 20° dle Cobba, kteří v klidu nemusí vykazovat známky respirační dysfunkce, se může objevit abnormální ventilační obraz a postižení dýchacích svalů. V průběhu cvičení se u těchto pacientů ukázalo snížení funkční kapacity a maximálního příjmu kyslíku. Ventilační abnormality jsou stejně jako oslabení a funkční omezení dýchacích svalů sekundárním projevem deformace hrudního koše a rotace obratlů. Byl zjištěn vliv skoliózy na funkce plic, avšak u mírného stupně skoliotického zakřivení byl tento vliv zhodnocen jako zanedbatelný (Abdelaal, 2017).

U 37 dívek s AIS ve věkovém rozmezí 11-16 let, jejichž průměrná křivka měla $32,8^\circ$ dle Cobba, byla změřena bazální spirometrie a dynamické ventilační parametry v průběhu testu maximální tolerance zátěže. 26 z 37 dívek bylo léčeno korzetem, operaci nepodstoupila ani jedna dívka. Zátěžový test se skládal z rampového protokolu na běžeckém pásu se začínající rychlostí 2,7 km/h s nárůstem 0,72 km/h každou minutu. Test byl u všech jedinců ukončen na vyčerpání, aby bylo možné stanovit parametr maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}). Stejný zátěžový test podstoupila i skupina 10 zdravých dívek. Nebyly však nalezeny žádné rozdíly v bazálních ventilačních parametrech (FVC, FEV_1) mezi skoliotickými a zdravými účastnicemi. Dívky se skoliózou ovšem vykazovaly horší toleranci v zátěžovém testu s průměrnou nižší maximální rychlostí, která činila 9,4 km/h, oproti skupině zdravých dívek, jejich průměrná rychlost byla 11,5 km/h. Dívky se skoliózou též vykazovaly při maximální zátěži nižší ventilační účinnost a nižší anaerobní práh, který se u pacientek se skoliózou vyskytoval na rychlosti 7,53 km/h (tj. 80%) a u zdravých pacientek na rychlosti 10,24 km/h (tj. 89%). Maximální dechová frekvence u těchto dívek byla naměřena vyšší, což napovídá kompenzačnímu mechanismu v reakci na nižší ventilační kapacitu během cvičení. Pacientky, které nosily korzet v době hodnocení ventilačního měření, nevykazovaly žádné rozdíly v parametrech vyšetřovaných v rámci bazální spirometrie ani v průběhu testu tolerance zátěže. Hodnoty FVC měly tendenci být vyšší u dívek s křivkou menší 30° než u křivek, které přesahovaly 40° . Výsledné hodnoty VE_{max} (maximální minutové ventilace) měřené během maximální zátěže byly nejvýznamnějším ukazatelem rozdílů mezi skoliotickými a zdravými dívkami. Hodnoty VE_{max} korelovaly se závažností skoliotické křivky. U pacientů s výraznější křivkou bylo zjištěno větší omezení ventilační kapacity. Respirační nevykonnost spolu s nižší ventilační kapacitou a maximální spotřebou kyslíku může být odpovědná za sníženou toleranci zátěže u adolescentů s idiopatickou skoliózou. Cvičební dekonďice u jedinců se skoliózou tak nemůže být připisována léčbě korzetem (Barrios et al., 2005).

Abdelaalova studie obsahovala studijní skupinu A a kontrolní skupinu B ve věkovém rozmezí 10-17 let. Nikdo ze zúčastněných nebyl před ani v průběhu studie zapojen do žádných konzervativních postupů nebo chirurgické léčby. Ve studijní skupině A bylo 17 chlapců a 56 dívek s AIS bez příznaků a známek jiné diagnózy. U všech 73 účastníků v této skupině byl diagnostikován stejným lékařem Cobbův úhel v rozmezí $10-20^\circ$.

91,8 % účastníků mělo hrudní křivku, 8,2 % thorakolumbální. Adolescenti s úhlem menším 10 stupňů a větším 20 stupňů v této skupině nebyli zahrnuti. Do kontrolní skupiny B bylo zařazeno 5 chlapců a 29 dívek odpovídajícího věku bez známek skoliózy. Adolescenti ve skupině B měli normální hodnoty ventilačních funkcí a funkční kapacity. Všichni účastníci podstoupili hodnocení usilovné vitální kapacity (FVC), usilovný výdechový objem za 1 sekundu (FEV_1), poměr FEV_1/FVC , maximální volní ventilaci (MVV) a šesti minutový test chůze (6MWT). Hodnoty FVC, FEV_1 a MVV byly zaznamenány počítačovým spirometrem. Měření FVC a MVV bylo zopakováno 3x a použity byly nejlepší výsledky. Cvičební kapacita byla u každého zúčastněného hodnocena pomocí 6MWT. Ve studijní skupině A byly průměrné hodnoty FVC nižší než 80 % předpokládané normální hodnoty a to 3.16 ± 0.48 L. Průměrná hodnota MVV byla v této skupině též nižší než 80 % předpokládané normy 110.04 ± 10.4 L/m. Výsledky FEV_1 byly mírně sníženy pod 80 % předpokládaných hodnot 2.75 ± 0.4 L. Ve skupině A byl poměr FEV_1/FVC v normě, tj. > 70 %. Ventilační funkce u skupiny účastníků se skoliózou vykazoval restriktivní obrazec. Meziskupinové porovnání ukázalo, že hodnoty FVC, FEV_1 , MVV a 6MWT byly výrazně vyšší u skupiny B oproti skupině A. Ukázalo se, že ve skupině A není korelace mezi páteřním zakřivením vyobrazené Cobbovým úhlem a hodnotami FVC, FEV_1 , MVV a 6MWT. Bylo dokázáno, že pacientu s mírnou AIS jsou náchylnější k mírným ventilačním a funkčním poškozením. Tato zjištění jsou nadále obdobná u pacientů se závažnějšími skoliotickými deformitami (Abdelaal et al., 2017).

