

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ POSTURÁLNÍ STABILITY U DĚTÍ S ASTHMA BRONCHIALE
A U ZDRAVÝCH DĚTÍ

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Andrea Strmisková, fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Kováčiková, PhD.

Olomouc 2015

Jméno a příjmení autora: Bc. Andrea Strmisková

Název diplomové práce: Hodnocení posturální stability u dětí s asthma bronchiale a u zdravých dětí

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Zuzana Kováčiková, PhD.

Rok obhajoby: 2015

Abstrakt: Cílem práce bylo zhodnotit vliv astma bronchiale intermitentního typu na posturální stabilitu u dětí ve věku 7-13 let. Výzkumu se zúčastnilo celkem 18 dětí s asthma bronchiale a 18 zdravých dětí rozdělených do skupin mladšího a staršího školního věku. Hodnoceny byly čtyři typy stoje v náhodném pořadí: volný stoj, korigovaný stoj, tandemový stoj a stoj na jedné dolní končetině. Všechny stoje byly testované za podmínek s otevřenými i zavřenými očima kromě stoje na jedné dolní končetině. Zaznamenávána byla rychlost pohybu COP v mediolaterálním (V_x) a anteroposteriorním směru (V_y) a celková rychlost pohybu COP (V). Výsledky ukázaly statisticky významné vyšší rychlosti pohybu COP ve volném a korigovaném stoji u dětí mladšího i staršího školního věku s asthma bronchiale. Na druhou stranu v tandemovém stoji a ve stoji na jedné dolní končetině nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly mezi skupinami. Zjistili jsme, že děti s asthma bronchiale mladšího i staršího školního věku mají významně narušenou posturální stabilitu ve volném a korigovaném stoji, a to zejména v anterioposteriorním směru.

Klíčová slova: statická rovnováha, rychlost pohybu COP, silové plošiny, mladší školní věk, starší školní věk

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Andrea Strmisková

Title of Master's Thesis: Comparative assessment of postural balance between children with asthma and healthy children

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Thesis supervisor: Mgr. Zuzana Kováčiková, PhD.

Year of presentation: 2015

Abstract: The aim of this thesis is to evaluate the extent to which mild intermittent asthma influences postural balance in children aged 7-13 years. Eighteen children with asthma and eighteen healthy children were enrolled into the study. They were divided into two groups according to school age. Four postural tests, with different foot configurations, were evaluated in random order: preferred and corrected bipedal stance, tandem stance and single-leg stance. All stances were tested with eyes open and closed, except the single-leg stance. The velocity of the centre of pressure movement in medial-lateral (V_x) and forward-back (V_y) directions and total COP movement velocity (V) were measured. The results showed statistically significant higher COP movement velocity in preferred and corrected bipedal stance in all the asthma group. No statistically significant difference between the groups was found in tandem stance and in single-leg stance. The study reveals that both early and later school-age children with asthma have a significant balance deficit in preferred and corrected stance, especially in the forward-back direction.

Key words: static balance, COP movement velocity, force plates, early school age, later school age

The author consents to this master thesis being made available through library services.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením
Mgr. Zuzany Kováčikové, PhD. a uvedla všechny použité literární a odborné zdroje
a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 30. 4. 2015

.....

podpis

Poděkování

Děkuji především Mgr. Zuzaně Kováčikové, PhD. za její odborné vedení a cenné rady, které mi poskytla při zpracování této práce. Dále děkuji primářce MUDr. Janě Rydlové a vedení Základní školy Antonínská v Brně za umožnění provedení měření a jejich vstřícný přístup. Poděkování patří i mým nejbližším za poskytnutí podmínek k sepsání diplomové práce.

Obsah

1	ÚVOD.....	9
2	PŘEHLED POZNATKŮ.....	10
2.1	Asthma bronchiale	10
2.1.1	Definice a popis příznaků asthma bronchiale.....	10
2.1.2	Etiologie onemocnění	11
2.1.3	Diagnostika.....	12
2.1.4	Vliv asthma bronchiale na posturu a pohybový aparát	15
2.2	Význam hlubokého stabilizačního systému páteře	15
2.3	Léčba dětí s asthma bronchiale	17
2.3.1	Farmakologická léčba.....	17
2.3.2	Nefarmakologická léčba	18
2.4	Posturální stabilita.....	20
2.4.1	Postura a definice posturální stability.....	20
2.4.2	Mechanika udržování stability stoje.....	21
2.4.3	Vliv věku a pohlaví na posturální stabilitu.....	23
2.5	Hodnocení posturální stability	24
2.5.1	Klinické testy.....	24
2.5.2	Testování pomocí přístrojové techniky	28
3	CÍLE PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY, ÚKOLY	33
3.1	Cíle práce	33
3.2	Výzkumné otázky.....	33
3.3	Úlohy.....	35
4	METODIKA.....	36
4.1	Charakteristika souboru	36
4.2	Organizace výzkumu.....	37

4.3	Metody měření	37
4.3.1	Spirometrické vyšetření.....	37
4.3.2	Testování preference dolní končetiny	38
4.3.3	Přístrojové měření posturální stability.....	39
4.4	Analýza dat.....	40
4.5	Statistické zpracování.....	41
5	VÝSLEDKY.....	42
5.1	Výsledky volného stoje	42
5.1.1	Výsledky k výzkumné otázce V ₁	42
5.1.2	Výsledky k výzkumné otázce V ₂	43
5.2	Výsledky korigovaného stoje.....	45
5.2.1	Výsledky k výzkumné otázce V ₁	45
5.2.2	Výsledky k výzkumné otázce V ₂	46
5.3	Výsledky tandemového stoje	48
5.3.1	Výsledky k výzkumné otázce V ₁	48
5.3.2	Výsledky k výzkumné otázce V ₂	50
5.4	Výsledky stoje na jedné dolní končetině.....	52
5.4.1	Výsledky k výzkumné otázce V ₁	52
5.4.2	Výsledky k výzkumné otázce V ₂	53
6	DISKUSE	58
7	ZÁVĚR.....	64
8	SOUHRN.....	65
9	SUMMARY	67
10	REFERENČNÍ SEZNAM	69
11	PŘÍLOHY	75

Seznam použitých zkratek

AB	Experimentální skupina dětí s asthma bronchiale
BBS	Berg Balance Scale (Bergova balanční škála)
CNS	Centrální nervový systém
COM	Centre of mass, těžiště
COP	Centre of pressure
DK	Dolní končetina
EC	Eyes closed (oči zavřené)
EMG	Elektromyografie
EO	Eyes open (oči otevřené)
FEV ₁	Usilovně vydechnutý objem vzduchu za 1 s
FEV ₁ /FVC	Tiffeneauův index
FVC	Usilovná vitální kapacita plic
GINA	The Global Initiative for Asthma (Globální iniciativa pro astma)
HSSP	Hluboký stabilizační systém páteře
CHOPN	Chronická obstrukční plicní nemoc
KS	Kontrolní skupina
MEF	Maximální výdechové průtoky
PEF	Vrcholový výdechový průtok
VC	Vitální kapacita plic

1 ÚVOD

Asthma bronchiale se stalo v průběhu 80. a 90. let 20. století nejčastějším dětským chronickým onemocněním a jeho výskyt v současné době stále stoupá. V České republice je počet dětí s astmatem odhadován na cca 8-15 % dle věku dítěte. Dle Světové zdravotnické organizace trpí na světě astmatem kolem 300 milionů lidí. Díky velkému rozvoji léčby pacientů s asthma bronchiale již dnes astma není tak ohrožujícím a zatěžujícím onemocněním jako dříve, ale naopak se s ním dá velmi dobře žít, pracovat i sportovat.

Pacienti s diagnostikovaným astmatem mají různé symptomy. Kromě dechových obtíží a změny mechaniky dýchání, je astma spojeno také s vadným držením těla, jako je elevační a protrakční držení ramen, předsun hlavy, kyfotické držení hrudní páteře, antevertze pánve aj. Vadné držení těla se pojí s dysfunkcí hlubokého stabilizačního systému páteře. Ten je tvořen především bránicí, která neplní pouze důležitou funkci dechovou, ale má také nezastupitelnou posturální funkci, pánevním dnem, příčným svaelem břišním, mm. multifidi a hlubokými flexory krku.

Předpokládáme, že výše zmíněné faktory mohou mít vliv na posturální stabilitu dětských pacientů s asthma bronchiale, kterou se v této práci zabýváme. Souvislost astmatu s rovnováhovými funkcemi však zatím nebyla u dětských pacientů dostatečně zkoumána. V naší práci jsme se zaměřili na hodnocení posturální stability pomocí čtyř testů s různým nastavením chodidel u dětí s asthma bronchiale a u zdravých dětí stejného věku. Z hlediska rehabilitace by mohly výsledky našeho výzkumu přinést důležité informace o tom, zda je nutné zařazovat dětským pacientům s asthma bronchiale do rehabilitačního plánu kromě dechových cviků i trénink posturálních a rovnováhových funkcí.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Asthma bronchiale

Asthma bronchiale patří ve světě mezi nejčastější chronická onemocnění postihující děti i dospělé a jeho výskyt stále stoupá. Ve světě se asthma bronchiale dle Světové zdravotnické organizace vyskytuje zhruba u 300 milionů lidí. V Evropské unii je prevalence tohoto onemocnění odhadována na 70 milionů osob, což odpovídá zhruba 14 % obyvatel. V České republice je počet nemocných s asthma bronchiale odhadován na téměř 8 % obyvatel (Kolek, Kašák & Vašáková, 2014). U dětí je prevalence astmatu ještě vyšší. Autoři Pohunek a Svobodová (2013) udávají, že v České republice trpí astmatem zhruba 8-15 % dětí, podle autorů Kolek et al. (2014) je to 12-15 % dětí.

2.1.1 Definice a popis příznaků asthma bronchiale

Dle Globální iniciativy pro astma (GINA) je asthma bronchiale definováno jako chronické zánětlivé onemocnění dýchacích cest, které způsobuje zvýšenou reaktivitu průdušek vedoucí k opakovaným epizodám dušnosti, pískotu při dýchání, tlaku na hrudi a suchého dráždivého kašle, který se objevuje převážně v noci nebo ráno po probuzení. Bronchiální obstrukce, která je přítomna u těchto epizod, je rozsáhlá, ale často reverzibilní (Špičák, Kašák & Pohunek, 2003). Autoři Pohunek a Svobodová (2013) popisují astma jako neinfekční chronickou zánětlivou reakci stěny průdušek, kdy dochází ve sliznici průdušek ke zmnožení buněk zánětu. Podrážděním těchto buněk dochází k uvolnění působků, které způsobují otok dýchacích cest, stažení hladké svaloviny ve stěně průdušek a zvýšenou tvorbu hlenu. Tím se zvyšuje odpor dýchacích cest a dýchání se tak stává namáhavé. Dechové obtíže mají charakter kolísavé závažnosti. Projevy astmatu jsou však velmi individuální (Kolek et al., 2014).

Autoři de Groot, Duiverman a Brand (2013) zkoumali u dětských pacientů s asthma bronchiale přítomnost dysfunkčního dýchání, které hodnotili pomocí dotazníkové metody. Většina hodnocených dětí měla dobře kontrolované astma s normální funkcí plic. Dysfunkční dýchání autoři definovali jako chronické nebo opakované změny dechového vzoru zahrnující dušnost při normální funkci plic, bolest na hrudi, hluboké oddychování, tuhost hrudníku a hyperventilaci. Zjistili, že dysfunkční dýchání je méně časté u dětských pacientů a adolescentů s astmatem (pouze u cca 5 %) než u dospělých

pacientů s asthma bronchiale (29 %), s častějším výskytem u dívek. Byla zjištěna významná korelace mezi nárůstem dysfunkčního dýchání a sníženou kontrolou astmatu. Souvislost mezi věkem a velikostí dosaženého skóre u sledovaných dětí nebyla prokázána.

Akutním projevem tohoto onemocnění je astmatický záchvat, který se vyznačuje velkou dušností a námahou při dýchání. V případě neléčeného astmatu kromě akutních příznaků dochází časem také k nevratným změnám ve stěnách průdušek, kde se zmnožením vaziva a hladké svaloviny zvyšuje tuhost stěn průdušek, čímž se ireverzibilně zhoršuje průchodnost dýchacích cest a snižuje se schopnost reakce na léčbu (Pohunek & Svobodová, 2013). Onemocnění se může objevit kdykoli, je však prokázáno, že u většiny pacientů s těžkým astmatem mělo onemocnění počátek již v raném dětství. Autoři Dimitrakaki et al. (2013) uvádí, že astma je dvakrát až třikrát častější u chlapců než u děvčat. Vyšší výskyt astmatu u chlapců potvrzují také autoři Kosti (2012) nebo Pohunek a Svobodová (2013). Na druhou stranu podle autorů Sodhi et al. (2013) jsou dívky i chlapci postiženi téměř shodně. Průběh astmatu v dětském věku má velký vliv i na další pozdější průběh onemocnění. Velmi důležité je proto včasné stanovení diagnózy a zahájení cílené léčby. V současné době ještě není možné předvídat, zda u dětí s astmatem dojde v dospělosti k vymizení příznaků nebo zda přetrvají. Možné je i přechodné vymizení příznaků a jejich znovuobjevení v dospělém věku (Pohunek & Svobodová, 2013).

2.1.2 Etiologie onemocnění

Etiologie astmatu je dána součtem více faktorů, avšak dědičná je jen určitá dispozice k astmatu. Důležitým faktorem je i prostředí, ve kterém se jedinec pohybuje. Riziko vzniku astmatu je navíc zvyšováno nejen přítomností astmatu, ale i všeobecně jakýmkoli alergickým onemocněním rodinných příslušníků (Pohunek & Svobodová, 2013). Autoři Kolek et al. (2014) a Neumannová a Kolek (2012) za nejvíce predisponující faktor vzniku astmatu označují atopii, která se vyznačuje nadměrným množstvím imunoglobulinů E. Souvislost byla nalezena také u alergické rýmy. Mezi nejčastější spouštěče obtíží patří prach, prachoví roztoci, zvířecí chlupy, pyly, chladný suchý vzduch, spóry plísní a infekce (Cerný & Rundell, 2012). Prostor, ve kterém se dítě nachází, může astma jak spustit, tak se podílet na jeho rozvoji a akutních epizodách včetně astmatických záchvatů. Autor Kosti (2012) a autoři Sodhi et al. (2013) udávají,

že častěji jsou astmatem postiženi lidé žijící ve městech než v méně znečištěných oblastech. To je dle autorů dáno více příležitostmi k venkovním aktivitám a lepší kvalitou vzduchu na venkově. Jedním z dalších negativních faktorů pro rozvoj alergie a astmatu je obezita a kouření, a to jak aktivní, tak pasivní. Obezita, zejména hromadí-li se tuk v oblasti hrudníku a břicha, vede ke sníženému objemu plic a změnám mechanické podpory dýchacích cest, což činí dýchací cesty náchylnější k zúžení. Obezita je rovněž spojována se změnami imunitních funkcí, což podporuje zánět dýchacích cest (Cerny & Rundell, 2012; Pohunek & Svobodová, 2013). Mimo to mají obézní děti často problémy účastnit se fyzických aktivit kvůli rozpakům ukazovat své tělo nebo kvůli potížím s provedením pohybové činnosti. To je vede k výběru energeticky méně náročných aktivit, což může přispívat k posturálním změnám, rozvoji dyspraxie a problémům se stabilitou (Aleixo, Guimaraes, Porcatti de Walsh & Pereira, 2012). Často se astma objevuje v reakci na fyzickou zátěž. Spouštěcím mechanismem většinou bývá ochlazení a vysušení dolních cest dýchacích při současné hypoventilaci v důsledku zátěže. Taková reakce může poukazovat na to, že astma není zcela pod kontrolou (Kolek et al., 2014).

2.1.3 Diagnostika

Pro diagnostiku astmatu je dle autora Kolka (2013), i přes velký pokrok ve vyšetřovacích metodách, velmi důležité podrobné odebrání anamnézy. Důraz je kladen na rozbor obtíží a příznaků, jejich intenzitu, pravidelnost, délku trvání, okolnosti vzniku potíží a subjektivní pocity pacienta (Kolek, 2005). Mezi používané diagnostické metody patří fyzikální vyšetření a funkční vyšetření plicních funkcí, tzv. spirometrie, pomocí které je možné odhalit obstrukci dýchacích cest. Pomocí spirometrie jsou vyšetřovány objemy a kapacity plicní ventilace. Nejčastěji hodnocenými parametry u pacientů s onemocněním asthma bronchiale jsou vitální kapacita (VC), usilovná vitální kapacita (FVC), usilovně vydechnutý objem vzduchu za 1 s (FEV_1), Tiffeneauův index neboli poměr usilovně vydechnutého objemu za 1 s v procentech vitální kapacity při usilovném výdechu (FEV_1/FVC), vrcholový výdechový průtok (PEF) a maximální výdechové průtoky udávané v procentech vitální kapacity (MEF). Bronchiální obstrukce vychází z křivky průtok-objem, kdy je prodloužena výdechová část křivky a je snížena rychlost a průtok vzduchu dýchacími cestami. Vyšetření spirometrických parametrů může sloužit k hodnocení efektu terapie a včas varovat v případě zhoršení

onemocnění (Sodhi et al., 2013). Naměřené hodnoty jsou obvykle udávány v procentu náležité hodnoty dle pohlaví, věku, výšky a váhy jedince a vycházejí z průměrů evropské populace. Jako normální jsou označovány hodnoty nad 80 % náležité hodnoty. U dětí do tří až čtyř let je spirometrické vyšetření limitováno mírou jejich spolupráce. Sílu nádechových a výdechových svalů je možné změřit pomocí vyšetření maximálních inspiračních a expiračních ústních či nosních tlaků (Kolek, 2005; Neumannová & Kolek, 2012, Pallavi, Shambhovi, Lokender & Divya, 2014).

Parametry FEV₁ a PEF slouží kromě diagnostiky obstrukce také ke klasifikaci astmatu dle tíže onemocnění. GINA dělí pacienty na nemocné s lehkým astmatem (FEV₁ a PEF nad 80 % náležité hodnoty), středně těžkým astmatem (FEV₁ a PEF mezi 60-80 % náležité hodnoty) a nemocné s těžkým astmatem (FEV₁ a PEF pod 60 % náležité hodnoty), což je názorně uvedeno v Tabulce 1. (Neumannová & Kolek, 2012; Špičák et al., 2003). Astma je klasifikováno také podle úrovně klinické kontroly na astma pod kontrolou, astma pod částečnou kontrolou a astma pod nedostatečnou kontrolou. Vyhodnocena je kromě funkčních parametrů plic přítomnost, frekvence a intenzita příznaků, limitace v aktivitách a potřeba úlevových léků. Zhodnoceno je i riziko nežádoucích příhod v budoucnosti (Kolek, 2013; Kolek et al., 2014).

