

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

DYNAMICKÁ ANALÝZA CHŮZE U DĚTÍ S ASTHMA BRONCHIALE

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Eliška Kordíková, fyzioterapie

Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Janura, Dr.

Olomouc 2016

Jméno a příjmení autora: Bc. Eliška Kordíková

Název diplomové práce: Dynamická analýza chůze u dětí s asthma bronchiale

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí: prof. RNDr. Miroslav Janura, Dr.

Rok obhajoby: 2016

Abstrakt: Asthma bronchiale je jedním z nejčastějších chronických onemocnění u dětí. Kromě vlivu onemocnění na dýchací systém se u těchto dětí setkáváme se změnami v muskuloskeletálním systému, ovlivněním držení těla i se sníženou pohybovou aktivitou a tělesnou zdatností. Cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv lehkého asthma bronchiale intermitentního typu na dynamické parametry chůze u dětí mladšího a staršího školního věku. Výzkumu se zúčastnilo celkem 57 dětí. Výzkumný soubor tvořilo 36 dětí ($10,4 \pm 2$ let) s lehkým asthma bronchiale (VC $88,9 \pm 12,7$ %). Kontrolní skupinu tvořilo 21 zdravých dětí ($10,4 \pm 1,7$ let; VC $98,2 \pm 9,1$ %). Dynamická analýza chůze probíhala na silových plošinách Kistler 9286AA, pomocí kterých jsme hodnotili vybrané časové a silové parametry anteroposteriorní a vertikální složky reakční síly podložky. Doba trvání akcelerační fáze v anteroposteriorním směru byla významně delší ($p = 0,001$) u dětí s asthma bronchiale. To platí také pro dobu dosažení maximální síly v této fázi ($p = 0,001$). Maximální velikosti anteroposteriorní a vertikální složky reakční síly v brzdící i akcelerační fázi byly významně menší ($p < 0,001$) u astmatických dětí. Hodnoty silových impulzů byly také u dětí s asthma bronchiale významně menší. Výsledky ukazují, že děti s lehkým intermitentním asthma bronchiale mají změněnou dynamiku chůze ve srovnání se zdravou skupinou dětí stejného věku.

Klíčová slova: asthma bronchiale, děti, chůze, dynamická analýza, Kistler

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Eliška Kordíková

Title of the thesis: Dynamic gait analysis in children with asthma bronchiale

Department: Department of Physiotherapy

Supervisor: prof. RNDr. Miroslav Janura, Dr.

The year of presentation: 2016

Abstract: Asthma bronchiale is one of the most common children's chronic diseases. Apart from the influence of the illness on the respiratory system of the children we can see some changes in the musculoskeletal system and in posture. Physical activity and physical fitness are reduced as well. The aim of this thesis is to evaluate the influence of mild intermittent asthma bronchiale on the dynamic parameters of gait of younger and older school aged children. The research included 57 children altogether. The experimental group was made up of 36 (10.4 ± 2 years old) children with mild asthma bronchiale (VC 88.9 ± 12.7 %). The control group was made up of 21 (10.4 ± 1.7 years old; VC 98.2 ± 9.1 %). healthy children. The dynamic analysis of gait took place on force plates Kistler 9286AA, where the temporal and force parameters of anteroposterior and vertical components of the ground reaction forces were evaluated. The time of the acceleration phase in anteroposterior direction was significantly longer ($p = 0.001$) in the group of children with asthma bronchiale. It also applies to the time of reaching the maximum force in this phase ($p = 0.001$). The maximum sizes of both anteroposterior and vertical components in acceleration and deceleration phases were significantly smaller ($p < 0.001$) in the group of asthmatic children. Also, the values of force impulses were significantly lower in the same group of asthmatic children. The results show, that the children with mild intermittent asthma bronchiale have different dynamics of gait compared to the healthy children of the same age.

Keywords: asthma bronchiale, children, gait, dynamic analysis, Kistler

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí prof. RNDr. Miroslava Janury, Dr., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 29. 4. 2016

.....

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi při psaní diplomové práce pomáhali, podporovali, povzbuzovali a zahrnovali cennými radami i laskavou péčí. Všem, kteří mi byli na blízku i těm, kteří na mě mysleli v modlitbách.

Zvláště děkuji panu prof. RNDr. Miroslavu Janurovi, Dr. za to, že se ujal vést mou diplomovou práci, za cenné rady a odborné konzultace, panu Mgr. Zdeňkovi Svobodovi, Ph.D. a Mgr. Lucii Bizovské za pomoc se statickým zpracováním dat, paní MUDr. Renatě Vařekové za konzultaci a literaturu.

Děkuji také všem spolužačkám za spolupráci a pomoc při měření probandů, korektury textu, dále své rodině, přátelům, kamarádům a domečkářům, bez kterých by tato práce nevznikla.

Obsah

1 Úvod	9
2 Přehled poznatků	10
2.1 Asthma bronchiale	10
2.1.1 Definice.....	10
2.1.2 Etiologie a patogeneze	10
2.1.3 Diagnostika	11
2.1.4 Klasifikace	12
2.1.5 Léčba.....	14
2.1.6 Vliv asthma bronchiale na posturu	15
2.1.7 Vliv asthma bronchiale na úroveň pohybové aktivity	19
2.2 Chůze	22
2.2.1 Definice chůze	24
2.2.2 Krokový cyklus.....	25
2.2.3 Časoprostorové a silové parametry	27
2.3 Analýza chůze.....	31
2.3.1 Dynamická analýza chůze	31
2.3.2 Silová plošina.....	32
2.3.3 Tenzometrické snímání síly	32
2.3.3 Piezoelektrické snímání síly	33
2.3.4 Možnosti využití dynamické analýzy chůze v klinické praxi.....	33
3 Cíle a hypotézy	35
3.1. Cíl práce	35
3.2 Úkoly	35
3.3 Výzkumné otázky a hypotézy	35
4 Metodika	37
4.1 Charakteristika souboru	37
4.2 Organizace výzkumu	38
4.3 Metody měření	38
4.3.1 Spirometrické vyšetření	38
4.3.2 Přístrojové měření chůze	38
4.3.3 Posuzované parametry a analýza dat	39
4.4 Statistické zpracování	41
5 Výsledky.....	42
5.1 Časové parametry	42
5.2 Silové parametry	43

5.3 Hodnoty impulzu síly.....	44
6 Diskuze.....	46
7 Závěr	53
8 Souhrn.....	53
9 Summary.....	55
10 Referenční seznam	57

Seznam zkratk

AB	Experimentální skupina s intermitentním asthma bronchiale
BMI	Body mass index
CoP	Centre of pressure
IgE	Imunoglobulin E
FEV ₁	Usilovně vydechnutý objem za 1. sekundu
CHOPN	Chronická obstrukční plicní nemoc
KS	Kontrolní skupina
MIP	Maximal inspiratory pressure
PEF	Vrcholový výdechový průtok
VC	Vitální kapacita plic

1 Úvod

Dech a pohyb jsou jedny z nezákladnějších projevů života. S každým nádechem všechny buňky těla dostávají kyslík pro svůj život. Ať už se jedná o pohyb během ontogeneze, psychomotorický vývoj dítěte během prvního roku života, chůzi či pohybové vyjádření pocitů, gestikulaci nebo pohybovou aktivitu pro zdraví, radost a udržení či zlepšení kondice, vždy jde o velmi zásadní projev života. Přestože je chůze velmi složitý pohyb, po naučení se stává zcela automatickou, přirozenou a základní možností způsobu přemísťování z místa na místo.

Asthma bronchiale je stále častější onemocnění dýchací soustavy postihující významnou část populace. Celosvětová prevalence astmatu se pohybuje mezi 1 – 18 %, v České republice je odhadovaná prevalence téměř 8 %, u dětí je ještě vyšší a to v rozmezí 12 – 15 % (Kašák, 2010). Asthma bronchiale je jedno z nejčastějších chronických onemocnění v dětském věku a představuje značnou medicínskou, sociální i ekonomickou zátěž pro nemocného, jeho rodinu i pro celou společnost. I přes významné pokroky v medicíně bývá často nedostatečně a pozdě diagnostikováno a léčeno (Češka, 2010).

Astma se vyznačuje obstrukcí dýchacích cest spojenou s dechovými potížemi jako je dušnost a kašel. V rámci onemocnění dochází ke změnám dechového stereotypu s převahou horního hrudního dýchání, velmi často také pozorujeme vadné držení těla s předsunem hlavy, elevací a protrakcí ramen, zvětšenou hrudní kyfózou, oslabenými břišními svaly, anteverzí pánve apod. Změna dechového stereotypu je spojena s přetěžováním pomocných nádechových svalů a nedostatečností bránice a vede ke špatnému držení postury. Dechové obtíže a především obavy z akutní exacerbace či pozátěžového bronchospasmu způsobují, že se lidé s astmatem podstatně méně věnují pohybovým aktivitám, čímž se snižuje jejich pohybová zdatnost a kondice. Do značné míry si tyto návyky přenáší z dětství do dospělého věku.

Lze předpokládat, že výše uvedené symptomy ovlivňují i chůzi, avšak tato souvislost nebyla zatím dostatečně zkoumána. Vzhledem k závažnosti onemocnění je proto důležité zaměřit se na určení vlivu asthma bronchiale na základní lokomoci. Omezení chůze v důsledku negativních změn má zásadní vliv na kvalitu života pacientů. Z hlediska rehabilitace by mohly výsledky práce přinést odpovědi na otázky, zabývající se zaměřením terapeutické intervence u dětí s astmatem.

2 Přehled poznatků

2.1 Asthma bronchiale

2.1.1 Definice

Asthma bronchiale je chronické zánětlivé onemocnění dýchacích cest. Chronický zánět je spojen s průduškovou hyperreaktivitou působící obstrukční ventilační poruchu, která se upraví spontánně nebo vlivem léčby. Astma vede k opakujícím se epizodám pískotů, dušnosti, tíže na hrudi a kašle, zvláště v noci a časně ráno. Asthma bronchiale je respirační manifestace systémového zánětu, kde respirační složka dominuje po stránce morfologické i funkční (Bacharier et al., 2008; Češka, 2010; Špičák, Kašák, & Pohunek, 2003). Při chronickém zánětu hrají roli mnohé buňky a buněčné působky a dochází ke strukturálním změnám dýchacích cest (Maslan & Mims, 2014).

Astma je interindividuální onemocnění s intraindividuální časovou variabilitou, na kterou je třeba včas terapeuticky reagovat. Důsledkem této variability můžeme asthma bronchiale chápat spíše jako astmatický syndrom než přesně ohraničenou nozologickou jednotku. Zároveň se stává, že se projevy onemocnění v průběhu času mění (Kašák, 2010).

2.1.2 Etiologie a patogeneze

Na vzniku astmatu se podílí více faktorů, přesto přesná etiologie onemocnění není zcela známa. Důležitou roli hrají dědičné faktory a negativní vliv zevního prostředí. Stejně jako jiné alergické nemoci je asthma polygenně multifaktoriálně dědičné, přičemž různé geny ovlivňují jednotlivé složky imunitní odpovědi i bronchiální aktivitu. Nejvýznamnějším genetickým predisponujícím faktorem je atopie, tedy zvýšená tvorba imunoglobulinu E (IgE) protilátek, která odpovídá na všeobecné alergeny zevního prostředí. Atopie je spojena ve více než polovině případů onemocnění. Nepříznivý vliv zevního prostředí podporuje genetickou predispozici již od 22. týdne nitroděložního života (Bacharier et al., 2008; Jackson et al., 2008; Sabina et al., 2012).

Mezi rizikové preasthmatické stavy patří alergická rýma a atopický ekzém. Nejčastějšími spouštěči jsou alergeny, cigaretový kouř, smog, tělesná námaha,

hypoventilace, respirační infekce či emoce (Cerny & Rundell, 2012; Mitchell et al., 2012).

Z hlediska patofyziologie astmatického zánětu dochází k bronchiální hyperreaktivitě a obstrukci dýchacích cest vedoucí k bronchokonstrikcii, edému sliznic, zvýšené mukózní sekreci a kašli (Heijink, Nawijn, & Hackett, 2014; Kašák, 2010).

Mezi nejčastější klinické projevy astmatu patří kašel a dechový dyskomfort. Bronchiální obstrukce se projevuje dechovými potížemi, pocitem tísně na hrudi a pískoty. Pískoty mohou být ranní nebo během celého dne. Stupeň dušnosti závisí na prováděné aktivitě, přítomnosti alergenů, ovzduší, užívání léků apod. Bolest na hrudi se u dětí objevuje spíše při zhoršení stavu nebo po namáhavější pohybové aktivitě. Kašel bývá zpravidla neproduktivní (Halaby, Feuerman, Barlev, & Pirzada, 2015; Neumannová & Kolek, 2012).

Zvyšování intenzity a frekvence příznaků astmatu může vést k exacerbaci – akutnímu astmatickému záchvatu, kdy dochází k postupně se zhoršující dušnosti, zkrácení dechu, kašli, hvízdavému dýchání, pocitu tíhy na hrudníku nebo kombinaci těchto příznaků. Neléčená nebo nevhodně léčená exacerbace může skončit i letálně. Za časté exacerbace jsou považovány exacerbace vyskytující se více než dvakrát ročně ve třech po sobě jdoucích letech (Kašák, 2010; Khetsuriani et al. 2008; Neumannová & Kolek, 2012).

2.1.3 Diagnostika

Pro stanovení diagnózy asthma bronchiale se vychází z následujících poznatků:

- 1) anamnéza příznaků kompatibilní s astmatem,
- 2) typický průběh stanovený pečlivě odebranou anamnézou (i při normálním výsledku funkčního vyšetření plic),
- 3) funkční vyšetření plic (spirometrie) s průkazem bronchiální obstrukce, její reverzibility a variability.

Vyšetření funkce plic pomáhá verifikovat diagnózu, stanovit tíži astmatu, monitorovat jeho průběh i léčbu. Základem funkční diagnostiky je spirometrické vyšetření metodou průtok/objem, dále může být doplněno bronchomotorickými testy.

Pro diagnózu astmatu je důležitý průkaz bronchiální obstrukce, stanovení její reverzibility a variability. Bronchiální obstrukci a její variabilitu lze prokázat z křivky průtok/objem, nejlépe při opakovaném vyšetření při každé návštěvě lékaře nebo

monitorováním vrcholného výdechového průtoku (PEF) pomocí výdechoměru. Reverzibilitu určujeme z hodnot naměřených před a 30 min po podání salbutamolu inhalační cestou. Za významně pozitivním považuje zvýšení hodnoty FEV₁ proti výchozí hodnotě o 12 % a zároveň minimálně o 200 ml nebo hodnoty PEF zvýšené alespoň o 15 % oproti původní hodnotě (Kašák, 2010; Sodhi et al., 2013).

Mezi další vyšetřovací postupy patří např. alergologické vyšetření, které zjistí stupeň a intenzitu alergické senzibilizace, může se identifikovat příčinný alergen. Na ORL vyšetření mohou být odhaleny další rizikové a spouštěcí faktory jako rinosinusitida, nosní polypy či nosní adenoidní vegetace. Pro určení fenotypu astmatu se využívá bakteriologické vyšetření sputa a vyšetření krevního obrazu (Host et al., 2003; Kašák, 2010; Neumannová & Kolek, 2012; Pohunek & Svobodová, 2013).

2.1.4 Klasifikace

V současné době existuje několik klasifikací astmatu. Můžeme jej klasifikovat z hlediska tíže, úrovně kontroly, fenotypu či úspěšnosti léčby.

A) Asthma bronchiale podle tíže

V Tabulce 1 je znázorněno rozdělení podle tíže na astma intermitentní, lehké, středně těžké a těžké perzistující v závislosti na tom, jaký je nutný nejnižší stupeň intenzity léčby pro udržení nejlepší úrovně kontroly (Češka, 2010).

Tabulka 1

Klasifikace astmatu podle tíže (upraveno podle Neumannová & Kolek, 2012)

Tíže	Denní příznaky	Noční příznaky	Exacerbace	Plicní funkce
Stupeň 1 intermitentní	méně než 1x týdně	méně než 2xměsíčně	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 %

B) Asthma bronchiale podle úrovně kontroly

Pro zhodnocení úrovně kontroly se určuje aktuální klinická kontrola, kde hodnotíme četnost příznaků a exacerbací, četnost užívání úlevové léčby, funkce plic a dále se stanovují budoucí rizika (např. riziko exacerbací, rychlého poklesu plicních funkcí, nežádoucí účinky farmakoterapie). Ke zhodnocení se používá např. Test kontroly astmatu. Na základě vyhodnocení výsledků určíme, zda se jedná o astma kontrolované, astma s částečnou kontrolou či astma nekontrolované (Kašák, 2014; Neumannová & Kolek, 2012). Klasifikaci astmatu podle úrovně kontroly zobrazuje Tabulka 2.