Shrnutí rešerží

Autor	Rok vydání studie	Počet jedinců ve studijní skupině	Kontrolní skupina	Věk	Velikost křivky dle Cobba (průměrná hodnota)	Lokalizace křivky	Korzoterapie (K) /operační léčba (OL)	Měřené hodnoty	Porovnání s kontrolní skupinou	Vztah měřených hodnot s křivkou
DjRocco, Vacarro	1988	n=19 (D-15, CH-4)	NE	13,4 let	21,5°	neuveдено		křivka > 25°-> průměrně VO2max 32,6 ml/kg/min; křivka < 25°-> průměrně VO2max 42,6 ml/kg/min		snížení hodnot VO2max koreluje se zvyšující se velikost křivky
Athanasopoulos et al.	1999	n= 20 (D-20)	ANO (D-20) - těž dívky se skoliózou	13,5 +- 0,16 let	Experimentální skupina: 27,4° +- 1,9°; kontrolní skupina: 29,5°+- 1,8°	hrudní - 40x	K - ANO	4x30 minut 8 týdnů aerobní trénink -> po 8 týdnech zvýšení FVC, výrazné snížení FEV1/FVC	statisticky nevýrazné zvýšení VC u studijní skupiny oproti kontrolní skupině; zvýšení FVC	
Barrios et al.	2005	n= 37 (D- 37)	ANO (D- 10)	11-16 let	32,8°		K - ANO (26/37); OL - NE	FVC - vyšší u dívek s křivkou < 30°, FEV1, tolerance v zatěžotém testu s průměrnou rychlostí 9,4 km/h; aerobní práh na rychlosti 7,53 km/h (80 %); VEmax korelovala se závažností křivky	FVC, FEV1 -> bez rozdílu mezi skupinami; tolerance v zatěžotém testu horší než kontrolní skupiny (11,5 km/h); aerobní práh u kontrolní skupiny na rychlosti 10,24 km/h (89 %);dívky podstupující léčbu korzetem měly tendenci k nižším hodnotám FVC a FEV1, ale bez statistického významu	VEmax korelovala se závažností křivky
Bas et al.	2011	n= 6 (D- 6)	ANO (D- 6)	12-15 let	28,1°+- 2,1°	hrudní - 6x	K - NE; OL - NE	3x60 minut 6 týdnů aerobní trénink -> po 6 týdnech nezměněny FVC ani FEV1, zvýšení VO2max o 17 % u skoliotických dívek, u zdravých dívek, u skoliotických dívek výrazné snížení max. dechová frekvence	FEV1/FVC u dívek s ASI poklesly k normě výrazněji než u kontrolní skupiny	
Johnston et al.	2011	n= 858	NE	8-18 let		hrudní - 858x	K - ANO (379/858); OL- ANO	křivky větší 70° a T5-T12 kyfózou větší 10°-> zjištěna ventilační restrikce		zvyšující se závažost ve frontální rovině má větší vliv na respirační poškození

Czaprowski et al.	2012	n = 70 (D - 70); podskupina A - 42, podskupina B - 28	ANO - (D-27)	10-18 let	podskupina A - křivka 10°-24° podskupina B - křivka 25°-40°	hrudní - 34x; hrudní + bederní - 36x	K - ANO	hodnocení fyzické kapacity; měření submaximální fyzického úsilí	všechny měřené hodnoty ve studijní skupině nižší než v kontrolní; podskupina B nižší hodnoty VO2max podskupina A	snížení hodnot VO2max koreluje se zvyšující se velikostí křivky
Shen et al.	2016	n=40 (D - 33, CH-7) - 2 nedokončili testování	NE	D - 11-35 let; CH - 13-18 let	D - 24°-76°; CH - 22°-80°	hrudní - 33x; bederní 5x; 2 probandi testování nedokončili	K - ANO (neuveďeno, kolik jedinců); OL - NE	SpO2 při max. zátěži nižší u křivek >60°; křivky >50° při max. zátěži vyšší dechová frekvence a nižší dechový objem	pacienti léčení korzetem mají nižší hodnoty FVC, FEV1 oproti pacientům bez korzetu	spojitost mezi hrudní křivkou a plicními parametry NENALEZENA
Ran et al.	2016	n pacientů s ASI nosící korzet	n pacientů s ASI bez korzetu			hrudní	K - ANO	nižší hodnoty FVC, FEV1		
Abdelaal et al.	2017	n = 73 (D - 56, CH - 17)	ANO (D - 29, CH - 5)	10-17 let	10°-20°	hrudní - 67x; thorakolumbální - 7x	K - NE; OL - NE	FVC <80 %; MVV <80 %; FEV1 < 80 %; FEV1/FVC > 70 % (normal); VF - známky restrikce	FVC, FEV1, MVV, 6MWT --> horší výsledky než kontrolní skupina	křivka má vliv na zhoršení měřených hodnot
Lorent et al.	2017	n = 20 (D-15, CH-5)		13 let	>45°		OL - ANO	VO2max předoperačně - 31,3 ml/kg/min; VO2max pooperačně po 2 letech - 28,9 ml/kg/min (pokles o 8,7 %) --> zmenšení tolerance k zátěži		po operaci došlo ke zmenšení křivky, ale hodnoty VO2max se pooperačně snížily --> není tudíž korelace mezi velikostí křivky a VO2max
Jeans et al.	2017				<35°			VO2max v normálním rozmezí, výsledky PFT minimální zhoršení		VO2max nekoreluje s velikostí křivky
Yagci et al.	2019				>45°		K - ANO	pacies hodnot VO2max, ale stále v rozmezí normálních hodnot		
Romberg et al.	2020						K - ANO; OL - ANO	snížení hodnot FEV1, FVC, VC, MVV; snížená síla dýchacích svalů	u jedinců léčených s korzetem/po operační léčbě --> snížený hrudní expanze a dechové pohyby	křivka ovlivňuje ventilační hodnoty

Zkratky: n - počet jedinců; D - dívky; CH - chlapci; K - korzetoterapie; OL - operační léčba; FVC - usilovná vitální kapacita; FEV1 - jednovteřinová vitální kapacita; FEV1/FVC - Tiffeneauův index; MVV (VEmax) - maximální volní ventilace; VO2max - maximální spotřeba kyslíku; VC - vitální kapacita, PFT - funkční plicní test, VF - ventilací funkce, SpO2 - saturace krve kyslíkem

Tab. 1 Souhrn rešeršních studií

9 KAZUISTIKA

Ke zpracování kazuistiky byla vybrána pacientka s adolescentní idiopatickou skoliózou. Součástí kazuistiky je anamnéza, kineziologický rozbor a výsledky zátěžového vyšetření.

Pacientka: L. P.

Narození: 2004

Diagnóza: Adolescentní idiopatická skolióza,
lokalizace křivky: Th7 – 16sin – Th12 – 16dx – L4

9.1 Anamnéza

NO: Skolióza zachycena v prosinci 2017 během pravidelné preventivní prohlídky u svého pediatra. Od té doby pacientka sledována na Klinice dětské a dospělé ortopedie a traumatologie 2. LF UK a FN Motol. Od prosince 2017 pacientka dochází na rehabilitace mimo FN Motol. Pravidelné RTG snímkování vždy 1x za 6 měsíců. V říjnu 2018 byl pacientce indikován korzet na noc. Od června 2019 pacientka dochází na pravidelné rehabilitace na Kliniku dětské reha bilitace ve FN Motol.