Tabulka 1. Klasifikace astmatu dle tíže (upraveno dle Neumannové & Kolka, 2012)

Tíže astmatu	Denní příznaky	Noční příznaky	Exacerbace	Plicní funkce
stupeň 1 intermitentní	méně než 1x týdně	méně než 2x měsíčně	krátké	FEV ₁ ≥ 80% PEF ≥ 80%
stupeň 2 lehké perzistující	více než 1x týdně, méně než 1x denně	více než 2x měsíčně	ovlivňují denní aktivity, spánek	FEV ₁ ≥ 80% PEF ≥ 80%
stupeň 3 středně těžké perzistující	denně	více než 1x týdně	narušují běžné denní aktivity a spánek	FEV ₁ 60-80% PEF 60-80%
stupeň 4 těžké perzistující	denně	často	omezují fyzické aktivity	FEV ₁ ≤ 60% PEF ≤ 60%

Kromě spirometrie existují i jiné vyšetřující metody prokazující obstrukci dýchacích cest. V rámci diagnostiky lze pacientovi při zpomalení usilovného výdechu podat lék

s bronchodilatačním účinkem a opakovaným změřením zjistit (většinou po 30 minutách), zda u pacienta po podání léku dojde ke zlepšení hodnot naměřených při výdechu. Pro diagnostiku obstrukce při bronchodilatačním testu je klíčová zvýšená hodnota parametru FEV₁ minimálně o 12 % v porovnání s počáteční hodnotou a zároveň nejméně o 200 ml a změna hodnoty PEF o nejméně 15 %, tento parametr však výrazně závisí na spolupráci pacienta (Kolek et al., 2014).

Další možností je využití provokačního testu, při kterém se jedinci při podezření na astma podá inhalačně látka, která u pacienta s vyšší reaktivitou průdušek vyvolá jejich zúžení, zatímco u zdravého jedince tato reakce nevzniká (Pohunek & Svobodová, 2013). Místo inhalační provokace se někdy využívá zvýšená tělesná zátěž, např. na bicyklovém ergometru v intenzitě 70-80 % max. aerobní kapacity (80-90 % maximální srdeční frekvence) po dobu 6-8 minut. Funkce plic jsou měřeny před zátěží a v krátkých intervalech po zátěži (Cerny & Rundell, 2012). Pomocí pulzní oxymetrie lze ohodnotit saturaci hemoglobinu kyslíkem, jako norma je stanovena hodnota 94-100 %. K diagnostikování astmatu může napomáhat i krevní vyšetření, kde nacházíme zvýšený počet eozinofilních buněk a větší hodnoty alergických protilátek. Každý nemocný s astmatem by měl podstoupit také podrobné alergologické vyšetření, aby mohly být z jeho okolí odstraněny nebo alespoň eliminovány alergeny (Neumannová & Kolek, 2012; Pohunek & Svobodová, 2013).

Součástí komplexního přístupu k pacientům s astmatem by měla být také rehabilitační léčba, která je započata vyšetřením pacienta fyzioterapeutem včetně provedení kineziologického rozboru. Ten obsahuje celkové aspekční zhodnocení držení těla ve stoji a při běžných denních aktivitách. Fyzioterapeut vyšetřuje zejména postavení hrudního koše, jeho tvar, symetrii, popř. deformity hrudníku. Všimá si tvaru páteře a postavení žeber, dýchacích pohybů a celkového dechového stereotypu. Palpačně vyšetřuje měkké tkáně, včetně hrudních a krčních fascií a reflexních změn ve svalech. Testování zahrnuje vyšetření kloubní hry (tzv. joint play) ve skloubeních hrudníku, změření rozvíjení hrudníku v jednotlivých etážích, vyšetření zkrácených svalů, svalové síly, popř. provedení testů na aktivaci hlubokého stabilizačního systému páteře a další fyzioterapeutické testy. Výsledkem kineziologického rozboru je stanovení individuálních cílů a vhodné rehabilitační terapie (Neumannová & Kolek, 2012; Pohunek & Svobodová, 2013).

2.1.4 Vliv asthma bronchiale na posturu a pohybový aparát

U pacientů s dechovými potížemi je dle Smolíkové a Máčka (2006) upřednostněna dechová funkce svalů před pohybovou, což se projeví negativně na postuře jedince. Kolář (2009) a autoři Neumannová a Kolek (2012) se shodují na tom, že důležitým předpokladem pro správnou aktivaci bránice je vzpřímené držení těla, při němž dochází během maximálního nádechu a výdechu k větším pohybům hrudníku. U pacientů s astmatem můžeme pozorovat snížené rozvíjení hrudníku a omezenou posunlivost tkání, změnu svalového napětí, distenze a blokády žebíř a svalové dysbalance charakteru horního a dolního zkříženého syndromu, popř. vrstevného syndromu, vyskytují-li se u jedince oba zkřížené syndromy. Horní zkřížený syndrom se projevuje elevací a protrakcí ramenních pletenců, přetížením přechodu krční a hrudní páteře, chabým držením hlavy s reklinací horní krční páteře (Lewit, 2003). V případě takového kyfotického držení převažuje horní hrudní typ dýchání, který je typický elevační synkinézou ramenních pletenců. Toto dýchání je z hlediska ventilace méně účinné a je přetěžována oblast krční páteře, často s výskytem spoušťových bodů v bránici a mm. scaleni (Neumannová, 2011). Dolní zkřížený syndrom ovlivňuje postavení pánve, která je tažena do anteverze. To vede k prohloubení bederní lordózy, břišní svaly jsou oslabeny a nedostatečně se účastní dechových pohybů. V důsledku špatné fixace dolních žebíř může docházet až k paradoxnímu dýchání, kdy se při nádechu dolní žebra vtahují dovnitř. Porušena bývá i mechanika výdechu, v důsledku čehož hrudník zůstává v nádechovém postavení (Neumannová a Kolek, 2012). U jedinců s lehkým perzistujícím astmatem zaznamenali autoři Lopes et al. (2007) v porovnání s jedinci s těžkým perzistujícím astmatem přítomnost pouze některých patologií v držení těla, jako je např. protrakce ramen, předsun hlavy nebo menší rozvíjení hrudníku. To potvrzuje, že tíže astmatu má vliv na rozsah posturálních změn a svalového zkrácení.

2.2 Význam hlubokého stabilizačního systému páteře

Bránice má kromě důležité dechové funkce také nezastupitelnou funkci posturální, a to jak při respirační, tak při nerespirační aktivitě, jakou je například zvedání těžkého předmětu se zadržným dechem (Kolář, 2009). Díky vyvážené koordinaci tonické a fázičké aktivity je bránice dle elektromyografické (EMG) studie autorů Hodges a Gandevia (2000) schopna plnit svou respirační funkci i během trvalé posturální

aktivity trupu a opakovaných pohybů horními končetinami. Větší amplituda aktivity bránice byla elektromyograficky naměřena při nádechu. U příčného svalu břišního byla zaznamenána větší amplituda aktivace při výdechu, avšak určitá aktivita tohoto svalu byla přítomna po celou dobu respiračního cyklu. Amplituda aktivity obou popsanych svalů se v průběhu měření zvětšovala s narůstající rychlostí pohybů. Ostatní měřené trupové svaly (m. erector spinae, m. obliquus externus a internus abdominis, m. rectus abdominis) nevykazovaly odlišnou EMG amplitudu v průběhu jednotlivých fází dechu. Předpokladem správného zapojení bránice do dechového stereotypu a do stabilizačních funkcí je napřímené držení páteře a kaudální postavení hrudníku. Správná postura umožňuje udržet horizontální polohu bránice, což je základem její správné posturální funkce (Neumannová & Kolek, 2012).

Neumannová a Kolek (2012) řadí bránici spolu se svaly pánevního dna, příčným svalem břišním (m. transversus abdominis), musculi multifidi a hlubokými flexory krku mezi svaly tzv. hlubokého stabilizačního systému páteře (HSSP). Kolář a Lewit (2005) HSSP popisují jako svalovou souhru stabilizující páteř při jakékoli statické zátěži či volném pohybu končetin. Suchomel (2006) k těmto svalům přiřazuje také zadní část m. psoas major, m. serratus posterior inferior, kostovertebrální a iliovertebrální vlákna m. quadratus lumborum a pojmenovává tyto svaly jako lokální stabilizátory umožňující segmentální stabilizaci. Neplatí ale, že by lokální stabilizátory pracovaly jednotlivě. Naopak, k plynulému nárůstu a regulaci nitrobřišního tlaku, jak potvrzují také autoři Hodges a Gandevia (2000), Kolář a Lewit (2005), je nutná koaktivace bránice a příčného svalu břišního. Díky zvýšenému nitrobřišnímu tlaku v součinnosti s aktivitou pánevního dna napomáhá činnost příčného svalu břišního a bránice mechanické stabilizaci páteře. Mimo toto funkční propojení Suchomel (2006) popisuje přímou souvislost při volní aktivaci také mezi příčným svalem břišním a mm. multifidi. Vztah dechové a posturální funkce bránice a příčného svalu břišního potvrzují také Dvořák a Holibka (2006), kteří prokázali strukturální propojení vláken obou těchto svalů.

Podle autorů Kolář a Lewit (2005) a Suchomel (2006) je funkce HSSP definována jako koaktivace mezi lokálními stabilizátory a dlouhými globálními svaly. Dle Suchomela mají globální stabilizátory tendenci k celkové převaze, pracují méně přesně, přesahují většinou více kloubů a tvoří svalové řetězce či svalové smyčky. Lokální stabilizátory by se měly zapojit přednostně, aby vytvořily kvalitní punctum fixum a poskytly tím oporu globálním velkým svalovým skupinám při jejich práci. To

potvrdili autoři Hodges a Gandevia (2000), kteří pomocí elektromyografie zaznamenali anticipační aktivitu bránice a příčného svalu břišního před započatím pohybu paží. K zapojení těchto svalů dochází i v případě, že je ohrožena stabilita trupu s cílem udržet rovnováhu. Není-li stabilizace zajištěna správným zapojením lokálních stabilizátorů, nebo je-li aktivace svalů provedena příliš rychle a silou větší než je 25 % maximální volní kontrakce, dochází podle Suchomela (2006) k převaze globálního svalového systému. Tento náhradní způsob zajištění stability vede ke změně pohybových stereotypů, postupnému přetěžování svalového systému s negativním dopadem také na vazivový a kostěný aparát.

2.3 Léčba dětí s asthma bronchiale

Léčba dětských pacientů s asthma bronchiale je komplexní a vyžaduje mezioborovou spolupráci (Pohunek & Svobodová, 2013). Autoři Neumannová a Kolek (2012) považují za základ včasné stanovení diagnózy a závažnosti onemocnění. Cílem terapie pacientů s astmatem je předcházet zánětu, chronickým a nepříjemným symptomům, poskytnout optimální farmakoterapii, redukovat používání bronchodilatačních léků a podporovat normální úroveň aktivit zahrnující cvičení a školní docházku. Dále působit preventivně proti zhoršení plicních funkcí, které se u dětí pojí s nižším růstem plic, proti opakovaným exacerbacím a minimalizovat hospitalizace a návštěvy zdravotnických zařízení (Cerny & Rundell, 2012).

2.3.1 Farmakologická léčba

Farmakoterapii je možné rozdělit na léky úlevové a preventivní antiastmatika (Pohunek & Svobodová, 2013). Mezi úlevové léky patří inhalační beta-2 agonisté s rychlým nástupem a krátkým účinkem, inhalační anticholinergika s krátkodobým účinkem a jejich kombinace, popř. systémové kortikosteroidy. Nejúčinnějšími preventivními léky jsou inhalační kortikosteroidy, mezi další patří inhalační beta-2 agonisté s dlouhodobým účinkem, antileukotrieny, kromony, a teofyliny (Kolek et al, 2013). Všichni pacienti by měli být informováni o správné technice užívání inhalátoru a pravidelně kontrolováni. Dle výsledků studie autorů Sodhi et al. (2013) až 72 % dotázaných pacientů nesprávně užívalo inhalační léky. Autoři Perez, Becquart, Stach, Wallaert a Tonnel (1996) zkoumali vliv medikace u pacientů s astmatem na inspirační sílu dýchacích svalů. Podle výsledků bylo prokázáno, že pacienti, kteří užívají

kortikosteroidy v průměrné denní dávce $20 \text{ mg} \pm 0,8 \text{ mg}$ po dobu zhruba 5 let, mají ve srovnání s pacienty, kteří neužívají kortikosteroidní léky, horší hodnoty maximálního inspiračního tlaku, což poukazuje na negativní vliv kortikosteroidů na nádechovou funkci dýchacích svalů.

Po započetí užívání medikace u pacientů s nově diagnostikovaným astmatem autoři Vahlkvist, Inman a Pedersen (2010) sledovali vliv zlepšené kontroly intermitentního astmatu na nárůst pohybové aktivity dětí ve věku 6 až 14 let. Medikace zahrnovala inhalační kortikosteroidy a beta-2 agonisty s rychlým nástupem účinku. Po dobu 4 týdnů byly děti měřeny 24 h denně pomocí akcelerometru. Ráno a večer byly změřeny hodnoty parametru PEF, mimo to byly denně zaznamenávány symptomy astmatu. Po čtyřech týdnech došlo ke statisticky významnému zlepšení všech měřených parametrů. Při opakovaném měření po roční medikamentózní terapii již nebyl naměřen žádný významný rozdíl v parametru FEV_1 mezi pacienty s astmatem a zdravými jedinci. Celkový nárůst kardiovaskulární zdatnosti činil $1,2 \text{ ml O}_2/\text{min}$ na kg váhy. V průběhu léčby došlo u pacientů s astmatem k významnému zvýšení pohybové aktivity, zatímco u skupiny zdravých dětí zůstala úroveň pohybové aktivity v průběhu celého roku měření stejná.

2.3.2 Nefarmakologická léčba

Nedílnou součástí léčby je léčebná rehabilitace, obsahující techniky respirační fyzioterapie, mobilizace a techniky měkkých tkání, pohybový trénink, popřípadě fyzikální terapii a vodoléčbu (Neumannová, Zatloukal & Koblížek, 2014). Cílem těchto technik je napomáhat k zachování průchodnosti dýchacích cest, působit preventivně proti vzniku deformit hrudníku, korigovat patologie držení těla a zvyšovat celkovou fyzickou zdatnost. Rehabilitace by měla obsahovat také nácvik inhalačních technik a edukaci o vhodných pohybových aktivitách a úlevových polohách v průběhu dechových obtíží (Ošťádal, Burianová & Zdařilová, 2008). Významná část edukačního programu u dětí majících asthma bronchiale by měla být věnována podpoře pravidelné pohybové aktivity. Tou je myšlen pohyb vytrvalostního charakteru, který vychází z výsledků zátěžových terénních či laboratorních testů. Podle směrnice Americké společnosti sportovní medicíny (American College of Sports Medicine) by se pacienti s kontrolovaným astmatem měli účastnit kontinuální nebo intermitentní fyzické aktivity trvající 20 až 30 min ve frekvenci 3-5x týdně. Stále však není stanovena optimální

intenzita zátěže pro pacienty s respiračními obtížemi (Pacheco, da Silva, Alexandrino & Torres, 2012).

Autoři Dimitrakaki et al. (2013) a Vahlkvist et al. (2010) uvádějí, že děti s astmatem se významně neliší v mírné a středně intenzivní zátěži (udávané v jednotkách MET vyjadřující podle charakteru pohybu velikost energetického výdeje) a v celkové úrovni pohybových aktivit od zdravých dětí. Děti s astmatem se však dle dotazníkového průzkumu méně účastnily intenzivního a systematického cvičení. Pravidelná pohybová aktivita je dobrou prevencí rozvoje astmatu a u pacientů s kontrolovaným astmatem by neměla být vynechávána (Eijkemans, Mommers, Draaisma, Thijs & Prins, 2012; Lang, Butz, Duggan & Serwint, 2004; Sodhi et al., 2013). Tělesná aktivita obecně zlepšuje kvalitu života dětí s astmatem a fyzickou zdatnost (Pacheco et al., 2012). Autor Kosti (2012) našel statisticky významný vztah také mezi vyšší frekvencí venkovní pohybové aktivity v průběhu týdne a menšími projevy astmatu. Tento vztah však potvrdil jen u dětí žijících na venkově, u dětí žijících ve městě tento vztah nebyl prokázán.

Celkové zlepšení aerobní kapacity má vliv na zvýšení ventilační prahu a snížení minutové ventilace, což může zvýšit hranici zátěže, ve které se objevují symptomy bronchokonstrikce. Posílením dýchacích svalů poklesne vnímání dušnosti. To všechno má vliv na pokles školních absencí z důvodu onemocnění a množství užívané medikace (Cerny & Rundell, 2012; Crosbie, 2012; Pacheco et al., 2012). Větší fyzická aktivita byla zaznamenána u dětí rodičů, kteří věřili, že pohybová aktivita má pozitivní vliv na zdravotní stav jejich dětí trpících astmatem (Lang et al., 2004). Zlepšení odolnosti a fyzické kondice spolu se zlepšením imunity a možností klimatoterapie, pitné kúry a inhalace, nabízí komplexní lázeňská léčba. V České republice se léčbě dětí s astma bronchiale věnují např. Priessnitzovy léčebné lázně Jeseník, Lázně Luhačovice, Lázně Velké Losiny a Jánské Lázně.