Tabulka 2

Klasifikace astmatu podle úrovně kontroly (upraveno podle Kašák, 2010)

Úroveň kontroly	Denní příznaky	Omezení aktivit	Noční symptomy	Potřeba úlevových léků	Plicní funkce	Exacerbace
Kontrolované	žádné ($\leq 2x$ týdně)	žádné	žádné	žádná ($\leq 2x$ týdně)	normální	žádné ($\leq 2x$ týdně)
Částečně kontrolované	$> 2x$ týdně	ano	ano	$> 2x$ týdně	$< 80\%$ náležité nebo osobní hodnoty	$\geq 1x$ ročně
Nekontrolované	≥ 3 příznaků částečně kontrolovaného astmatu během týdne					

C) Asthma bronchiale podle fenotypu

Rozdělení astmatu podle fenotypu je dáno složením a intenzitou zánětu dýchacích cest, kde se zjišťují ukazatelé systémových projevů astmatického zánětu (Pohunek & Svobodová, 2013). Rozlišujeme typ I – eozinofilní a alergický, typ II – eozinofilní a nealergický a typ III – neeozinofilní. Důležitost tohoto dělení je zejména u astmatu, které jeví špatnou klinickou odpověď na iniciální léčbu (Kaneko et al., 2013; Kašák, 2010).

D) Asthma bronchiale podle úspěšnosti léčby

Dalším podstatným dělením astmatu je dělení podle úspěšnosti léčby. Hodnotí se tíže astmatu podle nejnižšího stupně intenzity léčby, která je nutná pro udržení co nejlepší úrovně kontroly. Zde rozlišujeme snadno léčitelné astma a obtížně léčitelné astma. Proto i pacienti s těžkým asthma bronchiale mohou být snadno léčitelní, pokud je správně indikovaná farmakoterapie, pacient je správně edukován, má dobrou compliance k léčbě a dodržuje všechna režimová opatření (Kašák, 2010; Neumannová & Kolek, 2012).

2.1.5 Léčba

Včasná diagnostika a určení závažnosti onemocnění je základem pro komplexní léčbu, při které je nezbytná mezioborová spolupráce. Léčba astmatu zahrnuje farmakologickou a nefarmakologickou léčbu (Cerny & Rundell, 2012; Neumannová & Kolek, 2012; Pohunek & Svobodová, 2013). Důležitá je také úprava prostředí, pravidelná preventivní terapie, řádná edukace pacienta a rodičů a pravidelná fyzická aktivita. Sledování zdatnosti a odpovídající doporučení vhodných pohybových aktivit týkající se kvality i kvantity zátěže by měly být nedílnou součástí péče o astmatiky (Neumannová et al., 2014).

Hlavním cílem léčby astmatu je dosáhnout a udržet plnou kontrolu nad onemocněním (Češka et al., 2010; Kašák, 2014; Teřl et al., 2015). Léčbou se snažíme o odstranění symptomů, minimalizaci bronchiální hyperreaktivity a zabránění vzniku exacerbace a ireverzibilních remodelačních změn (Teřl et al., 2015).

Farmakologická léčba se zaměřuje na protizánětlivé působení a snížení bronchiálního spasmu. Podávají se úlevová antiasthmatika, která odstraňují příznaky a ovlivňují exacerbaci a kontrolní antiasthmatika, která působí protizánětlivě a preventivně. V podávání antiastmatik se preferuje inhalační aplikace léků, při které se léky vpravují různými inhalačními systémy přímo do průdušek, mají rychlý nástup účinku, podávají se v mikrogramových dávkách a mají minimální vedlejší účinky. Pro každého pacienta je nutné vybrat vhodný lék, dávku i inhalační systém a naučit ho správnou inhalační techniku, neboť nesprávný způsob inhalace je často příčinou špatné kontroly astmatu (Nelson, Weiss, Bleeker, Yancey, & Dorinsky, 2006; Kašák, 2014).

Mezi nefarmakologickou léčbu řadíme rehabilitační léčbu, psychosociální podporu a nutriční poradenství. Důležitou součástí nefarmakologické léčby jsou také režimová opatření, tzn. zamezení škodlivých vlivů zevního prostředí (kontakt s alergeny apod.) (Neumannová & Kolek, 2012).

Rehabilitační léčba by měla zahrnovat respirační fyzioterapii zaměřenou hlavně na reedukaci dechového vzoru, usnadnění expektorace, aktivaci dýchacích svalů, nácvik úlevových poloh pro dýchání a nácvik inhalace (Neumannová, Zatloukal, & Koblížek, 2014; Teřl et al., 2015). Dalšími cíli jsou preventivní působení na vznik deformit hrudníku a zvyšování tělesné zdatnosti, (Ošťádal, Burianová, & Zdařilová, 2008; Smolíková & Máček, 2010; Teřl et al., 2015).

Jako podpůrná léčba se doporučuje pobyt v nealergickém prostředí. Vhodné je horské prostředí středních až vyšších výšek či mořské klima a speleoterapie. Působením příznivého klimatu dochází ke snížení bronchiální reaktivity a zánětlivých změn a snižuje se potřeba léků (Ošťádal, Burianová, & Zdařilová, 2008; Smolíková & Máček, 2010; Teřl et al., 2015).

Jak již bylo řečeno, součástí terapie by měla být i pohybová aktivita pro zlepšování celkové fyzické zdatnosti, pro dobrý stav pohybového aparátu a také jako prevence nadváhy a obezity. Dostatek pohybové aktivity je základní podmínkou úspěšného tělesného vývoje (Smolíková & Máček, 2010). Pravidelná pohybová aktivita u pacientů s astmatem má příznivý vliv na symptomatologii, snižuje riziko vzniku exacerbace

i výskyt úzkosti a deprese a vede tak ke zlepšení kvality života (Teřl et al., 2015).

Naopak nedostatečná pohybová aktivita má řadu negativních důsledků. K nejčastějším negativním dopadům omezené pohybové aktivity je snížení tělesné zdatnosti, obezita, izolace dětí od kolektivu až pocit méněcennosti a úzkosti (Ošťádal, Burianová, & Zdařilová, 2008).

2.1.6 Vliv asthma bronchiale na posturu

Asthma bronchiale vede ke změnám dechového stereotypu. Tyto změny jsou charakterizované nejen zvýšenou obstrukcí dýchacích cest, ale také poruchou dýchacích pohybů, jako je např. změněný stereotyp dýchání, horní hrudní typ dýchání či paradoxní dýchání. Změněný typ dýchání často vede k nadměrnému zapojení pomocných

nádechových svalů a bývá spojeno s nedostatečnou aktivitou bránice (Baltar, Santos, & Da Silva, 2010).

Jak uvádí Skládal (1976), bránice je dýchací sval s posturální funkcí a břišní svaly jsou svaly statické s dýchací funkcí. Bránice díky hlavnímu podílu na dýchání je považována jako druhý nejdůležitější sval po srdci (Kolář, 2012). Nejenže je hlavním dýchacím svalem, ale má svoji významnou funkci posturální a sfinkterovou (Bitnar, 2010). Hovoří se o dechově – posturální funkci bránice, která zajišťuje rozdílné a náročné funkce, které je potřeba skloubit dohromady. To vše jí umožňuje poloha, schopnost kontrakce i histochemické uspořádání (Smolíková et al., 2010). Důležitým předpokladem pro správnou aktivaci bránice je vzpřímené držení těla, při kterém dochází během maximálního nádechu a výdechu k větším pohybům hrudníku (Kolář, 2009; Neumannová et al., 2012).

Pokud dojde ke změně nastavení postury a změnám biomechanických poměrů, pak toto postavení ovlivní funkci bránice a celý dechový vzor. Bránici se omezí kaudální sestup, čímž se zmenší exkurze jejího pohybu a do dechového vzoru se musí zapojit více pomocné nádechové svaly. Jelikož je bránice také posturálním svalem a její aktivita se zvyšuje např. při pohybu horními končetinami, její funkce je závislá také na koaktivaci trupového a končetinového svalstva (Bitnar, 2010).

Podle Smolíkové a Máčka (2006) dochází u pacientů s dechovými obtížemi k tomu, že dechová funkce svalů je upřednostněna před pohybovou funkcí, což vede k poruchám v postuře. U pacientů s astmatem můžeme pozorovat snížené rozvíjení hrudníku a omezenou posunlivost tkání, změnu svalového napětí, distenze a blokády žebírek 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, předsunutým držením hlavy s reklinací horní krční páteře (Belli, Chaves, de Oliveira, & Grossi, 2009; Lewit, 2003; Smolíková & Máček 2010).

Dolní zkřížený syndrom vzniká na základě oslabených břišních svalů, u kterých dochází k jejich dlouhodobému protažení. Na ochabnuté břišní svaly navazuje zkrácení a přetížení paravertebrálních svalů, což ovlivňuje postavení pánve do anteverze a vzniká tak syndrom „otevřených nůžek“ a následně zkrácení musculus iliopsoas a oslabení gluteálních svalů, zejména musculus gluteus maximus (Kolář, 2009). Vlivem této svalové dysbalance se prohlubuje bederní lordóza a břišní svaly se nedostatečně účastní dechových pohybů (Neumannová a Kolek, 2012).

Z důvodu oslabených mezilopatkových svalů vznikají scapulae alatae. Šíjové a pomocné dechové svaly jsou přetížené, čímž dochází ke zkrácení prsních svalů. Pacienti s astmatem mají také tendence ke zkrácení musculus trapezius, musculus levator scapulae a prsní fascie. Uvádí se také výskyt spoušťových bodů v musculus serratus anterior a pectoralis major et minor (Baltar et al., 2010; Ošťádal et al., 2008). Všechny tyto faktory negativně působí na posturu jedince a přeneseně i jeho lokomoci, tedy i chůzi.

U astmatických jedinců dochází k tomu, že hrudník je v inspiračním postavení a oploštěn, zejména mezi 5. až 8. žebrem. V důsledku špatné fixace dolních žeber dochází během nádechu k tomu, že se sternum pohybuje kraniálně a někdy dochází dokonce i k paradoxní činnosti bránice, která se vtahuje místo toho, aby se vyklenovala, a tím jsou i žebra vtahována dovnitř. Dále se i v klidu aktivují pomocné dýchací svaly (musculi scaleni, musculi parasternales a intercostales, musculus sternocleidomastoideus, pectoralis minor, latissimus dorsi a trapezius), čímž se přetěžují a více unavují (Neumannová, 2011; Smolíková et al., 2010). Břišní a dolní hrudní část trupu je vtahována během inspiria dovnitř (Kašák et al., 2003; Kolář et al., 2009; Máček & Smolíková, 1995). Porušena bývá i mechanika výdechu, v důsledku čehož hrudník zůstává v nádechovém postavení. Tyto projevy mají vliv na porušení celkového dechového stereotypu, čemuž přispívá i kyfotického držení těla. Převažuje horní hrudní typ dýchání, který je typický elevační synkinézou ramenních pletenců. Tento způsob dýchání je z hlediska ventilace méně účinný, přetěžuje oblast krční páteře, dochází k přetěžování pomocných dechových svalů a jejich adaptaci na tuto zátěž a často vede k výskytu spoušťových bodů např. v bránici a musculi scaleni (Neumannová, 2011). Postupně tak dochází ke vzniku svalových dysbalancí a funkčním poruchám pohybového systému.

Předešlý popis patologie v postuře potvrzuje studie Zdařilové, Burianové, Vařeky, Vařekové a Poláka (2005), kteří zjistili u všech 40 vyšetřovaných dětí s astmatem anteverzní postavení pánve, hyperlordózu bederní části páteře, vnitřně rotační postavení kyčelních kloubů. Dále byla patrná dysbalance břišních svalů s převahou musculus rectus abdominis a oslabením musculus obliquus externus a internus a musculus transversus abdominis. Také uvádějí nález inspiračního postavení hrudníku s nedostatečnou fixací dolních žeber i lopatek. Typický byl výskyt chabého držení hlavy a zkříženého syndromu. Při vyšetření zkrácených svalů zjistili zkrácení musculus pectoralis major et minor, levator scapulae, horní vlákna musculus trapezius, scalenus

anterior a musculi rhomboidei. K podobným závěrům dospěli ve své studii i Vařeková, Filipová, Vařeka a Hak (2004).

Poslední dobou se kromě hodnocení vlivu astmatu na držení těla začíná sledovat také vliv astmatu na postuální stabilitu. Výsledky výzkumu Kováčikové et al. (2015) zabývající se rovnováhou u astmatických dětí ukázaly statisticky významný rozdíl mezi skupinami zdravých a astmatických dětí v rychlosti pohybu CoP (Centre of pressure) při stoji na jedné dolní končetině. Anteroposteriorní a celková rychlost na preferované dolní končetině a mediolaterální rychlost na nepreferované dolní končetině byla větší u dětí s astmatem. Ve stoji na jedné dolní končetině byly všechny tři rychlosti CoP větší s otevřenými i zavřenými očima u astmatických dětí.

Přestože stoj na jedné dolní končetině je velmi důležitý pro většinu denních aktivit včetně chůze, kde jednooporová fáze tvoří 40 % stojné fáze (Neumannová et al., 2015), nebylo doposud provedeno mnoho jiných studií, které by srovnávaly stabilitu stoje na jedné dolní končetině u astmatiků a zdravých jedinců.

Podle Kováčikové et al. (2015) může být vyšší rychlost pohybu CoP u dětí s astmatem ve stoji na jedné dolní končetině spojena s výrazně nižším maximálním nádechovým ústním tlakem (MIP – maximal inspiratory pressure), jehož snížení bylo u těchto zkoumaných dětí zjištěno. U zdravých dětí byla síla inspiračních svalů větší o 24,5 %. Vzhledem k tomu, že inspirační svaly mají mnoho funkcí, včetně funkce posturální, může být větší svalová síla inspiračních svalů u zdravých dětí spojena s menší rychlostí CoP. Dalším důvodem pro deficit v rovnováze u pacientů s astmatem může být nedostatečná pohybová aktivita. Přestože bylo dokumentováno, že dlouhodobé užívání kortikoidů se pojí s dýchací svalovou slabostí (Perez, Becquart, Stach, Wallaert, & Tonnel, 1996), děti v této studii měly indikované pouze odlehčovací léky, proto se autoři nedomnívají, že by léky v tomto případě měly vliv na posturální stabilitu.

Trnčíková (2015) ve své práci prokázala pozitivní vliv posturálního tréninku na zlepšení rovnováhy u astmatických dětí. Po pravidelném tréninku posturální stability, který probíhal během lázeňské léčby třikrát týdně 30 minut (celkem desetkrát), se u dětí zlepšila především stabilita korigovaného a volného stoje s otevřenými očima. Zlepšení stability bylo zřejmé i v korigovaném a volném stoji s očima zavřenými, avšak tyto změny nebyly statisticky významné. Ve volném stoji při otevřených i zavřených očích měl trénink výraznější vliv na zlepšení mediolaterální stability. Naopak při korigovaném stoji došlo k většímu zlepšení anteroposteriorní stability.

2.1.7 Vliv asthma bronchiale na úroveň pohybové aktivity

Asthma bronchiale neovlivňuje pouze dýchací soustavu jako takovou, ale negativně zasahuje i do běžných habituálních činností a výrazně moduluje i možnosti pohybové aktivity u dětí (Burianová, Vařeková & Vařeka, 2008; Vařeková et al., 2002), což vede ke snížené účasti na společenském životě, a tím ovlivňuje i celkovou kvalitu života (Burianová & Hrstková, 2007; Neumannová, 2011). Během posledních desetiletí se prevalence astmatu výrazně zvýšila. Současně se zvyšuje i výskyt nadváhy, zatímco úroveň fyzické aktivity se výrazně snižuje (Eijkemans, Mommers, Draaisma, Thijs & Prins, 2012).

Fyzická inaktivita je důležitý rizikový faktor pro mnoho onemocnění, zároveň je velmi snadno ovlivnitelná. Zvýšení fyzické aktivity tak představuje velmi dobrý a přístupný způsob prevence pro tato onemocnění. Několik studií prokázalo, že pravidelný trénink zlepšuje kardiopulmonální funkce, symptomy astmatu a kvalitu života u astmatických jedinců. Tyto studie naznačují, že trénink a vysoká úroveň fyzické aktivity hrají důležitou roli v průběhu a závažnosti astmatu (Eijkemans et al., 2012).

Kromě toho je také možná etiologická souvislost s rozvojem vzniku astmatu a nízkou pohybovou aktivitou. Existují různé hypotézy, které vysvětlují možný ochranný vliv fyzické aktivity na rozvoj astmatu, např. zmírnění zánětu dýchacích cest jako jednoho z hlavních rysů astmatu. Další možné vysvětlení je, že snížená fyzická aktivita negativně ovlivňuje průchodnost bronchiolů tím, že se snižuje epitelová stimulace, dochází ke špatné mukociliární clearance a to způsobuje nadměrné množství hlenu a otok dýchacích cest (Eijkemans et al., 2012). Eichenberger, Diener, Kofmehl a Spengler (2013) také uvádí, že bronchiální hyperaktivita je u neaktivních dětí s astmatem vyšší, než u astmatiků, kteří mají několikahodinovou pohybovou aktivitu týdně.

Jak zjistili Eijkemans et al. (2012), závěry z mnoha studií ukazují, že astmatické děti jsou významně často považovány za méně aktivní, méně se účastní pohybových aktivit a mají nižší odhadovaný výdej energie než jejich zdraví vrstevníci. Tato přehledová studie ukazuje, že děti omezuje astma více u aktivit s velkou intenzitou než u aktivit střední zátěže. Dále zjistili, že astmatické děti tráví mnohem více volného času u televize a mají sníženou pohybovou aktivitu. Ukázalo se, že nízká fyzická

aktivita je jeden z rizikových faktorů spojených s astmatem a nepatrně zvyšuje pravděpodobnost astmatu. Také data zjištěná Corbem et al. (2008) podporují hypotézu, že při trávení mnoho času u televize vzrůstá riziko astmatických symptomů. Stejného názoru je také Lang, Butz, Duggan a Serwint (2004) a Vahlkvist a Pedersen (2009), kteří se ve svých pracích shodují na tom, že astmatické děti mají nižší úroveň pohybové aktivity než jejich vrstevníci, vyšší procento tuku a také mezi nimi najdeme více obézních dětí.