Průběh velikosti křivky:

12/2017: Th7-10sin-Th12-12dx-L4

10/2018: Th7-16sin-Th12-16dx-L4 – pacientce byl předepsán korzet na noc

5/2019: Th7-8sin-Th12-22dx-L4

3/2020: Th7-14sin-Th12-21dx-L4

OA: Porod bez komplikací – kyčle bez patologického nálezu. Od února 2014 sledována dětským kardiologem pro četné supraventrikulární extrasystoly (SVES), prolaps mitrální chlopně + stopa mitrální insuficience, jinak bez dalších vad. Prodělala běžné dětské nemoci. Dispenzarizace na ortopedii pro skoliózu, zároveň sledována na dětské kardiologii pro lehkou dysrytmii, opakované vyšetření Holtrem.

PMV: v normě, samostatná chůze mezi 14.-15. měsícem

RA: otec skolióza, bratr skolióza, RA dále nevýznamná

FA: sezónně antihistaminika

AA: pyl – polinotické obtíže

GA: menses od 13 let

SA: studentka 9. třídy na zš

Kroužky: 0

SPA: Pravidelné sportování 0, s rodinou příležitostně kolo, plavání, bruslení, lyže – bez obtíží; tělesnou výchovu absolvuje s vyloučením úderů do hrudníku a skoků do vody.

Tolerance zátěže – svým vrstevníkům v běžných aktivitách stačí

Operace: 0

Úrazy: 0

Subjektivní vyšetření: Cítí se zdráva, bez potíží a bolesti.

9.2 Vyšetření pacientky

Kineziologický rozbor

Stoj:

Valgózní postavení kotníků, více lat. sin.. Při podřepu dochází k zvýraznění valgózního postavení kotníků. Levostraně snížena nožní klenba. Mírná varozita kolen bilaterálně, popliteální rýhy symetrické. Gluteální rýhy asymetrické, levá postavena níže. Pánevní sešikmena sin., rotována dx.. Oblast thorakobrachiálních trojúhelníků asymetrická – levostraně hlubší. Osa páteře ve frontální rovině dvojitě esovitě zakřivená. Prohloubená bederní lordóza. Hrudní kyfóza v sagitální rovině oploštěná. Asymetrické kontura ramen – levé postaveno výše. Levá lopatka postavena kraniálněji. Bilaterálně mírné oslabení mm. serrati anteriores – scapulae alatae. Protrakce ramen bilaterálně, více nalevo. Předsunutá držení hlavy.

Vyšetření pánve

Mírná asymetrie ve výšce hřebenů pánevních kostí – pravá crista iliaca postavena výše než levá. Shift pánve doleva, rotace pánve doprava. Asymetricky postavené SIAS – pravá SIAS výše než vlevo. Asymetrie SIPS – napravo SIPS postavena výše.

Vyšetření pohyblivosti páteře

Thomayerova zkouška: daktylionem 3. prstu se pacientka dotkne země.

Testy

Adamsův test: pozitivní, v horní Th-páteři výraznější paravertebrální val levostraně, v dolní Th-páteři výraznější paravertebrální val pravostranně.

Trandenburgova zkouška: jednostranně pozitivní, při stožení na levé dolní končetině dochází k poklesu pánve pravostranně. Při stožení na pravé dolní končetině pánev levostranně bez poklesu.

Vyšetření mobility dle Beighton skóre: pacientka dosáhla stupně 3 z 9 – pacientka není hypermobilní. (Hypermobilní je jedinec, pokud v její věkové kategorii dosáhl stupně 4 a více).

Terapie:

Pacientka od 6/2019 dochází v pravidelném intervalu 14 dnů na Klinikou dětské rehabilitace ve FN Motol na individuální terapii, vedené PhDr. Šafářovou, Ph.D. Součástí terapie jsou manuální techniky, cvičení na neurofyziologickém podkladě (Vojtova metoda, DNS), Klappovo lezení, cvičení s různými pomůckami (skluzné plochy, labilní podložky, pružné tahy a podobně). Součástí terapie je i edukace pacientky a rodičů. Pacientka dle doporučení své fyzioterapeutky provádí každý den doma naučené cviky z ambulantní terapie. Součástí léčby je i pravidelné nošení korzetu, který pacientku výborně koriguje. Dle doporučení lékaře nosí pacientka korzet přes noc na 7-8 hodin.

Zákonný zástupce podepsal souhlas s poskytováním informací a zdravotní dokumentace.



Obr. 3 Fotodokumentace – stoj zezadu



Obr. 4 Fotodokumentace - stoj v předklonu



**Obr. 5 RTG snímek pacientky
(předozadní projekce) - říjen 2018**



**Obr. 6 RTG snímek pacientky
(předozadní projekce) - březen
2020**

9.3 Zátěžové vyšetření

Pacientka podstoupila zátěžové vyšetření, které bylo provedeno na Klinice rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol v Laboratoři funkční zátěžové diagnostiky v prosinci 2018. Pacientka se před vyšetřením cítila bez obtíží, bolesti na hrudi nepožívala. Zátěž byla ukončena pro její celkovou únavu. Po celou dobu zátěžového vyšetření bylo monitorováno 12 svodové EKG, na pravé horní končetině byl měřen krevní tlak pomocí odpovídající manžety, saturace hemoglobinu byla zaznamenávána pulzním oxymetrem, byla provedena analýza vydechovaných plynů a změřen poměr mrtvý prostor/dechový objem rychlým kapnometrem. V době, kdy pacientka podstoupila zátěžové vyšetření, byla velikost křivky Th7-16sin-Th12-16dx-L4.

Zátěžové vyšetření na bicyklovém ergometru

Stupeň vyšetření	Fáze zátěže	TF [1/min]	TK na PHK [mmHg]	SpO ₂ [%]
V klidu	vleže po 5 min	89	115/80	-
	vsedě na ergometru	101	105/75	98
	1.0 W/kg 3 min	134	120/70	97
	2.0 W/kg 3 min	182	145/60	97
	kontinuálně zvyšovaná zátěž od 2,0 W/kg do 3,1 W/kg za 1:50 min	196	180/-	96
Zotavení	3 min	135	145/60	-

Tab. 2 Zátěžové vyšetření na bicyklovém ergometru

Zkratky: **W** – watt; **kg** – kilogram; **TF** – tepová frekvence; **TK** – krevní tlak; **PHK** – pravá horní končetina; **min** – minuta; **mmHg** – milimetr rtuťového sloupce; **SpO₂** – saturace krve kyslíkem

Zátěžový test byl proveden do subjektivního maxima, kdy hodnota VO₂peak činila 34 ml/kg/min. Test byl ukončený pro celkovou fyziologickou únavu. V průběhu zátěže nebyly na EKG zaznamenány žádné patologické změny. Zrychlení tepové frekvence bylo zhodnoceno jako přiměřené a reakce krevního tlaku odpovídala normě. Pacientky zdatnost byla zařazena do spodní poloviny populačního rozpětí.