Důležitým aspektem zvládnutí astmatu je poučení pacientů o jejich nemoci a vhodných režimových opatřeních. Autoři Sodhi et al (2013) zkoumali informovanost a přístup pacientů s astmatem ke svému onemocnění a uvádějí, že 18 % pacientů si nebylo vědomo svého onemocnění a 64 % pacientů nevědělo nic o etiologii astmatu. Necelých 31 % pacientů věřilo, že je jejich onemocnění plně vyléčitelné a 62 % pacientů udávalo, že využívají alternativní medicínu, především homeopatii. Zhruba 74 % dotázaných pacientů si bylo vědomo spouštěcích faktorů zhoršující jejich zdravotní stav. Životní styl pacientů s astmatem by měl dále zahrnovat vyváženou

stravu k zamezení vzniku obezity (Sodhi et al., 2013). Autoři Vahlkvist et al. (2010) naměřili u dětí s astmatem větší podíl tuků ve složení těla. Také autor Kosti (2012) uvádí, že vyšší hodnota body mass indexu je spojena s vyšším výskytem astmatu. U dětí s obezitou léčba astmatu zahrnuje redukcii tělesného tuku, která se projeví poklesem závažnosti astmatu a zlepšením skóre jednotlivých symptomů. Astma u školních dětí bývá dále často spojeno s depresemi, úzkostí a nižší kvalitou života. V souvislosti s tím by měla být do komplexní léčby zařazena také psychosociální podpora (Cerny & Rundell, 2012; Dimitrakaki et al., 2013; Pacheco et al., 2012). Nejdůležitějším cílem léčby je udržet astma jakékoli tíže pod kontrolou (Kolek et al., 2014).

2.4 Posturální stabilita

2.4.1 Postura a definice posturální stability

Posturální stabilitu autoři Smith, Ulmer a Wong (2012) a Zumbrunn, MacWilliams a Johnson (2011) definují jako schopnost držet tělo v rovnováze za současné projekce těžiště (z ang. COM) nad opěrnou bázi s cílem ochránit tělo před pádem nebo umožnit specifické úkony. Jde o komplexní proces vyžadující integraci senzoričkových informací a adekvátní posturální odpovědi. Z hlediska biomechaniky Janura a Janurová (2007) popisují, že je tělo v rovnováze, jsou-li výslednice sil, které působí na tělo, a výsledný moment působících sil, rovny nule. Na rovnovážnou polohu má vliv také umístění těžiště a velikost opěrné báze. Platí, že čím je těžiště níže a opěrná báze je větší, tím je poloha těla stabilnější. Z toho důvodu je stoj s dolními končetinami od sebe stabilnější než stoj o užší opěrné bázi jako je tandemový stoj nebo stoj na jedné dolní končetině. Působíště vektoru reakční síly je nazýváno „centre of pressure“ (COP).

Základem veškeré motoriky je svalový tonus, který Králíček (2011) popisuje jako trvalou lehkou kontrakci všech kosterních svalů. Svalový tonus tvoří základ pro postojovou a pohybovou komponentu. Při každé svalové činnosti musí být obě tyto složky ve vzájemné spolupráci. V zájmu udržení vzpřímené postury těla mírně převažuje tonus extenzorových svalových skupin, které plní převážně antigravitační funkci. Autoři Hodges, Gurfinkel, Brumagne, Smith a Cordo (2002) a Kolář (2009) poukazují na to, že ač mluvíme o statické rovnováze, která je charakterizovaná neměnnou polohou těla v prostoru, nejedná se pouze o pasivní nastavení segmentů těla, ale jde o aktivní proces zajištěný svalovou aktivitou. Každé aktivitě, ať už jde o udržení

vzpřímené polohy či dynamický pohyb, musí předcházet aktivní držení segmentů těla vůči zevním silám, tzv. postura (Vařeka, 2002). Správnou koaktivací agonistických a antagonistických svalových skupin dochází k vyrovnávání přirozené lability našeho těla. U pacientů s asthma bronchiale můžeme vlivem nerovnováhy mezi svalovými skupinami pozorovat vadné držení těla, které je podrobněji popsáno v kapitole „Vliv asthma bronchiale na posturu a pohybový aparát“. Schopnost zajistit stabilní polohu si tedy můžeme představit jako proces neustálého balancování, který brání případnému nečekanému pádu jedince. Tento proces je označován jako posturální stabilizace (Kolář, 2009) nebo dynamická centrace (Suchomel, 2006).

2.4.2 Mechanika udržování stability stoje

Stálá poloha těla je zajišťována reflexně hybnými centry mozkového kmene, kam řadíme retikulární formaci a vestibulární jádra. Aferentace do těchto center přichází hlavně z proprioreceptorů uložených ve svalech, kloubech a šlachách, ze statokinetického čidla, zrakového orgánu a kožních exteroceptorů, které podávají informace o bolesti, teplotě a tlaku (Umphred, 2007). Proprioceptory informují o vzájemné poloze (tzv. statestézie) a pohybu (tzv. kinestézie) tělních segmentů. Kolář (2009) upozorňuje na velmi úzký vztah mezi hlubokým a diskriminačním citím a schopností uvědomování si těla a jeho částí (tzv. somatognosie). Podle Králíčka (2011) je propiocepce hlavním smyslem ovlivňujícím kontrolu vzpřímeného stoje a je odpovědná za spouštění automatických posturálních reakcí. Vestibulární systém poskytuje centrálnímu nervovému systému (CNS) informace o pozici a pohybech hlavy, identifikuje pohyb vlastního těla a odlišuje ho od pohybů v prostředí (Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 2005). Orientace v širším okolí je umožněna především zrakem a schopností předvídat. Receptory zraku mají při udržování posturální stability dvojí úlohu (Kolář, 2009; Umphred, 2007). Centrální vidění umožňuje orientaci v prostoru a pomáhá nám posoudit rizika a příležitosti okolního prostředí. Periferní vidění nás informuje o pohybu našeho těla ve vztahu k prostředí.

Aby byl mozek schopen určit správně polohu a odlišit pohyb svého těla od pohybu prostředí, potřebuje informace ze všech tří smyslů. Nejprve dle Umphreda (2007) centrální smyslové struktury porovnávají dostupné vstupy mezi stranami a poté mezi všemi třemi smyslovými systémy. Autoři Rinaldi, Polastri a Barela (2009) a Scott (2008) se shodují na tom, že zpracování přichozích informací v CNS umožňuje

upřednostnění dostupných, přesných a užitečných informací před informacemi nepřesnými a méně využitelnými. Porucha jednoho smyslu tak může být kompenzována větší závislostí na ostatních smyslových podnětech. Není-li organismus schopen nahradit porušenou senzoričkou funkci informací z jiného smyslu, dochází k poruše rovnováhy. Ta se může projevat například omezením pohybů hlavy, plochonožím pro potřebu větší opěrné plochy, nevolnostmi nebo závratí. Vstupní informace jsou porovnávány s dřívějšími zkušenostmi jedince. Celý proces zpracování informací je nejčastěji popisován jako multisenzoričká integrace (Umphred, 2007).

Autoři Rinaldi et al. (2009) potvrdili, že schopnost senzoričké integrace je závislá na věku. Čtyřleté děti byly v situaci, kdy k nim přicházely protichůdné senzoričké informace, více ovlivňovány vizuálními podněty. Reagovali většími amplitudami výchylek a pomaleji se adaptovaly na změny senzoričkových podnětů. To podle autorů vysvětluje, proč měly mladší děti v průběhu měření mnohem větší problémy v prvních vteřinách změny senzoričkových podnětů. Naopak děti ve věku dvanácti let již reagovaly stejně rychle a efektivně jako dospělí jedinci. Tyto výsledky potvrdily již dříve popsání teorie, že schopnost multisenzoričké integrace je plně vyvinuta až po ukončení první dekády života. Vliv pohlaví na schopnost multisenzoričké integrace zkoumali autoři Smith et al. (2012), podle kterých mají dívky ve věku 8 až 12 let lepší schopnost využít vestibulární informace než chlapci odpovídajícího věku. Dívky byly v průběhu měření dle autorů schopny lépe integrovat senzoričké vstupy, zatímco chlapci zpracovávali každý vjem samostatně a více se spoléhali na zpětnou vazbu z aferentních receptorů.

Reakce na nečekanou výchylku jsou označovány jako automatické posturální reakce, kdy se jedinec snaží pomocí různých strategií udržet stabilitu s cílem zamezit pádu (Umphred, 2007). Ačkoli jsou odpovědi generovány stereotypně, vždy záleží na velikosti podnětu a směru výchylky. Mezi čtyři základní strategie patří: kotníková a kyčelní strategie, snížení těžiště a strategie výkroku. Při kotníkové strategii reaguje jedinec na posturální výchylku změnou postavení v hlezenních kloubech. Dochází tak k pohybu těla jako celku (Příloha 1, kresba A). Tato strategie je nejčastěji využívána u pomalých výchylek menší intenzity v blízkosti středové linie, typicky v předozadním směru, ve kterém je rozsah pohybu v hlezenním kloubu největší. Podle Zemkové (2011) kotníkovou strategii při udržování rovnováhy využívají více mladší jedinci. U kyčelní strategie dochází k opačnému pohybu pánve a hlavy (Příloha 1, kresba B). Kyčelní strategií reagujeme na předozadní i mediolaterální výchylky. Třetím typem strategie je

pokrčení dolních končetin vedoucí ke snížení těžiště. Zmenšením vzdálenosti těžiště od opěrné báze je proces vyrovnávání rovnováhy snazší (Příloha 1, kresba C). Poslední strategií je reakce vykročením (Příloha 1, kresba D). V běžném životě popsané strategie fungují mnohdy současně, jejich použití je však individuální. Řada jedinců například preferuje strategii vykročení při většině výchylek.

2.4.3 Vliv věku a pohlaví na posturální stabilitu

Závislostí posturální stability na věku se zabývaly již mnohé studie. Výsledky studie autorů Rival, Ceyte a Olivier (2005) porovnávající šesti, osmi a desetileté děti ukázaly, že rozsah výchylek se s věkem zmenšuje nestejně, s maximální velikostí výchylek v 8 letech. To potvrzuje již dříve známý fakt, že sedmý až osmý rok života je přechodným obdobím, kdy se vlivem zdokonalování svalové činnosti a změny způsobu kontroly rovnováhy začínají objevovat strategie připomínající dospělé posturální chování, přechodně však dochází ke zhoršení posturální kontroly. S rostoucím věkem dochází postupně ke zlepšení zpětné vazby ze zrakových, vestibulárních a propioceptivních receptorů, což potvrzují také autoři Mickle, Munro a Steele (2011) a Rinaldi et al. (2009). Díky tomu dochází k menším a častějším exkurzím COP, což je vidět nejvýrazněji při stoji bez zrakové kontroly (Humphriss, Hall, May & Macleod, 2011; Rival et al., 2005). Rychlost výchylek se podle výsledků autorů Rival, Ceyte a Olivier (2005) snižuje s rostoucím věkem lineárně. Ve všech věkových kategoriích došlo v průběhu měření jednotlivých pokusů k poklesu rychlosti (nejvíce hned v počátečních vteřinách trvání pokusu) a rozsahu výchylek COP.

Věková hranice, od které děti vykazují stejné posturální chování jako dospělí jedinci, se podle jednotlivých autorů mírně liší. Rinaldi et al. (2009) určují tuto hranici věku na 12 let, Atilgan, Ramazanoglu a Uzun (2012) uvádějí věk okolo 10 let dítěte, což odpovídá již zmíněné schopnosti zrání multisenzorické integrace, která je dokončena po ukončení první dekády života. Také autoři Mickle et al. (2011) u dětí mezi 10. a 12. rokem již nezaznamenali žádné významné změny stability, avšak uvádějí, že některé aspekty rovnováhy jsou dovyvinuty již okolo 7. až 10. roku života. U dětí ve věku 9 let popisují snížení výchylek naměřených ve stojích na obou dolních končetinách oproti mladším dětem, avšak ve stoji na jedné dolní končetině se devítileté děti ještě významně nelišily od osmiletých dětí. Posturálně těžší stoj na jedné dolní končetině byl dle výsledků měření autorů zvládnut stejně kvalitně jako u dospělých jedinců až ve věku

okolo 10 let. Na rozdíl od nich autoři Humphriss et al. (2011) u dětí ve věku 10 let naměřili ještě výrazný rozdíl mezi tandemovým stojem, kde je větší opěrná báze, a stojem na jedné dolní končetině, kde byly zaznamenány ještě výrazné problémy s udržením stoje a celkově horší výsledky.

V otázce závislosti rovnováhy na pohlaví dítěte, se většina autorů shoduje, že chlapci vykazují významně vyšší rychlost i rozsah výchylek COP než dívky (Humphriss et al., 2011; Mickle et al., 2011; Smith et al., 2012). Autoři Nolan, Grigorenko a Thorstensson (2005) naměřili větší výchylky COP u chlapců ve věku 9 až 10 let, u starších chlapců již byly hodnoty nižší. To poukazuje na to, že u chlapců se ještě některé aspekty posturální kontroly vyvíjejí i po 9. a 10. roce života, což potvrzuje, že vývoj posturální stability, stejně jako celkově fyzický vývoj, je u chlapců oproti dívkám opožděn (Smith et al., 2012). Mickle et al. (2011) zaznamenali větší výchylku COP u chlapců ve všech testovaných variantách stoje, statisticky významný rozdíl naměřili však jen u stoje na jedné dolní končetině. Podle autorů Humphriss et al. (2011) chlapci udrželi stabilitu po kratší dobu než dívky o zhruba 3,5 s. U dívek docházelo také k dřívější stabilizaci pohybů COP než u chlapců (Nolan et al., 2005). Odlišné výsledky přináší studie autorů Atilgan et al. (2012), kteří ve stoji na obou dolních končetinách a ve stoji na levé dolní končetině naměřili lepší výsledky u 9letých chlapců než u děvčat, a to jak ve stoji s otevřenýma, tak i se zavřenýma očima. Tyto výsledky autoři vysvětlují větší pohybovou aktivitou chlapců.

2.5 Hodnocení posturální stability

2.5.1 Klinické testy

Hodnocení posturální stability u pacientů s asthma bronchiale lze provést buď pomocí klinických testů, nebo s využitím přístrojové techniky. V klinické praxi se k vyšetření posturální stability využívají převážně různé modifikace stoje na jedné nebo obou dolních končetinách. V průběhu testů je měřen čas výdrže a aspekci je hodnocena velikost a četnost výchylek, zapojení horních končetin, „hra šlach“ extenzorů v oblasti hlezenních kloubů, případně použité posturální strategie (Opavský, 2005; Umphred, 2007). Výhodou těchto testů je jejich materiální, finanční a časová nenáročnost. Nevýhodou je, že vyhodnocení většiny klinických zkoušek záleží z velké míry na subjektivním pozorování terapeuta a jsou zatíženy vysokou chybou měření. Nejčastěji

hodnocená je Rombergova zkouška (z ang. Romberg's test), ve které se testuje rovnováha pomocí postupného zvyšování náročnosti zužováním opěrné báze a vyloučením vizuální kontroly. Stoj I představuje variantu Rombergovy zkoušky s dolními končetinami vzdálenými od sebe. Popis provedení testu se u různých autorů liší. Většina autorů preferuje vzdálenost dolních končetin od sebe na šířku ramen (Mickle et al., 2011; Nolan et al., 2005; Wolff et al., 1998). Autoři Atilgan et al. (2012) definují Romberg test jako stoj s chodidly od sebe na šířku 10 cm. Hodnocena bývá i varianta tohoto stoje se stejnými parametry bez zrakové kontroly. Testování ve stoji s nohama u sebe je označováno jako stoj II, stejný test bez zrakové kontroly nazýváme stoj III, nebo-li Rombergův stoj (Opavský, 2005).

McIlroy a Maki (1997) upozorňují na to, že řada studií řeší problém se stanovením stejné pozice nohou pro všechny probandy. Tato stanovená pozice se výrazně liší i mezi jednotlivými studii, což způsobuje potíže při porovnávání výsledků mezi studii. Nevýhodou standardního postavení je, že se může značně lišit od probandova preferovaného nastavení a tudíž může ovlivnit měřené posturální odpovědi, zejména laterální stabilitu. Některé studie proto využívají pozici, ve které se pacienti cítí přirozeně (Rival et al., 2005). To však může vést k velkým rozdílům u jednotlivých probandů. Nejvhodnějším řešením se zdá být standardizovaný stoj, který je určen na základě preferovaného stoje, splňující potřebu sjednotit stoj pro možnost porovnání a přitom minimalizuje míru omezení preferovaného stoje probanda. Mezinárodní asociace posturografie (International Society of Posturography) vydala jako doporučený standardizovaný stoj pozici, kde je mezi vnitřními hranami nohou svírán úhel 30 stupňů a paty jsou u sebe. Dalším široce klinicky využívaným je stoj s nohama paralelně u sebe nazvaný jako standard Romberg test. Oba tyto testy však spadají mimo interval 90 % hodnot naměřené šířky a úhlu nohou u probandů v jejich přirozeném preferovaném stoji. Výsledek studie autorů McIlroy a Maki (1997) měřící preferovaný (nebo také volný) stoj ukázal velkou variabilitu v šířce stoje a úhlu vytočení nohou mezi probandy. Průměrně se preferovaný stoj vyznačoval 17 cm vzdáleností mezi centry pat se standardní odchylkou 4 cm (tj. cca 11 % tělesné výšky) a 15stupňovým úhlem dlouhých os nohou, avšak se standardní odchylkou 11,5 stupňů. Nebyl zjištěn žádný významný vztah mezi šířkou stoje a úhlem natočení nohou. Malá korelace byla naměřena mezi výškou postavy a šířkou stoje, ale mezi tělesnou výškou a úhlem vytočení nohou nebyl zjištěn žádný vztah. Malý, ale statisticky významný rozdíl byl nalezen mezi šířkou stoje,

úhlem nohou a věkem probandů, přičemž s rostoucím věkem se v průměru šířka stoje zmenšovala a úhel vytočení nohou zvětšoval. Statisticky významný rozdíl byl naměřen také v šířce stoje mezi muži s ženami, kdy bylo u mužů průměrně naměřeno 18 cm a u žen 16 cm. Po přepočítání šířky stoje na procenta výšky byl však tento rozdíl smazán. Podle autorů je velké rozpětí hodnot mezi probandy způsobeno odlišnými balančními schopnostmi, anatomickými a antropometrickými parametry, psychickým stavem, muskuloskeletálními patologiemi dolních končetin, naučenými preferencemi a dalšími faktory.