Naproti tomu Berntsen et al. (2009) ani Van Gent et al. (2007) nezjistili žádný rozdíl mezi skupinou zdravých a astmatických dětí v aerobní zdatnosti, celkovém energetickém výdeji a příjmu ani hmotnosti.

Zvýšení tělesné zdatnosti dětí je jedním z předpokladů pro prevenci civilizačních chorob. Z toho důvodu není tělesná zdatnost kategorie odrážející výkon (výkonově orientovaná zdatnost), ale spíše zdatnost, která ovlivňuje zdravotní problémy, které jsou ovlivněny hypokinezou (Bouchard, Shepard, & Stephens, 1994).

Řada studií prokazuje příznivý vliv dlouhodobého tréninku na tělesnou zdatnost astmatiků (Ram, Robinson, & Black, 2000; Hallstrand, Bates, & Schoene, 2000). Bylo prokázáno, že pohybová aktivita významně zlepšuje celkový stav pacientů, vede ke zlepšení symptomů astmatu, kvalitě života a tělesné zdatnosti (Eichenberger et al., 2013).

Děti s asthma bronchiale bývají často osvobozeny ve škole z tělesné výchovy, mívají časté absence ve škole a ve vlastních rodinách mívají různé úlevy, které ještě zhoršují celkový energetický výdej. Tím jsou také zbytečně vyčleňovány z kolektivu a je zesilována jejich sociální izolace. Dětský astmatik bývá silně fixován na matku, svůj volný čas tráví většinou s rodiči, mimo kolektiv svých vrstevníků, a jeho vyžívání v tělovýchovné či sportovní aktivitě je minimální. Nevhodný životní styl, zvláště v oblasti výživy a pohybové aktivity, potom obvykle dále negativně ovlivňuje celkový vývoj onemocnění a vzniká tak bludný kruh (Špičák & Vondra, 1988).

Podle Špičáka a Vondry (1988) řada obtíží jako např. vadné držení těla a snížená svalová síla pramení nikoliv ze základní choroby, ale z netrénovanosti – nedostatku pohybu, vyřazení z dětských her a školní tělesné výchovy, přehnané péče o nemocné dítě a špatné výživy. To vše může vést k dalším poruchám, počínaje odchylkami v tělesném vývoji přes poruchy funkční, psychické až k poruchám sociálním.

Podle Janíčkové, Smrčkové, Nosálové a Dědičové (2006) není tělesná zdatnost tolik závislá na tíži astmatu. Udávají, že větší vliv na úroveň fyzické aktivity mají např.

rodinné zvyklosti, jak trávit volný čas a zda převažuje spíše sedavý či aktivní způsob života. Podobného názoru jsou i Burianová a Hrstková (2007), kteří také podporují teorii, že nízká pohybová aktivita, vyšší hmotnost a celkové snížená zdatnost astmatiků je spíše známkou současného změněného stylu života, který je více sedavý, než že by korelovala s tíží astmatu či pozátěžového bronchospasmu. Burianová a Hrstková (2007) vyšetřili skupinu 46 dětí a adolescentů s lehkým a středně těžkým asthma bronchiale s cílem zjistit úroveň jejich tělesné zdatnosti a výskyt pozátěžového bronchospasmu při maximálním zátěžovém testu bicyklovou ergometrií. Průměrná maximální spotřeba kyslíku se u vyšetřených astmatiků signifikantně nelišila od norem běžné populace. Snížení aerobních schopností bylo zjištěno pouze u astmatiků s obezitou a sníženou pohybovou aktivitou. Také nebyla prokázána korelace mezi maximální kyslíkovou spotřebou VO_2 max/kg a procentuálním poklesem FEV_1 po zátěži. Maximální kyslíková spotřeba VO_2 max je globálním ukazatelem jak výkonnosti dýchacího a oběhového ústrojí, tak i úrovně řady dalších regulačních mechanismů. K jejímu poklesu může dojít v důsledku snížení adaptace na zátěž nebo může být ovlivněna onemocněním kteréhokoliv článku transportního systému pro kyslík (Placheta et al., 1999).

Santuz (1997) udává, že děti s asthma bronchiale jsou schopny dosahovat stejné úrovně zátěže ve srovnání s normálními dětmi. Pohybová aktivita dětí s asthma bronchiale avšak bývá často omezována. Důvodem jsou dechové potíže vzniklé v souvislosti se cvičením a sportem (Matuška, 2000) nebo se může jednat o pozátěžový bronchospasmus či vliv alergenů prostředí (Larson, 1998; Milgrom & Taussing, 1999). Dispozici k pozátěžovému bronchospasmu je důležité vyšetřit pozátěžovou spirometrií. Obava z rozvoje pozátěžového bronchospasmu může vést k tomu, že se astmatici větší fyzické zátěži vyhýbají a přítomnost pozátěžového bronchospasmu pak může být jednou z příčin snížené pohybové aktivity (Burianová et al., 2007). Pro děti, které trpí pozátěžovým astmatem, je vhodná přerušovaná pohybová aktivita jako např. míčové hry či lední hokej. Každé dítě by si mělo vyzkoušet, která aktivita je pro ně vhodná. Nedoporučuje se kontinuální cvičení vytrvalostního charakteru, které trvá desítky minut a nebývá přerušováno, jak je tomu např. u vytrvalostního běhu (Hrstková et al., 2001). Někteří autoři tvrdí, že i děti s těžším stupněm pozátěžového astmatu mohou dosáhnout normální úrovně tělesné zdatnosti (Fink, Kaye, Blau & Spitzer, 1993; Fink, Kaye & Spitzer, 1992; Gafinkel, Kesten, Chapman & Rebuck, 1992).

V posledních dvaceti letech lze zaznamenat společný nárůst prevalence astmatu a obezity a je často diskutována souvislost astmatu s dětskou nadváhou či obezitou. Huang, Shiao a Chou (1999) prokázal signifikantní asociaci mezi BMI, atopií, bronchiální hyperreaktivitou a alergickými symptomy u dívek, u chlapců však nikoli. Vyšší BMI podle nich znamená vyšší riziko pro rozvoj astmatu. Von Mutius, Schwartz, Neas, Dockery a Weiss (2001) vysvětlují vliv obezity u astmatu mechanickým zúžením dýchacích cest a poruchou regulace zánětlivých mechanismů. Autoři (Stenius-Aarniala et al., 2000; Hakala, Stenius-Aarniala, & Sovijärvi, 2000) prokazují zlepšení plicních funkcí, včetně variability PEF, symptomů a kvality života astmatiků po redukci váhy.

Také Ford, Heath, Mannin a Redd (2003) poukazují na to, že astmatici mají větší sklon k obezitě než jedinci bez astmatu. To může být vysvětleno nedostatečnou pohybovou aktivitou. Autoři však připouštějí, že u některých testovaných dětí mohlo dojít k mylné diagnostice, protože dušnost a hvízdavý dech nemusely být příznakem astmatu. Udávají, že dušnost mohla být způsobena nadměrnou váhou, kterou musí obézní „nosit“ a hvízdavý dech mohl mít spojitost se sklonem ke kolapsu dýchacích cest ve spojitosti s obezitou. Zůstává tedy stále otázkou, zda je astmatické onemocnění skutečně spojeno s obezitou. Hrstková, Novotný, Brázdová a Burianová (2001) ve své studii poukazují na to, že děti s asthma bronchiale jsou vysoce rizikovou skupinou, co se obezity týče.

Lang et al. (2004) udává, že obezita zhoršuje kontrolu astmatu a že obézní jedinci s astmatem mají výrazně horší plicní funkce, častější symptomy astmatu a sníženou kvalitu života. Ve své studii prokázal, že po dvanácti měsících intervence v oblasti zdravé výživy a pohybové aktivity, došlo až u 33 % probandů k významně lepšímu hodnocení dotazníku Kontroly astmatu, zvýšení pohybové aktivity a snížení hmotnosti. Váhový úbytek ve výši 10 % a více byl také spojován s až 8x lepší šancí na dosažení klinicky významného zlepšení astmatu 1 rok po zahájení zásahu.

U chronických plicních onemocnění můžeme úroveň pohybové aktivity sledovat také pomocí pedometrů a akcelerometrů (Sousa, Cabral, Martins, & Carvalho, 2014). Je známo, že chronické onemocnění dýchacího systému snižuje toleranci k zátěži a negativně ovlivňuje úroveň pohybové aktivity i chůzi. Chůze může být omezována dušností, z důvodů obav z dušnosti či poruchou rovnováhy (Beauchamp, Brooks, & Goldstein, 2010; Karpman & Benzo, 2014; Yentes et al., 2011). Zásadní vliv na výskyt pocitu dušnosti má dynamická hyperinflace. Během expira nedochází k vydechnutí veškerého objemu vzduchu, inspirační kapacita se snižuje a dýchací svaly

pracují mimo optimální postavení. To se projeví i sníženou schopností bránice vytvářet negativní nitrohruční tlak. Změny vedou ke snazší únavě dýchacích svalů. U plicní hyperinlace dochází i ke změně postavení žeber a oploštění bránice. Tyto změny biomechanických parametrů prohlubují dechové obtíže zvýšením dechové práce. Oploštěná bránice vykonává během inspiria menší rozsah pohybu, tím je i inspirační objem menší. Další ztížení inspiria je z důvodu změny sklonu žeber, která jsou více horizontálně. Tím se ještě více snižuje kontrakční schopnost bránice a interkostálních svalů, dochází ke ztížení vytvoření podtlaku přídýchání a to přispívá ke zvyšování svalového zatížení (Laghi & Tobin, 2003; Neumannová a kol., 2015).

Při vyšetření astmatických dětí se často setkáváme s tím, že se zjišťují plicní funkce, ale na úroveň pohybové aktivity, posturální stability, kvalitu chůze a pohybových stereotypů se zapomíná. V současné době chybí v České republice centra plicní rehabilitace, kde by se komplexně vyšetřovala i úroveň pohybových aktivit, celkově se na tuto problematiku zaměřuje velmi málo pracovišť. To může být důvod, proč se do terapie nezařazují prvky na zlepšení rovnováhy a pohybový trénink ve větší míře (Neumannová et al., 2015). Yentes et al. (2011) poukázali na potřebu prozkoumat více poruchy stereotypu chůze u pacientů s chronickým plicním onemocněním. Prozatím analýza chůze u astmatických dětí pomocí silových plošin nebyla zkoumána.

2.2 Chůze

Lokomoce je jeden z typických a jedinečných znaků všech organismů živočišné říše, tedy i člověka. Základním, přirozeným a velmi významným lokomočním stereotypem pro člověka je chůze. Má zásadní vliv pro kvalitu jeho života a je nejčastěji používána pro pohyb z místa na místo na krátké vzdálenosti (Perry, 1992; Věle, 2006). Díky funkční všestrannosti dolních končetin lze snadno překonávat nejrůznější překážky, schody, nerovnosti terénu a přizpůsobovat tak pohyb povrchu (Perry, 1992).

Základní lokomoční stereotyp se buduje během ontogenetického vývoje na fylogeneticky daných principech charakteristických pro každého jedince a postupně dozrává do podoby chůze dospělého člověka (Kolář, 2009). U malých dětí můžeme vidět některé rozdíly v porovnání s dospělou chůzí. Jsou to např. chůze o širší bázi, pomalejší provedení krokového cyklu s menší délkou kroku, chybějící kontakt paty v iniciální fázi (iniciální kontakt je na celé chodidlo), absence souhybu paží (Perry, 1992). Perry (1992) také uvádí, že většina těchto znaků se změní do podoby dospělé

chůze během prvních 4 let života. Některé parametry, jako doba trvání, délka kroku a rychlost se mění až do 15 let.

Gúth (2004) uvádí, že chůze každého jedince má individuální znaky, a to v závislosti na zdravotním stavu, psychických faktorech, vnějších podmínkách (např. obuv, povrch) a samozřejmě také na biomechanických parametrech lidského těla. Zároveň se chůze vyznačuje množstvím společných rysů, které jsou podobné při provedení pohybu různými skupinami lidí. Chůze je komplexní pohybová funkce, ve které se mohou projevit a ze které lze odečíst různé poruchy pohybové či nervové soustavy (Kolář, 2009).

Bronstein, Brandt a Woolacott (1996) udávají tři podmínky, které jsou nutné pro provedení chůze. Jedná se o stabilizaci multisegmentálních struktur, vnitřních i vnějších, která zahrnuje spojení kostí pomocí kloubů, vazů, aktivitu svalů a stabilitu samotné opory o podložku. Dále je nutné zajištění potřebné energie pro pohyb, s dostatečnými možnostmi reagovat na vnější podmínky. V neposlední řadě musí fungovat kontrolní systém obou předchozích předpokladů.

2.2.1 Definice chůze

Ačkoliv je chůze základním a nejběžnějším způsobem pohybu člověka, nemáme pro ni jednotnou definici. Ta se liší podle jednotlivých autorů.

Whittle (2007) podobně jako Smidt (1990) považuje chůzi za způsob lokomoce, při které se střídavě používají dvě dolní končetiny umožňující stabilitu i pohyb vpřed. Po celou dobu pohybu musí být alespoň jedna končetina v kontaktu s podložkou.

Kirtley (2006) definuje chůzi jako způsob lokomoce charakterizovanou fázemi zatěžování a nezatěžování dolních končetin. Enoka (1994) uvádí, že chůze zahrnuje střídající se sekvence, ve kterých dochází k opoře jedné nebo druhé dolní končetiny. Tyto definice vylučují některé formy patologické chůze, tzv. tříbodovou, při které se používají dvě berle a jedna nebo obě končetiny.

Z hlediska mechaniky je chůze definována jako řízený pád, při kterém tělo padá vpřed z pozice stabilní, která je zajištěna stojnou dolní končetinou, na druhostrannou dolní končetinu (Janura & Zahálka, 2004).

Perry (1992) definuje chůzi jako opakující se pohyb dolních končetin, který posouvá tělo kupředu a zároveň zajišťuje jeho stabilitu v prostoru.

2.2.2 Krokový cyklus

Chůze člověka je opakující se cyklický pohyb. Základní jednotkou chůze je krokový cyklus (Obrázek 1). Krokový cyklus, nebo-li dvojkrok, představuje vzdálenost mezi opakovaným kontaktem paty stejné nohy (Whittle, 2007).

Krokový cyklus můžeme rozdělit na dvě hlavní fáze – stojnou (statickou, oporovou) a švihovou (dynamickou, bezoporovou). Během stojné fáze, která začíná iniciálním kontaktem, je dolní končetina v kontaktu s podložkou. Švihová fáze začíná v okamžiku, kdy dojde k ukončení kontaktu chodidla s podložkou (tzv. „toe-off“) (Perry, 1992).

Stojná fáze je dále rozdělena na fázi jednooporovou, kdy je s podložkou v kontaktu pouze jedna dolní končetina a fázi dvouoporovou, kdy se podložky dotýkají obě končetiny. Jednooporová fáze jedné dolní končetiny trvá stejně dlouho jako švihová fáze druhostranné dolní končetiny (Dungl et al., 2014; Perry, 1992). Stojná fáze u zdravého člověka činí přibližně 60 % krokového cyklu a švihová fáze 40 % (Smidt, 1990; Whittle, 2007). Perry (1992) udává trvání stojné fáze 62 % a švihové fáze 38 %.

Dobu trvání jednotlivých fází můžeme udávat v procentech z celkového času trvání krokového cyklu. Bronstein et al. (1996), Perry (1992) a Whittle (2007) dále popisují tyto jednotlivé fáze:

Iniciální kontakt (initial contact; 0 – 2 %) – počátek stojné fáze. Okamžik, kdy se noha dotkne podložky. Často je také nazýván jako „úder“ paty. Toto označení nemusí být úplně přesné při některých patologických stavech, kdy první kontakt s podložkou může být proveden jinou částí chodidla. Kotník a měkké tkáně na noze tlumí energii nárazu.

Fáze zatěžování (loading response; 0 – 10 %) – navazuje na počáteční kontakt, představuje fázi dvojí opory a končí odrazem palce na druhé dolní končetině. Chodidlo se pokládá na podložku v plantární flexi, reakční síla se zvětšuje a svým vektorem směřuje nahoru a dozadu.

Těžiště je v této fázi nejnižší, dochází k absorbování nárazu a ke zpomalení pohybu díky mechanismu zhrounutí. Kontakt paty zahajuje everzi subtalárního kloubu. Chodidlo a bérce plynule přecházejí přes patu až do okamžiku, kdy je chodidlo v plném kontaktu s podložkou a je dosaženo stabilní polohy. Energie chodidla se přenáší na bérce přes pretibiální svaly a tím se bérce pohybuje vpřed.

Mezistoj (mid-stance; 10 – 30 %) – chodidlo je v plném kontaktu s podložkou a kontralaterální dolní končetina (švihová) míjí stojnou dolní končetinu. Tibie je ve vertikální poloze a v koleni i kyčli je nízký stupeň flexe. Chodidlo přechází do dorzální flexe, spouští se mechanismus zhoupnutí v kotníku, které umožňuje posunutí dolní končetiny přes zafixované chodidlo a fáze končí odrazem paty.