DISKUZE

Skolióza patří k nejčastějším páteřním deformitám, které postihují dětský i dospělý věk (Repko, 2012). Nejhojněji se vyskytuje skolióza idiopatická, až 80 % všech diagnostikovaných skolióz. Progrese tohoto onemocnění je daleko pravděpodobnější v období nedokončeného kosterního růstu, a proto je velice důležitá včasná diagnostika a následná terapie.

Je překvapivé, že SOSORT uvádí, že pouze 10 % diagnostikovaných případů vyžaduje konzervativní léčbu a 0,1-0,3 % potřebuje operační léčbu této deformity. Jaký terapeutický postup má být volen pro zbývající pacienty, recentní guidelines přesně neuvádí. Konzervativní léčba idiopatické skoliózy (CTIS – Conservative treatment of idiopathic scoliosis) zahrnuje specifické fyzioterapeutické cvičení pro skoliózu (PSSE - Physiotherapeutic scoliosis-specific exercise). Všechna PSSE a korzetování byly roku 2011 akceptovány mezinárodní společností SOSORT jako terapeutické intervence. PSSE mohou být praktikována samostatně nebo v kombinaci s korzetováním nebo operací v závislosti na individuálních indikacích. Z klinických studií je doloženo, že PSSE může přechodně stabilizovat progresi skoliotické křivky. U neprogresivního typu skoliózy může pravidelné praktikování PSSE dočasně a významně snížit Cobbův úhel. Neustále se diskutuje, jaká je nejefektivnější metoda terapie. Dle SOSORT patří k nejčastějším cvičebním přístupům pro léčbu AIS a zároveň označeny jako Evidence Based Method (metody založené na důkazech): Metoda dle Schrottové, SEAS, the Side Shift program a DoboMed metoda. Mimo tyto metody se při léčbě idiopatické skoliózy často používají různé další modifikace Metody Schrottové, Klapovo lezení. V zemích, kde jsou dostupné kurzy, Vojtova reflexní lokomoce. Na Klinice dětské rehabilitace ve FN Motol se při léčbě AIS nejčastěji využívají cvičení založené na neurofyziologickém podkladě. Kombinují se prvky z Dynamické neuromuskulární stabilizace, Vojtovy reflexní lokomoce, Klappova lezení a dalších přístupů.

Korzetoterapie je s PSSE součástí konzervativní léčby u skolióz. Historicky většina světové literatury uvádí léčbu korzetem u křivek od 20° do 40°. Doporučená doba nošení korzetu je velmi často udávána 23 hodin denně. Nejnovější guidelines, (SOSORT 2016), ovšem tvrdí, že není podstatný rozdíl při nošení korzetu 16-18 hodin denně a 18-23 hodin denně. Proto by bylo vhodné v praxi aplikovat nošení korzetu minimálně zmíněných 16 hodin, a více času se věnovat rehabilitačnímu cvičení a jiným

fyzickým aktivitám. Nicméně platí, že doba, po kterou musí dítě korzet nosit je individuální i vzhledem k dalším faktorům (kvalita měkkých tkání, mozečkové příznaky, hypermobilita, rodinná zátěž) a vždy je na zvážení lékaře. Na základě pozitivních zkušeností Klinika dětské rehabilitace ve FN Motol doporučuje svým pacientům nošení korzetů již od křivek nižších. Pacient nemusí čekat, až se křivka zhorší nad 20°. Vlivu korzetu se využije preventivně pro snížení rizika progresu a také v situaci, kdy menší křivku je snazší ovlivnit. Léčba korzetem je zde vždy aplikovaná současně s cvičebními metodami.

Skolióza svým charakteristickým postavením působí na změnu postavení hrudního koše. Více autorů (Tsiligiannis, 2012; Banjar, 2003; Johnston, 2011) se shoduje v tom, že u skoliotických pacientů nastává oproti zdravým jedincům ke snížení plicních funkcí a to převážně restriktivního charakteru. Často následně dochází k snížení plicních objemů a celkového zmenšení plicní kapacity. Dle Tsiligiannise (2012) se na snížení objemu plic podílí více faktorů a to převážně lokalizace křivky a ztráta hrudní kyfózy. Abdelaal (2017) ve studii uvádí, že již u jedinců s hrudní křivkou v rozmezí 10°-20° dle Cobba, byly hodnoty jako FVC, MVV a FEV₁ mírně nižší než 80 % předpokládaných normálních hodnot. Ventilační funkce u těchto jedinců svými hodnotami vykazovaly mírné známky restriktivního klinického obrazu. Banjar (2003) zjistil, že u křivek 70° s odchylkou ± 30°, se vyskytuje restriktivní omezení až u 2/3 pacientů. Johnston (2011) udává, že restrikcii vykazují především jedinci s křivkou větší než 70° a zmenšenou hrudní kyfózou. Nošení korzetu může mít též vliv na snížení některých plicních hodnot. Více autorů (Abdelaal, 2017; Yagci, 2019; Xavier, 2020) se shodují, že spolu s těmito změnami se síla dýchacích svalů často vyskytuje pod normou. Yagci (2019) dodává, že toto snížení se vyskytuje u skoliotických pacientů s korzetem i u těch, kteří léčbu s korzetem nepodstupují. Ran (2016) udává, že pacienti s AIS, kteří podstupují léčbu korzetem, mají nižší hodnoty FVC a FEV₁ oproti pacientům s AIS, kteří léčeni korzetem nejsou, to však pouze u jedinců s hrudní křivkou. Yagci (2019) došel k závěru, že nošení korzetu může limitovat některé plicní funkce a snížení ventilačních hodnot FEV₁, FVC, VC, MVV. Mnoho jiných studií naopak tvrdí, že nošení korzetu nemá na plicní funkce výrazný vliv. V tomto směru jsou do budoucna potřebné další studie. Romberg (2020) ve své studii píše, že jedinci, podstupující léčbu korzetem mají výrazně větší rozsah pohyblivosti hrudníku a lepší plicní funkce než jedinci, která podstoupili operační intervenci. Jeans (2017) uvádí, že plicní funkce jsou u pacientů s AIS změněny před i pooperačně, záleží ovšem na typu operačního zákroku. Tvrdí, že