Modifikovanou, posturálně náročnější variantou Rombergova stoje je tandemový stoj (Smithson et al., 1998). Dle Umphreda (2007) by měl zdravý člověk v tandemovém stoji bez zrakové kontroly vydržet stát zhruba jednu minutu. U dětí by však mohly být testy stoje s oporou obou dolních končetin málo citlivé k rozeznání malých odchylek a dlouhodobých postupných změn. Navíc při testování pouze ve stoji na obou dolních končetinách netestujeme muskuloskeletální systém ve funkční, posturálně nejnáročnější situaci, tj. v pozici s oporou jedné dolní končetiny, která je součástí mnoha denních činností a chůze (Zumbrunn et al., 2011). Tandemový stoj a stoj na jedné dolní končetině hodnotili v rámci standardizovaného testu Paediatric Clinical Test of Sensory Interaction and Balance autoři Humphriss et al. (2011). V tandemovém stoji s otevřenými očima dosáhly desetileté děti po dobu 20 s velmi podobných výsledků výdrže v obou variantách tandemového stoje, tj. s pravou nohou vpředu (85 %) a s levou nohou vpředu (84,9 %). Při testování tandemového stoje se zavřenými očima bylo dosaženo u všech dětí horších výsledků výdrže než při plnění testu s otevřenými očima. Výsledky stoje na jedné dolní končetině byly v délce výdrže vždy horší než výsledky tandemového stoje, ať šlo o měření se zrakovou kontrolou nebo bez ní, což podle těchto autorů odpovídá měřením u dospělých jedinců. Při jednooporovém stoji nebyly naměřeny žádné statisticky významné rozdíly mezi končetinami. Dvacet sekund ve stoji na pravé dolní končetině s otevřenými očima udrželo stabilitu 80,9 % testovaných dětí a na levé dolní končetině 77,5 % dětí. Po dobu 40 s stabilitu při stoji na 1 dolní končetině (DK) udrželo pouze cca 12-13 % dětí.

Stoj spojný, tandemový stoj a test stoje na 1 DK testovali pomocí klinických testů také autoři Aleixo et al. (2012) při porovnávání rovnováhových schopností 6letých až 12letých dětí s hmotností v pásmu normy a dětí s nadváhou. Dobu výdrže zvolili ve stoji spojném 60 s, v posturálně těžším tandemovém stoji a ve stoji na jedné dolní

končetině měřili probandy jen po dobu 20 s. Jednooporový stoj autoři testovali pouze na preferované dolní končetině dle volby testovaných jedinců. Mezi skupinou dětí s nadváhou a obezitou nebyl v posturální stabilitě nalezen žádný statisticky významný rozdíl. Rozdíl byl naměřen pouze u některých parametrů dynamické rovnováhy.

Všechny výše uvedené testované pozice jsou shrnuty do baterie osmi testů dle Bohannon a Learyho (1997). Stoj s chodidly od sebe, stoj spojný, tandemový stoj a stoj na jedné dolní končetině jsou měřeny vždy ve variantě se otevřenýma a zavřenýma očima, přičemž je zaznamenáván čas výdrže s maximem 30 s. Testovaný může dosáhnout celkově maximálního skóre 240 s. Mezi další často využívané testy stability patří např. Bergova balanční škála (Berg Balance Scale - BBS), kterou použili autoři Beauchamp, Hill, Goldstein, Janaudis-Ferreira a Brooks (2009) a Pallavi et al. (2014) u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN). Byl zjištěn statisticky významný vztah mezi škálou BBS a parametrem usilovně vydechnutého objemu vzduchu za 1 s (FEV_1). To znamená, že stabilita může být významně ovlivněna stupněm závažnosti dechových obtíží (Pallavi et al., 2014). K odlišným výsledkům došli autoři Beauchamp et al. (2009), kteří pomocí škály BBS porovnávali stabilitu u skupiny pacientů s CHOPN trpící pády a u skupiny pacientů s CHOPN, kteří problémy s pády neudávali. Podle výsledků pacienti, u kterých byla ve škále dušnosti zaznamenána vyšší hodnota nebo kteří potřebovali oxygenoterapii, vykazovali horší výsledky ve škále BBS a udávali vyšší četnost pádů. Autory však nebyla zaznamenána žádná korelace s dechovými funkcemi, konkrétně s parametrem FEV_1 . Mezi oběma skupinami nebyl nalezen rozdíl mezi muži a ženami, avšak pacienti ve vyšším věku, dle očekávání, vykazovali větší riziko pádů.

Škála BBS byla autory Lopes et al. (2014) použita také k hodnocení dospělých pacientů s asthma bronchiale. Mezi skupinami pacientů s astmatem různé tíže nebyly pomocí BBS naměřeny významné rozdíly. Větších rozdílů bylo dosaženo měřením na silových plošinách, což je citlivější metoda k odhalení abnormalit v posturální stabilitě. Protože BBS je určena zejména pro testování starších jedinců, Ries, Michaelsen, Soares, Monteiro a Allegretti (2012) použili k hodnocení dětí brazilskou verzi škály Pediatric Balance Scale, která je modifikací BBS přizpůsobenou dětským pacientům ve věku 5 až 15 let úpravou posloupnosti jednotlivých úkolů.

Autoři Smithson et al. (1998) a Umphred (2007) kromě hodnocení posturální stability ve stoji s různými variantami pozic nohou uvádějí klinicky využívané testy

posturální odpovědi na vnější podnět (např. využití postrků či stoje na pohyblivých plošinách) a zkoušky na schopnost integrování vizuálních, propioceptivních a vestibulárních podnětů, které v praxi napomáhají k diferenciaci diagnostice. Ve svých studiích je uvádějí také autoři Smith et al. (2012) a Steinberg et al. (2013). Autoři Smith et al. (2012) při testování využívali stoj se zavřenými očima a hlavou v záklonu na tvrdé podložce a stoj s otevřenými očima na měkké podložce. Stoj na obou dolních končetinách s otevřenými a zavřenými očima na tvrdé podložce a poté na měkké podložce testovali také autoři Steinberg et al. (2013). Dále hodnotili stoj se zavřenými očima s hlavou otočenou doprava, doleva, do 30 stupňového záklonu a 30 stupňového předklonu.

Díky tomu, že je posturální stabilita složitým senzomotorickým procesem, je vhodné k jejímu vyhodnocení v klinické praxi použít vždy více různých testů a začít v nejjednodušší pozici. Obtížnost jednotlivých testů lze měnit také pozicí horních končetin. V rámci klinického testování pacienta je dle Umphreda (2007) důležité otestovat jak stabilitu posturální, tak dynamickou. Zároveň je třeba zohlednit, že poruchy udržování rovnováhy mohou být hlavním či vedlejším projevem mnoha různých onemocnění, stejně tak dva jedinci se stejnou diagnózou mohou mít rovnováhu postiženou různě v závislosti na tom, která část systému posturální kontroly je zasažena (Smithson et al., 1998).

2.5.2 Testování pomocí přístrojové techniky

Pro větší objektivizaci je posturální stabilita často hodnocena pomocí posturografie. Největší uplatnění nachází posturografie ve výzkumu a při sledování vlivu léčby a dlouhodobého vývoje poruch rovnováhy u pacientů. Nejčastěji se používají silové plošiny Kistler (Kistler Instrumente AG, Winterthur, Switzerland) a AMTI (AccuSway Plus, AMTI, Watertown, MA, USA). Plošiny Kistler využívali při měření například autoři D'Hondt et al (2011), Smith, Chang, Seale, Walsh a Hodges (2010) nebo Wolff et al. (1998), na plošinách AMTI měřili např. autoři Almeida et al. (2013), Haibach, Lieberman a Pritchett (2011), Lopes et al. (2014), Rival et al. (2005), da Silva, Corazza, Katzer, Mota a Soares (2013) a Zumbunn et al. (2011). Cílem posturografie je určit výchylky těla vyhodnocením poloh působitě reakční síly tzv. centre of pressure (COP) (Janura, Vařeka, Lehnert & Svoboda, 2012). Parametry, které můžeme pomocí plošin měřit, jsou: velikost amplitudy výchylek COP v mediolaterálním a anteroposteriorním

směru, délka trajektorie COP, kterou urazí v průběhu měření, a plocha konfidenční elipsy. Konfidenční elipsa je výsledná plocha zobrazující 95 % poloh COP. Pomocí výpočtů můžeme získat také údaje o rychlosti pohybu COP během měření a frekvenci výchylek COP (Kolář, 2009). Rychlost pohybu COP se jeví jako nejsenzitivnější ukazatel posturální stability s vysokou korelací se všemi ostatními posturálními parametry (Raymakers, Samson & Verhaar, 2005; Zemková & Hamar, 2002). Při statickém posturografickém vyšetření jsou využívány stejné typy stojů jako v klinické praxi.

Dosud nebyly publikovány studie zabývající se hodnocením posturální stability u dětí s intermitentním typem asthma bronchiale. Pouze autoři da Silva et al. (2013) porovnávali posturální stabilitu dětí a adolescentů s asthma bronchiale a zdravých dětí, avšak bez specifikace tíže astmatu. Studie se celkem účastnilo 24 dětí ve věku od 7 do 14 let. Posturální stabilita byla hodnocena pomocí jedné silové plošiny ve stoji s otevřenými a zavřenými očima, vždy ve třech pokusech trvajících 30 s. Výsledky poukázaly na statisticky významný rozdíl mezi skupinami ve stoji se zrakovou kontrolou, kdy byly u dětí s astmatem naměřeny větší amplitudy výchylek v anteroposteriorním a mediolaterálním směru. Ve stoji se zavřenými očima byly u dětí trpících astmatem naměřeny významně větší amplitudy výchylek pouze v anteroposteriorním směru a celkově větší dráha konfidencí elipsy. Dle výsledků srovnávajících děti s asthma bronchiale a zdravé děti stejné věkové kategorie se zdá, že astma negativně ovlivňuje posturální stabilitu.

Také v problematice dospělých pacientů s asthma bronchiale je zatím pouze málo studií věnujících se vlivu zhoršených dechových parametrů na posturální stabilitu pacientů s astmatem. Porovnání dospělých pacientů s různou tíží asthma bronchiale se věnovali autoři Almeida et al. (2013), kteří ve studii zkoumající 50 pacientů s astmatem rozdělili účastníky do dvou skupin podle usilovně vydechnutého objemu vzduchu za sekundu (FEV_1), přičemž jako hranice byla zvolena hodnota 74 % náležité hodnoty parametru. Výsledky měření na silových plošinách ve stoji na obou dolních končetinách s otevřenými očima ukázaly na statisticky významný vztah mezi rozsahem amplitudy, směrodatnou odchylkou a rychlostí výchylek COP v mediolaterálním směru, silou nádechových svalů a parametrem FEV_1 . Větší výchylky byly celkově naměřeny u skupiny s nižší hodnotou parametru FEV_1 . Tito autoři uvádějí, že ke změnám v posturální stabilitě u dospělých pacientů s asthma bronchiale dochází nejspíše vlivem

vadného držení těla. Každá změna v oblasti hrudníku podle nich může ovlivňovat biomechaniku celého těla.

Další studii věnující se vztahu mezi posturální stabilitou, dechovými parametry a body mass indexem u 26 dospělých astmatických pacientů publikovali autoři Lopes et al. (2014). Pacienti v této studii byli rozděleni také podle parametru FEV_1 , avšak na tři skupiny. Lehké astma odpovídalo hodnotě nad 80 %, mezi 60-80 % středně těžké a pod 60 % těžké asthma bronchiale. Měřen byl stoj s chodidly od sebe a stoj snožmo s otevřenými a zavřenými očima. Autoři shledali souvislosti mezi stabilitou a parametry bronchiální obstrukce. Statisticky významný vztah našli mezi sníženými hodnotami parametrů bronchiální obstrukce FEV_1 , PEF a FEV_1/FVC a zvýšenými mediolaterálními výchyly COP ve stoji s dolními končetinami od sebe a otevřenými očima. S body mass indexem nebyla nalezena žádná korelace. Autoři udávají, že změny v posturální stabilitě se většinou projeví mediolaterálními výchyly COP. Mediolaterální kontrola je více závislá na pohybu trupu oproti předozadnímu směru, ve kterém se může do kontroly rovnováhy plně zapojit kotníková strategie. Na posturální stabilitu mohou mít vliv také změny ve velikosti a pořadí aktivace svalů, jako např. opožděný nábor synergistických svalů, aktivace antagonistů nebo zpožděné posturální odpovědi. Tyto změny vedou ke snížené schopnosti kontrolovat mediolaterální a anterioposteriorní výchyly těla. U obou uvedených studií chybí porovnání pacientů s astmatem s kontrolní skupinou zdravých jedinců.

Toto porovnání dospělých pacientů s asthma bronchiale se zdravými jedinci provedli ve svém měření autoři Cunha et al. (2013). Testování probíhalo ve stoji na pevné plošině a ve stoji na pohyblivé plošině, vždy se zavřenými i otevřenými očima. Celkem bylo do studie zařazeno 60 jedinců s kontrolovaným perzistujícím astmatem, u pacientů však nebyla přesně specifikována tíže asthma bronchiale. V případě stoje na pohyblivé plošině bez zrakové kontroly se probandi mohli spoléhat pouze na informace z vestibulárního aparátu. Z výsledků vyplynulo, že pacienti s astmatem dosahovali ve stoji na pohyblivé plošině významně větší konfidenční elipsy, a to jak se zrakovou kontrolou, tak bez ní. Dále byla během stoje na pohyblivé plošině s otevřenými očima zaznamenána větší rychlost výchylek v předozadním směru. Také u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) bylo zjištěno postižení rovnováhy.

Cílem autorů Smith et al. (2010) bylo prokázat, zda souvisí zvýšené riziko pádů u pacientů s CHOPN se zhoršením stability v důsledku porušených dechových funkcí.

Rovnováha byla hodnocena u 12 pacientů s CHOPN a 12 zdravých probandů ve věku od 53 do 80 let. Do studie byli zahrnuti jenom jedinci, kteří v posledních 2 měsících netrpěli akutní exacerbací onemocnění a nevykazovali hodnotu parametru FEV1 menší než 50 % náležité hodnoty se změnou menší než 25 % po podání bronchodilatačních léků. Probandi byli měřeni na silových plošinách ve stoji na šířku boků po dobu 70 s v různých podmínkách stoje: s otevřenýma očima, se zavřenýma očima, na pevné a pěnové podložce a ve stoji o úzké bázi. Probandi před samotným měřením rovnováhy absolvovali cvičení zapojující horní končetiny z důvodu zvětšení dechových požadavků. Pacienti s CHOPN dosahovali většího rozsahu mediolaterálních výchylek ve stoji na pěnové podložce a větší směrodatné odchylky v mediolaterálním směru ve všech variantách stoje. Dále byl zaznamenán větší úhlový pohyb boků ve srovnání se zdravými jedinci stejného věku. Anteroposteriorní výchylky se mezi oběma skupinami významně nelišily. Větší rozsah výchylek u pacientů s CHOPN autoři spojují s větší aktivitou dýchacích svalů, porušenou kontrolou svalů trupu a omezením pohybů trupu. Výsledky podle autorů poukazují na to, že u pacientů s CHOPN je porušena rovnováha v mediolaterálním směru, což u těchto pacientů zvyšuje riziko pádu.

Porovnáním posturální stability pomocí silových plošin u 30 zdravých dospělých jedinců a u 30 dětí ve věku šest, osm a deset let se zabývali autoři Rival et al. (2005). Měřena byla velikost a rychlost pohybu COP při desetisekundovém stoji na obou dolních končetinách bez zrakové kontroly. Měření bylo analyzováno ve čtyřech periodách, čímž mohly být sledovány i změny v průběhu měření. Výsledky ukázaly, že zatímco rychlost výchylek se snižuje s rostoucím věkem lineárně, rozsah výchylek se s věkem zmenšuje nesteromerně, s maximální velikostí rozsahu výchylek v 8 letech. V průběhu jednotlivých pokusů u dětí všech věkových skupin klesala rychlost a rozsah výchylek. Jedním z důvodů, proč se posturální stabilita u probandů dětského věku se vzrůstajícím věkem zlepšuje, může být nárůst pozornosti, motivace a schopnosti usuzovat, což jsou faktory, které hrají v testování posturální stability významnou roli. Při nedostatku pozornosti klesá schopnost zvážit rizika a možnosti okolního prostředí, což může vést až k pádu (Umphred, 2007). Autoři Humphriss et al. (2011) a Mickle et al. (2011) se shodují na tom, že také horší výsledky v posturální stabilitě chlapců, v porovnání s dívkami stejného věku, mohou být způsobeny menší pozorností chlapců nebo odlišnou mírou motivace.

Také autoři Wolff et al. (1998) zaznamenali u 92 dětí a adolescentů od 5 do 18 let s rostoucím věkem zlepšení téměř všech parametrů posturální stability. Měření byly stejné se vzdáleností nohou na šířku ramen s otevřenými a zavřenými očima. Významné změny nebyly nalezeny pouze u frekvence výchylek a rozsahu anteroposteriorních výchylek, které zůstávaly stabilní. Při porovnání parametrů stejné nejmladších měřených dětí a 18letých adolescentů s otevřenými očima, bylo průměrně naměřeno, že celková délka dráhy COP je u 18letých jedinců o 33 % kratší, rozsah mediolaterálních výchylek o 25 % menší a rychlost výchylek dokonce o 54 % nižší, než byla u nejmladších dětí. Stejných nebo ještě větších změn bylo dosaženo také ve stejné zavřenými očima. Celkově probandi ve stejné zavřenými očima dosahovali větších a rychlejších výchylek než se zrakovou kontrolou (Nolan et al., 2005; Wolff et al., 1998). Větší posturální výchylky při odstranění zrakové kontroly naměřili také autoři D'Hondt et al. (2011), kteří porovnávali posturální stabilitu u skupiny zdravých dětí a skupiny dětí s nadváhou a obezitou ve věku od 7 do 12 let. Pomocí silových plošin testovali stabilitu stejné na obou dolních končetinách. Výsledek však neprokázal žádný významný rozdíl mezi skupinou dětí s nadváhou a skupinou dětí s hmotností v pásmu normy. Pouze ve věkové kategorii 10-12 let byly u dětí s nadváhou naměřeny statisticky významně větší výchylky než u dětí bez nadváhy či obezity.

Doba trvání jednotlivých posturálních úkolů byla autory popisována různě. Nejčastěji uváděný čas trvání pokusů byl 30 s (Almeida, 2013; Atilgan et al., 2012; D'Hondt et al., 2011; Lopes et al., 2014; Mickle et al., 2011; Smith et al., 2012; Wolff et al., 1998). Kochanowicz a Kucharska (2010) u dětí ve věku 11 až 13 let doporučují testovat posturální stabilitu po dobu trvání 32 s. Cunha et al. (2013), Haibach et al. (2011) uvádějí délku trvání pokusu 20 s. U autorů Rival et al. (2005) trvá měření pokusu 10 s. Nejkratší dobu uvádějí Zumbunn et al. (2011), kteří průběh stejné na jedné dolní končetině měřili pouze po dobu 5 s. Nejdélší trvání pokusu 70 s uvádějí u testování dospělých jedinců autoři Smith et al. (2010), u dětských pacientů bylo nejdélším časovým úsekem 60 s, které použili u 9letých až 16letých dětí autoři Nolan et al. (2005). Počet opakování úkolů se v jednotlivých studiích lišil. Wolff et al. (1998) udávají, že při porovnání výsledků pěti a deseti pokusů se hodnoty lišily pouze o 2,5 %, při porovnání tří a deseti pokusů odpovídal rozdíl naměřených hodnot jen 5 %. Autoři proto doporučují u dětí z důvodu udržení větší pozornosti maximálně 3 až 5 pokusů.