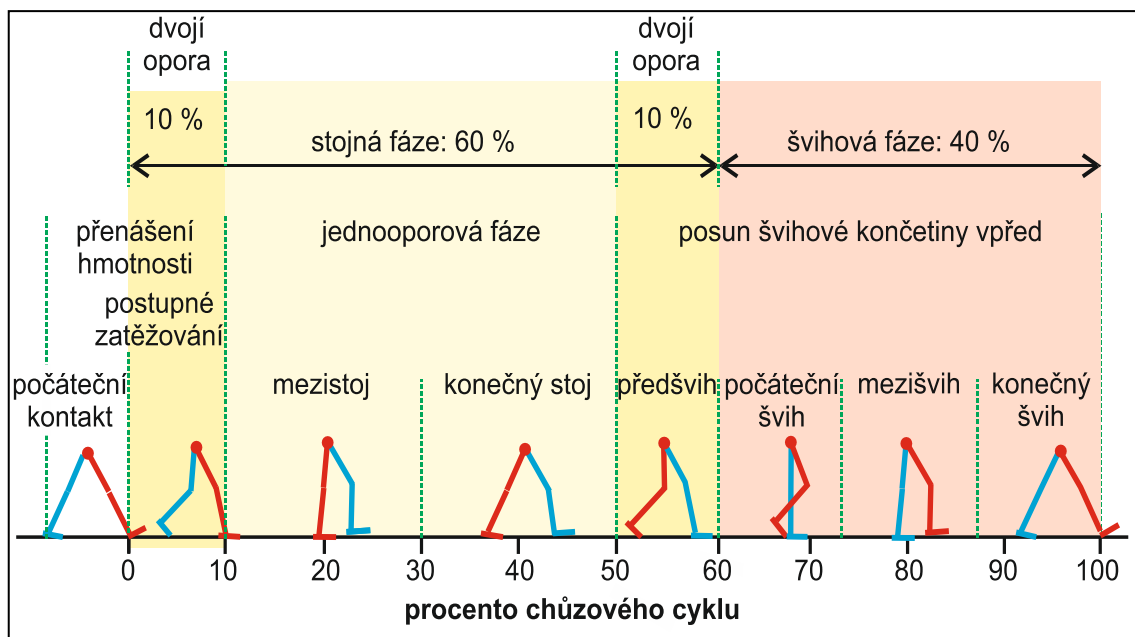
Konečný stoj (terminal stance; 30 – 50 %) – začíná odrazem paty od podložky a končí v okamžiku, kdy se kontralaterální končetina dotkne podložky. Těžiště se dostává před opěrnou bázi, zrychluje a klesá ke švihové končetině. V průběhu této fáze narůstá aktivita plantárních flexorů a dochází ke zhoupnutí přednoží.

Předšvih (preswing; 50 – 60 %) – fáze náhlého odlehčení zatížené dolní končetiny rychlým přenosem hmotnosti na druhou končetinu. Začíná počátečním kontaktem kontralaterální končetiny a končí odrazem palce. Je to druhá fáze dvojí opory a poslední část stojné fáze.

Počáteční švih (initial swing; 60 – 73 %) – začíná odrazem palce. Představuje první fázi krokového cyklu, kdy končetina není v kontaktu s podložkou, tedy fáze švihové.

Mezišvih (mid-swing; 73 – 87 %) – začíná tehdy, když švihová končetina míjí stojnou končetinu. Kyčelní kloub je flektován, v kolenním kloubu dochází postupně k extenzi.

Konečný švih (terminal swing; 87 – 100 %) – končetina se připravuje na zahájení stojné fáze dalšího krokového cyklu. Cílem této fáze je zaujmout optimální polohu pro následující počáteční kontakt. Kolenní kloub se dostává do maximální extenze.



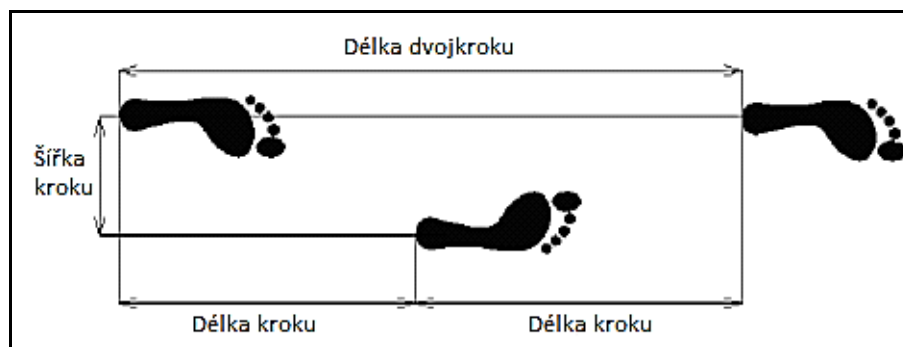
Obrázek 1. Fáze krokového cyklu (upraveno podle Neumannové et al., 2015).

2.2.3 Časoprostorové a silové parametry

Časoprostorové parametry

Pro porozumění pohybovému vzoru chůze a pro její popis jsou důležité časové a prostorové charakteristiky. Whittle (2007) udává tři hlavní parametry chůze: čas krokového cyklu, délku kroku a rychlost chůze (Obrázek 2).

V krokovém cyklu rozlišujeme délku kroku (step) a délku dvojkroku (stride). Délka kroku je vzdálenost mezi kontakty stejnými body na obou chodidlech (patách). Délka dvojkroku je vzdálenost mezi místem kontaktu paty na začátku a místem kontaktu paty na konci krokového cyklu. Rychlost chůze je definovaná jako průměrná rychlost vyvinutá po třech krocích, charakterizována vztahem vzdálenost/čas. Šířka kroku vypovídá o stabilitě člověka. Rytmus (cadence) popisuje počet kroků za časovou jednotku. Krok tvoří pouze polovina cyklu, čili kadence není počet cyklů za minutu (Whittle, 2007).



Obrázek 2. Délkové charakteristiky krokového cyklu (Vaverka & Elfmark, 2006).

Z časových parametrů se nejčastěji posuzuje doba trvání kroku či dvojkroku. Dále se obvykle zjišťuje doba trvání stojné, švihové, jednooporové a dvouoporové fáze. Z délky a doby trvání krokového cyklu můžeme odvodit rychlost chůze. Dalším zjišťovaným parametrem může být úhel chodidla (Kirtley, 2006).

Silové parametry

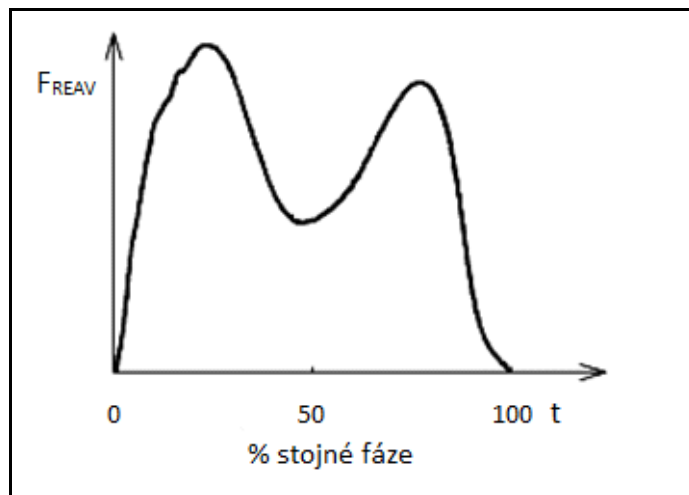
Silové parametry se zjišťují pomocí silových plošin. Při chůzi působí dolní končetina určitou silou na povrch, po kterém se pohyb realizuje. Podle třetího Newtonova zákona vzniká působením této akční síly reakční síla podložky, která je stejně velká, opačně orientovaná a působí na lidské tělo (Neumannová et al., 2015).

Vektor reakční síly podložky je určen pomocí devíti parametrů – tři pravoúhlé složky F_x , F_y , F_z vektoru reakční síly, tři souřadnice x , y , z počátku vektoru síly a tři momenty síly M_x , M_y , M_z určené vzhledem k počátku souřadné soustavy plošiny. Z praktického hlediska se zpravidla využívá těchto šest parametrů – tři složky reakční síly, dvě souřadnice počátku vektoru a moment síly vzhledem k vertikální ose (Janura et al., 2012; Whittle, 2007).

Vektor reakční síly podložky můžeme rozložit na tři základní složky – vertikální, anteroposteriorní a mediolaterální.

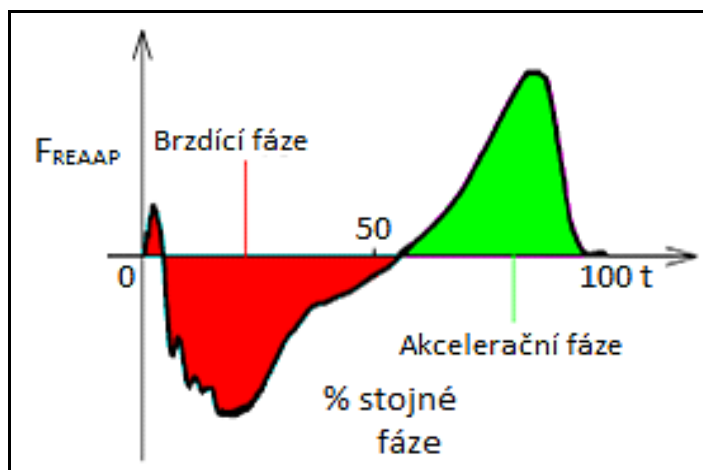
Vertikální složka reakční síly (Obrázek 3) má charakteristický dvouvrcholový tvar. Ve svých maximech má hodnotu vyšší než je tíhová síla odpovídající tělesné hmotnosti člověka. Každé stoupání či klesání hodnoty nad nebo pod hodnotu odpovídající tělesné hmotnosti znamená, že v daném okamžiku dochází ke zrychlení pohybu těžiště těla. Od okamžiku počátečního kontaktu vertikální složka prudce stoupá, svého maxima dosahuje kolem 112 % tělesné hmotnosti asi ve 25 % krokového cyklu.

Sklon křivky ukazuje na rychlost přenesení zatížení na končetinu. Během fáze plného kontaktu chodidla s podložkou se velikost vertikální složky snižuje na 93 % tělesné hmotnosti, během okamžiku ukončení kontaktu paty s podložkou v 80 % krokového cyklu znovu dosahuje maxima (110 – 115 %). Velikost vertikální složky reakční síly je ovlivněna rychlostí chůze (Kirtley, 2006; Perry, 1992).



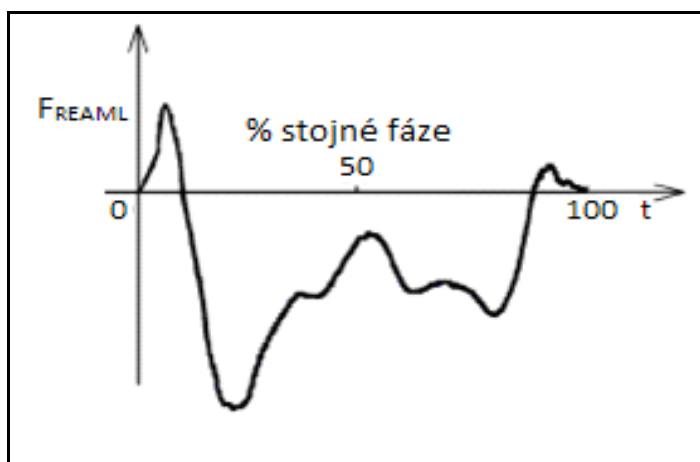
Obrázek 3. Vertikální složka reakční síly (Vaverka & Elfmark, 2006).

Anteroposteriorní složka reakční síly (smyková síla; Obrázek 4) působí na začátku krokového cyklu směrem dozadu (proto má velikost síly záporné hodnoty) a tím zpomaluje pohyb těla. Po dosažení minima se velikost anteroposteriorní složky zvyšuje a přibližuje k nulové hodnotě. Po dosažení maxima dochází k rychlému poklesu síly k nulovým hodnotám, kdy chodidlo opustí podložku. Pomocí této složky reakční síly můžeme rozdělit stojnou fázi na dvě části – brzdící a zrychlující (Neumannová et al., 2015; Perry, 1992).



Obrázek 4. Anteroposteriorní složka reakční síly (Vaverka & Elfmark, 2006).

Mediolaterální složka reakční síly (Obrázek 5) působí nejdříve krátce v mediálním směru, po většinu doby trvání stoné fáze má však směr laterální. Její průběh se vyznačuje největší variabilitou v porovnání se zbývajícími složkami reakční síly (Perry, 1992).



Obrázek 5. Mediolaterální složka reakční síly (Vaverka & Elfmark, 2006).

Pro určení otáčivého účinku působící síly je nutná znalost velikosti momentu síly. Ten určíme jako součin síly a vzdálenosti jejího vektoru od bodu otáčení. Těmito body otáčení jsou v lidském těle nejčastěji středy kloubů.

Při chůzi dochází v průběhu krokového cyklu spojitě ke změně polohy vektoru reakční síly vzhledem k danému kloubu. Malý rozdíl v poloze vektoru síly, která může být způsobena různým nastavením segmentů, tak může způsobit výraznou změnu

v působení síly (Neumannová et al., 2015). Další veličinou, kterou můžeme spočítat na základě síly a času je silový impulz (Vaverka & Janura, 1994).

2.3 Analýza chůze

Analýzu chůze můžeme provádět různými způsoby. Nejjednodušší forma kvalitativní analýzy je aspekce chůze. Při jejím využití však velmi závisí na pozorovateli, jeho zkušenostech a znalostech krokového cyklu a kineziologie (Kolář, 2009).

Pro objektivní hodnocení chůze se používají nejrůznější kvantitativní metody. Podle základního rozdělení v biomechanické analýze pohybu rozlišujeme kinematické a dynamické metody. U kinematických metod se hodnotí pohyb bez ohledu na příčinu (sílu), která pohyb způsobuje. Metody dynamické zjišťují sílu a veličiny od ní odvozené (Janura et al., 2012). V naší práci jsme pracovali s dynamickou metodou analýzy pohybu.

2.3.1 Dynamická analýza chůze

Základní podmínkou pro provedení pohybu, tedy i chůze, je existence síly odpovídající velikosti a směru. Působící síla je současně příčinou zatížení a někdy i zranění pohybového systému. Abychom zjistili objektivní a komplexní informace o provedení chůze je nezbytným předpokladem možnost změřit velikost působících sil. To umožňuje dynamická analýza pohybu (Neumannová et al., 2015).

Základním přístrojovým vybavením, které je používáno pro určení závislosti síly na čase, jsou silové (tenzometrické, piezoelektrické) plošiny (Janura et al., 2012). Silová plošina má obvykle čtyři podstavce umístěné blízko rohů plošiny. V každém z rohů je obvykle umístěn jeden tříosý snímač síly (Janura et al., 2012; Whittle, 2007).

Díky použití plošin můžeme analyzovat působení výsledné reakční síly, která je rozložena na tři základní vzájemně kolmé složky. Otáčivý účinek působící síly je vyjádřen pomocí momentu síly. Plošiny umožňují změřit celkovou sílu, kterou působí podložka na chodidlo, ale neinformují nás o působení síly v různých částech chodidla (Janura et al., 2012; Whittle, 2007).

2.3.2 Silová plošina

Silová plošina se nejčastěji používá pro posouzení posturální stability ve statických a dynamických situacích, dále pro hodnocení velikosti působící síly v oporové fázi chůze a pro hodnocení výbušné síly dolních končetin při vertikálním výskoku (Janura et al., 2012).

Plošina bývá zabudovaná do podlahy tak, aby její povrch byl ve stejné rovině s povrchem podložky, navíc bývá překryta materiálem stejné barvy. Jedinec se tak nemusí optickým kontaktem soustředit na došlap na plošinu. Tyto podmínky minimalizují rušivé vlivy prostředí, čímž zajišťují přirozené provedení pohybu (Janura et al., 2012).

2.3.3 Tenzometrické snímání síly

Tenzometrické snímání síly je založeno na převodu mechanické deformace materiálu na elektrické napětí. Snímač síly dělíme zpravidla na tři části: těleso snímače, tenzometry a Wheatstoneův můstek.

Těleso snímače převádí mechanické namáhání na deformaci materiálu, ze kterého je vyrobeno. Nejčastěji se vyrábí z hliníku a nerezové oceli pro jejich minimální teplotní roztažnost, dobrou teplotní vodivost, malou hysterezi, homogenní strukturu, malé účinky tečení a odolnost vůči korozi.

Nejvyšší mez deformace nemá přesahovat o 10 % až 30 % mez pružnosti použitého materiálu. Modul elasticity určuje závislost mezi působící silou a protažením materiálu. Tato závislost by měla být lineární v celém rozsahu, čehož je dosaženo použitím různých tvarů tělesa snímače.

Tenzometr měří protažení materiálu, na který je připevněn. Odpor elektrického vodiče je přímo úměrný jeho délce a nepřímo úměrný jeho průřezu. Při protažení materiálu tedy dojde k protažení vodiče, zvětšení jeho délky, zmenšení jeho průřezu a tím zvýšení odporu. Toto umožňuje měření deformace ve směru podélné osy s vodičem. Měření ve více osách se provádí použitím dvou a více tenzometrů.

Wheatstoneův můstek umožňuje měřit změnu odporu jako velikost výstupního napětí, protože změna odporu tenzometru je velice malá a těžko měřitelná. Tento můstek je složen ze dvou napěťových děličů, jejichž rozdíl výstupních napětí určuje

výsledné výstupní napětí. Při použití většího počtu tenzometrů se výsledné napětí násobí.