jedinci, kteří podstoupili anteriorní přístup, vykazují po operaci horší výsledky v PFT (funkční plicní test) než ti, kteří byli operováni posteriorním přístupem. Choudhry (2016) se přiklání k obdobnému názoru, že anteriorní přístup je doprovázen s vyšším rizikem plicích komplikací oproti přístupu posteriornímu. Lorente (2017) u pacientů s AIS při měření hodnot $VO_2\max$ zjistil, že předoperačně jsou jejich hodnoty průměrně vyšší než 2 roky po prodělání operace. Jeans (2017) zaznamenal statistický pokles hodnot $VO_2\max$ po prodělání operační léčby, přesto však hodnoty před i po operaci spadají do rozmezí normálních hodnot. Zjistil, že u pacientů s AIS má daleko větší vliv na hodnoty $VO_2\max$ provádění pravidelné fyzických aktivit, než velikost zakřivení páteře. Proto je zde otázkou, zda se na poklesu hodnot $VO_2\max$ po prodělání operace více podílí snížení tělesné aktivity jako takové, nebo fakt, že má jedinec operovanou páteř a změněnou dynamiku hrudníku. Dle Sperandia (2014) je hodnota $VO_2\max$ u pacientů s AIS snížena oproti zdravým jedincům. DiRocco a Vacarro (1988) vyzkoumali, že jedinci s velikostí křivky do 25° vykazují daleko větší hodnoty $VO_2\max$, než ti, jejichž křivka přesahuje 25° . Athanasopoulos (1999) je téhož názoru, že aerobní kapacita začne klesat u křivek, které přesáhnou 25° . Czaprowski (2012) udává, že jedinci s křivkou v rozmezí $25-40^\circ$ vykazují daleko nižší hodnoty $VO_2\max$, než ti s křivkou od $10-25^\circ$. Při porovnání se zdravými jedinci vykazují skoliotičtí pacienti nižší hodnoty $VO_2\max$. Hodnoty $VO_2\max$ se pohybují na rozhraní nejnižších fyziologických a patologických hodnot. Při zátěžovém vyšetření na bicyklovém ergometru čtrnáctileté pacientky (kapitola 9.3 Zátěžové vyšetření) byla změřena hodnota $VO_2\max$ ($VO_2\text{peak}$), která činila 34 ml/kg/min . Touto hodnotou pacientka svou zdatností spadala do dolní poloviny populačního rozpětí. Udává se, že snížení hodnot $VO_2\max$ u těchto pacientů pravděpodobně souvisí s jejich sníženou fyzickou inaktivitou. Po odebrání sportovně pohybové anamnézy bylo zjištěno, že pacientka kromě hodin tělesné výchovy v rámci školní výuky neprovádí žádnou pravidelnou sportovní aktivitu. Příležitostně jde na kolo, brusle, plavat či lyže. Je otázkou, když pacientka nevykonává pravidelně žádný sport, zda je její hodnota $VO_2\max$ nejvíce ovlivněna právě tímto faktorem. Jeans (2017) udává, že u skoliotických pacientů má na hodnotu $VO_2\max$ daleko větší vliv pravidelná fyzická aktivita než závažnost křivky. Nošení korzetu může do jisté míry ovlivnit pohyblivost hrudníku, hodnoty $VO_2\max$ a může mít vliv na snížení plicní kapacity a celkovou mechaniku dýchání. Pacientce (kapitola 9.1, Anamnéza) již v době zátěžového vyšetření byl předepsán korzet, který nosila pravidelně 7-8 hodin na noc. Proto by se mělo brát v potaz, že korzet může

ovlivnit pacientky plicní kapacitu a změnit mechaniku dýchání. Primární křivka je u pacientky lokalizovaná v oblasti lumbální páteře. Dle Rana (2016) lokalizace primární křivky v lumbální a thorakolumbální páteře nemá vliv na ventilační hodnoty a následně na hodnotu $VO_2\text{max}$. Pacientky hodnota $VO_2\text{max}$ by neměla být ovlivněna primární křivkou. Vzhledem k malému stupni zakřivení v oblasti hrudní páteře by měl být vliv křivky na hodnotu $VO_2\text{max}$ zanedbatelný.

DiRocco a Vacarro (1988) předpokládají, že křivky přesahující 25° mají vliv na fyzickou pracovní kapacitu. Fyzická pracovní kapacita je dle Barriose (2005) snížena u jedinců, jejichž křivka přesahuje více než 60° . Xavier (2020) naopak tvrdí, že pokles fyzické pracovní kapacity se vyskytuje již u jedinců s křivkou nad 45° .

Athanasopoulos (1999) zjistil, že několika týdenní aerobní trénink má vliv na zvýšení usilovné vitální kapacity (FVC) a snížení FEV_1/FVC směrem k normě, což by mohlo být způsobené adaptací dýchacích svalů. Z toho vyplývá, že pravidelné tréninky u těchto jedinců by mohly ovlivnit vytrvalost dýchacích svalů a následně zlepšení aerobního výkonu. Bas (2011) ve své studii naopak uvádí, že po absolvování aerobních tréninků nedošlo k změně hodnot FVC. Při porovnávání aerobního a kombinovaného aerobně-odporového tréninku Xavier (2020) u hodnoty FVC neshledal téměř žádný rozdíl v prováděném typu tréninku. Ostatní respirační hodnoty a funkční cvičební kapacity měly lepší výsledky po absolvování kombinovaného tréninku. Bylo však shledáno, že po několika týdnech absolvování aerobního či kombinovaného tréninku došlo k výraznému zlepšení respiračních hodnot bez rozdílu na typ vykonávaného tréninku. V praxi by proto bylo vhodné, aby pacienti s AIS, prováděli častěji fyzické aktivity bez ohledu na to, zda by se jednalo o kombinovaný nebo pouze aerobní trénink.