3 CÍLE PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY, ÚKOLY

3.1 Cíle práce

Cílem práce bylo zhodnotit vliv asthma bronchiale intermitentního typu na posturální stabilitu u dětí mladšího a staršího školního věku.

3.2 Výzkumné otázky

Naformulovány byly dvě výzkumné otázky, které byly následně specifikovány dle sledovaných proměnných a pro jednotlivé vyšetřované skupiny.

V₁: Jak se liší rychlost pohybu COP mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

Komentář k V₁: Hodnoceny byly parametry: mediolaterální rychlost pohybu COP (V_x), anteroposteriorní rychlost pohybu COP (V_y) a celková rychlost pohybu COP (V). Všechny stoje byly testovány s očima otevřenými (EO z ang. eyes open) a s očima zavřenými (EC z ang. eyes closed). V podmínkách V_{1 ch}) a V_{1 i}) byl stoj na jedné dolní končetině z důvodu náročnosti hodnocen pouze s otevřenými očima.

Zpracovány byly následující situace:

- a) volný stoj s očima otevřenými (EO)*
- b) volný stoj s očima zavřenými (EC)*
- c) korigovaný stoj s očima otevřenými (EO)*
- d) korigovaný stoj s očima zavřenými (EC)*
- e) tandemový stoj s preferovanou dolní končetinou vpředu s očima otevřenými (EO)*
- f) tandemový stoj s preferovanou dolní končetinou vpředu s očima zavřenými (EC)*
- g) tandemový stoj s nepreferovanou dolní končetinou vpředu s očima otevřenými (EO)*
- h) tandemový stoj s nepreferovanou dolní končetinou vpředu s očima zavřenými (EC)*
- ch) stoj na preferované dolní končetině s očima otevřenými (EO)*

i) stoj na nepreferované dolní končetině s očima otevřenýma (EO)

V₂: Jak se liší rychlost pohybu COP mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?

Komentář k V₂: Hodnoceny byly parametry: mediolaterální rychlost pohybu COP (V_x), anteroposteriorní rychlost pohybu COP (V_y) a celková rychlost pohybu COP (V). Všechny stoje byly testovány s očima otevřenýma (EO z ang. eyes open) a s očima zavřenýma (EC z ang. eyes closed). V podmínkách V_{2 ch}) a V_{2 i}) byl stoj na jedné dolní končetině z důvodu náročnosti hodnocen pouze s otevřenýma očima.

Zpracovány byly následující situace:

a) volný stoj s očima otevřenýma (EO)

b) volný stoj s očima zavřenýma (EC)

c) korigovaný stoj s očima otevřenýma (EO)

d) korigovaný stoj s očima zavřenýma (EC)

e) tandemový stoj s preferovanou dolní končetinou vpředu s očima otevřenýma (EO)

f) tandemový stoj s preferovanou dolní končetinou vpředu s očima zavřenýma (EC)

g) tandemový stoj s nepreferovanou dolní končetinou vpředu s očima otevřenýma (EO)

h) tandemový stoj s nepreferovanou dolní končetinou vpředu s očima zavřenýma (EC)

ch) stoj na preferované dolní končetině s očima otevřenýma (EO)

i) stoj na nepreferované dolní končetině s očima otevřenýma (EO)

3.3 Úlohy

U₁: Analýza literárních zdrojů a zpracování teoretické části práce.

U₂: Výběr testů na hodnocení posturální stability a určení funkční preference.

U₃: Výběr cílové skupiny testovaných probandů s asthma bronchiale intermitentního typu a skupiny zdravých dětí stejného věku.

U₄: Realizace výzkumu.

U₅: Zpracování a analýza výsledků.

U₆: Formulování a vyvození závěrů.

4 METODIKA

4.1 Charakteristika souboru

Výzkumu se zúčastnilo celkem 36 probandů ve věku 7-13 let. Soubor obsahoval 18 náhodně vybraných dětských pacientů s intermitentním typem asthma bronchiale (4 dívky, 14 chlapců), kteří tvořili experimentální skupinu (AB) a 18 náhodně vybraných zdravých dětí (10 dívek, 8 chlapců), kteří tvořili kontrolní skupinu (KS). Obě skupiny byly podle věku rozčleněny do kategorie mladšího školního věku od 7 do 11 let a staršího školního věku od 12 do 13 let (Kohoutek, 2008; Langmeier & Krejčířová, 2006; Říčan, 2014; Vágnerová, 2012). Skupiny mladšího školního věku tvořilo 11 dětí a skupiny staršího školního věku 7 dětí. Podrobnou charakteristiku souborů uvádíme v Tabulce 2 a v Tabulce 3. Kritériem pro výběr probandů experimentální skupiny bylo lékařem diagnostikované asthma bronchiale intermitentního typu, přičemž onemocnění bylo stabilní, bez akutní exacerbace v posledních dvou měsících. Skupina zdravých dětí navštěvovala Základní školu Antonínská v Brně. Z výzkumu byli vyřazeni probandi, u kterých bylo diagnostikováno chronické či akutní onemocnění ovlivňující posturální stabilitu (např. ortopedické, revmatologické či neurologické onemocnění, stav po úraze nebo operaci dolních končetin a trupu, nekompensované poruchy zraku, plochonoží, obezita).

Tabulka 2. Charakteristika souboru – mladší školní věk

	AB (n=11)	KS (n=11)
Věk	9,3 ± 1,5	9,5 ± 1,0
Výška	137,5 ± 10,5	141,5 ± 8,7
Hmotnost	35,8 ± 13,0	33,2 ± 8,7
Ventilační parametry:		
VC (%)	88,4 ± 13,5*	101,6 ± 8,6*
PEF (%)	97,9 ± 7,5	103,1 ± 7,9
FEV1 (%)	89,2 ± 11,6	87,5 ± 10,2

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; n – počet probandů; * $p \leq 0,05$. U jednotlivých parametrů je uveden aritmetický průměr a směrodatná odchylka.

Tabulka 3. Charakteristika souboru – starší školní věk

	AB (n=7)	KS (n=7)
Věk	12,1 ± 0,3	12,4 ± 0,5
Výška	152,0 ± 4,1	156,9 ± 4,0
Hmotnost	44,3 ± 7,1	43,1 ± 3,2
Ventilační parametry:		
VC (%)	89,1 ± 6,0	97,0 ± 7,1
PEF (%)	92,1 ± 7,8	100,1 ± 7,0
FEV1 (%)	83,4 ± 13,0*	103,7 ± 14,8*

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; n – počet probandů; * $p \leq 0,05$. U jednotlivých parametrů je uveden aritmetický průměr a směrodatná odchylka.

4.2 Organizace výzkumu

Výzkum probíhal od září do listopadu roku 2014. Měření se uskutečnilo v dětské léčebně Miramonti v Luhačovicích (děti s asthma bronchiale) a na Základní škole Antonínská v Brně (zdravé děti). Výzkum byl schválen etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (Příloha 2). Rodiče dětí obou souborů byli informováni o účelu výzkumu, průběhu měření a podepsali informovaný souhlas, v němž souhlasili se zařazením dítěte do studie a s anonymním zveřejněním výsledků. Pro zachování objektivity se měření uskutečnila za stejných podmínek, tj. probandi absolvovali měření ve stejný den v týdnu (pondělí), v přibližně stejnou část dne (od 9 do 15h), za účasti stejných examinátorů a s použitím stejných diagnostických zařízení. Při měření byly použity stejné protokoly. Před provedením každého testu bylo probandům vysvětleno a názorně ukázáno, jak mají test vykonávat. V průběhu testování byl vždy přítomen terapeut. Všechny použité metody byly neinvazivní.

4.3 Metody měření

4.3.1 Spirometrické vyšetření

Před vlastním měřením rovnováhy děti absolvovaly spirometrické vyšetření (ZAN 100 Handy USB, nSpire Health Inc., Germany). V rámci toho byla hodnocena vitální kapacita plic (VC), usilovně vydechnutý objem vzduchu za 1 sekundu (FEV₁)

a vrcholový výdechový průtok (PEF). Všechny testované parametry byly vyjádřeny v procentech náležité hodnoty. Bylo provedeno antropometrické měření hmotnosti a výšky probandů.

4.3.2 Testování preference dolní končetiny

Preference dolní končetiny byla stanovena pomocí 3 testů. Použit byl test výkroku na stoličku (Obrázek 1), test kopnutí do míče (Obrázek 2) a Balance recovery test (Hoffman & Payne, 1995) viz Obrázek 3. U všech testů byly provedeny a zaznamenány tři pokusy. Dolní končetina, která byla v jednotlivých testech výkroku na stoličku, kopnutí do míče a Balance recovery testu probandem častěji použita, byla zvolena jako preferovaná.



Obrázek 1. Vystoupení na stoličku



Obrázek 2. Test kopnutí do míče



Obrázek 3. Balance recovery test

4.3.3 Přístrojové měření posturální stability

Po úvodním měření následovalo testování posturální stability pomocí silových plošin typu Kistler (9286AA, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Švýcarsko) se zaznamenávanou frekvencí 200 Hz. Hodnoceny byly čtyři podmínky stoje s různým nastavením pozic nohou: volný stoj, korigovaný stoj, tandemový stoj a stoj na jedné dolní končetině. Testy byly prováděny v náhodném pořadí. Ve volném stoju (Obrázek 5) probandi zaujali komfortní pozici, ve které byla změřena šířka stoje. Ta byla určena vzdáleností mezi středy pat. Dále byla uváděná relativní šířka stoje udána v procentech jako poměr šířky stoje k tělesné výšce probanda (McIlroy & Maki, 1997). V korigovaném stoju (Obrázek 6) byla pozice nohou dána 30stupňovým úhlem, který svíraly mediální okraje chodidel s patami vzdálenými 5 cm od sebe. V tandemovém stoju měli probandi nohy postavené v jedné přímce za sebou tak, že palec zadní nohy směřoval k patě přední nohy. Měřeny byly 2 varianty - s pravou dolní končetinou vpředu a s levou dolní končetinou vpředu, tj. s preferovanou, respektive s nepreferovanou dolní končetinou vpředu (Obrázek 7). Při stoju na jedné dolní končetině se proband postavil doprostřed plošiny s druhou dolní končetinou flectovanou v kolenním kloubu takovým způsobem, aby se neopíral o stojnou nohu. Hodnocen byl stoj na preferované a nepreferované dolní končetině (Obrázek 8). Všechny typy bipedálních stojů byly měřeny s otevřenými i zavřenými očima. Stoj na jedné dolní končetině byl měřen pouze s otevřenými očima. Délka trvání každého testu byla 30 s. Před samotným měřením měli probandi 5 s čas na stabilizování pozice. Z každého měření byly provedeny dva pokusy. Žádný z probandů neměl s měřením na silových plošinách předchozí zkušenost.



Obrázek 4. Silová plošina Kistler (9286AA)



Obrázek 5. Volný stoj



Obrázek 6. Korigovaný stoj



Obrázek 7. Tandemový stoj



Obrázek 8. Stoj na jedné dolní končetině

4.4 Analýza dat

Použitím Matlab softwaru (MATLAB R2010b, Mathworks, Inc., Natick, MA) byla získaná data filtrovaná pomocí Butterworth filtru s nízkofrekvenční propustností čtvrtého řádu s hraniční frekvencí 7 Hz. Analyzován byl průměr ze dvou pokusů. Jako indikátor posturální stability byla vypočítána rychlost COP v mediolaterálním směru (cm/s) (V_x), rychlost COP a anteroposteriorním směru (cm/s) (V_y) a celková rychlost COP (cm/s) (V).

4.5 Statistické zpracování

Statistické zpracování bylo provedeno pomocí programu Statistica (verze 10.0, StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA). Pro všechny proměnné byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. Protože data neměla normální rozložení (Kolmogorov-Smirnov test), byl pro porovnání rozdílů mezi skupinami použit neparametrický Mann-Whitney U test. Hladina statistické významnosti byla zvolena na $p = 0,05$. Věcná významnost byla hodnocena pomocí Cohenova d (malý efekt $d < 0,5$; střední efekt $0,5 \leq d < 0,8$; velký efekt $d \geq 0,8$).

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky volného stoje

5.1.1 Výsledky k výzkumné otázce V₁

Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti jsou uvedeny v Tabulce 4.

a) Jak se liší rychlost pohybu COP ve volném stoji s očima otevřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

Mezi skupinami byl zjištěn statisticky významný rozdíl v rychlosti pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y). Byl zaznamenán také velký vliv onemocnění asthma bronchiale na posturální stabilitu v anteroposteriorním směru. Rozdíl hodnot mezi skupinami činil 15,4 %, přičemž vyšší hodnota byla zaznamenána u skupiny AB. Mezi skupinami nebyl zjištěn statisticky ani věcně významný rozdíl v celkové rychlosti COP (V) a v rychlosti COP v mediolaterálním směru (V_x). Pro oba parametry V_x a V byla zaznamenána vyšší rychlost COP u skupiny AB (o 21,1 %; o 27,3 %) v porovnání se zdravými dětmi.

b) Jak se liší rychlost pohybu COP ve volném stoji s očima zavřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

Pro parametry V_x a V byla zaznamenána vyšší rychlost COP u skupiny AB (o 10 %, o 25 %) v porovnání se skupinou KS. Rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) byla pro obě skupiny stejná. U žádného z parametrů V_x, V_y a V nebyl mezi skupinami nalezen žádný statisticky ani věcně významný rozdíl.

Tabulka 4. Volný stoj – mladší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
EO				
V _x (cm/s)	1,1 ± 0,7	0,8 ± 0,3	0,237	0,56
V _y (cm/s)	1,3 ± 0,2	1,1 ± 0,2	0,025*	1,00 [†]
V (cm/s)	1,9 ± 0,7	1,5 ± 0,3	0,115	0,74
EC				
V _x (cm/s)	1,2 ± 1,0	0,9 ± 0,2	0,793	0,42
V _y (cm/s)	1,4 ± 0,3	1,4 ± 0,3	0,844	0,00
V (cm/s)	2,0 ± 1,0	1,8 ± 0,3	1,000	0,27

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP; * p ≤ 0,05; [†]d ≥ 0,8

5.1.2 Výsledky k výzkumné otázce V₂

Průměrné hodnoty sledovaných parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti u dětí jsou uvedeny v Tabulce 5.

a) Jak se liší rychlost pohybu COP ve volném stoju s očima otevřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?

Byl zjištěn statisticky významný rozdíl v rychlosti pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) mezi skupinami. Kromě toho byl zaznamenan velký vliv asthma bronchiale na rychlost pohybu COP v anteroposteriorní směru a celkovou rychlost pohybu COP. V rychlosti pohybu COP v mediolaterálním směru (V_x) a celkové rychlosti pohybu COP (V) nebyl mezi skupinami nalezen statisticky významný rozdíl. Vyšší hodnota všech parametrů byla naměřena u skupiny AB (V_x o 30 %; V_y o 23,1 %; V o 26,3 %) než u zdravých dětí.

b) Jak se liší rychlost pohybu COP ve volném stoji s očima zavřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?

Pro rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru (V_x) a celkovou rychlost pohybu COP (V) byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Zaznamenán byl také velký vliv astmatu na velikost parametrů V_x a V . U všech sledovaných parametrů byla rychlost pohybu COP vyšší u skupiny AB než u skupiny KS (o 27,3 %; o 13,3 %; o 23,8 %). V rychlosti pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) nebyla zaznamenána statistická ani věcná významnost.

Tabulka 5. Volný stoj – starší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
EO				
V_x (cm/s)	1,0 ± 0,5	0,7 ± 0,3	0,201	0,73
V_y (cm/s)	1,3 ± 0,2	1,0 ± 0,3	0,050*	1,18 [†]
V (cm/s)	1,9 ± 0,5	1,4 ± 0,4	0,097	1,1 [†]
EC				
V_x (cm/s)	1,1 ± 0,5	0,7 ± 0,3	0,050*	0,97 [†]
V_y (cm/s)	1,5 ± 0,4	1,3 ± 0,4	0,097	0,50
V (cm/s)	2,1 ± 0,6	1,6 ± 0,4	0,050*	0,98 [†]

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP; * $p \leq 0,05$; [†] $d \geq 0,8$

V rámci hodnocení volného stoje jsme u probandů měřili šířku stoje a relativní šířku stoje v podmínkách s očima otevřenými a zavřenými. U dětí mladšího i staršího školního věku nebyly zjištěny žádné statisticky ani věcně významné rozdíly mezi skupinami. Průměrné hodnoty šířky a relativní šířky volného stoje v různých podmínkách u dětí mladšího a staršího školního věku jsou uvedeny v Tabulce 6.

Tabulka 6. Šířka volného stoje

	AB průměr ± SD (cm)	KS průměr ± SD (cm)	p	Cohenovo d
mladší školní věk				
šířka stoje EO	19,3 ± 3,7	18,3 ± 5,1	0,511	0,22
šířka stoje EC	17,6 ± 3,6	18,8 ± 3,3	0,392	0,35
šířka stoje v % výšky EO	13,9 ± 2,1	12,9 ± 3,4	0,431	0,35
šířka stoje v % výšky EC	12,8 ± 2,1	13,3 ± 2,4	0,511	0,22
starší školní věk				
šířka stoje EO	18,0 ± 2,9	18,9 ± 4,0	0,798	0,26
šířka stoje EC	17,9 ± 3,0	18,3 ± 3,1	0,701	0,13
šířka stoje v % výšky EO	11,9 ± 1,8	12,1 ± 2,6	1,000	0,09
šířka stoje v % výšky EC	11,8 ± 2,0	11,7 ± 2,0	1,000	0,05

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti

5.2 Výsledky korigovaného stoje

5.2.1 Výsledky k výzkumné otázce V1

Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti najdete v Tabulce 7.

c) Jak se liší rychlost pohybu COP v korigovaném stoji s očima otevřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

Mezi skupinami byla zjištěna statisticky významně vyšší rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) a celková rychlost pohybu COP (V) u skupiny AB. Byl nalezen velký vliv onemocnění asthma bronchiale na rovnováhu pro parametry celkové rychlosti pohybu COP a rychlosti pohybu COP v anteroposteriorním směru. Vyšší hodnota rychlosti pohybu COP v mediolaterálním směru (V_x) byla zjištěna u skupiny AB, mezi skupinami však v tomto parametru nebyl nalezen statisticky ani věcně významný rozdíl. Rozdíl hodnot mezi skupinami činil 10 % u parametru V_x , 26,1 % u parametru V_y a 22,2 % u parametru V .

d) *Jak se liší rychlost pohybu COP v korigovaném stoju s očima zavřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?*

U všech parametrů byla zjištěna vyšší hodnota rychlosti pohybu COP u skupiny AB (V_x o 18,2 %; V_y o 17,4 %; V o 17,9 %) v porovnání s KS. V žádném z parametrů nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Avšak byl zaznamenán velký vliv astmatu na velikost rychlosti pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) a velikost celkové rychlosti pohybu COP (V).