Pro určení momentů sil je můstek tenzometrů nalepený na povrchu deformačního prvku a velikost momentu síly je určena pomocí smykových napětí (Janura et al., 2012).

2.3.3 Piezoelektrické snímání síly

Pro měření síly u piezoelektrických snímačů se využívá piezoelektrický jev. Jedná se o fyzikální jev, při kterém deformace krystalu některých dielektrických látek způsobí dipólový elektrický moment objemového elementu. Silovým působením na destičku, tvořenou výbrusem krystalu, která má piezoelektrické vlastnosti, dochází k elektrické polarizaci a ke vzniku náboje na povrchu destičky. Tyto vlastnosti má např. křemen, titaničitan barnatý, titaničitan olovnatý, niobáty apod. Výhodou je malý rozměr čidla, nevýhodou velký vnitřní odpor (Kadlec, 2007).

Působí-li síla kolmo na optickou osu krystalu, krystal se zelektrizuje a na plochách kolmých na elektrickou osu se objeví elektrický náboj. Náboj, vznikající při působení sledované veličiny, se převádí na napětí (Janura et al., 2012; Kadlec, 2007).

Piezoelektrické snímače se používají hlavně pro měření dynamických sil a vibrací. Jsou to snímače aktivní, které nepotřebují vlastní napájení. Jejich kombinace je vytvořena třemi páry tenkých disků a umožňuje současné měření sil ve směru tří os. V tomto případě je jeden pár optimalizován pro deformaci tlaku a dva páry pro smykové namáhání.

Piezoelektrické plošiny mají v porovnání s tenzometrickými plošinami horší vlastnosti pro statická měření. Jejich výhodou je větší rozsah měřené síly a vyšší citlivost (Janura et al., 2012).

2.3.4 Možnosti využití dynamické analýzy chůze v klinické praxi

Dynamická analýza pohybu je jedna z důležitých biomechanických metod výzkumu pro získání komplexních poznatků o dané pohybové činnosti. Umožňuje objektivizaci lidské lokomoce. Využívá se především v rámci základního výzkumu chůze, vzprámeného stoje, jejich modifikací a patologií (Janura et al., 2012).

Své uplatnění nachází v mnoha klinických oborech, jako jsou např. ortopedie, neurologie, protetika či ortotika, dále sportovní medicína a trénink. Velký význam má také v rehabilitaci pro vyšetření i monitoring účinků terapie. Velmi často se využívá u jednotlivých diagnóz např. při hodnocení chůze u dětí s dětskou mozkovou obrnou (Švehlík, Zwick, Steinwender, Kraus, & Linhart, 2011), u pacientů s deformitami nohou (Nyska et al., 2003), pacientů po cévní mozkové příhodě (Hughes et al., 1990) a jiných.

3 Cíle a hypotézy

3.1. Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv lehkého asthma bronchiale intermitentního typu na dynamické parametry chůze u dětí mladšího a staršího školního věku.

Dílčí cíle

1. Provést dynamickou analýzu chůze u dětí s lehkým intermitentním typem asthma bronchiale.
2. Analyzovat rozdíly časových parametrů chůze během stojné fáze u dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a zdravých dětí.
3. Analyzovat rozdíly silových parametrů chůze během stojné fáze u dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a zdravých dětí.

3.2 Úkoly

1. Nalézt skupinu dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale, která by splňovala požadavky pro výzkum.
2. Určit parametry vhodné pro dynamickou analýzu chůze.
3. Provést pilotní měření pro ověření zvolené metodiky.

3.3 Výzkumné otázky a hypotézy

V souvislosti s cíly stanovenými v rámci výzkumu byly naformulovány následující výzkumné otázky:

V₁: Jak se liší časové parametry stojné fáze chůze mezi dětmi s lehkým intermitentním asthma bronchiale a zdravými dětmi?

V₂: Jak se liší silové parametry ve stojné fázi chůze mezi dětmi s lehkým intermitentním asthma bronchiale a zdravými dětmi?

V₃: Jak se liší hodnoty silových impulzů ve stejné fázi chůze mezi dětmi s lehkým intermitentním asthma bronchiale a zdravými dětmi?

Pro zodpovězení výzkumných otázek jsme použili následující hypotézy.

H1: Existuje statisticky významný rozdíl mezi časovými parametry stejné fáze chůze u dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí.

H01: Časové parametry stejné fáze chůze se u dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí statisticky významně neliší.

H2: Existuje statisticky významný rozdíl mezi silovými parametry ve stejné fázi chůze u dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí.

H02: Silové parametry ve stejné fázi chůze se u dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí statisticky významně neliší.

H3: Existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnotami impulzu síly ve stejné fázi chůze dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí.

H03: Hodnoty impulzu síly se ve stejné fázi chůze dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí statisticky významně neliší.

4 Metodika

4.1 Charakteristika souboru

Výzkumu se zúčastnilo celkem 57 probandů (31 chlapců, 26 dívek) ve věku 7-13 let. V experimentální skupině dětských pacientů s intermitentním typem asthma bronchiale (AB) bylo 36 jedinců (z toho 22 chlapců a 14 dívek). Kontrolní skupinu (KS) tvořilo 21 zdravých dětí (9 chlapců a 12 dívek). Podrobná charakteristika souborů je zaznamenána v Tabulce 3.

Kritériem pro výběr probandů experimentální skupiny byl věk v rozmezí 7 až 15 let, lékařem diagnostikované asthma bronchiale intermitentního typu, přičemž onemocnění bylo stabilní, bez akutní exacerbace v posledních dvou měsících.

Kritériem výběru probandů pro kontrolní skupinu byla absence jakéhokoliv chronického i akutního onemocnění. Z výzkumu byli vyřazeni všichni probandi, u kterých bylo diagnostikováno ortopedické, revmatologické či neurologické onemocnění, stavy po úrazu nebo operaci dolních končetin a trupu nebo přítomnost nekompenzované poruchy zraku. Všichni rodiče a zákonní zástupci dětí obou souborů byli informováni o účelu výzkumu, průběhu měření a podepsali informovaný souhlas, v němž souhlasili se zařazením dítěte do studie, s anonymním zpracováním dat a anonymním zveřejněním výsledků.

Tabulka 3

Charakteristika souboru

	AB (n = 36)	KS (n = 21)
Věk (roky)	10,4 ± 2	10,4 ± 1,7
Výška (cm)	142,6 ± 26	147,8 ± 10,5
Hmotnost (kg)	44,6 ± 15,7	37,9 ± 9,3
VC (%)	88,9 ± 12,7*	98,2 ± 9,1*
FEV₁ (%)	93,4 ± 11,2*	100,2 ± 8,7*
PEF (%)	84,8 ± 14,9	92,5 ± 15,9

Poznámky. AB – experimentální skupina dětí s lehkých intermitentním asthma bronchiale, KS – kontrolní skupina zdravých dětí, n – počet probandů, VC – vitální kapacita plic, FEV₁ – usilovně vydechnutý objem za 1 s, PEF – vrcholový výdechový průtok, * $p < 0,05$.

4.2 Organizace výzkumu

Výzkum a měření experimentální skupiny AB probíhal během podzimu roku 2013 a 2014. Měření se uskutečnilo v dětské léčebně Miramonti v Luhačovicích. Kontrolní skupina byla měřena na Základní škole Antonínská v Brně na podzim 2014. Výzkum byl schválen etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

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 15 h), za účasti stejných examinátorů a s použitím stejných diagnostických zařízení. Při měření byly použity stejné protokoly. V průběhu testování byl vždy přítomen terapeut. Všechny použité metody byly neinvazivní.

4.3 Metody měření

4.3.1 Spirometrické vyšetření

Před vlastním testováním chůze děti absolvovaly spirometrické vyšetření (ZAN 100 Handy USB, nSpire Health Inc., Německo). V rámci tohoto vyšetření byla hodnocena vitální kapacita plic (VC), usilovně vydechnutý objem vzduchu za 1 s (FEV_1) a vrcholový výdechový průtok (PEF). Všechny testované parametry byly vyjádřeny v procentech náležité hodnoty. Dále bylo provedeno měření hmotnosti a výšky probandů.

4.3.2 Přístrojové měření chůze

Testování chůze bylo realizováno pomocí silových plošin typu Kistler 9286AA, (Kistler Instrumente AG, Winterthur, Švýcarsko) s frekvencí snímání signálu 200 Hz. Silové plošiny byly umístěny v místnosti, která byla dostatečně velká, aby umožnila provést několik kroků před změřením na plošinách pro zajištění plynulosti krokového cyklu. Před plošinou i za ní byly položeny nástupní a výstupní desky ve stejné výšce, aby byla chůze snímána v plynulé rychlosti.

Každý proband absolvoval 10 platných pokusů měření chůze svojí přirozenou rychlostí. Pět pokusů bylo provedeno s pravou dolní končetin jako první v dvojkroku

a pět pokusů s levou dolní končetinou začínající dvojkrok. Aby se pokus počítal jako platný, musel být plný kontakt obou dolních končetin s plošinou.

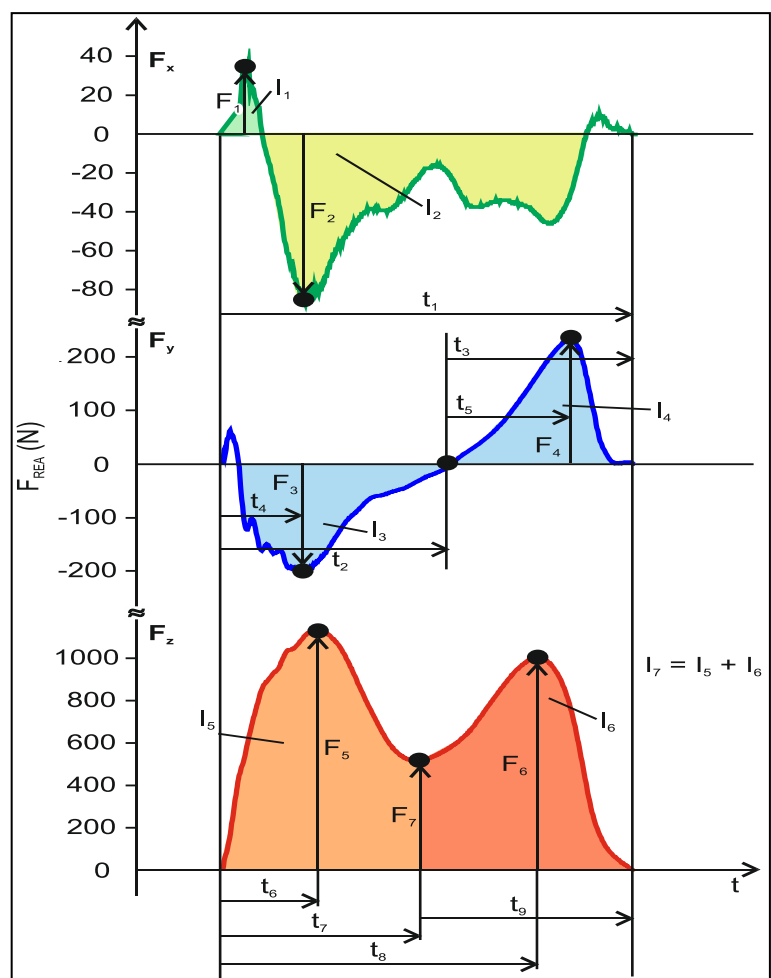
4.3.3 Posuzované parametry a analýza dat

V hodnocení jsme posuzovali časové parametry, reakční sílu podložky a impulzy síly (Obrázek 6).

Z časových parametrů anteroposteriorní složky reakční síly jsme hodnotili celkový čas stojné fáze, dobu trvání brzdící fáze, dobu trvání akcelerační fáze, čas maximální síly v brzdící fázi a čas maximální síly v akcelerační fázi. Pro vertikální složku reakční síly podložky jsme hodnotili čas maximální síly v brzdící fázi, čas lokálního minima vertikální síly, čas maximální síly v akcelerační fázi a čas od dosažení minima síly do konce stojné fáze. Hodnoty časů jsou udávány v sekundách.

Ze silových parametrů byla hodnocena maximální velikost anteroposteriorní složky reakční síly v brzdící fázi a akcelerační fázi, maximální velikost vertikální složky reakční síly v brzdící a akcelerační fázi, minimální síla ve středním a koncovém stoji vertikální složky reakční síly. Všechny hodnoty reakční síly byly přepočítány a normalizovány podle hmotnosti probandů. Naměřené hodnoty byly vyděleny tíhovou silou, proto výsledné hodnoty jsou bezrozměrné veličiny.

Hodnoty impulzu síly byly posuzovány také pro anteroposteriorní a vertikální složku reakční síly. Tyto veličiny byly vypočítány z normalizovaných sil, proto jsou udávány v sekundách.



Obrázek 6. Měřené parametry základních složek reakční síly (Janura a kol, 2012).

F_{REA} – reakční síla podložky; F_y , F_z – mediolaterální, anteroposteriorní a vertikální složka reakční síly. Časové parametry: t_1 , t_2 , t_3 – doba trvání oporové, brzdící a akcelerační fáze; t_4 , t_5 , t_6 , t_8 – čas maximální síly v brzdící a v akcelerační fázi; t_7 – čas lokálního minima vertikální síly; t_9 – čas od minima síly do konce stejné fáze. Reakční síla a impulzy síly: F_3 , F_4 , F_5 , F_6 – maximální síla v brzdící a v akcelerační fázi; F_7 – minimální síla ve středním a koncovém stoji; I_3 , I_4 , I_5 , I_6 – silový impulz v brzdící a v akcelerační fázi; I_7 – celkový silový impulz vertikální složky reakční síly.

Pro analýzu dat byl použit Matlab softwar (MATLAB R2010b, Mathworks, Inc., Natick, MA, USA), získaná data byla filtrovaná pomocí Butterworth filtru s nízkofrekvenční propustností čtvrtého řádu s hraniční frekvencí 7 Hz a následně ořezána na stejné fáze. Stejná fáze byla identifikována na základě velikosti vertikální složky reakční síly. Hraniční hodnotou pro zahájení a ukončení stejné fáze bylo 5 % velikosti vertikální složky reakční síly ve stoji.

4.4 Statistické zpracování

Statistické zpracování bylo provedeno pomocí programu Statistica (verze 10.0, StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Pro všechny proměnné byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. Většina dat neměla normální rozložení (Kolmogorov-Smirnov test), proto byl pro porovnání rozdílů těchto hodnot mezi skupinami použit neparametrický Mann-Whitney U test. Pro data s normálním rozložením byl použit t-test. Hladina statistické významnosti byla zvolena na $p < 0,05$.

5 Výsledky

Statisticky byly porovnány rozdíly v časových a silových parametrech a hodnoty impulzů síly anteroposteriorní a vertikální složky reakční síly podložky. Hodnoty mediolaterální složky nebyly analyzovány z důvodů velkých interindividuálních odchylek.

5.1 Časové parametry

Naměřené hodnoty jednotlivých časových parametrů pro anteroposteriorní a vertikální složku reakční síly jsou uvedeny v Tabulkách 4 a 5.

H01: Časové parametry stejné fáze chůze se u dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí statisticky významně neliší.

Tabulka 4

Časové parametry anteroposteriorní složky reakční síly

Parametr	KS		AB		U	p
	Průměr	SD	Průměr	SD		
t ₁	0,549	0,049	0,562	0,042	-1,11	0,271
t ₂	0,295	0,036	0,277	0,039	1,64	0,106
t ₃	0,254	0,029	0,285	0,032	-3,70	0,001
t ₄	0,074	0,017	0,075	0,013	-0,26	0,794
t ₅	0,192	0,029	0,221	0,029	-3,66	0,001

Poznámka. KS – kontrolní skupina, AB – skupina astmatických dětí, SD – směrodatná odchylka, U – testovací kritérium, p – hladina statistické významnosti, t₁ – celkový čas stejné fáze, t₂ – doba trvání brzdící fáze, t₃ – doba trvání akcelerační fáze, t₄ – čas maximální síly v brzdící, t₅ – čas maximální síly v akcelerační fázi. Čas je udáváný v sekundách.

Doba trvání akcelerační fáze byla u skupiny AB v porovnání s KS významně delší (p = 0,001). To platí také pro čas dosažení maximální síly v akcelerační fázi (p = 0,001).

Tabulka 5

Časové parametry vertikální složky reakční síly

Parametr	KS		AB		U	p
	Průměr	SD	Průměr	SD		
t ₆	0,117	0,018	0,118	0,017	-0,28	0,779
t ₇	0,268	0,026	0,272	0,028	-0,55	0,583
t ₈	0,431	0,032	0,442	0,032	-1,27	0,211
t ₉	0,281	0,042	0,290	0,026	-0,99	0,326

Poznámka. KS – kontrolní skupina, AB – skupina astmatických dětí, SD – směrodatná odchylka, U – testovací kritérium, p – hladina statistické významnosti, t₆ – čas maximální síly v brzdící fázi, t₇ – čas lokálního minima vertikální síly, t₈ – čas maximální síly v akcelerační fázi, t₉ – čas od minima síly do konce stejné fáze. Čas je vedený v sekundách.

Pro časové parametry ve vertikálním směru nebyly zaznamenány žádné statisticky významné rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Na základě našich výsledků hypotézu H01 zamítáme pro anteroposteriorní složku reakční síly. Pro vertikální složku reakční síly hypotézu H01 nelze zamítnout.