ZÁVĚR

Rešeršně byly zpracovány studie, ve kterých v různých souvislostech testovali přibližně 1 200 pacientů s adolescentní idiopatickou skoliózou. Bylo shledáno, že u pacientů s AIS s primární hrudní křivkou dochází ke **snížení plicních funkcí**. Jedinci s AIS vykazují známky **restriktivního charakteru** a to již **u mírných křivek** v rozmezí od 10-20° dle Cobba. Hodnoty jako FVC, MVV a FEV₁ byly označeny jako mírně nižší než 80% předpokládaných normálních hodnot. Výskyt primární křivky v lumbální oblasti nemá na hodnoty plicních funkcí žádný vliv. V důsledku zhoršení výše uvedených hodnot pacienti se skoliózou vykazují horší toleranci zátěže oproti zdravým jedincům. Přesto se však **hodnoty VO₂max** u pacientů se skoliózou **vyskytují ve fyziologickém rozmezí**. V průběhu **zátěže** jedinci se skoliózou již od **mírného stupně zakřivení** vykazují **snížení síly dechových svalů** a **nižší hodnotu maximálního příjmu kyslíku (VO₂max)** oproti zdravým jedincům. Na hodnotu VO₂max může mít vliv i **nošení korzetu**, tím že dojde ke snížení pohyblivosti hrudníku a následně plicních objemů. Zásadní faktor, který má vliv na nízkou hodnotu VO₂max je **snížená fyzická aktivita**. Nelze jednoznačně potvrdit, že stupeň zakřivení páteře koreluje s hodnotou VO₂max. Studie prokázaly, že do 45° zakřivení dle Cobba, dochází u pacientů s AIS ke snížení hodnot VO₂max, ale v porovnání se zdravými jedinci jsou tyto hodnoty stále v normě. Pacienti s AIS by měli být v rámci rehabilitace informováni, že u nich dochází vlivem skoliózy k respiračním změnám a k oslabení dýchacích svalů. Proto by u těchto pacientů měly být **v terapii** aplikovány prvky **respirační fyzioterapie** na zvýšení pohyblivosti hrudního koše a posílení dechových svalů a to již od mírných křivek. Bylo by vhodné pacientům s AIS v praxi doporučovat, aby prováděli **častěji pravidelně fyzické aktivity** bez ohledu na to, zda by se jednalo o kombinovaný nebo pouze aerobní trénink.

REFERENČNÍ SEZNAM

ABDELAAL, Ashraf Abdelaal Mohamed, Ehab Mohamed Abo El Soad ABD EL KAFY, Mohamed Salah Eldien Mohamed ELAYAT, Mohamed SABBAHI a Mohamed Salem Saed BADGHISH, 2017. Changes in pulmonary function and functional capacity in adolescents with mild idiopathic scoliosis: observational cohort study. *Journal of International Medical Research* [online]. **46**(1), 381-391 [cit. 2020-02-05]. DOI: 10.1177/0300060517715375. ISSN 0300-0605. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300060517715375>

ATHANASOPOULOS, S., T. PAXINOS, E. TSAFANTAKIS, K. ZACHARIOU a S. CHATZICONSTANTINOOU, 1999. The effect of aerobic training in girls with idiopathic scoliosis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. **9**(1), 36-40 [cit. 2020-04-02]. DOI: 10.1111/j.1600-0838.1999.tb00204.x. ISSN 09057188. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0838.1999.tb00204.x>

BANJAR HH, 2003. Pediatric scoliosis and the lung. *Saudi Med J*; **24**: 957–963

BARRIOS, Carlos, Cristina PÉREZ-ENCINAS, José Ignacio MARUENDA a Manuel LAGUÍA, 2005. Significant Ventilatory Functional Restriction in Adolescents With Mild or Moderate Scoliosis During Maximal Exercise Tolerance Test. *Spine* [online]. **30**(14), 1610-1615 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.1097/01.brs.0000169447.55556.01. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-200507150-00008>

BAS, Paloma, Marco ROMAGNOLI, Mari-Carmen GOMEZ-CABRERA, Jose Luis BAS, Javier Villar AURA, Nuria FRANCO a Teresa BAS, 2011. Beneficial effects of aerobic training in adolescent patients with moderate idiopathic scoliosis. *European Spine Journal* [online]. **20**(S3), 415-419 [cit. 2020-03-25]. DOI: 10.1007/s00586-011-1902-7. ISSN 0940-6719. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-011-1902-7>

BERDISHEVSKY, Hagit, Victoria Ashley LEBEL, Josette BETTANY-SALTIKOV, Manuel RIGO, Andrea LEBEL, Axel HENNES, Michele ROMANO, Marianna BIAŁEK, Andrej M'HANGO, Tony BETTS, Jean Claud DE MAUROY a Jacek DURMALA, 2016. Physiotherapy scoliosis-specific exercises – a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis and Spinal Disorders* [online]. **11**(1) [cit. 2019-11-30]. DOI: 10.1186/s13013-016-0076-9. ISSN 2397-1789. Dostupné z: <http://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13013-016-0076-9>

CINGLOVÁ, Lenka, 2002. *Vybrané kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty FTVS*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0492-2.

CZAPROWSKI, Dariusz, Tomasz KOTWICKI, Ryszard BIERNAT, Jerzy URNIAŻ a Aleksander RONIĘKIER, 2012. Physical capacity of girls with mild and moderate idiopathic scoliosis: influence of the size, length and number of curvatures. *European Spine Journal* [online]. **21**(6), 1099-1105 [cit. 2020-03-08]. DOI: 10.1007/s00586-011-

2068-z. ISSN 0940-6719. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-011-2068-z>

ČERNÝ, Pavel, 2012. Idiopatická skolióza a možnosti konzervativní léčby. *Vox Pediatrae* [online]. duben/2012, **12**(4), 17-20 [cit. 2019-12-15]. ISSN 1213-2241. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/263424993_Cerny_P_Idiopaticka_skolioza_a_moznosti_konzervativni_lecby_in_Czech_ISSN_1213-2241

DANTAS, Diego De Sousa, Sanderson José Costa DE ASSIS, Marina Pegoraro BARONI, Johnnatas Mikael LOPES, Enio Walker Azevedo CACHO, Roberta De Oliveira CACHO a Silvana Alves PEREIRA, 2017. Klapp method effect on idiopathic scoliosis in adolescents: blind randomized controlled clinical trial. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **29**(1), 1-7 [cit. 2019-12-07]. DOI: 10.1589/jpts.29.1. ISSN 0915-5287. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/29/1/29_jpts-2016-445/_article

DAY, Joseph M., Jeremy FLETCHER, Mackenzie COGHLAN a Terrence RAVINE, 2019. Review of scoliosis-specific exercise methods used to correct adolescent idiopathic scoliosis. *Archives of Physiotherapy* [online]. **9**(1) [cit. 2020-04-09]. DOI: 10.1186/s40945-019-0060-9. ISSN 2057-0082. Dostupné z: <https://archivesphysiotherapy.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40945-019-0060-9>

DiRocco PJ, Vaccaro P., 1988. Cardiopulmonary functioning in adolescent patients with mild idiopathic scoliosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1988 Mar;69(3 Pt 1):198-201.

DUNGL, Pavel, 2014. *Ortopedie. 2.,* přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4357-8.

DYLEVSKÝ, Ivan, 2009. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie.* Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-324-0.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie,* 2009. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1648-0.

FLETCHER, Gerald F., Philip A. ADES, Paul KLIGFIELD, Ross ARENA, Gary J. BALADY, Vera A. BITTNER, Lola A. COKE, Jerome L. FLEG, Daniel E. FORMAN, Thomas C. GERBER, Martha GULATI, Kushal MADAN, Jonathan RHODES, Paul D. THOMPSON a Mark A. WILLIAMS, 2013. Exercise Standards for Testing and Training. *Circulation* [online]. **128**(8), 873-934 [cit. 2020-01-04]. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31829b5b44. ISSN 0009-7322. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44>

GALLO, Jiří, 2011. *Ortopedie pro studenty lékařských a zdravotnických fakult.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2486-6.

HELLER, Jan, 2018. Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3359-6.

HORNE, MD, John P., Robert FLANNERY, MD a Saif USMAN, MD, 2014. Adolescent Idiopathic Scoliosis: Diagnosis and Management. *American Family Physician* [online]. **89**(3), 193-198 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/2a1f/96fbf26a3a450b46997f99e088d0641fe647.pdf>

CHOUHDARY, Muhammad Nughman, Zafar AHMAD a Rajat VERMA, 2016. Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The Open Orthopaedics Journal*[online]. **10**(1), 143-154 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.2174/1874325001610010143. ISSN 1874-3250. Dostupné z: <https://openorthopaedicsjournal.com/VOLUME/10/PAGE/143/>

JAGGER, Fiona, Athanasios I. TSIRIKOS, Sarah BLACKLOCK a Don S. URQUHART, 2020. Adaptation to reduced lung function in children and young people with spinal deformity. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma* [online]. **11**(2), 191-195 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.jcot.2019.12.013. ISSN 09765662. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0976566219308288>

JEANS, Kelly A., John F. LOVEJOY, Lori A. KAROL a Anna M. MCCLUNG, 2017. How Is Pulmonary Function and Exercise Tolerance Affected in Patients With AIS Who Have Undergone Spinal Fusion? *Spine Deformity* [online]. **5**(6), 416-423 [cit. 2020-03-25]. DOI: 10.1016/j.jspd.2017.04.001. ISSN 2212134X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212134X16301216>

JOHNSTON, Charles E., B. Stephens RICHARDS, Daniel J. SUCATO, Keith H. BRIDWELL, Lawrence G. LENKE a Mark ERICKSON, 2011. Correlation of Preoperative Deformity Magnitude and Pulmonary Function Tests in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine* [online]. 2011, **36**(14), 1096-1102 [cit. 2020-04-09]. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f8c931. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-201106150-00005>

KAELIN, André J, 2020. Adolescent idiopathic scoliosis: indications for bracing and conservative treatments. *Annals of Translational Medicine* [online]. **8**(2), 28-28 [cit. 2020-03-26]. DOI: 10.21037/atm.2019.09.69. ISSN 23055839. Dostupné z: <http://atm.amegroups.com/article/view/30344/html>

KOLÁŘ, Pavel a Marcela ŠAFÁŘOVÁ, 2012. Páteř – deformity. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. s. 713. ISBN 978-80-7262-657-1.

LORENTE, Alejandro, Carlos BARRIOS, Jesús BURGOS, Eduardo HEVIA, Luis FERNÁNDEZ-PINEDA, Rafael LORENTE, Bárbara ROSA a Cristina PÉREZ-ENCINAS, 2017. Cardiorespiratory Function Does Not Improve 2 Years After Posterior Surgical Correction of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *SPINE* [online]. **42**(18), 1391-1397 [cit. 2020-03-25]. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002105. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00007632-201709150-00010>

NEGRINI, Stefano, Sabrina DONZELLI, Angelo Gabriele AULISA, Dariusz CZAPROWSKI, Sanja SCHREIBER, Jean Claude de MAUROY, Helmut DIERS,

Theodoros B. GRIVAS, Patrick KNOTT, Tomasz KOTWICKI, Andrea LEBEL, Cindy MARTI, Toru MARUYAMA, Joe O'BREIN, Nigel PRICE, Eric PARENT, Manuel RIGO, Michael ROMANO, Luke STIKELEATHER, James WYNNE a Fabio ZAINA, 2018. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders*[online]. **13**(1) [cit. 2019-10-20]. DOI: 10.1186/s13013-017-0145-8. ISSN 2397-1789. Dostupné z: <https://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13013-017-0145-8>

NEWTON, Peter O., Frances D. FARO, Sohrab GOLLOGLY, Randal R. BETZ, Lawrence G. LENKE a Thomas G. LOWE, 2005. Results of Preoperative Pulmonary Function Testing of Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone & Joint Surgery* [online]. **87**(9), 1937-1946 [cit. 2020-04-03]. DOI: 10.2106/JBJS.D.02209. ISSN 0021-9355. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00004623-200509000-00005>

RAN, Bo, Yuxin FAN, Feng YUAN, Kaijin GUO a Xiaodong ZHU, 2016. Pulmonary function changes and its influencing factors after preoperative brace treatment in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Medicine* [online]. **95**(43) [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1097/MD.0000000000005088. ISSN 0025-7974. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00005792-201610250-00008>

REPKO, Martin, 2012. *Diagnostika a terapie skolióz* [online]. 2012, **9**(2), 70-73 [cit. 2019-10-28]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2012/02/08.pdf>

REPKO, Martin, 2010. *Skolióza - komplexní diagnostické a terapeutické postupy* [online]. **11**(4), 218-222 [cit. 2019-10-28]. Dostupné z: <https://www.pediatriepropraxi.cz/pdfs/ped/2010/04/02.pdf>

ROMANO, Michele, Alessandra NEGRINI, Silvana PARZINI, Marta TAVERNARO, Fabio ZAINA, Sabrina DONZELLI a Stefano NEGRINI, 2015. SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis): a modern and effective evidence based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises. *Scoliosis* [online]. **10**(1) [cit. 2019-12-15]. DOI: 10.1186/s13013-014-0027-2. ISSN 1748-7161. Dostupné z: <https://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13013-014-0027-2>

ROMBERG, Karin, Monika FAGEVIK OLSÉN, Gunilla KJELLBY-WENDT, Kerstin LOFDAHL HALLERMAN a Aina DANIELSSON, 2020. Thoracic mobility and its relation to pulmonary function and rib-cage deformity in patients with early onset idiopathic scoliosis: a long-term follow-up. *Spine Deformity* [online]. **8**(2), 257-268 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1007/s43390-019-00018-y. ISSN 2212-134X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s43390-019-00018-y>

SHEN, Jianxiong, Youxi LIN, Jinmei LUO a Yi XIAO, 2016. Cardiopulmonary Exercise Testing in Patients with Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. **98**(19), 1614-1622 [cit. 2020-03-23]. DOI: 10.2106/JBJS.15.01403. ISSN 0021-9355. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00004623-201610050-00004>

SLAVÍKOVÁ, Jana a Jitka ŠVÍGLEROVÁ, 2012. *Fyziologie dýchání*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-2065-7.

SPERANDIO, Evandro F., Anderson S. ALEXANDRE, Liu C. YI, Patrícia R. POLETTO, Alberto O. GOTFRYD, Milena C. VIDOTTO a Victor Z. DOURADO, 2014. Functional aerobic exercise capacity limitation in adolescent idiopathic scoliosis. *The Spine Journal* [online]. **14**(10), 2366-2372 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.01.041. ISSN 15299430. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1529943014001181>

SZOPA, Andrzej a Małgorzata DOMAGALSKA-SZOPA, 2017. Correlation between respiratory function and spine and thorax deformity in children with mild scoliosis. *Medicine* [online]. **96**(22) [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1097/MD.00000000000007032. ISSN 0025-7974. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00005792-201706020-00033>

TSILIGIANNIS, Theofanis a Theodoros GRIVAS, 2012. Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis. *Scoliosis* [online]. **7**(1) [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1186/1748-7161-7-7. ISSN 1748-7161. Dostupné z: <https://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1748-7161-7-7>

VÁŘEKA, Ivan, 2000. Skolióza ve fyzioterapeutické praxi. *Fyzioterapie* [online]. **2000**(1), 1-8 [cit. 2019-10-28].

WANG, Yonggang, Fengguang YANG, Dongmin WANG, et al., 2019. Correlation analysis between the pulmonary function test and the radiological parameters of the main right thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* [online]. **14**(1) [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1186/s13018-019-1451-z. ISSN 1749-799X. Dostupné z: <https://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-019-1451-z>

WEINSTEIN, Stuart L., Lori A. DOLAN, James G. WRIGHT a Matthew B. DOBBS, 2013. Effects of Bracing in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *New England Journal of Medicine* [online]. **369**(16), 1512-1521 [cit. 2019-12-15]. DOI: 10.1056/NEJMoa1307337. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1307337>

WEISS, Hans-Rudolf, 2006. Scoliosis: a journal dedicated to multidisciplinary research on prevention, control, and treatment of scoliosis and other spinal deformities. *Scoliosis* [online]. **1**(1) [cit. 2019-12-01]. DOI: 10.1186/1748-7161-1-1. ISSN 1748-7161. Dostupné z: <http://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1748-7161-1-1>

WEISS, Hans-Rudolf, 2011. The method of Katharina Schroth - history, principles and current development. *Scoliosis* [online]. **6**(1) [cit. 2019-12-01]. DOI: 10.1186/1748-7161-6-17. ISSN 1748-7161. Dostupné z: <https://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1748-7161-6-17>

XAVIER, Vivian Bertoni, Osmar AVANZI, Bruno Derwood Mills Costa DE CARVALHO a Vera Lúcia dos Santos ALVES, 2020. Combined aerobic and resistance training improves respiratory and exercise outcomes more than aerobic training in adolescents with idiopathic scoliosis: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy* [online]. **66**(1), 33-38 [cit. 2020-03-20]. DOI:

10.1016/j.jphys.2019.11.012. ISSN 18369553. Dostupné z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1836955319301328>

YAGCI, Gozde, Gokhan DEMIRKIRAN a Yavuz YAKUT, 2019. In-brace alterations of pulmonary functions in adolescents wearing a brace for idiopathic scoliosis. *Prosthetics and Orthotics International* [online]. **43**(4), 434-439 [cit. 2020-03-26]. DOI: 10.1177/0309364619839856. ISSN 0309-3646. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0309364619839856>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Statické a dynamické parametry plicních funkcí a aerobní kapacity u trénujících a kontrolní skupiny (Athanasopoulos et al., 1999)	36
Obr. 2 Porovnání kardio-respiračních funkcí v průběhu maximální tolerance zátěže u dívek s AIS a kontrolní zdravé skupiny (Bas et al., 2011).	37
Obr. 3 Fotodokumentace – stoj zezadu	47
Obr. 4 Fotodokumentace - stoj v předklonu	47
Obr. 5 RTG snímek pacientky (předozaďní projekce) - říjen 2018	48
Obr. 6 RTG snímek pacientky (předozaďní projekce) - březen 2020	48

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Souhrn rešeršních studií.....	44
Tab. 2 Zátěžové vyšetření na bicyklovém ergometru.....	49

PŘÍLOHY

Příloha 1 Informovaný souhlas pacienta

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážená paní/ vážený pane,

žádám Vás tímto o spolupráci na kazuistice k mé bakalářské práci prováděné v rámci stujijního programu Fyzioterapie na 2. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze pod vedením PhDr. Marcely Šafářové, PhD.

Pro účely této kazuistiky je třeba získat anamnestické údaje z dokumentace, kineziologického vyšetření a zátěžového vyšetření. Veškerá získaná data budou následně anonymizována a statisticky zpracována. Všechny veřejně přístupné výstupy budou anonymně citovány a bude s nimi nakládáno bez vazby na Vaši osobu. Vaše rozhodnutí je pro mě závazné

Informace o Vašem dítěti budou osobě budou shromažďovány a zpracovány výhradně v souvislosti s bakalářskou prací a pro její potřeby a jsou považovány za přísně důvěrné. Zajištění ochrany dat vyšetřované osoby je v souladu se zákonem.

Prosím Vás tímto o souhlas s měřením a použitím dat dle výše stanovených podmínek. Vaše účast je dobrovolná a můžete ji kdykoliv přerušit.

Děkuji.

Tereza Schusterová

PROHLÁŠENÍ

Souhlasím s poskytnutím informací Tereze Schusterové a PhDr. Marcely Šafářové, PhD. pro účely výše popsaného projektu. Souhlasím s použitím získaných údajů pro účely bakalářské práce a s jejich anonymním publikováním. Souhlasím taktéž s pořízením obrazového materiálu během vyšetření a terapie. Jsem informován/a, mám možnost spolupráci kdykoliv ukončit.

V Dne Jméno

Podpis