Tabulka 7. Korigovaný stoj – mladší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
EO				
V_x (cm/s)	1,0 ± 0,4	0,9 ± 0,2	0,555	0,32
V_y (cm/s)	2,3 ± 0,5	1,7 ± 0,3	0,010*	1,46 [†]
V (cm/s)	2,7 ± 0,7	2,1 ± 0,4	0,030*	1,05 [†]
EC				
V_x (cm/s)	1,1 ± 0,5	0,9 ± 0,3	0,555	0,49
V_y (cm/s)	2,3 ± 0,5	1,9 ± 0,3	0,130	0,97 [†]
V (cm/s)	2,8 ± 0,7	2,3 ± 0,5	0,130	0,82 [†]

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP; * $p \leq 0,05$; [†] $d \geq 0,8$

5.2.2 Výsledky k výzkumné otázce V_2

Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti u dětí jsou rozepsány v Tabulce 8.

c) *Jak se liší rychlost pohybu COP v korigovaném stoju s očima otevřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?*

U skupiny AB byla zjištěna statisticky významně vyšší rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) a v celkové rychlosti pohybu COP (V). Také byl zaznamenán velký vliv asthma bronchiale na rovnováhu ve všech sledovaných

parametrech. Rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru (V_x) byla naměřena vyšší u skupiny AB, nebyl však zaznamenán statisticky významný rozdíl v tomto parametru mezi skupinami. Rozdíl hodnot činil 30 % (V_x), 21,1 % (V_y) a 20,8 % (V).

d) Jak se liší rychlost pohybu COP v korigovaném stoji s očima zavřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?

Ve stoji byl mezi skupinami zjištěn statisticky významný rozdíl v rychlosti pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) a v celkové rychlosti pohybu COP (V). V rychlosti pohybu COP v mediolaterálním směru (V_x) statisticky významný rozdíl mezi skupinami nebyl zaznamenán. Ve všech sledovaných parametrech však byl nalezen velký vliv astmatu na posturální stabilitu. Vyšší hodnota byla u všech parametrů naměřena u skupiny AB, u parametru V_x o 27,3 %, u parametru V_y o 22,7 % a u parametru V o 25,9 %.

Tabulka 8. Korigovaný stoj – starší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
EO				
V_x (cm/s)	1,0 ± 0,2	0,7 ± 0,3	0,074	1,00 [†]
V_y (cm/s)	1,9 ± 0,2	1,5 ± 0,3	0,030*	1,57 [†]
V (cm/s)	2,4 ± 0,3	1,9 ± 0,5	0,022*	1,21 [†]
EC				
V_x (cm/s)	1,1 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,097	1,00 [†]
V_y (cm/s)	2,2 ± 0,2	1,7 ± 0,2	0,007*	2,50 [†]
V (cm/s)	2,7 ± 0,4	2,0 ± 0,4	0,015*	1,75 [†]

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP; * $p \leq 0,05$; [†] $d \geq 0,8$

5.3 Výsledky tandemového stoje

5.3.1 Výsledky k výzkumné otázce V1

Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti vztahující se k otázce V₁ e), f) jsou uvedeny v Tabulce 9. Průměrné hodnoty parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti vztahující se k otázce V₁ g), h) jsou uvedeny v Tabulce 10.

e) Jak se liší rychlost pohybu COP v tandemovém stoji s preferovanou dolní končetinou vpředu s očima otevřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

U všech parametrů byla naměřena vyšší rychlost COP u skupiny AB, rozdíl hodnot mezi skupinami činil 2,9 % (V_x), 12,5 % (V_y) a 4,3 % (V). Ve stoji nebyl v žádném z parametrů V_x , V_y a V nalezen statisticky ani věcně významný rozdíl mezi skupinami.

f) Jak se liší rychlost pohybu COP v tandemovém stoji s preferovanou dolní končetinou vpředu s očima zavřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

Ve všech parametrech byly naměřeny větší hodnoty u kontrolní skupiny než u dětí s asthma bronchiale. U parametru V_x činil rozdíl 27,3 %, u parametru V_y 17,6 % a u parametru V 22,6 %. Mezi skupinami nebyl v žádném ze sledovaných parametrů nalezen statisticky ani věcně významný rozdíl.

Tabulka 9. Tandemový stoj s preferovanou dolní končetinou vpředu – mladší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
EO				
V _x (cm/s)	3,4 ± 1,8	3,3 ± 1,1	0,694	0,10
V _y (cm/s)	2,4 ± 1,0	2,1 ± 0,3	1,000	0,41
V (cm/s)	4,6 ± 2,2	4,4 ± 0,2	0,844	0,13
EC				
V _x (cm/s)	4,4 ± 2,2	5,6 ± 2,8	0,237	0,48
V _y (cm/s)	3,4 ± 1,1	4,0 ± 1,2	0,293	0,52
V (cm/s)	6,2 ± 2,6	7,6 ± 3,2	0,189	0,61

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP

g) Jak se liší rychlost pohybu COP v tandemovém stoju s nepreferovanou dolní končetinou vpředu s očima otevřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

V žádném ze sledovaných parametrů nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinou AB a zdravými dětmi. Byl však zjištěn velký vliv asthma bronchiale na posturální stabilitu v parametru celkové rychlosti pohybu COP. Pro rychlosti pohybu COP v mediolaterálním a anteroposteriorním směru nebyl mezi skupinami nalezen věcně významný rozdíl. U všech parametrů byly naměřeny větší hodnoty u skupiny zdravých dětí. Rozdíly v parametrech V_x, V_y a V činily 23,1 %, 16,7 % a 20,0 %.

h) Jak se liší rychlost pohybu COP v tandemovém stoju s nepreferovanou dolní končetinou vpředu s očima zavřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

U všech parametrů byly naměřeny vyšší hodnoty u KS. Rychlost pohybu COP byla v parametru V_x vyšší o 24,0 %, v parametru V_y o 16,2 % a v parametru V o 22,9 %. Ve stoju nebyl v žádném z parametrů nalezen statisticky ani věcně významný rozdíl mezi skupinami. Velký vliv asthma bronchiale na rovnováhu byl zaznamenán u parametrů V_x a V.

Tabulka 10. Tandemový stoj s nepreferovanou dolní končetinou vpředu – mladší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
EO				
V _x (cm/s)	3,0 ± 1,3	3,9 ± 1,8	0,237	0,57
V _y (cm/s)	2,0 ± 0,6	2,4 ± 0,6	0,131	0,67
V (cm/s)	4,0 ± 1,5	5,0 ± 2,0	0,131	1,13 [†]
EC				
V _x (cm/s)	3,8 ± 2,2	5,0 ± 1,9	0,115	0,58
V _y (cm/s)	3,1 ± 1,5	3,7 ± 0,9	0,066	0,49
V (cm/s)	5,4 ± 2,8	7,0 ± 2,2	0,076	0,64

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP; [†]d ≥ 0,8

5.3.2 Výsledky k výzkumné otázce V₂

Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti vztahujících se k otázce V₂ e), f) naleznete v Tabulce 11. Průměrné hodnoty parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti vztahujících se k otázce V₂ g), h) jsou uvedeny v Tabulce 12.

e) Jak se liší rychlost pohybu COP v tandemovém stoji s preferovanou dolní končetinou vpředu s očima otevřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?

V rychlosti pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) byla naměřena o 9,5 % vyšší hodnota u skupiny AB. Naopak u parametrů V_x a V byla zjištěna vyšší hodnota u zdravých dětí. Rozdíl činil 6,5 % u parametru V_x a 2,5 % u parametru V. Avšak mezi skupinami nebyl v žádném z parametrů zjištěn statisticky ani věcně významný rozdíl.

e) *Jak se liší rychlost pohybu COP v tandemovém stoji s preferovanou dolní končetinou vpředu s očima zavřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?*

U všech sledovaných parametrů byly naměřeny větší hodnoty u skupiny KS. Rychlost pohybu COP byla v parametru V_x vyšší o 21,6 %, v parametru V_y o 15,0 % a v parametru V o 19,4 %. V žádném ze sledovaných parametrů mezi skupinami nebyl nalezen statisticky ani věcně významný rozdíl.

Tabulka 11. Tandemový stoj s preferovanou dolní končetinou vpředu – starší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ±SD	p	Cohenovo d
EO				
V_x (cm/s)	2,9 ± 0,8	3,1 ± 1,2	0,702	0,20
V_y (cm/s)	2,1 ± 0,6	1,9 ± 0,2	0,898	0,45
V (cm/s)	3,9 ± 1,0	4,0 ± 0,2	0,898	0,14
EC				
V_x (cm/s)	3,9 ± 1,8	5,1 ± 1,9	0,201	0,65
V_y (cm/s)	3,4 ± 1,4	4,0 ± 0,9	0,201	0,51
V (cm/s)	5,8 ± 2,5	7,2 ± 2,1	0,371	0,61

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP

g) *Jak se liší rychlost pohybu COP v tandemovém stoji s nepreferovanou dolní končetinou vpředu s očima otevřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?*

Vyšší hodnota všech parametrů byla naměřena u KS. Rozdíl rychlosti pohybu COP v parametrech V_x , V_y a V byl 21,2 %, 15,0 % a 18,6 %. Ve stoji nebyl mezi skupinami nalezen statisticky ani věcně významný rozdíl pro žádný ze sledovaných parametrů.

h) Jak se liší rychlost pohybu COP v tandemovém stoji s nepreferovanou dolní končetinou vpředu s očima zavřenými mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?

U všech parametrů V_x , V_y a V byla rychlost pohybu COP vyšší u KS (o 19,1 %; o 20,0 %; o 20,3 %) než u skupiny AB. Mezi skupinami nebyl v žádném ze sledovaných parametrů nalezen statisticky či věcně významný rozdíl.

Tabulka 12. Tandemový stoj s nepreferovanou dolní končetinou vpředu – starší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
EO				
V_x (cm/s)	2,6 ± 0,8	3,3 ± 1,5	0,371	0,58
V_y (cm/s)	1,7 ± 0,4	2,0 ± 0,5	0,307	0,66
V (cm/s)	3,5 ± 1,0	4,3 ± 1,6	0,307	0,60
EC				
V_x (cm/s)	3,8 ± 1,9	4,7 ± 0,7	0,160	0,63
V_y (cm/s)	3,2 ± 1,3	4,0 ± 0,7	0,201	0,77
V (cm/s)	5,5 ± 2,4	6,9 ± 0,9	0,160	0,77

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP

5.4 Výsledky stoje na jedné dolní končetině

5.4.1 Výsledky k výzkumné otázce V_1

Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti jsou vypsány v Tabulce 13.

ch) Jak se liší rychlost pohybu COP ve stoji na preferované dolní končetině mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

Pro žádný ze sledovaných parametrů nebyl nalezen statisticky ani věcně významný rozdíl mezi skupinami. Hodnoty všech parametrů byly naměřeny vyšší u skupiny AB. Rychlost pohybu COP byla v parametru V_x vyšší o 6,3 %, v parametru V_y o 11,4 % a v parametru V o 9,6 %.

i) Jak se liší rychlost pohybu COP ve stoji na nepreferované dolní končetině mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi mladšího školního věku?

Rychlosti pohybu COP v mediolaterálním směru (V_x) a celkové rychlosti pohybu COP byly vyšší u skupiny AB. Rozdíl činil 12,5 % (V_x) a 4,0 % (V). Rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) byla o 6,1 % vyšší u skupiny KS. Ve sledovaných parametrech nebyl zjištěn žádný statisticky ani věcně významný rozdíl mezi skupinami.

Tabulka 13. Stoj na preferované a nepreferované dolní končetině – mladší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
Preferovaná				
V_x (cm/s)	3,2 ± 0,7	3,0 ± 0,6	0,646	0,31
V_y (cm/s)	3,5 ± 1,1	3,1 ± 0,9	0,555	0,40
V (cm/s)	5,2 ± 1,4	4,7 ± 1,1	0,555	0,40
Nepreferovaná				
V_x (cm/s)	3,2 ± 0,7	2,8 ± 0,7	0,325	0,57
V_y (cm/s)	3,1 ± 1,1	3,3 ± 1,2	0,844	0,17
V (cm/s)	5,0 ± 1,3	4,8 ± 1,3	0,793	0,15

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP

5.4.2 Výsledky k výzkumné otázce V2

Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů, hodnoty statistické a věcné významnosti jsou uvedeny v Tabulce 14.

ch) Jak se liší rychlost pohybu COP ve stoji na preferované dolní končetině mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?

V žádném ze sledovaných parametrů nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Avšak byl zjištěn velký vliv asthma bronchiale na rovnováhu v anteroposteriorním směru. Kromě parametru V_x , u kterého nebyl zjištěn žádný rozdíl mezi skupinami, byla u všech parametru zaznamenána vyšší rychlost u skupiny AB. U parametru V_y rozdíl činil 18,8 %, u parametru V 8,5 %.

i) Jak se liší rychlost pohybu COP ve stoji na nepreferované dolní končetině mezi dětmi s asthma bronchiale a zdravými dětmi staršího školního věku?

Mezi skupinami nebyl v žádném z parametrů nalezen statisticky ani věcně významný rozdíl. Rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru (V_y) a celková rychlost pohybu COP (V) byla naměřena vyšší u skupiny AB. Rozdíl v parametru V_y činil 15,6 % a v parametru V činil 6,5 %. Rychlosti pohybu COP v mediolaterálním směru (V_x) byla naopak vyšší u skupiny KS, přičemž byl zaznamenán rozdíl 12,5 %.

Tabulka 14. Stoj na preferované a nepreferované dolní končetině – starší školní věk

COP	AB průměr ± SD	KS průměr ± SD	p	Cohenovo d
preferovaná				
V_x (cm/s)	2,8 ± 0,2	2,8 ± 0,8	0,523	0,00
V_y (cm/s)	3,2 ± 0,5	2,6 ± 0,6	0,125	1,10 [†]
V (cm/s)	4,7 ± 0,5	4,3 ± 1,0	0,125	0,51
nepreferovaná				
V_x (cm/s)	2,6 ± 0,4	2,8 ± 0,7	0,523	0,35
V_y (cm/s)	3,2 ± 1,0	2,7 ± 0,7	0,443	0,60
V (cm/s)	4,6 ± 0,9	4,3 ± 1,0	0,443	0,32

Vysvětlivky: AB – děti s asthma bronchiale; KS – zdravé děti; V_x – rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru; V_y – rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru; V – celková rychlost pohybu COP; [†]d ≥ 0,8

Tabulka 15. Shrnutí výsledků z pohledu statistické a věcné významnosti

Typ stoje	p	Cohenovo d
Mladší školní věk		
Volný stoj EO		
V _x	NE	NE
V _y	ANO	ANO
V	NE	NE
Volný stoj EC		
V _x	NE	NE
V _y	NE	NE
V	NE	NE
Starší školní věk		
Volný stoj EO		
V _x	NE	NE
V _y	ANO	ANO
V	NE	ANO
Volný stoj EC		
V _x	ANO	ANO
V _y	NE	NE
V	ANO	ANO
Mladší školní věk		
Korigovaný stoj EO		
V _x	NE	NE
V _y	ANO	ANO
V	ANO	ANO
Korigovaný stoj EC		
V _x	NE	NE
V _y	NE	ANO
V	NE	ANO
Starší školní věk		
Korigovaný stoj EO		
V _x	NE	ANO
V _y	ANO	ANO
V	ANO	ANO
Korigovaný stoj EC		
V _x	NE	ANO
V _y	ANO	ANO

V	ANO	ANO
Mladší školní věk		
Tandemový stoj preferovaná DK vpředu EO		
V_x	NE	ANO
V_y	NE	NE
V	NE	NE
Tandemový stoj preferovaná DK vpředu EC		
V_x	NE	NE
V_y	NE	NE
V	NE	NE
Tandemový stoj nepreferovaná DK vpředu EO		
V_x	NE	NE
V_y	NE	NE
V	NE	ANO
Tandemový stoj nepreferovaná DK vpředu EC		
V_x	NE	NE
V_y	NE	NE
V	NE	NE
Starší školní věk		
Tandemový stoj preferovaná DK vpředu EO		
V_x	NE	NE
V_y	NE	NE
V	NE	NE
Tandemový stoj preferovaná DK vpředu EC		
V_x	NE	NE
V_y	NE	NE
V	NE	NE
Tandemový stoj nepreferovaná DK vpředu EO		
V_x	NE	NE
V_y	NE	NE
V	NE	NE
Tandemový stoj nepreferovaná DK vpředu EC		
V_x	NE	NE
V_y	NE	NE
V	NE	NE
Mladší školní věk		
Stoj na preferované DK		
V_x	NE	NE
V_y	NE	NE

V	NE	NE
<hr/> Stoj na nepreferované DK <hr/>		
V _x	NE	NE
V _y	NE	NE
V	NE	NE
<hr/> Starší školní věk <hr/>		
<hr/> Stoj na preferované DK <hr/>		
V _x	NE	NE
V _y	NE	ANO
V	NE	NE
<hr/> Stoj na nepreferované DK <hr/>		
V _x	NE	NE
V _y	NE	NE
V	NE	NE

Vysvětlivky: ANO – $p \leq 0,05$; $d \geq 0,8$; NE – $p > 0,05$; $d < 0,8$; DK – dolní končetina

6 DISKUSE

Projevy asthma bronchiale mají negativní vliv na posturu jedince a posturální funkci bránice, která je u pacientů s dechovými potížemi dle Smolíkové a Máčka (2006) upozaděna. Často je u dětských pacientů s asthma bronchiale možné vidět svalové dysbalance typu horního a dolního zkříženého syndromu, nádechové postavení hrudníku s nedostatečnou fixací dolních žeber, omezené rozvíjení hrudníku, blokády a distenze žeber a dysfunkce hlubokého stabilizačního systému páteře (Neumannová & Kolek, 2012). Autoři Almeida et al. (2013) uvádějí, že každá změna v oblasti hrudníku může ovlivnit biomechaniku celého těla. Z toho důvodu jsme předpokládali, že může vlivem vadného držení těla u pacientů s asthma bronchiale dojít ke změnám v posturální stabilitě. Další možné vysvětlení nabízejí autoři Smith et al. (2010), podle nichž může větší rozsah výchylek pohybu COP souviset také s větší aktivitou dýchacích svalů a omezením pohyblivosti v oblasti trupu. Také změny ve velikosti a načasování aktivace svalů mohou mít podle autorů Lopes et al. (2014) vliv na posturální stabilitu, resp. schopnost kontroly mediolaterálních a anteroposteriorních výchylek těla.

V naší práci jsme se zabývali hodnocením posturální stability u dětí s asthma bronchiale. Vztah mezi asthma bronchiale a posturální stabilitou zatím nebyl u dětských pacientů dostatečně zkoumán. Tato studie je první tohoto typu. Dosud byly publikované pouze práce, které se věnují testování posturální stability u dospělých pacientů s asthma bronchiale, popř. CHOPN. V práci jsme hodnotili posturální stabilitu pomocí měření rychlosti pohybu COP. Ta je označována jako jeden z nejspolehlivějších parametrů hodnotících posturální stabilitu (Raymakers, Samson & Verhaar, 2005; Zemková & Hamar, 2002).

Diskuse k výsledkům bipedálních stojů a stoje na jedné dolní končetině

Bipedální typy stoje patří ve výzkumech zabývajících se posturální stabilitou k nejčastěji hodnoceným. Jejich provedení se však dle různých autorů značně liší. V naší práci jsme měřili posturální stabilitu ve volném stoji, korigovaném stoji, tandemovém stoji a ve stoji na jedné dolní končetině.

Ve volném stoji s očima otevřenými jsme u dětí s asthma bronchiale mladšího a stejně tak staršího školního věku zjistili statisticky významně vyšší rychlost pohybu

COP v anteroposteriorním směru. I u dospělých pacientů s asthma bronchiale byla zaznamenána větší rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru (Cunha et al., 2013). Výsledky naší studie jsou částečně v souladu také s autory da Silva et al. (2013), kteří zjistili u dětí ve věku 7-14 let s různou tíží astmatu větší výchylky pohybu COP v anteroposteriorním směru. Kromě toho však zjistili také větší rozsah výchylek COP v mediolaterálním směru. U dospělých pacientů s asthma bronchiale zaznamenali autoři Almeida et al. (2013) a Lopez et al. (2014) ve volném stoji statisticky významné rozdíly pouze pro rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru. Větší nestabilita v mediolaterálním směru byla zjištěna také u dospělých pacientů s CHOPN. Vyšší anteroposteriorní nestabilita může být u dětí s asthma bronchiale podle nás dána tím, že dle Zemkové (2011) mladší jedinci využívají při udržování rovnováhy více kotníkovou strategii. V podmínkách s očima zavřenými byla u dětí s astmatem staršího školního věku zjištěna statisticky významně vyšší celková rychlost pohybu COP a rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru, což je v rozporu s výsledky autorů da Silva et al. (2013), kteří u dětí s asthma bronchiale zaznamenali při zavření očí větší nestabilitu v anteroposteriorním směru.

V rámci volného stoje jsme v podmínkách s očima otevřenými i zavřenými hodnotili také šířku stoje a relativní šířku stoje. V žádné věkové skupině však nebyly mezi skupinami zjištěny statisticky ani věcně významné rozdíly. U dětí staršího školního věku jsme však zaznamenali menší průměrné hodnoty relativní šířky než u mladších dětí. Ve srovnání s údaji autorů McIlroy a Maki (1997), kteří měřili průměrnou šířku a relativní šířku volného stoje, jsme u dětí staršího školního věku naměřili jen mírně vyšší hodnoty, než autoři udávali u dospělých jedinců. Přikláníme se proto k předpokladu těchto autorů, že s rostoucím věkem se šířka stoje zmenšuje.

V korigovaném stoji s otevřenými očima jsme u dětí s astmatem mladšího i staršího školního věku zjistili statisticky významně větší anteroposteriorní nestabilitu, což odpovídá výsledkům ve volném stoji. Navíc jsme však zaznamenali statisticky významně vyšší celkovou rychlost pohybu COP. Ke stejným výsledkům jsme došli také u dětí staršího školního věku v podmínkách s očima zavřenými. Výsledky našeho měření v korigovaném stoji jsou v rozporu s výsledky autorů McIlroy a Maki (1997), podle nichž stanovená korigovaná pozice ve stoji významně negativně ovlivňuje laterální stabilitu. Souhlasíme však s autory, že stanovená pozice nohou v korigovaném

stoi se u většiny probandů může značně lišit od jejich preferovaného postavení. Z toho důvodu jsme do testování zařadili oba typy stojů, jak stoj volný, tak stoj korigovaný.

Celkově jsme u volného a korigovaného stoje zaznamenali statisticky významný rozdíl v 5 z 8 měřených podmínek stoje pro rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru a ve 4 z 8 měřených podmínek pro celkovou rychlost pohybu COP mezi skupinami. Průměrná hodnota rychlosti pohybu COP však byla ve všech parametrech ve volném i korigovaném stoji vždy zaznamenána vyšší nebo stejná u skupiny dětí s asthma bronchiale než u zdravých dětí. I přesto, že jsme do studie zahrnuli pouze pacienty s intermitentním typem astmatu, našli jsme u dětí s asthma bronchiale statisticky významně nižší průměrnou hodnotu parametru FEV_1 než u skupiny zdravých dětí, přičemž rozdíl mezi skupinami činil 19,6 %. Vliv hodnoty dechového parametru FEV_1 na posturální stabilitu jedinců s astmatem zkoumali také autoři Almeida et al. (2013). Vyšší rychlost pohybu COP byla autory zaznamenána u pacientů s nižší hodnotou parametru FEV_1 , čímž potvrdili, že tíže obstrukce dýchacích cest negativně ovlivňuje posturální stabilitu. Také autoři Lopes et al. (2014) shledali souvislost mezi parametry bronchiální obstrukce a zvýšenými výchylkami COP. Myslíme si, že právě nižší hodnota parametru FEV_1 může být jedním z faktorů, proč byly v naší práci u dětí s astmatem zaznamenány ve většině případů vyšší průměrné hodnoty sledovaných parametrů.

Dalším typem stoje, který jsme hodnotili, byl tandemový stoj, který představuje posturálně nejnáročnější variantu bipedálního stoje. V tandemovém stoji nedošlo ke statisticky významným změnám mezi testovanými skupinami. Dle našeho pozorování probandů v průběhu měření tandemového stoje můžeme potvrdit, že pro mnohé děti z obou skupin bylo provedení tohoto stoje velmi náročné. Zejména ve variantě bez zrakové kontroly probandi často nedokázali udržet pozici po celých 30 s a pokus musel být opakován.

Celkově nejnáročnějším námi hodnoceným typem stoje byl stoj na jedné dolní končetině. Naše výsledky ale neprokázaly žádné statisticky významné rozdíly mezi testovanými skupinami. Ve většině průměrných hodnot byla zaznamenána větší rychlost pohybu COP u skupiny dětí s astmatem. Zajímavé bylo, že ve srovnání s tandemovým stojem v podmínkách se zavřenými očima jsme ve stoji na jedné dolní končetině zaznamenali průměrně nižší hodnoty rychlosti pohybu COP. To je v protikladu s výsledkem studie autorů Humphriss et al. (2011), kteří u dětí ve věku 10 let

zaznamenali výrazně lepší výsledky v tandemovém stoji než ve stoji na jedné dolní končetině, kde autoři pozorovali větší problémy s udržení stability. Z popsáných výsledků vyvozujeme, že tandemový stoj, ač se jedná o stoj s oporou obou dolních končetin, představuje pro děti s astmatem i zdravé děti velmi neobvyklou a posturálně náročnou situaci, se kterou se děti v denních aktivitách patrně často nesetkávají. To je podle nás hlavním důvodem, proč byly hodnoty sledovaných parametrů v tandemovém stoji tak vysoké. Žádné statisticky významné rozdíly mezi zkoumanými skupinami podle nás nebyly prokázány proto, že oba tyto stoje představovaly již velmi nestandardní posturální situaci, při které jedinci ve snaze o udržení pozice značně změnili své původní držení těla.

Na rozdíl od autorů, kteří testovali jednooporový stoj pouze na preferované dolní končetině dle volby testovaných jedinců (Aleixo et al., 2012), jsme v naší studii u stoje na jedné dolní končetině i u tandemového stoje rozlišovali dolní končetiny podle preference. V žádném z těchto stojů však nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi končetinami. To je v souladu s výsledky autorů Humphriss et al. (2011), kteří v tandemovém stoji s pravou i levou dolní končetinou vpředu ani ve stoji na jedné dolní končetině také nezaznamenali statisticky významné rozdíly mezi končetinami.

Diskuse k výsledkům měření v podmínkách s otevřenýma a zavřenýma očima

Kromě stoje na jedné dolní končetině byly u všech testovaných stojů hodnoceny dvě varianty provedení: varianta se zrakovou kontrolou a varianta bez zrakové kontroly. U většiny zaznamenaných stojů byly u probandů mladšího i staršího školního věku zaznamenány vyšší hodnoty sledovaných parametrů ve variantě se zavřenýma očima, což je v souladu s výsledky autorů Humphriss et al. (2011), D'Hondt et al. (2011), Nolan et al. (2005) a Wolff et al. (1998). Podle Králíčka (2011) se zrak podílí na udržení stability až z 90 %. Horak (2006) však popisuje mnohem menší procentuálně vyjádřené zastoupení vizuálních podnětů při udržování stability, a to okolo 10 %. Autorka však dodává, že k většímu zastoupení zrakové kontroly může dojít např. v případech omezení propriocepce, kdy je tato informace nahrazena ostatními smysly.

U všech bipedálních stojů jsme vypočetli rozdíl mezi průměrnými hodnotami naměřenými v podmínkách s očima otevřenýma a zavřenýma vyjadřující v procentech podíl zraku na udržení posturální stability. V naší práci jsme větší závislost na zraku

zjistili u všech bipedálních stojů překvapivě u zdravých dětí. Ve volném stoji byl podíl zraku na udržení posturální stability u zdravých dětí průměrně 14,2 %, zatímco u dětí s astmatem 8,7 %. V korigovaném stoji to bylo u zdravých dětí 16,2 % a u dětí s astmatem 15,5 %. Největší procento zastoupení zraku bylo u obou skupin zaznamenáno v tandemovém stoji. U skupiny zdravých dětí činilo 39,2 % a u skupiny s asthma bronchiale 31 %. Porovnáme-li naše výsledky s výše zmíněnými autory, přikláníme se ke zjištění autorky Horak (2006), podle které zrak zajišťuje zhruba 10 % kontroly stability. Vyšší hodnota procentuálního vyjádření zraku, kterou jsme zjistili u tandemového stoje, podle našeho mínění jen potvrzuje, jak moc byl pro děti tento stoj náročný.

Diskuse k výsledkům z pohledu věku probandů

Vyšší průměrnou rychlost pohybu COP jsme zjistili u dětí mladšího školního věku v porovnání s dětmi staršího školního věku. To platilo ve 21 ze 30 sledovaných parametrů u skupiny dětí s astmatem a ve 27 ze 30 sledovaných parametrů u zdravých dětí. Toto zjištění potvrzují výsledky autorů Rival et al. (2005), podle kterých se rychlost výchylek s rostoucím věkem lineárně snižuje. Zlepšení téměř všech sledovaných parametrů posturální stability s rostoucím věkem u dětí uvádějí také autoři Wolff et al. (1998). Jedním z důvodů, proč se posturální stabilita ve starším školním věku zlepšuje, může být podle nás také nárůst motivace a pozornosti probandů, s čímž souhlasí také autoři Humphriss et al. (2014) a Rival et al. (2005). Autoři Mickle et al. (2011) a Rinaldi et al. (2009) vysvětlují lepší výsledky u starších dětí zlepšením zpětné vazby z receptorů a jejich rychlejším zpracováním (tzv. multisenzorická integrace).

Věková hranice, od které je již zrání multisenzorické integrace dokončeno, a kdy jedinci začínají používat stejné strategie kontroly rovnováhy jako dospělí, je autory udávána různě. Podle autorů Atilgan et al. (2012) dochází k používání dospělých způsobů kontroly posturální stability již kolem 10 let věku dítěte. Autoři Mickle et al. (2011) uvádějí tuto hranici mezi 10. a 12. rokem života dítěte. Tyto údaje jsou však v rozporu s námi zjištěnými rozdíly mezi skupinou mladšího školního věku, kterou tvořily děti od 7 do 11 let včetně, a skupinou staršího školního věku, kterou tvořily děti od 12 do 13 let. Podle námi zjištěných výsledků se tedy tato věková hranice musí

nacházet nejnižší až kolem 12 let, což je v souladu s výsledky autorů Rinaldi et al. (2009), kteří ji určují na 12 let.

Z výsledků naší práce vyplývá, že asthma bronchiale má negativní vliv na posturální stabilitu u dětí mladšího i staršího školního věku, a to ve volném a korigovaném postoji. Zjistili jsme, že děti s asthma bronchiale mají významně narušenou zejména anteroposteriorní stabilitu.

Limity práce

Mezi limity naší práce patří malý počet testovaných jedinců, zejména ve skupině staršího školního věku. Další limitací je nerovnoměrné zastoupení dívek a chlapců v jednotlivých skupinách. U dětí byl hodnocen poměrně malý počet opakování pokusů v jednotlivých variantách stoje (pouze dva). Na druhou stranu z hlediska toho, že šlo o probandy dětského věku, je nutno zvážit, zda by děti udržely pozornost i při větším počtu opakování. Z naší zkušenosti bylo měření dětí velmi časově náročné. Měření jednoho probanda trvalo až 20 minut. Z důvodu, že je naše studie první, která se zabývá posturální stabilitou u dětí s intermitentním typem asthma bronchiale, nemohou být výsledky naší studie porovnány s jinými studii stejného typu. Jako limit této práce může být vnímán i námi zvolený volný stoj, ve kterém probandi dosahují výrazných rozdílů v pozici dolních končetin, což vyvolává otázku, zda je takto odlišné postavení možné srovnávat. Naší prioritou však bylo otestovat co nejpřirozenější stoj, ve kterém se probandi budou cítit příjemně. Toho lze dosáhnout jen tím, že volný stoj nebude nijak omezován ani jinak korigován.

7 ZÁVĚR

Na základě výsledků výzkumu naší práce lze usuzovat, že asthma bronchiale má u dětí negativní vliv na posturální stabilitu, zejména v anteroposteriorním směru. Z výsledků vyplývá, že k významným rozdílům mezi skupinami dochází hlavně v posturálně méně náročných typech stoje (volný a korigovaný stoj). U volného stoje nebyl prokázán vliv asthma bronchiale na šířku stoje a relativní šířku stoje. Posturálně náročnější varianty stoje (tandemový stoj a stoj na jedné dolní končetině) byly obtížně proveditelné pro obě zkoumané skupiny. Preference dolní končetiny neměla významný vliv na sledované parametry posturální stability. Z výsledků měření lze předpokládat, že vizuální podněty hrají důležitou roli při kontrole posturální stability a jejich omezení je spojeno s větší rychlostí výchylek COP. Výsledky poukazují také na to, že rychlost pohybu COP je závislá také na věku probandů, přičemž děti mladšího školního věku vykazují větší hodnoty sledovaných parametrů než děti staršího školního věku.

Dle výsledků naší práce lze z důvodu porušené posturální stability u dětí s asthma bronchiale doporučit hodnocení rovnováhových schopností a zařazení posturálního a senzomotorického tréninku do rehabilitačního plánu léčby dětských pacientů s asthma bronchiale. Další výzkum posturální stability by se v budoucnu u dětí s asthma bronchiale mohl zabývat testováním větších souborů probandů a srovnáním vlivu různých typů astmatu.

8 SOUHRN

Asthma bronchiale je chronické zánětlivé onemocnění dýchacích cest, které se pojí se svalovými dysbalancemi, větší aktivitou pomocných dýchacích svalů, omezením rozvíjení hrudníku, blokádami a distenzemi žeber a dysfunkcí hlubokého stabilizačního systému. Všechny tyto faktory mohou mít negativní vliv na posturální stabilitu pacientů s astmatem. Cílem této práce bylo zhodnotit vliv astma bronchiale intermitentního typu na posturální stabilitu u dětí mladšího a staršího školního věku.

V teoretické části práce jsou sepsány základní informace o onemocnění asthma bronchiale, jeho etiologii, diagnostice a léčbě a informace týkající se posturální stability, vlivu faktorů, které ji ovlivňují a způsobů jejího hodnocení. V praktické části jsou sepsány výsledky měření porovnávací skupinu dětí s asthma bronchiale a skupinu zdravých dětí.

Výzkumu se zúčastnilo celkem 18 pacientů s asthma bronchiale a 18 zdravých dětí ve věku 7-13 let. Hodnoceny byly čtyři typy stoje: volný stoj, korigovaný stoj, tandemový stoj a stoj na jedné dolní končetině v náhodném pořadí. Všechny byly testovány s otevřenými i zavřenými očima kromě stoje na jedné dolní končetině. Posturální stabilita byla měřena prostřednictvím silových plošin typu Kistler. Hodnocena byla rychlost pohybu COP v mediolaterálním (V_x) a anteroposteriorním (V_y) směru a celková rychlost (V) pohybu COP.

U dětí mladšího školního věku s asthma bronchiale výsledky ukázaly statisticky významně vyšší rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru V_y ($p=0,025$) ve volném stoji s otevřenými očima. Stejně tak v korigovaném stoji s otevřenými očima u nich byla zaznamenána statisticky významně vyšší rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru V_y ($p=0,01$) a v celkové rychlosti pohybu COP V ($p=0,03$). V podmínkách se zavřenými očima nebyly pro volný a korigovaný stoj zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi skupinami.

U dětí s astmatem staršího školního věku byla statisticky významně vyšší rychlost pohybu COP zjištěna v anteroposteriorním směru V_y ($p=0,05$) ve volném stoji s očima otevřenými. Stejně tak statisticky významně vyšší rychlosti pohybu COP byly zjištěny v anteroposteriorním směru V_y ($p=0,05$) a v celkové rychlosti pohybu COP V ($p=0,05$) s očima zavřenými u stejné skupiny. V korigovaném stoji byla zjištěna statisticky významně vyšší rychlost pohybu COP u dětí s astmatem v anteroposteriorním směru V_y

($p=0,03$) a celkové rychlosti COP V ($p=0,022$) s otevřenými očima. Stejně tak v podmínkách se zavřenými očima byla naměřena větší rychlost pohybu COP ve stejných parametrech V_y ($p=0,007$) a V ($p=0,015$).

V tandemovém stoji a ve stoji na jedné dolní končetině nebyly mezi zkoumanými skupinami nalezeny žádné statisticky významné rozdíly. Ve stoji na jedné dolní končetině byla ve většině případů zaznamenána vyšší rychlost pohybu COP u skupiny dětí s asthma bronchiale, v tandemovém stoji tomu bylo naopak. U obou skupin byla zjištěna vyšší rychlost pohybu COP u dětí mladšího školního věku v porovnání s dětmi staršího školního věku.

Z výsledků naší práce vyplývá, že asthma bronchiale má u dětí mladšího i staršího školního věku negativní vliv na posturální stabilitu ve volném a korigovaném stoji. Zjistili jsme, že děti s asthma bronchiale mají významně narušenou posturální stabilitu zejména v anteroposteriorním směru. Z toho důvodu doporučujeme vyšetřovat posturální stabilitu u dětí s asthma bronchiale a zařazovat do standardní léčby dětských pacientů s astmatem posturální a senzomotorický trénink.

9 SUMMARY

Asthma is a chronic inflammatory respiratory disease that is associated with muscle imbalance, abnormal activity of secondary breathing muscles, limited breathing motion and rib blockades and distension, as well as dysfunction of the deep stabilizing system of the spine. All of these factors may have negative effects on postural balance in patients with asthma. The aim of this thesis is to evaluate the extent to which mild intermittent asthma influences postural balance in early and later school-age children.

The theoretical part of the thesis covers the basics of asthma, especially its aetiology, diagnostics and treatment and addresses postural balance and factors that affect it, as well as methods of evaluating them. The practical part of the thesis contains results and evaluation arising out of measurements that compare a group of children with asthma and a group of healthy children.

Eighteen children with asthma and eighteen healthy children aged 7-13 years were enrolled in the study. Four postural tests, with different foot configurations, were evaluated in random order: preferred and corrected bipedal stance, tandem stance and single-leg stance. All of these, with the exception of single-leg stance, were tested with eyes open and closed. Postural balance was measured using Kistler force plates. Centre of pressure (COP) movement velocity in medial-lateral (V_x) and forward-back (V_y) directions, as well as total COP movement velocity (V), were also measured.

The results showed statistically significant higher forward-back COP movement velocity V_y ($p=0,025$) with eyes open in the early school-age children with asthma in preferred stance. The results of corrected bipedal stance with eyes open also disclosed statistically significant higher COP movement velocity in forward-back V_y ($p=0,01$) direction and total COP movement velocity V ($p=0,03$) in children with asthma. There were no statistically significant differences between the groups in preferred and corrected bipedal stance with eyes closed.

A statistically significant higher COP movement velocity in forward-back V_y ($p=0,05$) in preferred stance with eyes open occurred in later school-age children with asthma. We also found statistically significant higher COP movement velocity in forward-back direction V_y ($p=0,05$) and in total COP movement velocity V ($p=0,05$) in the same group of children with eyes closed. For corrected stance with eyes open, a statistically significant higher forward-back COP movement velocity V_y ($p=0,03$) and

total COP movement velocity V ($p=0,022$) occurred among the children with asthma. Higher COP velocity (total V ($p=0,015$) and in forward-back direction V_y ($p=0,007$)) was also observed with eyes closed.

No statistically significant differences between the asthma group and controls were disclosed in tandem and single-leg stance. While higher COP movement velocity in single-leg stance was noted in the majority of children with asthma, tandem stance gave opposite results. In both groups, higher COP movement velocity appears in early school-age children in comparison with later ones.

The results of our research suggest that asthma has a negative influence on postural balance in both early and later school-age children with reference to preferred stance and stance with correction. They indicate, that children with asthma have a significant disorder of postural balance, especially in the forward-back direction. For this reason we recommend postural balance to be investigated in children with asthma. Postural and sensory-motor training should become a part of the standard treatment of children with asthma.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Aleixo, A. A., Guimaraes, E. L., Porcatti de Walsh, I. A., & Pereira, K. (2012). Influence of overweight and obesity on posture, overall praxis and balance in schoolchildren. *Journal of Human Growth and Development*, 22(2), 1-7.
- Almeida, V. P., Guimaraes, F. S., Moco, V. J. R., Ferreira, A. S., Menezes, S. L. S., & Lopes, A. J. (2013). Is there an association between postural balance and pulmonary function in adults with asthma? *Clinics*, 68 (11), 1421-1427.
- Atilgan, O. E., Ramazanoglu, N., & Uzun, S. (2012). The effects of postural control to gender differences in children. *International Journal of Human Sciences*, 9(2), 1272-1280.
- Beauchamp, M. K., Hill, K., Goldstein, R. S., Janaudis-Ferreira, T., & Brooks, D. (2009). Impairments in balance discriminate fallers from non-fallers in COPD. *Respiratory Medicine*, 103, 1885-1891.
- Bohannon, R. W., & Leary, K. M. (1997). Standing balance and function over the course of acute rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 994-996.
- Cerny, F., & Rundell, K. W. (2012). Physical activity and the treatment of asthma. *American College of Sports Medicine's Health & Fitness Journal*, 16(1), 19-26.
- Crosbie, A. (2012). The Effect of Physical Training in Children With Asthma on Pulmonary Function, Aerobic Capacity and Health Related Quality of Life: A Systematic Review of Randomized Control Trials. *Human Kinetics*, 24, 472-489.
- Cunha, A. G. J., Nunes, M. P. T., Ramos, R. T., Carvalho-Pinto, R. M., Boffino, C. C., Martins, F. C., & Tanaka, C. (2013). Balance disturbances in asthmatic patients. *Journal of Asthma*, 50(3), 282-286.
- Da Silva, M. C. R., Corazza, S. T., Katzer, J. I., Mota, C. B., & Soares, J. C. (2013). Balance in children and teenagers asthmatics and without asthma. *Motriz: Revista de Educação Física*, 19(2), 480-486.
- De Groot, E. P., Duiverman, E. J., & Brand, P. L. P. (2013). Dysfunctional breathing in children with asthma: a rare but relevant comorbidity. *European Respiratory Journal*, 41, 1068-1073.
- D'Hondt, E., Deforche, B., De Bourdeaudhuij I., Gentier, I., Tanghe, A., Schutz, S., & Lenoir, M. (2011). Postural balance under normal and altered sensory conditions in normal-weight and overweight children. *Clinical Biomechanics*, 26, 84-89.
- Dimitrakaki, V., Porpodis, K., Bebetos, E., Zarogoulidis, P., Papaiwannou, A.,

- Tsioulis, H., & Zarogoulidis, K. (2013). Attitudes of asthmatic and nonasthmatic children to physical exercise. *Patient Preference and Adherence*, 7, 81-88.
- Dvořák, R., & Holibka, V. (2006). Nové poznatky o strukturálních předpokladech koordinace funkce bránice a břišní muskulatury. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 13, 55-61.
- Eijkemans, M., Mommers, M., Draaisma, J. M. T., Thijs, C., & Prins, M. H. (2012). Physical Activity and Asthma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Public Library of Science ONE*, 7(12), 1-11.
- Haibach, P., Lieberman, L., & Pritchett, J. (2011). Balance in Adolescents with and without Visual Impairments. *Insight: Research and Practice in Visual Impairment and Blindness*, 4(3), 112-123.
- Hodges, P. W., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*, 89, 967-976.
- Hodges, P. W., Gurfinkel, V. S., Brumagne, S., Smith, T. C., & Cordo, P. C. (2002). Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration. *Experimental Brain Research*, 144, 293-302.
- Hoffman, M., Payne, V. G. (1995). The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 21, 90-93.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35(2), 7-11.
- Humphriss, R., Hall, A., May, M., & Macleod, J. (2011). Balance ability of 7 and 10 year old children in the population: Results from a large UK birth cohort study. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75, 106-113.
- Janura, M., & Janurová, E. (2007). *Fyzikální základ biomechaniky*. Olomouc: Vydavatelství UP.
- Janura, M., Vařeka, I., Lehnert, M., & Svoboda, Z. (2012). *Metody Biomechanické analýzy pohybu*. Olomouc: Vydavatelství UP.
- Kohoutek, R. (2008). *Psychologie duševního vývoje*. Brno: ICV MZLU.
- Kochanowicz, K., & Kucharska, E. (2010). Body balance in children aged 11-13 years and the process of physical education. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 17, 87-96.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kolář, P., & Lewit, K. (2005). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, 5, 270-275.

- Kolek, V. (2005). *Pneumologie pro magistry a bakaláře (1st ed.)*. Olomouc: Vydavatelství UP.
- Kolek, V. (2013). *Doporučené postupy v pneumologii*. Praha: Maxdorf.
- Kolek, V., Kašák, V., & Vašáková, M. (2014). *Pneumologie (2nd ed.)*. Praha: Maxdorf.
- Kosti, R. I. (2012). The Association between Leisure-Time Physical Activities and Asthma Symptoms among 10- to 12- Year-Old Children: The Effect of Living Environment in the PANACEA Study. *Journal of Asthma*, 49(4), 342-348.
- Králíček, P. (2011). *Úvod do speciální neurofyzologie (3rd ed.)*. Praha: Galén.
- Lang, D. M., Butz, A. M., Duggan, A. K., & Serwint, J. R. (2004). Physical Activity in Urban School-Aged Children With Asthma. *Pediatrics*, 113(4), 341-346.
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie (2nd ed.)*. Praha: Grada.
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně (5th ed.)*. Praha: Sdělovací technika.
- Lopes, A. J., Almeida, V. P., Menezes, S. L. S., & Guimaraes, F. S. (2014). Balance Deficits are Correlated with Bronchial Obstruction Markers in Subjects with Astma. *Journal of Physical Therapy Science*, 26, 393-399.
- Lopes, E. A., Fanelli-Galvani, A., Prisco, C. C. V., Gonçalves, R. C., Jacob, C. M. A., Cabral, A. L. B., Martins, M. A., & Carvalho, C. R. F. (2007). Assessment of muscle shortening and static posture in children with persistent asthma. *European Journal of Pediatrics*, 166, 715-721.
- McIlroy, W. E., & Maki, B. E. (1997). Preferred placement of the feet during quiet stance: development of a standardized foot placement for balance testing. *Clinical Biomechanics*, 12(1), 66-70.
- Mickle, K. J., Munro, B. J., & Steele, J. R. (2011). Gender and age affect balance performance in primary school-aged children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14, 243-248.
- Musil, J., Petřík, F., & Trefný, M. (2005). *Pneumologie*. Praha: Karolinum.
- Neumannová, K. (2011). Rozvíjení hrudníku, ventilační parametry a vybrané kineziologické ukazatele u nemocných s asthma bronchiale a chronickou obstrukční plicní nemocí. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 18(3), 132-137.
- Neumannová, K., & Kolek, V. (2012). *Asthma bronchiale a chronická obstrukční plicní nemoc*. Praha: Mladá fronta a.s.
- Neumannová, K., Zatloukal, J., & Koblížek, V. (2014). *Doporučený postup plicní rehabilitace*. Retrieved 20. 3. 2015 from the World Wide Web:

<http://www.pneumologie.cz>.

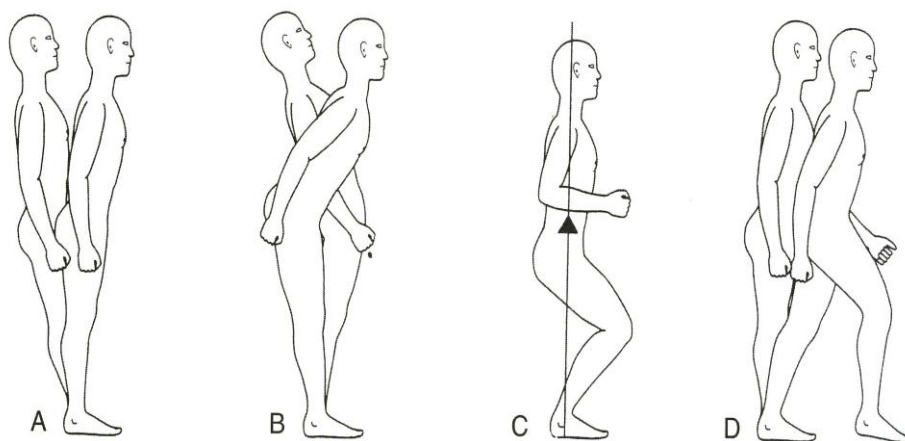
- Nolan, L., Grigorenko, A., & Thorstensson, A. (2005). Balance control: sex and age differences in 9- to 16-year-olds. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *47*, 449-454.
- Opavský, J. (2005). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Vydavatelství UP.
- Ošťádal, O., Burianová, K., & Zdařilová, E. (2008). *Léčebná rehabilitace a fyzioterapie v pneumologii*. Olomouc: Vydavatelství UP.
- Pacheco, D. R. R., da Silva, M. J. B., Alexandrino, M. S., & Torres, R. M. T. (2012). Exercise-Related Quality of Life in Subjects with Asthma: A Systematic Review. *Journal of Asthma*, *49*(5), 487-495.
- Pallavi, S., Shambhovi, M., Lokender, K., & Divya, S. M. (2014). Prevalence of Balance Deficits in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Physiotherapy and Occupational Therapy Journal*, *7*(2), 61-68.
- Perez, T., Becquart, L. A., Stach, B., Wallaert, B., & Tonnel, A. B. (1996). Inspiratory muscle strength and endurance in steroid – dependent asthma. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *153*(2), 610-615.
- Pohunek, P., & Svobodová, T. (2013). *Průduškové astma v dětském věku (2nd ed.)*. Maxdorf.
- Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait & Posture*, *21*, 48-58.
- Ries, L. G. K., Michaelsen, S. M., Soares, P. S. A., Monteiro, V. C., & Allegretti, K. M. G. (2012). Cross-cultural adaptation and reliability analysis of the Brazilian version of Pediatric Balance Scale (PBS). *Revista Brasileira de Fisioterapia*, *16*(3), 205-215.
- Rinaldi, N. M., Polastri, P. F., & Barela, J. A. (2009). Age-related changes in postural control sensory reweighting. *Neuroscience Letters*, *467*, 225-229.
- Rival, Ch., Ceyte, H., & Olivier, I. (2005). Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*, *376*, 133-136.
- Říčan, P. (2014). *Cesta životem: vývojová psychologie (3rd ed.)*. Praha: Portál.
- Scott, S. (2008). *ABLE bodies balance training*. Champaign: Human Kinetics.
- Schad, O., & Haufs, A. (2008). *Můj problém...Astma*. Praha: Olympia.
- Smith, A. W., Ulmer, F. F., & Wong, D. P. (2012). Gender Differences in Postural Stability Among Children. *Journal of Human kinetics*, *33*, 25-32.
- Smith, M. D., Chang, A. T., Seale, H. E., Walsh, J. R. & Hodges, P. W. (2010). Balance

- is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Gait and Posture*, 31 (4), 456-460.
- Smithson, F., Morris, M. E., & Iansek, R. (1998). Performance on Clinical Tests of Balance in Parkinson's Disease. *Physical therapy*, 78, 577-592.
- Smolíková, L., & Máček, M. (2006). *Fyzioterapie a pohybová léčba u chronických plicních onemocnění*. Praha: Blue Wings.
- Sodhi, R., Prasad, R., Kushwaha, R. A. S., Kant, S., Verma, S. K., Garg, R., Kumar, S., Verma, A. K., & Prakash, V. (2013). A study to know the knowledge, attitude, and practices of patients of bronchial asthma. *International Journal of Medicine and Public Health*, 3(3), 159-162.
- Steinberg, N., Eliakim, A., Pantanowitz, M., Kohen-Raz, R., Zeev, A., & Nemet, D. (2013). The effect of a weight management program on postural balance in obese children. *European Journal of Pediatrics*, 172, 1619-1626.
- Suchomel, T. (2006). Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3, 112-124.
- Špičák, V., Kašák, V., & Pohunek, P. (2003). *Globální strategie péče o astma a jeho prevenci*. Praha: Jalna.
- Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J., & Votava, J. (2005). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka (3rd ed.)*. Praha: Grada.
- Umphred, D. A. (2007). *Neurological rehabilitation (5th ed.)*. Missouri: Mosby.
- Vahlkvist, S., Inman, M. D., & Pedersen, S. (2010). Effect of asthma treatment on fitness, daily activity and body composition in children with asthma. *Allergy*, 65, 1464-1471.
- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (I. část), terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9, 115-121.
- Vágnerová, M. (2012). *Vývojová psychologie – Dětství a dospívání (2nd ed.)*. Praha: Karolinum.
- Wolff, D. R., Rose, J., Jones, V. K., Bloch, D. A., Oehlert, J. W., & Gamble, J. G. (1998). Postural Balance Measurements for Children and Adolescents. *Journal of Orthopaedic Research*, 16, 271-275.
- Zemková, E. (2011). *Fyziologické základy senzomotoriky*. Bratislava: ICM Agency.
- Zemková, E., & Hamar, D. (2002) Spoločnosť stabilografických parametrov na dynamometrickej platni. *Telesná výchova a šport*, 12(2), 28-30.

Zumbrunn, T., MacWilliams, B. A., & Johnson, B. A. (2011). Evaluation of a single leg stance balance test in children. *Gait & Posture, 34*, 174-177.

11 PŘÍLOHY

Příloha 1. Strategie automatických posturálních odpovědí (Umphred, 2007)



Příloha 2. Vyjádření etické komise FTK UP



Fakulta tělesné kultury
Univerzity Palackého
tř. Míru 115
OLOMOUC

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
doc. Mgr. Erik Šigmund, Ph.D.
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 9. 5. 2014 byl projekt diplomové práce

autorky **Bc. Andrey Štrmiskové**

s názvem **Hodnocení posturální stability u dětí s asthma bronchiale a u zdravých dětí**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 43 / 2014
dne: 30. 6. 2014.

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

za EK FTK UP
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.
předsedkyně

razítko fakulty