5.2 Silové parametry

Získané hodnoty silových parametrů pro anteroposteriorní a vertikální složku reakční síly jsou uvedeny v Tabulce 6.

H02: Silové parametry ve stejné fázi chůze se u dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí statisticky významně neliší.

Tabulka 6

Hodnoty anteroposteriorní a vertikální složky reakční síly

Parametr	KS		AB		U	p
	Průměr	SD	Průměr	SD		
F ₃	-0,232	0,042	-0,166	0,058	-4,57	< 0,001
F ₄	0,273	0,035	0,201	0,046	6,25	< 0,001
F ₅	1,207	0,125	1,030	0,132	4,98	< 0,001
F ₆	1,171	0,092	0,994	0,098	6,71	< 0,001
F ₇	0,601	0,098	0,591	0,081	0,42	0,674

Poznámka. KS – kontrolní skupina, AB – skupina astmatických dětí, SD – směrodatná odchylka, U – testovací kritérium, p – hladina statistické významnosti, F₃ – maximální velikost anteroposteriorní složky reakční síly v brzdící fázi, F₄ – maximální velikost anteroposteriorní složky reakční síly v akcelerační fázi, F₅ – maximální velikost vertikální složky reakční síly v brzdící fázi, F₆ – maximální velikost vertikální složky reakční síly v akcelerační fázi, F₇ – minimální vertikální síla ve středním a koncovém stoji. Hodnoty síly jsou bezrozměrné veličiny.

Maximální velikost anteroposteriorní složky reakční síly v brzdící a akcelerační fázi byla u skupiny AB v porovnání s KS statisticky významně menší ($p < 0,001$). To platí také pro maximální velikost vertikální složky reakční síly v brzdící a akcelerační fázi ($p < 0,001$).

Na základě získaných výsledku hypotézu H02 zamítáme.

5.3 Hodnoty impulzu síly

Hodnoty impulzů síly pro anteroposteriorní a vertikální složku reakční síly jsou uvedeny v Tabulce 7.

H03: Hodnoty impulzu síly se ve stejné fázi chůze dětí s lehkým intermitentním asthma bronchiale a u zdravých dětí statisticky významně neliší.

Tabulka 7

Hodnoty impulzu síly anteroposteriorní a vertikální složky reakční síly

Parametr	KS		AB		U	p
	Průměr	SD	Průměr	SD		
I ₃	-0,030	0,005	-0,022	0,007	-4,54	< 0,001
I ₄	0,034	0,004	0,027	0,006	4,92	< 0,001
I ₅	0,225	0,023	0,204	0,026	3,04	0,004
I ₆	0,227	0,035	0,208	0,032	2,09	0,041
I ₇	0,452	0,032	0,413	0,046	3,45	0,001

Poznámka. KS – kontrolní skupina, AB – skupina astmatických dětí, SD – směrodatná odchylka, U – testovací kritérium, p – hladina statistické významnosti, I₃ – silový impulz anteroposteriorní složky reakční síly v brzdící fázi, I₄ – silový impulz anteroposteriorní složky reakční síly v akcelerační fázi, I₅ – silový impulz vertikální složky reakční síly v brzdící fázi, I₆ – silový impulz vertikální složky reakční síly v akcelerační fázi, I₇ – celkový silový impulz vertikální složky reakční síly. Hodnoty impulzu síly jsou uvedeny v sekundách.

Všechny hodnoty silových impulzů byly u skupiny AB v porovnání s KS statisticky významně menší. Pro silový impulz anteroposteriorní složky reakční síly v brzdící a akcelerační fázi (I₃, I₄) byl nalezen rozdíl na hladině statistické významnosti $p < 0,001$; pro silový impulz vertikální složky reakční síly v brzdící fázi (I₅) existuje rozdíl na hladině statistické významnosti $p = 0,004$; pro silový impulz vertikální složky reakční síly v akcelerační fázi (I₆) byl rozdíl na hladině statistické významnosti $p = 0,041$ a pro celkový silový impulz vertikální složky reakční síly (I₇) byl rozdíl na hladině statistické významnosti $p = 0,001$.

Na základě získaných výsledků hypotézu H₀₃ zamítáme.

6 Diskuze

V diplomové práci byl hodnocen vliv lehkého asthma bronchiale intermitentního typu na chůzi u dětí mladšího a staršího školního věku. Dílčí cíle práce byly zaměřeny na analýzu časových a silových parametrů chůze během stojné fáze u těchto dětí v porovnání se zdravými dětmi. Vztah mezi asthma bronchiale a chůzí zatím nebyl u dětských ani dospělých s bronchiálním astmatem pacientů zkoumán. Dosud byly publikovány pouze studie zkoumající chůzi u CHOPN, dále práce zabývající se posturální stabilitou u dospělých a dětských pacientů s asthma bronchiale a CHOPN.

Asthma bronchiale vede nejen k dýchacím potížím, které jsou charakterizovány vzrůstající obstrukcí dýchacích cest, ale i ke změnám posturálního nastavení a dechového stereotypu. Změna postury vede k modifikaci biomechanických poměrů, tedy k ovlivnění funkce svalů a vykonávaných pohybů. Změněný dechový vzor je často spojen s nadměrným zapojováním nádechových svalů a s nedostatečnou činností bránice. Velmi často můžeme 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 (Baltar et al., 2010; Bitnar, 2010; Kolář, 2009; Smolíková & Máček, 2010).

Ve spojitosti s astmatem byly prokázány i poruchy rovnováhy. Nejvýznamnější odchylky byly nalezeny v korigovaném a volném stoju v anteroposteriorním směru u dětských astmatiků (Kováčiková et al., 2015; Strmisková, 2015). Z výsledků Strmiskové (2015) vyplývá, že na velikost odchylek CoP má vliv i věk dětí. Děti mladšího školního věku vykazovaly větší odchylky CoP.

Biomechanika hrudního koše nefunguje izolovaně, ale jakékoli změny funkcí jeho struktur vyvolávají odezvu v celém těle. Dysbalance v oblasti trupového svalstva u astmatiků vedou k jinému posturálnímu nastavení a také ovlivňují rovnovážné schopnosti jedince. Studie provedené u dospělých astmatiků prokázaly narušenou stabilitu ve volném stoju v mediolaterálním směru (Almeida et al., 2013; Lopes, Almeida, Menezes, & Guimaraes, 2014). Roig, Eng, MacIntyre, Road a Reid (2011) potvrdili posturální nestabilitu u pacientů s CHOPN. Z těchto zjištění lze usuzovat, že jedinci s respiračním onemocněním mají predispozice ke zhoršování stability, což může ovlivnit i kvalitu chůze.

Corb et al. (2008), Eijkemans et al. (2012), Lang, Butz, Duggan a Serwint (2004), Vahlkvist a Pedersen (2009) uvádějí, že u astmatických dětí se setkáváme s nižší úrovní pohybové aktivity a nižší tolerancí k zátěži. Fyzická inaktivita je velmi významný rizikový faktor pro mnoho onemocnění, mimo jiné i pro astma bronchiale, a proto by bylo vhodné se na tuto problematiku více zaměřit i u těchto dětí. Eijkemans et al. (2012) a Eichenberger, Diener, Kofmehl a Spengler (2013) potvrzují, že pravidelná pohybová aktivita vede ke zlepšení projevů astmatu a hraje důležitou roli v průběhu a závažnosti nemoci. Aerobní trénink dále zvyšuje tělesnou zdatnost u mladých astmatiků při středně intenzivním průběhu onemocnění, snižuje množství potřebných léků, dobu strávenou hospitalizací, klesá počet zameškaných dní ve škole i počet záchvatů (Veldhoven et al., 2001).

Už Špičák a Vondra (1988) uvádějí, že může být tělesná zdatnost dětí s astmatem stejná jako u zdravých dětí. Skupinu chlapců s astmatem podrobili stejně intenzivnímu tréninku v kopané jako zdravé jedince. Jejich aktuální zdravotní stav se podstatně zlepšil nejen sníženým počtem záchvatů a zlepšením somatického stavu, ale i po stránce psychické, kdy se zbavili pocitů méněcennosti vůči ostatním dětem. Stejně i Vávra, Máček, Mrzena a Špičák (1971) v jedné z prvních prací věnovaných zdatnosti dětských astmatiků poukázali na to, že při zátěžovém vyšetření následovala kvalitativně stejná reakce na zátěž jako u zdravých, pouze v nižších hodnotách kvůli nižší adaptaci na zátěž. Půbal, Smolíková, Špičák, Bunc a Kovařík (2000) opakovaně po dobu tří let sledovali vždy první dva týdny o prázdninách skupinu dětských astmatiků na letním táboře. Děti byly schopny, a to bez jakýchkoliv negativních respiračních příznaků, provádět mnoho pohybových aktivit, včetně Cooperova běžeckého testu na atletickém ovále. Autoři však upozornili na alarmující dekonkci pohybové soustavy těchto dětí, vyjádřenou především snížením svalové síly při aktivní činnosti. Robinson a Engglestone (1992) v metaanalýze osmi studií zahrnujících 226 dětských astmatiků, z nichž většina cvičila třikrát týdně 20 – 30 min po dobu minimálně 4 týdnů, zjistili, že se u většiny dětí zvýšil $VO_{2\max}$. U dětí se také zvýšil podávaný výkon.

Naproti tomu Berntsen et al. (2009) a Van Gen tet al. (2007 ve svých pracích nezjistili žádný rozdíl mezi skupinou zdravých a astmatických dětí v aerobní zdatnosti, celkovém energetickém výdeji a příjmu, ani hmotnosti.

Někteří autoři podporují názor, že riziko vzniku astmatu zvyšují nadváha a obezita (Gililand et al., 2003). Ford, Heath, Mannin a Redd (2003) poukazují na to, že astmatici mají větší sklon k obezitě než jedinci bez astmatu. Další autoři Hakala, Stenius-Aarniala

a Sovijärvi (2000) a Stenius-Aarniala et al. (2000) prokazují zlepšení plicních funkcí, včetně variability PEF, symptomů a kvality života astmatiků po redukci hmotnosti.

Rasmussen, Lambrechtesen, Sierste, Hansen a Hansen, (2000) došli v dlouhodobém sledování dětí a mladých dospělých astmatiků k závěru, že jestliže je u tohoto onemocnění v dětství pohybová aktivita a tím i tělesná zdatnost nižší, následují v dospělosti těžší formy astmatu. Podobně i vyšší bronchiální reaktivita podle nich koreluje s nízkým počtem hodin věnovaných pohybové aktivitě. Podle Walders-Abramsona, Walmboldta, Curran-Everatta a Zhanga (2009) je jedním z potenciálně důležitých mechanismů, který spojuje astma a obezitu, sedavý způsob života a vyhýbání se fyzické aktivitě. Děti i dospívající tráví stále více volného času nadměrným sledováním televize, mají sníženou pohybovou aktivitu ve školách a mnohem méně využívají i chůzi jako prostředek k transportu. Přispívají k tomu i obavy a strach z dušnosti či pozátěžového bronchospasmu a subjektivně nepříjemné vnímání pohybové aktivity. Nemalý vliv má i výchova a přístup rodičů. Taktéž i způsob stravování se zhoršuje ve smyslu zvýšeného příjmu množství kalorií a nízkého obsahu živin. Walders-Abramson et al. (2009) dále tvrdí, že téměř polovina všech dětí a dospívajících s asthma bronchiale se neúčastní žádné pravidelné pohybové aktivity.

V naší práci jsme dospěli k tomu, že děti s asthma bronchiale mají odlišnou dynamiku chůze než zdravé děti téhož věku. Doba trvání akcelerační fáze anteroposteriorní složky reakční síly byla u astmatických dětí statisticky významně větší. To také platí pro dobu dosažení maximální síly anteroposteriorní složky reakční síly v této fázi. Děti s asthma bronchiale tedy pomaleji odvíjely chodidlo v průběhu akcelerační fáze. Dalším zjištěním bylo, že skupina astmatických dětí měla delší celkový čas stojné fáze, ale v porovnání s kontrolní skupinou se nejednalo o statisticky významný rozdíl.

Linden, Kerr, Hazlewood, Hillman a Rob (2002) uvádějí, že na úhly v kloubech, momenty sil a hodnoty reakční síly má vliv rychlost chůze. Na základě výsledků studie, ve které měřili parametry chůze u 36 dětí při pěti různých rychlostech chůze, došli k závěru, že při porovnávání patologií chůze se zdravými jedinci by chůze měla být vyšetřována stejnou rychlostí u obou skupin. Stejného názoru jsou i Stansfield et al. (2001), kteří porovnávali vliv rychlosti a věku na parametry chůze. Vzhledem k tomu, že doba stojné fáze se v naší studii mezi oběma skupinami významně nelišila, lze tuto podmínku považovat za splněnou.

Velikosti maximálních hodnot anteroposteriorní složky reakční síly v brzdící a akcelerační fázi byla statisticky významně menší u skupiny astmatických dětí. To platí také pro velikosti maximálních hodnot vertikální složky reakční síly.

Maxima velikosti anteroposteriorní složky reakční síly dosahovaly u astmatických dětí jen 16 % tíhové síly v brzdící fázi a 20 % tíhové síly v akcelerační fázi oproti kontrolní skupině, kde maximum anteroposteriorní složky reakční síly bylo 23 % tíhové síly v brzdící fázi a 27 % tíhové síly v akcelerační fázi. Pro vertikální složku reakční síly dosáhly hodnoty maxima v brzdící fázi u astmatických dětí 103 % tíhové síly, v akcelerační fázi 99 % v porovnání s kontrolní skupinou, kde bylo naměřeno 120 % tíhové síly v brzdící fázi a 117 % tíhové síly v akcelerační fázi. Naměřené hodnoty u kontrolní skupiny odpovídají běžně udávaným hodnotám (Kirtley, 2006). Z toho můžeme usuzovat, že zatížení chodidla u dětí s astmatem je menší.

Rozdíly byly vypočítány také ve všech hodnotách silových impulzů, které byly ve skupině astmatických dětí v porovnání s kontrolní skupinou významně menší. Z těchto zjištění vyplývá menší dynamika a razantnost chůze u dětí s astmatem.

Námi získané výsledky potvrzuje i Kirtley (2006), který udává, že vlivem vyšší rychlosti chůze dochází ke zvýšení absolutních maximálních hodnot anteroposteriorní a vertikální složky reakční síly. Také Boyer, Andriacchi a Beaupre (2012) provedli výzkum u tří různých věkových skupin a zjistili, že nárůst hodnot maximálních sil anteroposteriorní a vertikální složky reakční síly roste se zvyšující se rychlostí chůze.

Annegarn et al. (2012) studovali u pacientů s CHOPN a zdravých jedinců rozdíly v chůzi během šestiminutového testu chůze. S využitím akcelerometru získali základní informace o rychlosti chůze, kadenci a variabilitě kroků. Zjistili, že pacienti s CHOPN šli významně pomaleji, s nižší krokovou frekvencí a většími odchylkami v šířce kroku. Pomalejší rychlost chůze tedy koreluje s našimi výsledky u astmatických pacientů, u kterých byly hodnoty měřených časových parametrů delší.

Neumannová et al. (2015) hodnotili dynamické parametry chůze a stabilitu u pacientů s CHOPN. U pacientů, kteří udávali subjektivní poruchy rovnováhy (pád, zakopávání, nejistota při chůzi a stojí během posledních tří měsíců), zjistili delší trvání stejné fáze krokového cyklu, dvojí opory a kratší relativní délku kroku. Nicméně, tyto rozdíly nebyly oproti kontrolní skupině zdravých jedinců statisticky významné. Tato práce se sice zabývala pacienty s CHOPN, přesto lze z výsledků usuzovat tendence ke změnám parametrů chůze ve skupině respiračních onemocnění obstrukčního typu.

Astmatické děti mají nejen dechové znevýhodnění vlivem astmatu, ale z naší práce se ukazuje, že jsou znevýhodněné i pro základní způsob lokomoce, pro chůzi. Z tohoto důvodu je vhodné, zaměřit se v rámci komplexní intervence u těchto dětí nejen na respirační fyzioterapii, ale i na cílené ovlivnění chůze.

Vzhledem k tomu, že u dětí s asthma bronchiale nacházíme velmi často špatnou posturu, můžeme se domnívat, že tím bude ovlivněna i chůze. Vlivem špatného držení těla (např. často vidíme vrstvý syndrom podle Jandy) a tím vzniklé špatné nastavení jednotlivých segmentů, dochází k decentrovanému postavení v kloubech, a tím i ke zmenšení svalové síly pro vykonávaný pohyb vlivem nevýhodné výchozí pozice pro svaly (Kolář, 2009; Smolíková & Máček, 2010). Pro chůzi to může znamenat menší ráznost a sníženou dynamiku.

Dále se u dětí s astmatem mnohem častěji setkáváme s horním typem dýchání, změnami biomechanických poměrů na hrudníku, s blokádami a distenzemi žeber, přetíženými pomocnými nádechovými svaly. To vše vede k neoptimálnímu nastavení bránice a dochází k její dysfunkci. Vzhledem k tomu, že pro vykonání jakéhokoliv kvalitního pohybu je nutná stabilní výchozí poloha a také díky tomu, že bránice je jeden z významných posturálních svalů, může docházet i ke zhoršené stabilitě (Baltar et al., 2010; Kováčiková et al., 2016).

U astmatických dětí se také často setkáváme s reflexními změnami v bránici a v přetížených pomocných nádechových svalech (musculus trapezius, muscoli scaleni, musculus sternocleidomastioideus aj.) a tyto reflexní změny se mohou projevit dál do celého těla na základě myofaciálních řetězců. Příkladem může být řetězec předsunutého držení těla, kde pozorujeme zvýšené napětí zádových a šíjových svalů, reflexní změny v přímém břišním svaly a jeho úponu na symfýze, hypertonus v musculus gluteus maximus, blokádu hlavičky fibuly s reflexními změnami v musculus biceps femoris a dysfunkcí a blokádu v oblasti chodidla (Lewit & Lepšíková, 2008). Tyto myofasciální řetězce pak mohou ovlivňovat dynamiku chůze.

U nemocných s asthma bronchiale se také můžeme častěji setkat s pocity strachu, úzkosti či ztrátě sebevědomí (Ošťádal et al., 2008), což by mohlo ovlivňovat i chůzi ve smyslu zvýšené opatrnosti. Obavy z dušnosti a astmatického záchvatu vedou také omezení pohybové aktivity ve snaze předejít těmto negativním vjemům.

Z uvedeného vyplývá, že v terapii dětí s asthma bronchiale je vhodné se zaměřit kromě respirační fyzioterapie také na korekci postury, protahování zkrácených svalů, ošetření svalových reflexních změn a kloubních blokády. Aktivaci bránice, hlubokého

stabilizačního systému a správných svalových souher můžeme docílit např. dynamickou neuromuskulární stabilizací, kde se zaměřujeme nejen na korektní nastavení postury spojené se správným dýcháním, ale i na aktivní část cvičení v těchto pozicích pro zlepšení dynamiky pohybu, tedy i chůze (Kolář, 2009).

Podle doporučení světových odborných společností je také hlavní součástí plicní rehabilitace pohybový trénink. V českém doporučeném postupu je také zařazen odporový trénink na zvýšení síly svalů dolních a horních končetin, pohybový trénink zahrnující vytrvalostní kontinuální nebo intervalový trénink a senzomotorická stimulace (Neumannová et al., 2014). Pomocí cvičení podle senzomotorické řady se pacienti naučí postupně zatěžovat pohybový systém ve stále posturálně náročnějších podmínkách. Nejprve se trénuje bez využití balančních pomůcek, postupně se cvičení koordinčně a posturálně ztěžuje a přidávají se cviky na balančních pomůckách. Cílem tohoto cvičení je adaptace neuromuskulárního systému na vychylování těžiště, zlepšení svalové koordinace a rovnováhy, zrychlení nástupu svalové kontrakce pomocí proprioreceptivní aktivace vyvolané změnou postavení v kloubu, zlepšení držení těla a stabilizace trupu ve stoji a chůzi, zlepšení odvíjení chodidla a rozložení zátěže při došlapu pomocí aktivací malé nohy.

Komplexní terapií zaměřenou nejen na respirační fyzioterapii, ale i na posturu, pohybový systém, chůzi a pohybovou aktivitu, můžeme předcházet komplikacím plynoucím z vadného držení těla, hypomobility či motorické nešikovnosti a pocitů méněcennosti v pozdějším věku.

Limity práce

Jedním z limitů naší práce je nestejně početná experimentální a kontrolní skupina a ne zcela rovnoměrné zastoupení chlapců a dívek v jednotlivých skupinách z důvodu menšího počtu přihlášených dětí do kontrolního souboru.

Vzhledem k tomu, že analýza chůze byla součástí výzkumu, ve kterém probíhalo i měření rovnováhy v různých pozicích a spirometrické vyšetření, bylo měření časově i prostorově náročné. Každého probanda jsme měřili cca 20 min. Kvůli ztížené spolupráci s některými dětmi a jejich horšímu prostorovému odhadu se musely některé pokusy opakovat, což bylo pro děti unavující.

Dalším faktorem, který mohl ovlivnit výsledky, je fakt, že ačkoliv děti měly jít svou přirozenou chůzí a normální rychlostí, mohla být jejich chůze ovlivněna stresem

z vyšetřování a nutností trefit se na silovou plošinu oběma nohama. Navíc chodily na boso po tvrdé plošině, což mnohým dětem nebylo příjemné.

Také načasování vhodné doby pro měření experimentální skupiny nebylo jednoduché, aby děti nepřišly o důležité součásti léčby či lázeňského programu a zároveň nebyly příliš unavené. Nelehký úkol bylo rovněž najít společný čas pro všechny odborníky, kteří se museli měření osobně účastnit.

Dalším limitem této práce je porovnání našich výsledků s jinými studii obdobího zaměření. V dostupné literatuře jsme nenalezli práce, které by hodnotily chůzi u dětí nebo dospělých nemocných s asthma bronchiale z biomechanického hlediska. Interpretaci výsledků nám také ztěžují neexistující normy parametrů chůze pro děti a dospělé s onemocněním asthma bronchiale.

Z hlediska zpřesnění metodiky výzkumu by bylo vhodné početně rozšířit experimentální i kontrolní skupinu a pokud možno zajistit rovnoměrné zastoupení chlapců a dívek pro možnost porovnání hodnot i mezi pohlavími. Dalším případným zlepšením by bylo vyšetřit i chůzi o větší rychlosti, protože při vyšší rychlosti chůze se mohou více projevit některé poruchy. Stejně tak by bylo příhodné provést podobné studie i pro astmatiky s těžším stupněm onemocnění.

7 Závěr

Diplomová práce posuzovala vliv lehkého intermitentního asthma bronchiale na chůzi u dětí. Pro analýzu stojné fáze chůze jsme použili měření časových a dynamických parametrů – reakční síla podložky a impulz síly.

Výsledky naší práce ukazují, že děti s lehkým intermitentním asthma bronchiale mají změněnou dynamiku chůze ve srovnání se zdravými dětmi stejného věku. Jedná se především o změny časových parametrů, kde se ukázalo, že astmatické děti mají delší dobu trvání anteroposteriorní složky reakční síly v akcelerační fázi a delší čas dosažení maximální síly v akcelerační fázi. Stojná fáze astmatických dětí byla pomalejší, avšak tento rozdíl nebyl statisticky významný ve srovnání s kontrolní skupinou. Výsledky silových parametrů a hodnot silových impulzů ukazují, že chůze u dětí s asthma bronchiale je méně dynamická a opatrnější.

V rámci fyzioterapie doporučujeme klást větší důraz na vyšetření chůze a zařadit do léčebného plánu dětí s asthma bronchiale prvky cílené na korekci chůze. Mimo techniky respirační fyzioterapie doporučujeme u těchto pacientů také senzomotorický trénink, nejen pro zkvalitnění vnímání chodidla, pro lepší stabilitu, ale i zlepšení dynamiky chůze a rovnovážných reakcí. Vhodná intervence může být poskytována v rámci preventivních programů ve školách a mimoškolních aktivitách formou léčebné tělesné výchovy. Další oblast, která by se neměla opomíjet, je celkové zvýšení pohybové aktivity a tělesné zdatnosti dětí.

Vzhledem k tomu, že se jedná o jednu z prvních studií týkající se tématu chůze u astmatických dětí, je třeba provést další výzkumy v této oblasti a zaměřit se např. na měření chůze s větší rychlostí, na skupinu dětí s těžkým asthma bronchiale nebo na posouzení vlivu léčby astmatických dětí na chůzi.

8 Souhrn

Diplomová práce se zabývá problematikou asthma bronchiale u dětí a vlivem tohoto onemocnění na chůzi. Asthma bronchiale je jedno z nejčastějších chronických zánětlivých onemocnění v dětském věku a kromě vlivu na dýchací cesty je spojováno s ovlivněním svalového systému, vzniku svalových dysbalancí, omezením rozvíjení hrudníku a dysfunkcí hlubokého stabilizačního systému. Cílem naší práce bylo zhodnotit vliv lehkého asthma bronchiale na časové a dynamické parametry chůze.

V teoretické části jsou shrnuty základní poznatky o onemocnění asthma bronchiale u dětí, etiologii, možnostech diagnostiky a léčby, vlivu na posturu a pohybovou aktivitu. V další části je popsána chůze, krokový cyklus a způsob dynamické analýzy chůze. Praktická část prezentuje cíle, metodiku výzkumu a výsledky měření porovnávající experimentální skupinu dětí s lehkým asthma bronchiale s kontrolní skupinou zdravých dětí.

Výzkumu se zúčastnilo 57 dětí. Výzkumný soubor tvořilo 36 dětí ($10,4 \pm 2$ let) s lehkým asthma bronchiale (VC $88,9 \pm 12,7$ %). Kontrolní skupinu tvořilo 21 zdravých dětí ($10,4 \pm 1,7$ let; VC $98,2 \pm 9,1$ %). Pro dynamickou analýzu chůze jsme použili silové plošiny Kistler 9286AA.

Výsledky práce ukazují, že děti s lehkým intermitentním asthma bronchiale mají změněnou dynamiku a chodí opatrněji ve srovnání se zdravými dětmi stejného věku. Byly zjištěny změny časových parametrů, kde se ukázalo, že akcelerační fáze anteroposteriorní složky reakční síly trvá déle u astmatických dětí a potřebují také delší čas k dosažení maximální síly v této fázi. Celkový čas stojné fáze byl u astmatických dětí také delší, ale tento rozdíl nebyl signifikantní. Maximální hodnoty anteroposteriorní i vertikální složky reakční síly v brzdící a akcelerační fázi byly u dětí s asthma bronchiale signifikantně nižší než u kontrolní skupiny. Také hodnoty všech silových impulzů byly významně menší u dětí s asthma bronchiale.

Z výsledků práce vyplývá, že děti s lehkým asthma bronchiale mají změněnou dynamiku chůze ve srovnání se zdravou populací stejného věku. Z toho důvodu doporučujeme v rámci fyzioterapie věnovat větší pozornost vyšetření chůze a do léčebného plánu astmatických dětí zařadit mimo techniky respirační fyzioterapie také prvky cílené na korekci chůze a cvičení na ovlivnění svalových dysbalancí.

9 Summary

This thesis is focused on bronchial asthma in children and the impact of this disease on walking. Bronchial asthma is one of the most common chronic inflammatory diseases in childhood. The disease is associated with the impairment of the muscular system, the development of muscle imbalance, reduced chest expansion and the dysfunction of the deep stabilization system. The aim of our study was to evaluate the effect of mild intermittent bronchial asthma at the time and dynamic gait parameters.

The theoretical part summarizes basic knowledge about the disease asthma in children, etiology, diagnosis and treatment effect on posture and physical activity. The next section describes walk, gait cycle and dynamic gait analysis. The practical part presents the objectives, methodology and the results of research comparing the experimental group of children with mild asthma with the control group of healthy children.

Research was attended by 57 children. The research group consisted of 36 children (10.4 ± 2 years old) with mild asthma (VC 88.9 ± 12.7 %). The control group consisted of 21 healthy children (10.4 ± 1.7 years old; VC 98.2 ± 9.1 %). For dynamic gait analysis, the force platform 9286AA Kistler was used.

The results show that children with mild intermittent asthma have altered the dynamics of gait and they walk more carefully in comparison with healthy children of the same age. We have found changes in the time parameters, which showed that the duration of acceleration phase of anteroposterior component of the reaction force is prolonged and the asthmatic children need longer time to reach the maximum power at this stage. The total time of a stance phase of asthmatic children was also longer, but this difference was not significant. The maximum values of the anteroposterior and vertical components of reaction force in deceleration and acceleration stages were significantly lower in the group of children with bronchial asthma than in the control group. Also, the values of all the power pulses were significantly lower in the group of children with bronchial asthma.

The results of this work show that children with mild intermittent asthma have altered the dynamics of walking compared to the healthy population of the same age. For this reason we recommend to pay more attention to the examination of walk in the treatment plan of asthmatic children. This plan should include respiratory physiotherapy techniques as well as elements focused on corrections of walking and exercises aimed at muscle imbalances.

10 Referenční seznam

- 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. doi: 10.6061/clinics/2013(11)07
- Annegarn, J., Spruit, M. A., Savelberg, H. H. C. M., Willems, P. J. B., van Boel, C., Schols, A. M. W. J., ... Meijer, K. (2012). Differences in Walking Pattern during 6-Min Walk Test between Patients with COPD and Healthy Subjects. *PLoS ONE*, 7(5), e37329. doi:10.1371/journal.pone.0037329
- Bacon, S. L., Lemiere, C., Moullec, G., Ninot, G., Pepin, V., & Lavoie, K. L. (2015). Association between patterns of leisure time physical activity and asthma control in adult patients. *British Medical Journal*, 2(1), 1–8. doi:10.1136/bmjresp-2015-000083
- Bacharier, L. B., Boner, A., Carlsen, K.-H., Eigenmann, P. A., Frischer, T., Götz, M., ... Wildhaber, J. (2013). Diagnosis and treatment of asthma in childhood: a PRACTALL consensus report. *Allergy*, 63(1), 5-34. doi: 10.1111/j.1398-9995.2007.01586.x
- Baltar J. A., Santos, B. S., & da Silva H. J. (2010). Does asthma promote changes in static posture? – Systematic review. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 16(3), 471-6. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/med/20635061>
- Beauchamp, M. K., Brooks, D., & Goldstein, R. S. (2010). Deficit in postural control in individuals with COPD – Emerging evidence for an important secondary impairment. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 5(6), 417-421. doi: 10.1186/2049-6958-5-6-417
- Belli, J. F. C., Chaves, T. C., Oliveira, A. S., & Grossi, D. B. (2009). Analysis of body posture in children with mild to moderate asthma. *European Journal of Pediatrics*, 168(10), 1207-1216. doi: 10.1007/s00431-008-0911-y
- Berntsen, S., Carlsen, K. C., Anderssen, S. A., Mowinckel, P., Hageberg, R., Mowinckel, P., Hageberg, R., Bueso, A. K., & Carlsen, K.-H. (2009). Norwegian adolescents with asthma are physical active and fit. *Allergy* 64(3), 421-426. doi: 10.1111/j.1398-9995.2008.01845.x

- Bisgaard, H., Hermansen, M. N., Buchvald, F., Loland, L., Halkjaer, L. B., Bonnelykke, K., ... Phipps, Ch., B. (2007). Childhood Asthma after Bacterial Colonization of the Airway in Neonates. *The New England Journal of Medicine*, 357(15), 1487-95. doi: 10.1056/NEJMoa052632
- Bitnar, P. (2010). Vztah mezi vnitřními orgány a pohybovým systémem. Retrieved from http://www.projektendoskopie.cz/attachment/Skripta_Vztah_mezi_vnitrnimi_organymi_a_pohybovym_systemem.pdf
- Bronstein, A., M., Brandt, T., & Woolacott, M. (1996). *Clinical disorders of balance, posture and gait*. Great Britain: Arnold.
- Burianová, M. & Hrstková, H. (2007). Tělesná zdatnost dětí s asthma bronchiale. In *Sborník II. Příbramské ošetrovatelské dny*, (pp. 37-42). Příbram: Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická
- Burianová, K., Zdařilová, E., Vařeka, I., Vařeková R., & Polák, M. (2005). Vliv komplexní lázeňské léčby na ventilační ukazatele u dětských pacientů. In *XII. sjezd společnosti rehabilitační a fyzikální medicíny* (pp. 43-44). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- 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. doi: 10.1249/FIT.0b013e31823d0144
- Corbo, G. M., Forastiere, F., De Sario, M., Brunetti, L., Bonci, E., ... Galassi, C. (2008). Wheeze and asthma in children: associations with body mass index, sports, television viewing, and diet. *Epidemiology*, 19(5), 747-755. doi: 10.1097/EDE.0b013e3181776213
- Češka, R., Dítě, P., Štulc, T., & Tesař, V. (2010). *Interna*. Praha: Triton.
- Dungl, P. & kol. (2014). *Ortopedie*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Eichenberger, P. A., Diener, S. N., Kofmehl, R., & Spengler, C. M. (2013). Effects of exercise training on airway hyperreactivity in asthma: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 43(11), 1157-70. doi: 10.1007/s40279-013-0077-2
- 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. doi: 10.1371/journal.pone.0050775

- Fink, G., Kave, C., Blau, H., & Spitzer, S. A. (1993). Assessment of exercise capacity in asthmatic children with various degrees of activity. *Pediatric Pulmonology*, *15*(1), 41-3. doi: 10.1002/ppul.1950150107
- Fink, G., Kave, C., & Spitzer, S. A. (1992). Cardiopulmonary exercise testing in asthmatic patients. *Harefuah*, *122*(6), 364-7. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/med/1582626>
- Ford, E. S., Heath, G. W., Mannino, D. M., & Redd, S. C. (2003). Leisure-time physical activity patterns among US adults with asthma. *Chest*, *124*(2), 432-7. doi:10.1378/chest.124.2.432
- Garfinkel, S. K., Kesten, S., Chapman, K. R., & Rebeck, A. S. (1992). Physiologic and nonphysiologic determinants of aerobic fitness in mild to moderate asthma. *American review of respiratory disease*, *146*(1), 741-5. doi: 10.1164/ajrccm/145.4_Pt_1.741
- Gililand, F. D., Berhane, K., Islam, T., McConnell, Rob, Gauderman, W. J., Giliand, S. S, ... Peters, J. M. (2003). Obesity and the Risk of Newly Diagnosed Asthma in School-age Children. *American Journal of Epidemiology*, *158*(5), 406-415. doi: 10.1093/aje/kwg175
- 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*(5), 1068–1073. doi: 10.1183/09031936.00130212
- Halaby, C., Feuerman, M., Barlev, D. B. & Pirzada, M. (2015). Chest Radiography in Supporting the Diagnosis of Asthma in Children with Persistent Cough. *Postgraduate Medicine*, *126*(2), 117-122. doi: 10.3810/pgm.2014.03.2747
- Hallstrand, T. S., Bates, P. W., Schoene, R. B. (2000). Aerobic conditioning in mild asthma decreases the hyperpnea of exercise and improves exercise and ventilatory capacity. *Chest*, *118*(5), 1460-9. doi:10.1378/chest.118.5.1460
- Hakala, K., Stenius-Aarniala, B., Sovijärvi, A. (2000). Effects of weight loss on peak flow variability, airways obstruction, and lung volumes in obese patients with asthma. *Chest*, *118*(5), 1315-21. doi:10.1378/chest.118.5.1315
- Hargreave, F. E. & Nair, P. (2009). The definitiv and diagnosis of Asthma. *Clinical & Experimental Allergy*, *39*(11), 1652-1658. doi:10.1111/j.1365-2222.2009.03321.x

- Heijink, I. H., Nawijn, M. C., & Hackett, T. L. (2014). Airway epithelial barrier function regulates the pathogenesis of allergic asthma. *Clinical & Experimental Allergy*, 44(5), 620-630. doi: 10.1111/cea.12296
- Host, A., Andrae, S., Charkin, S., Diaz-Vázquez, C., Dreborg, S., Eigenmann, P. A., ... Wickman, M. (2003). Allergy testing in children: why, who, when and how? *European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 58(7), 559-569. doi: 10.1034/j.1398-9995.2003.00238.x
- Hrstková, H., Novotný, J., Brázdová, & Z., Burianová, M. (2001). Výživa, pohybová aktivita a skladba těla u mládeže s asthma bronchiale. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 10(3). 120-13. Retrieved from <http://www.fsps.muni.cz/~novotny/AsthmedSport.htm>
- Huang, S. L., Shiao, G., & Chou, P. (1999). Association between body mass index and allergy in teenage girls in Taiwan. *Clinical & Experimental Allergy*, 29(3), 323-9. doi: 10.1046/j.1365-2222.1999.00455.x
- Hughes, J. R., Bowes, S. G., Leeman, A. L., O'Neill, C. J. A., Deshmukh, A. A., Nicholson, P. W., ... & Dobbs, R. J. (1990). Parkinsonian abnormality of foot strike: a phenomenon of ageing and/or one responsive to levodopa therapy? *British Journal of Clinical Pharmacology*, 29(2), 179-186. doi: 10.1111/j.1365-2125.1990.tb03617.x
- Jackson, D., J., Gangon, R. E., Evans, M. D., Roberg, K. A., Anderson, E. L., Pappas, ... Lemanske, J. (2008). Wheezing Rhinovirus Illnesses in Early Life Predict Asthma Development in High-Risk Children. *American Journal of Respiratory and Critical Medicine*, 178, 667-672. doi: 10.1164/rccm.200802-309OC
- Janíčková, H., Smrčková, Z., Nosálová, J., & Dědičová, M. (2006). Pohybová aktivita dětských astmatiků. *Alergie*, 1, 54-57. Retrieved from http://www.tigis.cz/alergie/documents/Alergie_S_10Janickova.pdf.
- Janura, M., Vařeka, I., Lehnert, M., Svoboda, Z. & kol. (2012). *Metody biomechanické analýzy pohybu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Janura, M., & Zahálka, F. (2004). *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kadlec, K. (2007). Snímače tlaku – principy, vlastnosti a použití (část 3). *AUTOMA*, 10, 23-26. Retrieved from <http://automa.cz/download/automa/2007/au100723.pdf>

- Karpman, C. & Benzo, R. (2014). Gait speed as a measure of functional status in COPD patients. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 9(1), 1315-1320. doi: 10.2147/COPD.S54481
- Kašák, V. (2014). Asthma bronchiale. In Kolek, V., Kašák, V., Vašáková, M. & kol., *Pneumologie, 2. rozšířené vydání* (pp. 157-183). Praha: Maxdorf.
- Kirtley, C. (2006). *Clinical gait analysis: theory and practice*. Edinburg: Elsevier Churchill Livingstone.
- Kaneko, Y., Masuko, H., Sakamoto, T., Iijima, H., Naito, T., Yatagai, Y., ... Hizawa, N. (2013). Asthma Phenotypes in Japanese Adults - Their Associations with the *CCL5 ADRB2* Genotypes. *Allergology International*, 62, 113-121. doi: 10.2332/allergolint.12-OA-0467
- Khetsuriani, N., Lu, X., Teague, W. G., Kazerouni, N., Anderson, L. J., & Erdman, D. D. (2008). Novel Human Rhinoviruses and Exacerbation of Asthma in Children. *Emerging Infectious Disease*, 14(11), 1793-1796. doi: 10.3201/eid1411.080386
- Kojima, N., Ohyo, Y., Futamura, M., Akashi, M., Odajima, H., Adachi, Y., ... Akasawa, A. (2009). Exercise-Induced Asthma is Associated with Impaired Quality of Life Among Children with Asthma in Japan. *Allergology International*, 58(2), 187-192. doi: 10.2332/allergolint.08-OA-0034
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kolář, P. et al. (2012). Postural Function of the Diaphragm in Persons With and Without Chronic Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(4), 352– 362. doi: 10.2519/jospt.2012.3830
- Kolářová, B. (2012). *Přístrojové vyšetřovací metody k hodnocení pohybu v klinické praxi*. Ústav fyzioterapie, Fakulta zdravotnických věd, Univerzita Palackého v Olomouci.
- 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. doi: 10.3109/02770903.2011.652328
- Kováčiková, Z., Neumannová, K., Bizovská, L., Rydlova, J., Šiška, M., & Janura, M. (2015). Postural stability in school-age children with mild bronchial asthma disease (a pilot study). *Journal of ASTHMA*, 53(1), 1-4. doi: 10.3109/02770903.2015.1038391

- Laghi, F., & Tobin, M., J. (2003). Disorders of the Respiratory Muscles. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 168(1), 10-48. doi: 10.1164/rccm.2206020
- Lang, D. M., Butz, A. M., Duggan, A. K., & Serwint, J. R. (2004). Physical activity in urban school-aged children with asthma. *Pediatrics*, 113, 341–346. doi: 10.1542/peds.113.4.e341
- Larson, L. (1998). Asthma is no obstacle for physical activity or high-level athletics. *Lokartidningen*, 95(43), 4752-3. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9821766>
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika. spol. s r. o.
- Lewit, K. & Lepšíková, M. (2008). Chodidlo – významná část stabilizačního systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 15(3), 99-104.
- Linden, M. L., Kerr, A. M., Hazelwood, M. E., Hillman, S. J., & Robb, J. E. (2002). Kinematic and Kinetic Gait Characteristics of Normal Children Walking at a Range of Clinically Relevant Speeds. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 22(6), 800-806. Retrieved from http://journals.lww.com/pedorthopaedics/Abstract/2002/11000/Kinematic_and_Kinetic_Gait_Characteristics_of.21.aspx
- 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 Asthma. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(3), 393-399. doi: 10.1589/jpts.26.393
- Lux, R., Ava, W., & Walter, U. (2009). An interdisciplinary analysis of sex and gender in relation to the pathogenesis of bronchial asthma. *Elsevier*, 103(5), 637-649. doi:10.1016/j.rmed.2009.01.006
- Maslan, J. & Mims, J. V. (2014). What is Asthma? Pathophysiology, Demographics, and Health Care Costs. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 47(1), 13-22. doi:10.1016/j.otc.2013.09.010
- Matuška, J. (2000). Antileukotrieny a asthma bronchiale – dvojí účinek na stejnou nemoc. *Klinická imunológia a alergológia*, 10(4), 15-18.
- McConnell, L. A. & Romer, L. M. (2003). Respiratory Muscle Training in Healthy Humans: Resolving the Controversy. *International Journal of Sports Medicine*, 24, 1-10. doi: 10.1055/s-2004-815827

- Milgrom, H. & Taussig, L., M. (1999). Keeping children with exercise-induced asthma active. *Pediatrics*, 104(3), 38. Retrieved from <http://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/104/3/e38.full.pdf>
- Mitchell, E. A., Beasley, R., Björkstén, B., Crane, J., García-Marcos, L., & Keil, U. (2012). The association between BMI, vigorous physical activity and television viewing and the risk of symptoms of asthma, rhinoconjunctivitis and eczema in children and adolescents: ISAAC Phase Three. *Clinical & Experimental Allergy*, 43(1), 73-84. doi: 10.1111/cea.12024
- Nelson, H. S., Weiss, S. T., Bleecker, E. R., Yancey, S. W., & Dorinsky, P. M. (2006). The Salmeterol Multicenter Asthma Research Trial: A Comparison of Usual Pharmacotherapy for Asthma or Usual Pharmacotherapy Plus Salmeterol. *Chest*, 129(1), 15-26. doi:10.1378/chest.129.1.15
- Neumannová, K., (2011). Rozvíjení hrudníku, ventilační parametry a vybrané kineziologické ukazatele u nemocných s asthma bronchiale a chronickou obstrukční nemocí. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 18(3), 132-137. Retrieved from <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=b193b99d-d84b-4837-829d-2ee072fdb1a%40sessionmgr4001&vid=1&hid=4110>
- 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 from <http://www.pneumologie.cz>.
- Neumannová, K., Janura, M., Kováčiková, Z., Svoboda, Z., Jakubec, L. (2015). *Analýza chůze u osob s chronickou obstrukční plicní nemocí*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Nyska, M., Shabat, S., Simkin, S., Neeb, M., Matan, Y., & Mann, G. (2003). Dynamic force distribution during level walking under the feet of patients with chronic ankle instability. *British Journal of Sports Medicine*, 37(6), 495-497. doi: 10.1136/bjism.37.6.495
- 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(6), 487-495. doi: 10.3109/02770903.2012.680636

- 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*, 610–615.
doi: 10.1164/ajrccm.153.2.8564106
- Perry, J. (1992). *Gait analysis. Normal and Pathological Function*. USA: SLACK Incorporated.
- Perry, J. (2003). *Ganganalyse*. Urban & Fischer, München.
- Placheta, Z., Siegllová, J. & Štejfka M. (1999). *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. Praha: Grada Publishing.
- Pohunek, P., & Svobodová, T. (2013). *Průduškové asthma v dětském věku (2nd ed.)*. Maxdorf.
- Ram, F. S., Robinson, S. M., Black, P. N., Picot, J. (2005). Physical training for asthma. *Cochrane Database Systematic review*, *19*(4). doi: 10.1002/14651858.CD001116.pub3
- Rasmussen, F., Lambrechtsen, J., Siersted, K. H., Hansen, H. S., & Hansen, A. C. G. (2000). Low physical fitness in childhood is associated with development of asthma in young adulthood. *European Respiratory Journal*, *16*(5), 866-870. doi: 10.1183/09031936.00.16586600
- Robinson, D. M. & Engglestone, D. M. (1992). Effect of a physical conditioning programme on asthmatic patients. *New Zealand Medical Journal*, *105*, 253-6.
Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/med/1620508>
- Sabina, I., Depner, M., Genuneit, J., Horak, E., Loss, G., Strunz-Lehner, Ch. (2012). Protection from childhood asthma and allergy in Alpine farm environments—the GABRIEL Advanced Studies. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, *129*(6), 1470-1477.
- Santuz, P., Baraldi, E., Filippone, M., Zacchello, F. (1997). Exercise performance in children with asthma: is it different from that of healthy controls? *European Respiratory Journal*, *10*(6), 1254-60.
- Skládal, J. (1976). *Bránice člověka ve světle normální a klinické fyziologie*. Praha: Academia.
- Smidt, G., L. (1990). *Gait in Rehabilitation*. USA: Churchill Livingstone Inc.
- Smolíková, L., & Máček, M. (2010). *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.

- 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. doi: 10.4103/2230-8598.118959
- Sousa, A. W., Cabral, A. L. B., Martins, M. A., & Carvalho, C. R. F. (2014). Daily physical activity in asthmatic children with distinct severities. *Journal of Asthma*, 51(5), 493-497. doi: 10.3109/02770903.2014.888571
- Stansfield, B. W., Hillman, S. J., Hazelwood, M. E., Lawson, A. A., Mann, A. M., Loudon, I. R., & Robb, J. E. (2001). Normalized speed, not age, characterizes ground reaction force patterns in 5-to 12-year-old children walking at self-selected speeds. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 21(3), 395-402. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11371828>
- Stenius-Aarniala, B., Poussa, T., Kvanström, J., Grönlund, E. L., Ylikahri, M., Mustajoki, P. (2000). Immediate and long term effects of weight reduction in obese people with asthma: randomised controlled study. *British Journal of Medicine*, 320(7238), 827-32. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.320.7238.827>
- Strmisková, A. (2015). *Hodnocení posturální stability u dětí s asthma bronchiale a u zdravých dětí*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Špičák, V., Kašák, V., & Pohunek, P. (2003). *Globální strategie péče o asthma a jeho prevenci*. Praha: Jalna.
- Špičák, V. & Vondra, V. (1988). *Asthma bronchiale v dětství a dospělosti*. Praha: Avicenum.
- Švehlík, M., Zwick, E. B., Steinwender, G., Kraus, T., & Linhart, W. E. (2011). Přístrojová analýza chůze u pacientů s dětskou mozkovou obrnou. *Neurologie pro praxi*, 12(11), 230-233. Retrieved from <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2011/04/04.pdf>
- Teřl, M., & kol. (2015). *Doporučený postup diagnostiky a léčby bronchiálního*. Semily: GEUM.
- Trnčíková, H. (2015). *Analýza rovnováhy u dětí s astma bronchiale před a po lázeňské léčbě*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Vahlkvist, S., & Pedersen, S. (2009). Fitness, daily activity and body composition in children with newly diagnosed, untreated asthma. *Allergy*, 64(11), 1649–1655. doi: 10.1111/j.1398-9995.2009.02081.x

- Van Gent, R., van der Ent, C., K., van Essen.Zandvliet, L. E., Rovers, M. M., Kimpen, J. L., de Meer, G., & Klijn, P. H. (2007). No differences in physical activity in (un)diagnosed asthma and healthy controls. *Pediatric Pulmonology*, 42(11), 1018-23. doi: 10.1002/ppul.20672
- Vařeková, R., Hak, J. & Vařeka, I. (2002). Tělesné složení a vybrané somatometrické parametry u astmatických dětí léčených v lázních Luhačovice a. s. In *Diagnostika pohybového systému: Metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie, Sborník V. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy*, (pp. 183-186). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- Vařeková, R., Filipová, V., Vařeka, I., & Hak, J. (2004). Stav podpůrné pohybové soustavy u dětí s asthma bronchiale. *Česká antropologie*, 54, 203-205.
- Vaverka, F., & Elfmark, M. (2006). The gait analysis based on the measurement of ground reaction forces. In Z. Borysiuk, *5th International Conference movement and Health – Proceedings*, (pp. 535-545). Opole: Opole University of Technology.
- Vaverka, F., & Janura, M. (1994). *Fyzikální základ biomechaniky*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Vávra, J., Máček, M., Mrzena, B., & Špičák, V. (1971). Intensive physical training in children with bronchiale asthma. *Acta Paediat Scand*, 60(217), 90-92. doi: 10.1111/j.1651-2227.1971.tb05702.x
- Veldhoven, N. H., Vermeer, A., Bogaard, J. M., Hessels, M. G., Wijnroks, L., Colland, V. T., & van Essen-Zandvliet, E. E. (2001). Children with asthma and physical exercise: effects of an exercise programme. *Clinical Rehabilitation*, 15(4), 360-370. doi: 10.1191/026921501678310162
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada publishing.
- Von Mutius, E., Schwartz, J., Neas, L. M., Dockery, D., & Weiss, S. T. (2001). Relation of body mass index to asthma and atopy in children: the National Health and Nutrition Examination Study III. *Thorax*, 56(11), 835-838. doi: 10.1136/thorax.56.11.835
- Walders-Abramsona, N., Walmboldta, F. S., Curran-Everatta, D., & Zhanga, L. (2009). Encouraging physical activity in pediatric asthma: a case-control study of the wonders of walking (WOW) program. *Pediatric Pulmonology*, 44(9), 909-16. doi: 10.1002/ppul.21077

- Whittle, M., W. (2007). *Gait analysis, an introduction*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Yentes, J. M., Rennard, S. I., Blanke, D., & Stergiou, N. (2014). Patients With COPD Walk With A More Periodic Step Width Pattern As Compared To Healthy Controls. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 189, 26-43. doi: 10.1164/ajrccm-conference.2014.189.1_MeetingAbstracts.A2643
- Yentes, J. M., Sayles, H., Meza, J., Mannino, D. M., Rennard, S. I., & Stergiou, N. (2011). Walking abnormalities are associated with COPD: An investigation of the NHANES III dataset. *Respiratory Medicine*, 105(1), 80-87. doi: 10.1016/j.rmed.2010.06.007
- Zdařilová, E., Burianová, K., Vařeka, I., Vařeková, R., & Polák, M. (2005). Kineziologické aspekty držení těla u dětských astmatiků. In *XII. sjezd společnosti rehabilitace a fyzikální medicíny* (pp. 41-42). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci