

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

**VLIV FYZICKÉ ZÁTĚŽE NA ROVNOVÁHU U PACIENTŮ
S CHRONICKOU OBSTRUKČNÍ PLICNÍ NEMOCÍ**

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Ondřej Unzeitig, obor fyzioterapie
Vedoucí práce: Mgr. Kateřina Neumannová, Ph.D.

Olomouc 2016

Jméno a příjmení autora: Bc. Ondřej Unzeitig

Název diplomové práce: Vliv fyzické zátěže na rovnováhu u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Kateřina Neumannová, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2016

Abstrakt: Chronická obstrukční plicní nemoc je závažné onemocnění ovlivňující každodenní život nemocných. Onemocnění je spojeno s dechovými obtížemi a snížením tolerance fyzické zátěže. U takto nemocných se mohou vyskytovat poruchy rovnováhy se zvýšeným rizikem pádů, které mají negativní vliv na fyzický i psychický stav nemocných a mohou tak zhoršovat kvalitu života. Cílem práce bylo zhodnotit vliv tělesné zátěže v podobě zátěžového Incremental shuttle walk testu na vybrané parametry rovnováhy. Výzkumnou skupinu tvořilo 23 pacientů s těžkým stadiem chronické obstrukční plicní nemoci (post-bronchodilatační $FEV_1 \leq 60\%$). Pacienti byli rozděleni do dvou skupin podle výskytu subjektivních poruch rovnováhy ve smyslu zakopávání nebo pádu. Pomocí tenzometrických plošin byl hodnocen stoj volný a stoj spojný před a po absolvování Incremental shuttle walk testu. Zaznamenávána byla velikost posunu CoP v mediolaterálním směru (SD X), velikost posunu CoP v anteroposteriorním směru (SD Y), rychlost pohybu CoP ve směru mediolaterálním (V_x), rychlost pohybu CoP v anteroposteriorním směru (V_y) a celková rychlost pohybu CoP (V). Výsledky práce prokazují zhoršení rovnováhy po fyzické zátěži zejména ve stoji spojném, tedy při náročnějších balančních podmínkách. Zhoršení bylo výraznější v mediolaterálním směru, zejména z hlediska rychlosti pohybu CoP (V_x , $p=0,041$). Zhoršení parametrů rovnováhy bylo větší u skupiny pacientů, kteří v poslední době zaznamenali subjektivní poruchy rovnováhy jako je zakopávání či pád. Výsledky potvrzují, že pacienti s chronickou obstrukční plicní nemocí vykazují zhoršení parametrů rovnováhy v závislosti na fyzické zátěži a výskytu subjektivních poruch rovnováhy v anamnéze.

Klíčová slova: CHOPN, pád, posturální stabilita, pohyb CoP, Incremental shuttle walk test

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Ondřej Unzeitig

Title of the master thesis: Effect of physical activity on postural stability in patients with chronic obstructive pulmonary disease

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology, Faculty of Physical Culture, Palacky University, Olomouc

Supervisor: Mgr. Kateřina Neumannová, Ph.D.

The year of presentation: 2016

Abstract: Chronic obstructive pulmonary disease is a serious disease affecting the everyday life of the ill. The disease is joined with breathing difficulties and lowering the tolerance of physical strain. Balance disorders with increased risk of falls, which affect the physical and mental condition of the ill and can aggravate the quality of life so, may occur. The aim of this work was to evaluate the effect of physical strain in the form of Incremental Shuttle Walk Test on chosen balance parameters. The research group consisted of 23 patients with severe stadium of chronic obstructive pulmonary disease (post-bronchodilation $FEV1 \leq 60\%$). The patients were divided into two groups according to the occurrence of subjective balance disorders in the sense of tripping or fall. Feet apart and feet together positions were evaluated with tensometric platforms before and after completing the Incremental Shuttle Walk Test. The range of CoP shift in mediolateral direction (SD X), the range of CoP shift in anteroposterior direction (SD Y), the speed of CoP shift in mediolateral direction (V_x), the speed of CoP shift in anteroposterior direction (V_y) and the total speed of CoP shift (V) were recorded. The results of the work show aggravation of balance after physical exercise more distinct in the feet together position, i.e. in more demanding balance conditions. This aggravation was more noticeable in mediolateral direction regarding the speed of CoP shift (V_x , $p=0,041$). The aggravation of balance parameters was bigger with the group of patients who recently noticed subjective balance disorders like tripping or fall. The results confirm that patients with chronic obstructive pulmonary disease show aggravation of balance parameters depending on physical strain and occurrence of subjective balance disorders in their history.

Key words: COPD, fall, postural stability, CoP movement, Incremental shuttle walk test

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, pod vedením Mgr. Kateřiny Neumannové Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne

.....

.....

Děkuji Mgr. Kateřině Neumannové, Ph.D. za její odborné vedení, pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	SYNTÉZA POZNATKŮ	10
2.1	Chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN).....	10
2.1.1	Etologie a patogeneze	10
2.1.2	Klinické projevy CHOPN	11
2.1.2.1	Pulmonární projevy CHOPN	12
2.1.2.2	Systémové projevy a komorbidity CHOPN	13
2.1.2.3	Poruchy rovnováhy u CHOPN	14
2.1.3	Klinický průběh CHOPN	20
2.1.4	Diagnostika CHOPN.....	20
2.1.4.1	Zátěžové testování	21
2.1.5	Klasifikace.....	22
2.1.6	Léčba CHOPN.....	24
2.1.6.1	Farmakologická léčba	24
2.1.6.2	Nefarmakologická léčba.....	25
2.2	Rovnováha	30
2.2.1	Vybrané parametry rovnováhy.....	30
2.2.2	Řízení rovnováhy.....	32
2.2.3	Vyšetření rovnováhy	34
2.2.3.1	Klinické vyšetření	34
2.2.3.2	Laboratorní vyšetření	35
3	CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	37
3.1	Cíle	37
3.2	Výzkumné otázky.....	37
4	METODIKA	39

4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	39
4.2	Metoda měření	41
4.3	Analýza dat	41
4.4	Statistická zpracování dat	42
5	VÝSLEDKY	43
5.1	Výsledky k výzkumné otázce V1	43
5.2	Výsledky k výzkumné otázce V2	43
5.3	Výsledky k výzkumné otázce V3	45
5.4	Výsledky k výzkumné otázce V4	50
6	DISKUSE	51
6.1	Diskuse k výzkumné otázce V1.....	51
6.2	Diskuse k výzkumné otázce V2.....	52
6.3	Diskuse k výzkumné otázce V3.....	53
6.4	Diskuse k výzkumné otázce V4.....	57
6.5	Diskuse k limitům práce	58
7	ZÁVĚR.....	60
8	SOUHRN.....	61
9	SUMMARY	62
10	REFERENČNÍ SEZNAM	63

Seznam zkratk

6MWD	6 minute walk distance
6MWT	6 minute walk test
BMI	body mass index
CNS	centrální nervová soustava
CoG	center of gravity
CoM	center of mass
CoP	center of pressure
ČPFS	Česká pneumologická a fizeologická společnost
EMG	elektromyografie
ESWT	endurance shuttle walk test
FEV ₁	vydechnutý objem vzduchu v první sekundě usilovného výdechu
FN	fakultní nemocnice
FVC	usilovná vitální kapacita
GOLD	Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease (Světová iniciativa proti chronické obstrukční plicní nemoci)
CHOPN	chronická obstrukční plicní nemoc
ISWT	incremental shuttle walk test
TF	tepová frekvence
VC	vitální kapacita

1 ÚVOD

Chronická obstrukční plicní nemoc je ve světě jednou z hlavních příčin chronické morbidity a předčasného úmrtí a předpokládá se, že prevalence onemocnění bude v nadcházejících dekádách nadále narůstat. I přes nadále se rozšiřující možnosti jak farmakologické, tak nefarmakologické léčby není onemocnění zcela vyléčitelné. Výrazně zhoršuje kvalitu života nemocných a často vede až k invaliditě.

Onemocnění je charakteristické řadou plicních projevů, ke kterým patří zejména kašel, dušnost a s tím související zhoršení tolerance fyzické zátěže. Nezanedbatelnou roli však hrají i jeho mimoplicní projevy a komorbidity, které se dostávají do popředí zájmu výzkumů. V posledních letech přinesly odborné studie množství důkazů, že nemocní mohou mít také závažné poruchy rovnováhy a s tím spojené riziko pádů. Příčiny rozvoje poruch rovnováhy a faktory ovlivňující posturální stabilitu u takto nemocných však stále nejsou důkladně objasněny a jsou předmětem výzkumu. Zároveň i přes prokazatelný výskyt deficitů posturální stability a pádů, které mají devastující vliv na kvalitu života nemocných, není vyšetření rovnováhy a následně balanční trénink běžnou součástí rehabilitačních programů v rámci plicní rehabilitace.

Proto byla diplomová práce zaměřena na hodnocení vlivu tělesné zátěže na dynamické parametry rovnováhy, za použití posturografického vyšetření. Výzkumný soubor tvořili pacienti s těžkým stadiem chronické obstrukční plicní nemoci (post-bronchodilatační $FEV_1 \leq 60\%$), s bronchitickým i emfyzematickým fenotypem.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN)

CHOPN se celosvětově řadí k nejdůležitějším příčinám úmrtí a chronické morbidity. Je to celoživotní onemocnění, které velmi často vede k invaliditě a předčasnému úmrtí a zhoršuje kvalitu života pacientů postižených tímto onemocněním. V České republice se CHOPN řadí mezi nejrozšířenější onemocnění dolních cest dýchacích, každoročně je hospitalizováno okolo 16.000 pacientů. Celosvětově tímto onemocněním trpí 4-10 % populace starší 40 let a do roku 2030 se může stát až čtvrtou nejčastější příčinou úmrtí. Mezi hlavní příčiny onemocnění patří zejména kouření (Kašák, 2006; Neumannová & Kolek et al., 2012, Koblížek et al., 2013).

Definice onemocnění prošla během let řadou změn a zpřesnění. Podle Globální iniciativy proti chronické obstrukční plicní nemoci (GOLD) je CHOPN preventabilní a léčitelné onemocnění, které je charakterizováno přetrvávajícím omezením průtoku vzduchu v dýchacích cestách, které je obvykle progresivní a je spojeno s chronickou zánětlivou odpovědí dýchacích cest a plic na škodlivé vzdušné částice a plyny. (GOLD, 2015; Kašák, 2006).

Dle Kašáka (2006) je příčinou chronické obstrukce průdušek u CHOPN kombinace obstrukční bronchitidy a plicního emfyzému, tj. destrukce plicního parenchymu. Chronická bronchitida je charakterizována produktivním kašlem s expektorací sputa po dobu tří měsíců alespoň ve dvou po sobě následujících letech. Obstrukční bronchitida je definována zúžením dýchacích cest v oblasti respiračních a terminálních bronchiolů na základě zánětlivých změn. Tyto změny vedou k tvorbě hlenových zátek a fibrózy. Plicní emfyzém je trvalé abnormální rozšíření dýchacích cest periferně od terminálních bronchiolů spojené s destrukcí stěn alveolů bez přítomnosti fibrotických změn.

2.1.1 Etologie a patogeneze

CHOPN je multikomponentní onemocnění jak s plicními, tak i mimoplicními projevy. Na rozvoji onemocnění se podílí soubor faktorů, jejichž působením v průduškách a plicním parenchymu postupně dochází ke strukturálním změnám a rozvíjí se

mukociliární dysfunkce. Hlavními faktory je perzistující zánět s oxidačním stresem a porucha rovnováhy mezi proteázovým a antiproteázovým systémem (Kašák, 2006).

Na vznik onemocnění má vliv působení vnějších i vnitřních rizikových faktorů. Výskyt CHOPN je častější u mužů, ve vyšším věku a vznik také ovlivňuje výskyt onemocnění v rodině, genové predispozice, prenatální i postnatální vývoj plic (kouření matky, nízká porodní váha, časté infekty v dětském věku) a chybějící alfa-1-antitripsin. Alfa-1-antitripsin je látka která svým působením v organizmu inhibuje neutrofilní elastázu. Porušením rovnováhy proteázového a antiproteázového systému ve prospěch proteáz, dochází ke zvýšené tvorbě neutrofilní elastázy a neřízené proteolytické aktivitě. Jedinci s deficitem alfa-1-antitripsinu jsou proto často ohroženi rozvojem plicního emfyému (Koblížek et al., 2013; Kašák, 2006).

K vnějším rizikovým faktorům patří vdechování škodlivých látek. Nejvýznamnější podíl zaujímá vdechování tabákového kouře, které je příčinou onemocnění až v 70-80 % případů. Kromě kouření se na rozvoji CHOPN podílí také znečištění ovzduší, dlouhodobé vdechování prachu a chemikálií na pracovišti nebo trvalá expozice škodlivinám v domácím prostředí, jako jsou např. zvýšená vlhkost a plísně. Jako reakce na vdechování toxických látek vzniká neutrofilní typ zánětu, který postupně progreduje, neustupuje ani po odstranění vyvolávajících faktorů a stává se chronickým. Patologické procesy postihují především periferní bronchioly, malé dýchací cesty, plicní parenchym a cévní řečiště. Důsledkem je rozvoj bronchiální obstrukce, zmnožení hlenových žláz a zvýšení jejich produkce. Negativní vliv má také oxidační stres, jenž je popisován jako zmnožení vysoce reaktivních kyslíkových radikálů kyslíku v organizmu. Oxidanty svým působením narušují správnou inhibiční funkci antiproteázového systému a mají vliv na zvýšenou sekreci hlenu (GOLD, 2015; Koblížek et al., 2013; Kašák, 2006).

2.1.2 Klinické projevy CHOPN

I když je CHOPN primárně onemocněním plic, často vyvolává závažné systémové následky, které se v posledních letech dostávají do popředí zájmu výzkumů a které také mají značný vliv na kvalitu života nemocných.

2.1.2.1 Pulmonární projevy CHOPN

Hlavní příznaky onemocnění jsou kašel, expektorace sputa a postupně se rozvíjející dušnost, která je přímým důsledkem obstrukce dýchacích cest a následné plicní hyperinflace.

Kašel patří k prvním příznakům rozvíjející se CHOPN. Nejdříve může být občasný, později se však stává stále častějším, až trvalým. Je vyvolán reakcí senzoryckých nervů na přítomnost mediátorů zánětu a zvýšené množství hlenu v dýchacích cestách. Ve dvou třetinách případů CHOPN bývá kašel produktivní s vykašláváním sputa (Kašák, 2006).

Dušnost je nejzávažnějším příznakem onemocnění a hlavním důvodem nemocných pro návštěvu lékaře. Znamky dušnosti se objevují zprvu po fyzické zátěži, s progresí onemocnění však dušnost nastupuje i při každodenních činnostech a v těžkých stadiích onemocnění i v klidu. Má značný negativní vliv na kvalitu života nemocných a často vede k invaliditě (Celli, Connors & Hodgkin, 2009; Kašák, 2006).

Plicní hyperinflace je jev vyvíjející se současně s rozvojem bronchiální obstrukce. Je to stav, kdy po ukončení expiria zůstává patologicky zvětšen objem plic. Důvodem vzniku hyperinflace je ztráta elasticity malých dýchacích cest a následný kolaps a předčasný uzávěr bronchiolů. Následkem je nedostatečné vyprázdnění alveolů, dochází ke stagnaci vzduchu v plicích a s každým dalším nádechem plicní objem narůstá. Projevem plicní hyperinflace je tak inspirační postavení hrudníku a následné oploštění bránice, jejíž rozsah během dýchacích pohybů je signifikantně omezen. Normální rozsah exkurze bránice během dýchání je 5-10 cm (2-3 mezižebří). Tento rozsah bývá při hyperinflaci omezen na méně než 3cm (rozsah jednoho mezižebří). Tím dochází také ke změně postavení svalových vláken bránice a zmenšení elasticity hrudní stěny. Dýchací svaly jsou zkrácené a oslabené, a rychleji unavitelné. Plicní hyperinflace se během fyzické zátěže projevuje neschopností znovu se nadechnout a postupným rozvojem pocitu dušnosti. Bývá proto u jedinců s CHOPN nejčastější příčinou snížené tolerance fyzické zátěže (Kašák, 2006; Neumannová & Kolek et al., 2012).

Typické jsou pro CHOPN zvukové fenomény charakteru pískotu či vrzot vznikající průchodem vzduchu zúženými dýchacími cestami. Přítomné jsou zejména při expiraci, ale mohou se vyskytovat i inspirační nebo tzv. distanční. (Kašák, 2006).

2.1.2.2 Systémové projevy a komorbidity CHOPN

Těžší stadia CHOPN jsou provázána přesunem zánětlivých mediátorů z plic do periferní krve, což vedle oxidačního stresu, tkáňové hypoxie a metabolických abnormalit vede k rozvoji systémových projevů CHOPN. K systémovým komponentám CHOPN patří zejména dystrofie a dysfunkce kosterního svalstva, kardiovaskulární abnormality, abnormality centrálního i periferního nervového systému, kachexie nebo osteoporóza. Tyto vedou k dysfunkci kosterních svalů a celkové slabosti. Konečným důsledkem je respirační insuficience (Celli, Connors & Hodgkin, 2009; Kašák 2006).

Slabost a úbytek svalové hmoty patří k nejčastějším systémovým projevům onemocnění a bývá zpravidla doprovázena úbytkem tukuprosté hmoty (free fat mass – FFM). Příčinou úbytku kosterní svaloviny je porušená rovnováha mezi syntézou a odbouráváním proteinů. Dalšími faktory jsou dlouhodobé užívání kortikosteroidů a malnutrice. U CHOPN dochází k atrofii a úbytku zejména pomalých oxidativních vláken typu I až o 50 % a rychlých vláken typu IIa a změně vláken typu I ve vlákna typu IIb (rychlá vlákna). Relativně tak vzrůstá počet rychlých vláken produkujících laktát, což má za následek celkový úbytek svalové hmoty a snížení jejich síly. Dále je narušen svalový metabolismus a rozvíjí se tzv. laktátová acidóza a to už při nižší intenzitě zátěže než u zdravých jedinců. U dýchacích svalů tak dochází k oslabení svalové síly a únavě dýchacích svalů. Důsledkem je nedostatečný tlak k udržení alveolární ventilace. Snížená svalová síla a snížená svalová vytrvalost postihuje i ostatní příčně pruhované svaly. Dysfunkce kosterní svaloviny je dána i sníženou fyzickou aktivitou jedinců s CHOPN a současně je až u 45 % pacientů příčinou snížení fyzické aktivity právě únava svalů dolních končetin (Máček & Radvanský, 2011; Musil, 2012; Neumannová & Kolek et al., 2012).

Respirační a kardiovaskulární systém jsou dva vzájemně propojené celky. Patologické procesy probíhající v jednom systému proto ovlivňují i funkci druhého. U jedinců s CHOPN se vyskytuje zvýšené riziko aterosklerózy koronárních tepen, způsobené přítomností systémového zánětu a kouřením cigaret. Současně se zvyšuje riziko infarktu myokardu. Důsledkem přestavby plicních arterií, vazokonstrikce a obstrukce kapilárního řečiště přítomností plicního emfyzému dochází k rozvoji plicní hypertenze (Musil, 2012).

Doprovodné jevy CHOPN jako jsou snížená pohybová aktivita, malnutrice a příjem vysokých dávek kortikosteroidů, současně s přítomností systémového zánětu jsou rizikové faktory pro rozvoj osteoporózy. Její prevalence u jedinců s těžkým stadiem onemocnění je až 75 %. K celkové morbiditě jedinců s CHOPN dále přispívá vyšší výskyt normocytární anémie, která přispívá ke snížení výkonnosti nemocných a dušnosti.

Zhoršování funkčního stavu vedoucí k postupné invaliditě může mít za následek sociální izolaci nemocných a rozvoj psychických obtíží jako jsou úzkost, deprese nebo poruchy spánku (Celli, Connors & Hodgkin, 2009; Kašák, 2006; Musil, 2012).

2.1.2.3 Poruchy rovnováhy u CHOPN

Zhoršení fyzické kondice, funkční výkonnosti a funkce periferního svalstva je u pacientů s CHOPN dobře známé, avšak v posledních letech se objevují důkazy, že nemocní mohou mít také závažné poruchy rovnováhy. Schopnost udržení rovnováhy je klíčová pro funkční nezávislost v běžných každodenních činnostech, správnou pohyblivost a prevenci pádů. Mnoho příčin zhoršování rovnováhy u CHOPN je stejných jako při procesu stárnutí, avšak některé specifické patofyziologické příčiny jsou typické pro toto onemocnění. CHOPN je charakteristická řadou plicních i mimoplicních projevů, které mohou mít přímo nebo nepřímo dopad na mnoho činitelů rovnováhy a tedy na zvýšené riziko pádu. Faktory specifické pro CHOPN, které mohou negativně ovlivňovat rovnováhu, lze rozdělit na vnitřní a vnější. Vnitřní faktory, tedy faktory pacienta, jsou přítomnost chronického onemocnění, dušnost, hypoxemie, malnutrice, deprese, zhoršení kognitivních funkcí, svalová slabost, negativní účinky farmak a snížená fyzická aktivita. Vnější faktory zahrnují potenciálně nebezpečné aktivity, např. chůze na nerovném či kluzkém povrchu, nevhodná obuv nebo rizika konkrétního prostředí. S počtem přítomných rizikových faktorů samozřejmě nebezpečí pádu narůstá (Crișan, Oancea, Timar, Fira-Mladinesce & Tudorache, 2015; Hodges, 2013; Tudorache, 2015).

Studie Crișan et al. (2015), Janssens et al. (2013), Roiga et al. (2011a, 2011b) a dalších, potvrdila zhoršení rovnováhy u jedinců s CHOPN ve srovnání se zdravými. Nejvýraznější zhoršení rovnovážných parametrů a tedy nejvyšší riziko pádu je u pacientů s CHOPN s častými exacerbacemi. Opakované exacerbace negativně ovlivňují funkci svalů a úroveň fyzické aktivity, což může mít za následek vysoké riziko pádu u těchto pacientů. Dalším důvodem může být zhoršená výměna krevních plynů a hypoxemie.

Senzorický deficit

Řízení rovnováhy je regulováno interakcí vestibulárního, propioceptivního systému a zraku. Není však jasné, zda u CHOPN jsou doprovodné poruchy rovnováhy způsobeny deficitem jednoho nebo více těchto senzorických systémů. Efektivita řízení rovnováhy u člověka závisí na schopnosti a spolehlivosti zpracování vizuálních, vestibulárních a propioceptivních impulzů a kvalitě motorické odezvy (Crişan et al., 2015).

Optimální vzpřímený stoj vyžaduje propioceptivní kontrolu na úrovni hlezenních, kolenních a kyčelních kloubů a páteře, tzv. multisegmentální kontrola. Chronická hypoxemie může ovlivňovat funkci audio-vestibulárního systému. Za přítomnosti bolesti, únavy či poranění, mohou specifické propioceptivní signály ztrácet spolehlivost a organizmus je tak více závislý na ostatních propioceptivních systémech. Když je například propiocepce ze zádočných svalů omezena v důsledku bolesti zad, dostane se do popředí tzv. hlezenní strategie pro udržování rovnováhy. Když však hlezenní strategie ztrácí spolehlivost, např. v důsledku stoje na nestabilním nebo členitém povrchu, jedinci s bolestmi zad jsou již méně schopni využít multisegmentální strategii, což může mít za následek signifikantní omezení při udržování rovnováhy (Janssens et al., 2013).

Jedinci s CHOPN, zejména ti se závažným oslabením nádechových svalů, vykazují vyšší zastoupení propioceptivních signálů z hlezenního svalstva a snížené zastoupení signalizace ze svalů zádočných při řízení rovnováhy, což má za následek snížení posturální stability ve srovnání se zdravou populací. Důsledkem je vyšší riziko pádu při pohybu na nerovném či nestabilním povrchu, kde jsou propioceptivní signály z oblasti hlezna méně spolehlivé (Janssens et al., 2013; Roig et al., 2011a).

Zhoršená dynamika trupu

Základní mechanismy zhoršené rovnováhy u CHOPN nejsou zcela jasné, avšak je patrné, že latero-laterální stabilita je zasažena více než antero-posteriorní. V klidném stoji, je předozadní stabilita kontrolována pomocí pohybů v hlezenních kloubech. Pravděpodobné vysvětlení zhoršení latero-laterální stability u CHOPN je snížená úroveň aktivity trupových svalů na základě zvýšených respiračních požadavků. Nadměrná

aktivita trupových svalů může mít za následek omezenou pohyblivost trupu a tím zhoršení rovnováhy (Smith, Chang & Hodges, 2015).

Lidská bránice, která je hlavním nádechovým svalem, hraje také zásadní roli při stabilizaci páteře. Při zvýšených nárocích na nádechovou funkci tedy může dojít k omezení stabilizační funkce bránice. Na dvojí funkci dýchacích svalů je třeba pamatovat v klinické praxi. V případě, že je omezená respirační funkce bránice, např. při zvýšených respiračních nárocích, může být také ovlivněna její posturální funkce, což může negativně ovlivnit posturální kontrolu. Zdraví jedinci jsou schopni kompenzovat zvýšení nároků na dýchací systém využitím multisegmentální kontroly (Hodges & Gandevia, 2000; Janssens et al., 2013).

Jedinci s CHOPN s výrazným oslabením nádechových svalů vykazují výrazně vyšší závislost na proprioceptivní signalizaci ze svalů oblasti hlezna ve srovnání s jedinci s lépe zachovanou funkcí nádechových svalů. Dalším vysvětlením pro pozměněnou posturální strategii spojenou s CHOPN může být přítomnost hyperinflace, která také vede k funkčnímu oslabení nádechových svalů. Obstrukce dýchacích cest a ztráta plicní elasticity vede ke kolapsu dýchacích cest a tím k měštnání vzduchu v plicích a zvětšování reziduálního objemu. Hyperinflace tlačí sternum více anteriorně a omezuje pohyblivost thorako-lumbálního úseku páteře (Janssens et al., 2013).

Kloubní mobilita je ve spojení s posturální kontrolou klíčová pro efektivní multi-segmentální řízení rovnováhy, zejména pak pokud jsou zvýšené dechové nároky. Omezení mobility v oblasti páteře tedy může u jedinců s CHOPN vést k přechodu na rigidnější hlezenní posturální strategii. Protože plicní hyperinflace způsobuje jak omezení pohyblivosti hrudníku, tak funkční oslabení nádechových svalů, existuje tedy patrně vztah mezi oslabením nádechových svalů a řízením postury. Podle Janssens et al. (2013) tedy souvisí zvýšená incidence pádů u pacientů s CHOPN se zvýšenými nároky na dechovou funkci bránice, na úkor její funkce stabilizační, což vede k vyšší závislosti na hlezenní strategii.

Výsledky studie Smith et al. (2015), dále prokazují u jedinců s CHOPN zhoršení při obnovení rovnováhy, i po malých výchylkách, doprovázené vyšší aktivitou trupových svalů (nad rámec dechových nároků). Pacienti s těžším stadiem onemocnění vykazují vyšší aktivitu m. obliquus externus abdominis a m. rectus abdominis jak při klidovém dýchání, tak v posturálně náročnějších situacích (současný pohyb horních končetin).

U osob s lehčím stadiem nemoci byla zjištěna pozátěžová hyperaktivita m. obliquus externus abdominis a m. erector spinae. Tyto výsledky napovídají, že příčinou zhoršení rovnováhy u jedinců s CHOPN může být zvýšené úsilí, nutné ke koordinaci posturální a dechové funkce trupových svalů (Smith, Chang & Hodges, 2015).

Jedincům s CHOPN, zejména v těžším stadiu onemocnění trvá déle, než obnoví rovnováhu v porovnání se zdravými jedinci. Smith, Chang & Hodges (2015) prokázali vztah mezi větší tuhostí trupu způsobenou zvýšenou aktivitou trupových svalů a obnovou rovnováhy. Trupové svaly mají důležitou funkci při zaujetí rovnováhy. Omezení pohyblivosti trupu a/nebo kyčelních kloubů má za následek zhoršení rovnováhy. Hyperaktivita břišních svalů zvyšuje tuhost trupu a může tak omezovat souhyby trupu nutné pro zaujetí rovnováhy. Je prokázáno, že posturální aktivita bránice je u CHOPN omezena a její posturální funkce je kompenzována vyšší aktivitou břišních svalů, což může mít za následek zhoršení mechanismů obnovy posturální stability (Hodges & Gandevia, 2000; Smith, Chang & Hodges, 2015).

Výskyt pádů u pacientů s CHOPN

Pády jsou závažným problémem u stárnoucí populace a jsou běžné u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí. Schopnost udržení rovnováhy je klíčový faktor, ale důležitou roli hraje i zhoršení kognitivních funkcí, samotný strach z pádu a v neposlední řadě faktory prostředí (Crişan et al., 2015). Pády mají ve stáří závažné důsledky na funkční nezávislost, sociální interakci a celkovou kvalitu života lidí, zvláště pokud pádem dojde k poranění. Nedávné studie prokázaly, že CHOPN je jedno s chronických onemocnění s nejvyšší prevalencí pádů, na druhém místě za osteoartrózou. Incidence pádu u CHOPN se pohybuje mezi 25 % a 46 % (Janssens et al., 2013). Výzkum Roiga et al. (2011a) prokázal, že ve srovnání s kontrolní skupinou vykazovali jedinci s CHOPN deficit posturální stability, které byly doprovázeny vyšší četností pádů. Kombinace léčiv, zhoršení pohyblivosti, snížení svalové síly současně s přítomností chronického onemocnění jsou rizikové faktory, které mohou být příčinou pádů u starších jedinců. Minimum pádů je způsobenou pouze jednou příčinou (Tudorache, 2015).

Výskyt pádů má velmi negativní dopad na kvalitu života lidí a mají silný vliv na mortalitu u starých lidí. Incidence pádů je u jedinců s CHOPN vyšší než u běžné populace. Je odhadována na 25 - 46 % jedinců s tímto onemocněním. Roig et al. (2011a)

udává, že incidence pádů u CHOPN je 1,2/osoba/rok, což je signifikantně vyšší než incidence pádů u seniorů. Přibližně jedna třetina nemocných účastníků se výzkumu zaznamenala alespoň jeden pád během šestiměsíční studie, což je přibližně stejný počet jako u seniorů během jednoho roku (Roig et al., 2011b).

Zranění způsobená pádem jsou však u pacientů trpících CHOPN poměrně běžná. Přibližně třetina nemocných udává alespoň jeden pád během posledních šesti měsíců. Pády pacientů s CHOPN bývají často spojeny se zlomeninami obratlů a kyčelních kloubů, což může být v důsledku vysoké prevalence osteoporózy doprovázející CHOPN. Následky pádů bývají výraznou komplikací z hlediska morbidit a mortalit pacientů a současně jsou důvodem k častějšímu využívání zdravotnických služeb (Hellström, Vahlberg, Urell & Emtner, 2009; Janssens et al., 2013).

Samostatným rizikovým faktorem, který vede k obavám z dalšího pádu, je alespoň jeden předchozí pád. I pády, které přímo nevedou ke zranění, však mají za následek strach z dalších pádů, jehož důsledkem je nedostatek sebedůvěry při pohybu, pacienti se více vyhýbají se pohybovým aktivitám, což vede k dalšímu nárůstu inaktivity (Crişan et al., 2015; Hellström et al., 2009; Roig et al., 2011b).

Dysfunkce kosterního svalstva

Porucha rovnováhy u CHOPN omezuje výkonnost při dynamických testech a snižuje odezvu na externí výchylky. Většina studií tuto skutečnost připisuje snížení svalové síly a únavě kosterního svalstva u CHOPN, zejména pak svalstva dolních končetin (Janssens et al., 2013).

Ve studii Tudorache et al. (2015) bylo prokázáno signifikantní oslabení izometrické kontrakce m. quadriceps femoris, závislé na výskytu a tíži CHOPN. Nedostatky musculo-skeletálního systému, jako je snížená svalová síla, jsou podle Hodhge (2013) hlavní faktor zhoršení rovnováhy a výskytu pádů u běžné populace. Svalové oslabení je v největší míře důsledkem dekondice, způsobené malnutricí, upoutáním na lůžko během akutních exacerbací a omezením pohybové aktivity kvůli dušnosti (Hodges, 2013).

Svalová únava, je jedním ze symptomů doprovázejících CHOPN. Svalová únava může být definována jako neschopnost svalů udržet určitou úroveň síly či výkonu. Při nárůstu intenzity zátěže se zvyšují kyslíkové nároky dýchacích svalů, tím však společně

s nedostatečným žilním návratem dochází k nedostatečnému okysličení svalů dolních končetin (Crişan et al., 2015).

Důležitou roli hraje také výskyt exacerbací CHOPN, často vyžadují hospitalizaci, farmakologickou intervenci a setrvání na lůžku. To má negativní vliv na úroveň fyzické aktivity a funkci svalů, což následně ovlivňuje rovnováhu a chůzi, a tedy může zvyšovat riziko pádu. Výsledná hodnota 6MWD byla u pacientů během exacerbace signifikantně nižší než u jedinců se stabilní CHOPN (214m vs. 412m), lze tedy usuzovat, že menší 6MWD má spojitost s vyšším rizikem pádů. Jednou z příčin předčasného ukončení testu tedy může být dysfunkce periferního svalstva u CHOPN. 6MWT může být tedy i užitečným prostředkem pro vyhodnocení rizika pádů, je však nutné stanovit náležitý práh hodnoty 6MWD pro určení tohoto rizika (Crişan et al., 2015).

Přesto, že je svalová dysfunkce podle mnoha autorů hlavní příčinou poruch rovnováhy u CHOPN, studie Roiga et al., (2011a) nepotvrdila zásadní spojitost mezi svalovou silou extenzorů kolenního kloubu a zhoršením řízení rovnováhy u jedinců s CHOPN. Oslabení kosterního svalstva tedy nemá přímý vliv na zhoršení rovnováhy samo o sobě, ale zejména ve spojení s dalšími rizikovými faktory.

Další faktory ovlivňující poruchy rovnováhy u CHOPN

K dalším faktorům, které mohou ovlivňovat posturální stabilitu u pacientů s CHOPN patří negativní vedlejší účinky užívaných farmak, kognitivní deficit nebo psychické faktory. Léky na hypertenzi a kardiologická onemocnění mohou způsobovat ortostatickou hypotenzi a synkopy. Negativní efekty kortikosteroidů a psychofarmak zahrnují závratě, poruchy vidění nebo dysfunkci kosterního svalstva. Zhoršení kognitivních funkcí vysvětluje poruchy rovnováhy jako důsledek zhoršené schopnosti provádění více činností současně (dual tasks) (Hodges, 2013).

Vyšší byl také výskyt úzkosti a deprese ve srovnání se stabilní CHOPN a kontrolní skupinou. 37,9 % pacientů se stabilní CHOPN zaznamenalo alespoň jeden pád v předchozím roce. Pacientů s častými exacerbacemi bylo 41,2 %, z nich více než 35% zaznamenalo více než jeden pád za rok (Crişan et al., 2015)

2.1.3 Klinický průběh CHOPN

Vývoj CHOPN má dlouhou latenci, kdy od prvních příznaků onemocnění k úmrtí mohou uplynout desítky let. K prvním příznakům onemocnění patří ranní kašel s vykašláváním sputa, které často dlouho předchází vývoji samotné obstrukce.

Dle Kašáka (2006) onemocnění bývá zpravidla diagnostikováno až při výskytu dušnosti a snížené toleranci fyzické zátěže, tedy až středně těžkém stadiu CHOPN, tedy v okamžiku, kdy dojde k poklesu hodnoty FEV₁ na 50 % fyziologické hodnoty. Nemocní jsou pak donuceni vyhledat lékaře z důvodu zhoršující se dušnosti a výrazného zhoršení tolerance fyzické zátěže. Těžké formy onemocnění po letech vedou k rozvoji chronické respirační insuficience a vzniku výše zmíněné plicní hypertenze a cor pulmonale, tj. hypertrofii pravé srdeční komory, až k srdečnímu selhání a smrti. V terminálním stadiu onemocnění je hodnota FEV₁ < 0,75l. (Kašák 2006).

CHOPN je typická tendencí k postupnému zhoršování. Relativně stabilní průběh onemocnění bývá u 20-30 % jedinců přerušován epizodami akutního zhoršení. V případě, že tyto epizody trvají alespoň 3 dny a je nutné nasazení systémových kortikoidů a antibiotik, jde o tzv. akutní exacerbaci. Projevem exacerbace je prudké zhoršení dušnosti doprovázené pocitem tíhy na hrudníku a sípáním, zvýšenou teplotou, zhoršením kašle, zvýšením tvorby hlenu a změnou jeho charakteru (barvy, konzistence). Dochází k otoku bronchiální sliznice, bronchospasmu a stagnaci hlenu. Tyto projevy současně s patologicky zesílenou bronchiální stěnou působením chronického zánětu vedou k dalšímu nárůstu odporu v dýchacích cestách. Nejčastější faktory vyvolávající exacerbaci CHOPN jsou respirační (bakteriální, virové, smíšené) infekce nebo znečištění ovzduší či změny počasí. (Kašák, 2006; Koblížek a kol, 2013).

2.1.4 Diagnostika CHOPN

Pro úspěšnou léčbu CHOPN je důležité správné a včasné stanovení diagnózy. V anamnéze pacientů bývá zpravidla přítomnost rizikových faktorů jako je aktivní či pasivní kouření, častá respirační onemocnění nebo dlouhodobá expozice škodlivinám v zaměstnání a dále přítomnost typických příznaků pro CHOPN a akutních exacerbací. Důležitým ukazatelem je také výskyt CHOPN u rodinných příslušníků.

Nezbytné pro správnost diagnózy je provedení funkčního vyšetření plic. Pro prokázání přítomnosti bronchiální obstrukce je nutné provést spirometrické vyšetření a to před a po podání bronchodilatancia (salbutamol a/nebo ipratropium). Základním funkčním kritériem pro průkaz CHOPN je přítomnost bronchiální obstrukce, tedy omezení proudění vzduchu při expiraci. Toto omezení je Evropskou respirační společností definováno jako $FEV_1/VC_{max} < \text{dolní limit normálních hodnot}$. V praxi je však častější starší kritérium pro bronchiální obstrukci ($FEV_1/FVC < 0,70$), které je však nepřesné a může vést, zejména u starších osob, k falešně pozitivní diagnóze CHOPN, symptomy však mohou souviset s kardiovaskulární insuficiencí a dekondíci (GOLD, 2015; Koblížek a kol., 2013).

2.1.4.1 Zátěžové testování

U pacientů s chronickým onemocněním dýchacího systému bývá často omezená pohybová aktivita, což vede k dalšímu snížení tolerance fyzické zátěže a postupné dekondíci. Chodecké zátěžové testy jsou v klinické praxi běžně užívané pro hodnocení fyzické kondice a zároveň hodnocení odezvy na léčbu a určení prognózy u pacientů s chronickým respiračním onemocněním (Holland et al., 2014; Neumannová et al., 2014).

Šestimínutový test chůzí (6MWT)

6MWT je v současné době nejpoužívanějším testem pro hodnocení tolerance fyzické zátěže v České republice. Výstupním parametrem je vzdálenost, kterou je pacient schopen ujít za 6 minut maximální možnou rychlostí po dráze dlouhé 30-50m (6MWD). Během testu je monitorována tepová frekvence (TF) a saturace hemoglobinu kyslíkem (SpO_2). Po ukončení testu je vyhodnocena dosažená vzdálenost, tíže dušnosti, přítomnost bolesti na hrudi či bolesti dolních končetin a subjektivní vnímání intenzity zátěže. Dále jsou zaznamenány změny TF a SpO_2 . (Holland et al., 2014; Neumannová et al., 2014).

Incremental shuttle walk test a Endurance shuttle walk test (ISWT/ESWT)

ISWT, tedy přírůstkový člunkový test chůzí, je zejména v zahraničí využívaný test, pro hodnocení maximální tolerance fyzické zátěže. Během testu vyšetřovaný chodí po dráze dlouhé 10m a rychlost chůže je regulována zvukovými signály z originální audio

nahrávky. Test má 12 rychlostních úrovní a rychlost se zvyšuje každou minutu, délka testu je 12 minut (Holland et al., 2014).

Stejně jako u 6MWT je během testu neustále monitorována TF a SpO₂. Po skončení testu tak lze spolehlivě určit, při jaké úrovni zátěže dochází k maximálnímu poklesu saturace hemoglobinu kyslíkem. Před a po ukončení testu je změřen krevní tlak a zhodnocena míra dušnosti. Test je ukončen v momentě, kdy pacient není nadále schopen udržet rychlost chůze danou zvukovými signály (při zvukovém signálu pro obrat je více než 0,5m od značky ohraničující vymezenou dráhu) nebo není schopen pokračovat z důvodu dušnosti, bolesti na hrudníku, dolních končetin nebo únavy. Podle vzdálenosti, které pacient dosáhl, lze následně určit maximální zátěžovou kapacitu jedince.

ESWT tedy vytrvalostní chodecký test vychází z výsledků ISWT, kdy se pacient snaží danou rychlostí určenou pomocí výsledků ISWT jít co možná nejdéle. Výsledek pak lze využít k sestavení individuálního plánu pohybové léčby v rámci plicní rehabilitace (Holland et al., 2014; Neumannová et al., 2014).

K doplňkovým vyšetřením patří analýza krevních plynů, analýza hladiny alfa-1-antitrypsinu nebo vyšetření pomocí zobrazovacích metod (CT hrudníku, sumační skiagram hrudníku). Tyto metody jsou cenné zejména při diferenciální diagnostice (Kašák, 2006; Koblížek et al., 2013).

2.1.5 Klasifikace

K vyhodnocení závažnosti onemocnění se dle Koblížka a kol. (2013) využívá vedle výsledků spirometrického vyšetření také systematické sledování celkových symptomů nemocného a počtu exacerbací během posledního roku. Podle zjištěných parametrů lze nemocné snadno zařadit do jednotlivých kategorií, pro individuální způsob terapie.

Tabulka 1: Klasifikace CHOPN dle spirometrických parametrů (Neumannová & Kolek et al., 2012, 83).

Stadium	Spirometrie
I – lehké	FEV ₁ /FVC < 70%, FEV ₁ ≤ 80% n.h. chronický kašel, expektorace, dušnost
II – středně těžké	FEV ₁ /FVC < 70%, 50% ≤ FEV ₁ < 80% n.h. chronický kašel, expektorace, dušnost

III – těžké	FEV ₁ /FVC < 70%, 30% ≤ FEV ₁ < 50% n.h. chronický kašel, expektorace, dušnost, zhoršení dušnosti vede k limitaci v ADL
IV – velmi těžké	FEV ₁ /FVC < 70%, FEV ₁ < 30% n.h. nebo FEV ₁ < 50% s příznaky respirační insuficience nebo cor pulmonale

Vysvětlivky: FEV₁/FVC - Tiffeneauův index, FEV₁ – usilovně vydechnutá objem za první sekundu, ADL – každodenní aktivity.

Pro nemocné v prvním stadiu onemocnění je hlavním cílem léčby eliminace rizikových faktorů, naproti tomu ve stádiu IV jsou zejména během exacerbací pacienti již přímo ohroženi na životě (Kašák, 2006).

K usnadnění diagnostického postupu a určení adekvátní léčby je popsáno šest specifických fenotypů CHOPN:

Fenotyp bronchitický

- přítomnost produktivního kašle (> 3 měsíce/rok, během posledních 2 let)

Fenotyp emfyzematický

- celoživotní nepřítomnost produktivního kašle (suchý kašel může být přítomen), současně (dle HRCT a TLCO) známky plicního emfyzému

Fenotyp CHOPN a bronchiektázií

- akcentovaná každodenní expektorace, mladší věk, nekuřáci, prolongované infekce plic a DDC, hemoptýzy, známky bronchoektázií (HRCT)

Fenotyp overlapu CHOPN s bronchiálním astmatem

(2 hlavní a 1 hlavní + 2 vedlejší kritéria)

- hlavní kritéria:
 - a) výrazně pozitivní BDT (vzestup FEV₁ > 15 % a > 400 ml)
 - b) pozitivní BKT
 - c) ↑ FeNO (≥ 45-50 ppb) a/nebo ↑ eo ve sputu (≥ 3 %)
 - d) AB v anamnéze
- vedlejší kritéria:
 - a) pozitivní BDT (vzestup FEV₁ > 12 % a > 200ml)
 - b) celkové ↑ IgE
 - c) atopická anamnéza

Fenotyp frekventní exacerbace

- přítomnost častých akutních exacerbací (≥ 2 za rok) léčených ATB a/nebo systémovými kortikosteroidy

Fenotyp plicní kachexie

- FFM $< 16 \text{ kg/m}^2$ (muži), FFM $< 15 \text{ kg/m}^2$ (ženy), případně BMI $< 21 \text{ kg/m}^2$ (nezávisle na pohlaví) – bez zjevné příčiny

(Koblížek et al., 2013, 26).

Vysvětlivky: HRCT – počítačová tomografie plic ve vysokém rozlišení; TLCO – transfer faktor, BDT – bronchodilatační test; DDC - dolní cesty dýchací, BKT – bronchokonstrikční test; FEV₁ – usilovně vydechnutý objem za 1 s; FeNO – oxid dusnatý; AB – astma bronchiale; ATB – antibiotika; FFM – fat free mass/tělesná hmota bez tuku, BMI – body mass index/index tělesné hmotnosti.

2.1.6 Léčba CHOPN

Obecným cílem léčby CHOPN je redukce symptomů a jejich tíže, zpomalení progresu onemocnění, zlepšení tolerance fyzické zátěže, minimalizace komplikací a negativních následků onemocnění a zlepšení celkové kvality života nemocných.

Podle Koblížka et al. (2013) lze postup léčby rozdělit do čtyř fází. První a klíčová fáze je eliminace expozice inhalačním škodlivinám. Ve druhé fázi je indikována paušální medikace pro nemocné s CHOPN včetně přítomných komorbidit (ischemická choroba srdeční, osteoporóza, srdeční selhávání, deprese, atd.). Třetím krokem jsou specifické léčebné postupy pro konkrétní fenotyp onemocnění, každý konkrétní pacient vyžaduje specifický léčebný přístup. Ve čtvrté fázi jde především o péči v terminálním stádiu onemocnění a zvládnutí respiračního selhávání (Koblížek et al., 2013).

2.1.6.1 Farmakologická léčba

Medikace a metoda podávání se liší dle konkrétního fenotypu a stadia onemocnění. Nejčastější jsou farmaka v inhalační formě. Pro maximální účinnost podávaných léčiv je tedy nutná řádná edukace pacienta a nácvik inhalačních technik.

Základem jsou inhalační bronchodilatancia s krátkodobým resp. dlouhodobým účinkem (beta2-agonisté, anticholinergika). Tyto léky zvyšují toleranci fyzické zátěže, nezlepšují však samotné plicní funkce. Inhalační kortikosteroidy (IKS) jsou indikovány

v těžkých stádiích CHOPN, u pacientů s vyhraněným fenotypem onemocnění a k dlouhodobé léčbě nebo při opakovaných exacerbacích. IKS bývají aplikovány v kombinaci s dlouhodobě působícími bronchodilatancii jako fixní kombinace (Koblížek et al., 2013; Hodson & Sherington, 2014; Vašáková, 2013).

2.1.6.2 Nefarmakologická léčba

Oxygenoterapie

U pacientů hospitalizovaných po akutní exacerbaci je indikována tzv. krátkodobá oxygenoterapie. U nemocných s těžkým stadiem CHOPN s přítomnou chronickou respirační insuficiencí je aplikována dlouhodobá domácí oxygenoterapie (DDOT), kdy je kyslík kontinuálně podáván více než 15 hodin denně (Vašáková, 2013).

U pacientů s klidovou hypoxemií nebo snížený SpO₂ během fyzické zátěže je možné aplikovat podpůrnou oxygenoterapii během cvičení. Během aplikace dochází ke snížení ventilačních nároků, zlepšení proudění vzduchu v dýchacích cestách a snížení hyperinflace. (Koblížek et al., 2013).

Plicní rehabilitace

Plicní rehabilitace je definována jako individuálně navržený multidisciplinární rehabilitační program pro pacienty s chronickým respiračním onemocněním, jehož cílem je snížení symptomů, snaha o zlepšení či udržení výkonnosti a celkové zlepšení kvality života chronicky nemocných. Komplexní program plicní rehabilitace zahrnuje jak léčbu daného onemocnění, tak současně psychologicko-sociální podporu, edukaci o daném onemocnění, výživové poradenství nebo odbornou pomoc při odvykání kouření (Neumannová & Kolek et al., 2012).

Léčebná rehabilitace zahrnuje především edukaci pacienta o jeho onemocnění a možnostech léčby, techniky dechové rehabilitace a pohybový trénink. Respirační fyzioterapie vnímá dýchání jako pohybovou funkci, kterou lze terapeutickým působením ovlivnit a dosáhnout tak zlepšení dechového stereotypu, posílení dýchacích svalů a zlepšení expektorace (Corhay, Dang, Van Cauwenberge, & Louis, 2014; Neumannová & Kolek et al., 2012).

Dechová rehabilitace zahrnuje aktivní techniky, při jejichž aplikaci je nutná spolupráce pacienta a techniky pasivní, které jsou vhodné i u nespolupracujících pacientů.

Mezi techniky dechové rehabilitace využívané v terapii CHOPN patří zejména:

- Dechová cvičení – kontaktní dýchání, dechová gymnastika atd.
- Drenážní techniky – autogenní drenáž, aktivní cyklus dechových technik, dechové pomůcky
- Instrumentální techniky
- Inhalace
- Trénink dýchacích svalů
- Cvičení svalů končetin
- Pohybové aktivity

Dechová cvičení zahrnují soubor technik, mezi které patří kontaktní dýchání, dechová gymnastika, technika ústní brzdy nebo dýchání přes sešpulené rty. Kontaktní dýchání, je technika, kdy pomocí dotyku terapeuta lze facilitovat jak expirium, tak inspirium. Důsledkem plicní hyperinflace u CHOPN je nádechové postavení hrudníku. Pomocí kontaktního dýchání lze posunout hrudník do výdechového postavení, aktivovat brániční typ dýchání a eliminovat tak horní hrudní dýchání.

Dechová gymnastika využívá k terapeutickému působení vlastních dechových pohybů. Jejím prostřednictvím lze ovlivnit optimální průběh dechové vlny, pohyblivost hrudníku, kvalitu ventilace, adaptaci na fyzickou zátěž nebo relaxaci. Dechovou gymnastiku lze dále rozdělit na statickou, dynamickou, mobilizační a kondiční. Statická je cílená především na reedukaci dechového vzoru a zlepšení ventilace. Dynamická dechová gymnastika vychází ze statické. Je doplněna o pohyby pánve, trupu a končetin a je využívána především pro postupnou adaptaci na fyzickou zátěž. Mobilizační dechovou gymnastiku lze využít pro zlepšení mobility hrudníku a aktivaci svalstva. Kondiční dechová gymnastika pak představuje ucelenou cvičební jednotku v rámci rehabilitačního programu.

Dýchání přes sešpulené rty a technika ústní brzdy jsou techniky využívající prodloužený, resp. prodloužený a přerušovaný výdech. Obě techniky slouží k prevenci předčasného kolapsu dýchacích cest během expiria a snížení výskytu dušnosti (Neumannová & Kolek et al., 2012).

Drenážní techniky lze využít k usnadnění a zefektivnění expektorace pomocí posunu bronchiální sekrece z periferie směrem do centrálních dýchacích cest. U CHOPN je častým problémem silný kašel s neefektivní expektorací, který může způsobovat dýchací obtíže, nemocného vyčerpává a může mít negativní dopad i na jeho sociální život. Zefektivněním expektorace lze docílit odstranění hlenu z dýchacích cest po jednom až dvou zakašláních a tím předejít záchvatům nekontrolovatelného kašle. Patří sem drenážní techniky, které může provádět sám pacient, tzv. aktivní techniky (autogenní drenáž aktivní cyklus dechových technik), pasivní techniky, které jsou závislé na poloze, nebo je provádí fyzioterapeut (polohová drenáž, vibrace, poklepy hrudního koše) a techniky instrumentální, které využívají řadu speciálních dechových pomůcek (flutter, acapella, RC cornet) (Neumannová & Kolek et al., 2012).

V neposlední řadě je důležitý nácvik a pravidelné kontroly správné techniky inhalace, která je klíčová pro optimální účinnost podávaných léčiv. Většina nemocných však dělá při aplikaci inhalačních farmak vážné chyby a výrazně tak snižují účinnost léčby (Koblížek et al., 2013; Neumannová & Kolek et al., 2012).

Pohybový trénink

Pohybová léčba v rámci rehabilitačního programu, zahrnuje pracovní aktivity, sportovní pohybové aktivity nebo zdravotní tělesnou výchovu. Pohybové aktivity (PA) jsou nejčastěji vytrvalostního charakteru (nordic walking, plavání, chůze) či silového charakteru (cvičení proti odporu) a jejím cílem je zvýšení fyzické kondice a tolerance zátěže u jedinců s chronickým respiračním onemocněním. PA je indikována na základě odebrané anamnézy, klinického nálezu a výsledků zátěžového testování (kapitola 2.1.4.1).

U pacientů s obstrukcí dýchacích cest dochází při zvýšené fyzické zátěži k výraznému nárůstu ventilace (V_E), zapříčiněnému zvýšeným odporem dýchacích cest. Současně narůstá energetická náročnost dýchání a dochází k únavě bránice a oslabení její kontrakce. Dochází tedy k výraznějšímu zapojení pomocných dýchacích svalů a objevuje se pocit dušnosti. Tyto faktory vedou ke zhoršení tolerance fyzické zátěže, postupně inaktivitě a dekonkci (Corhay et al., 2014 ;Neumannová & Kolek et al., 2012).

Vytrvalostní trénink

Vytrvalostní trénink je zaměřen především na ovlivnění výkonnosti svalů jak dolních, tak horních končetin. Vhodné aktivity jsou chůze, rotoped, běžecký pás nebo ruční ergomed, avšak v praxi je pro pacienty nejdostupnější právě chůze a její modifikace (chůze s holemi – nordic walking). U chůze je vhodné konstantní tempo, určené na základě výsledků zátěžového testování (60-80 % maxima ISWT nebo 95 % průměrné rychlosti při 6MWT) s postupným prodlužováním cvičebního intervalu. U jízdy na rotopedu je výhodnější udržovat stejnou délku cvičení s postupným navyšováním odporu. Vytrvalostní trénink by měl být prováděn alespoň 3-5x týdně, 20-30 minut.

U pacientů, kteří netolerují kontinuální zatížení požadovanou dobu, je vhodnější intervalový trénink, kdy se střídají intervaly zatížení a odpočinku. Interval zátěže by měl být minimálně stejně dlouhý, nebo delší než fáze odpočinku, pauza by přitom neměla překročit jednu minutu.

V průběhu vytrvalostního tréninku je monitorována tepová frekvence a v případě potřeby u rizikových pacientů (st. p. exacerbaci, klidová hypoxemie, st.p. chirurgickém zákroku nebo pacienti na DDOT) může být sledována i saturace hemoglobinu kyslíkem (Neumannová, Zatloukal & Koblížek, 2014)

Silový trénink

Při silovém tréninku lze využít cvičení s vlastní vahou jedince nebo s použitím cvičebních pomůcek jako jsou činky, pružné tahy nebo posilovací stroje. Vedle zvýšení svalové síly má silový trénink vliv i na snížení rizika pádu, či na úroveň kostní density při výskytu osteoporózy nebo osteopenie. Cviky by měly být zaměřeny zejména na hlavní svalové skupiny horních i dolních končetin. Cviky by měly být prováděny 2-3x týdně po 8-12 opakováních ve 2-4 sériích s individuálně stanoveným a postupně navyšovaným odporem (Neumannová, Zatloukal & Koblížek, 2014).

Stabilizační cvičení a trénink rovnováhy

Vzhledem k přítomnosti poruch trupové dynamiky, rovnováhy a častému výskytu pádů u jedinců s CHOPN je vhodné do rehabilitačního programu zahrnout také balanční trénink a metody zaměřené na trupovou stabilitu.

Aktivace hlubokého stabilizačního systému páteře (HSSP)

Podle Neumannové & Kolka et al. (2012) je pro správnou stabilizaci trupu nutná optimální souhra flexorů a extenzorů v oblasti páteře, bránice, jejíž funkce je u CHOPN vlivem plicní hyperinflace porušena, a svaly pánevního dna. V terapii lze pro aktivaci HSSP využít Dynamickou neuromuskulární stabilizaci dle Koláře (DNS).

Cílem DNS je především stabilizace trupu aktivací hlubokého stabilizačního systému páteře, která je předpokladem i pro kvalitní cílenou funkci svalů končetin. Cílem je optimalizace sil, kterými působí svaly na páteř a klouby tak, aby nedocházelo k jejich přetěžování. V terapii jsou využívány základní principy, které vycházejí z programů zrajících v průběhu posturálního vývoje člověka (Kolář et al., 2009).

Senzomotorická stimulace

Cílem senzomotorické stimulace je dosažení automatické aktivace požadovaných svalů bez výraznější kortikální kontroly. Jde o ovlivnění pohybu a reflexní kontrakce svalu vyvolané facilitací svalových struktur a proprioreceptorů, v rámci určitého pohybového stereotypu. Stimulace podle Jandy a Vávrové (1992) vychází z koncepce dvoustupňového motorického učení.

Senzomotorická stimulace se skládá ze soustavy balančních cviků, prováděné v různých posturálních pozicích. Důraz je kladen na aktivaci hlubokých svalů nohy a facilitaci plosky. Cvičení začíná na rovné podložce a postupně se zvyšují nároky použitím balančních pomůcek, např. kulové a válcové úseče, vzduchové nebo pěnové podložky, balanční míče, posturomed, bossu, propriomed aj. (Janda & Vávrová, 1992; Kolář, 2009).

U pacientů s CHOPN lze tento koncept využít v rámci korekce svalových dysbalancí a pohybových stereotypů a pro prevenci pádů, které jsou u toho to onemocnění poměrně časté a mají devastující efekt na kvalitu života nemocných.

2.2 Rovnováha

V posledních letech se objevují důkazy, že jedinci s CHOPN mají také závažné poruchy rovnováhy spojené se zvýšeným rizikem pádů. Tyto poruchy mohou být způsobeny jak vnitřním, tak vnějším působením, které může ovlivňovat řadu rovnovážných parametrů.

Rovnováha (posturální stabilita, balance) je schopnost člověka zajistit a udržet vzpřímené držení těla a adekvátně reagovat na působení vnitřních a zevních sil tak, aby nedošlo k pádu. Udržování rovnováhy zahrnuje soubor statických a dynamických strategií k zajištění posturální stability (Vařeka, 2002a).

2.2.1 Vybrané parametry rovnováhy

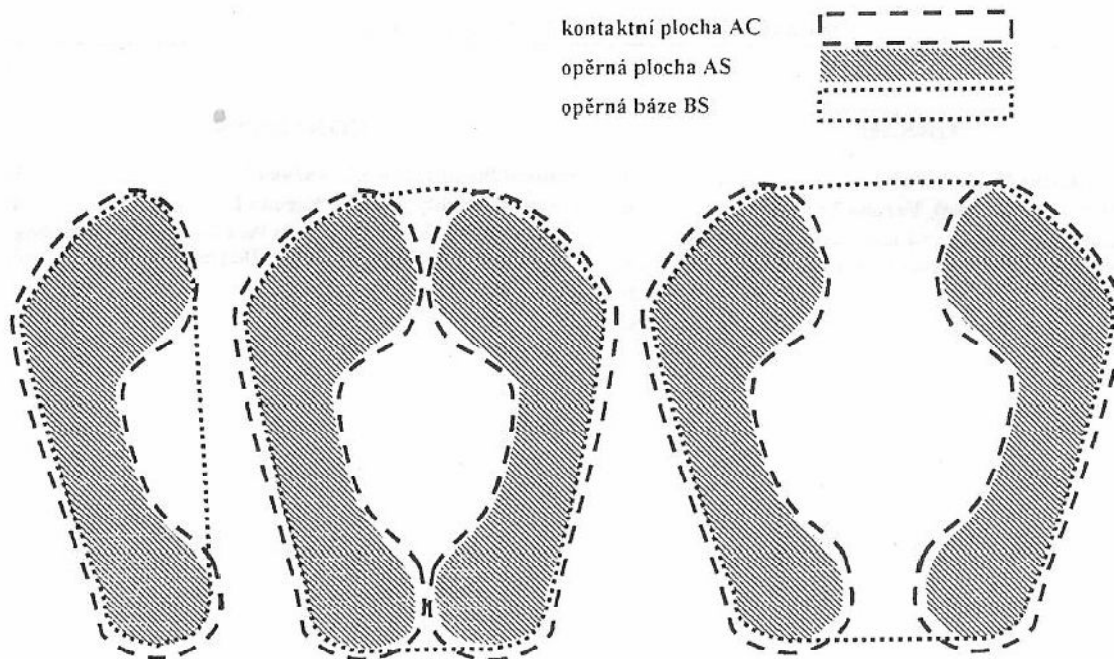
Postura

Postura je aktivní držení jednotlivých segmentů těla proti působení sil zevního prostředí. Zaujetí postury a její optimální držení je rozhodující součástí motorických programů a je podmínkou správného provedení pohybu. Při udržení postury hraje roli zejména svalová aktivita řízená z centrální nervové soustavy (CNS) na základě informací ze sensorických systémů. Individuální nastavení postury pro konkrétní pohyb je tzv. atituda (Bauchamp, Brooks & Goldstein, 2010; Kolář et al., 2009; Vařeka, 2002a).

Systém řízení postury má tři hlavní komponenty – řídicí, sensorickou a výkonnou. Řídicí složkou je CNS, sensorická složka zahrnuje propiocepci, vestibulární aparát a zrak a výkonnou složku tvoří musculo-skeletální systém. Řízení postury má velké kompenzační možnosti. Dysfunkce jedné složky tak nemusí mít za normálních podmínek zásadní dopad, ale projeví se až při ztížených podmínkách, kdy dojde k dekompenzaci (Hodges, 2013; Vařeka, 2002a).

Opěrná báze

Opěrná báze je oblast tvořená nejvzdálenějšími hranicemi opěrné plochy, tedy plochy kontaktu těla s podložkou. Při stoji na jedné noze odpovídá opěrná báze přibližně velikosti chodidla, při stoji na dvou dolních končetinách nebo při stoji rozkročněm se dále zvětšuje. Jakákoliv limitace velikosti opěrné báze, rozsahu pohybu v kloubech dolních končetin nebo bolesti nohou mohou rovnováhu ovlivnit (Horak, 2006; Vařeka, 2002a).



Obrázek 2 - Rozdíl velikosti opěrné báze při různých typech stoje (Vařeka, 2002a, 117)

Center of mass a center of pressure

Těžiště těla (center of mass, CoM), je bod, kde je soustředěna veškerá hmotnost těla a lze jej stanovit jako vážený průměr CoM všech segmentů těla. Pro složitější tělesa jako je lidské tělo se poloha těžiště mění s pohybem končetin. Rozdílné pozice těla mohou mít za následek umístění těžiště jak uvnitř, tak vně těla. Při klidném stoji se například u dospělého člověka těžiště nachází uvnitř pánve asi ve výšce promontoria. Jeho přesné umístění však závisí na stavbě těla, pohlaví a věku každého jedince. Když se však člověk pohybuje, mění se poloha segmentů těla a tím také poloha těžiště.

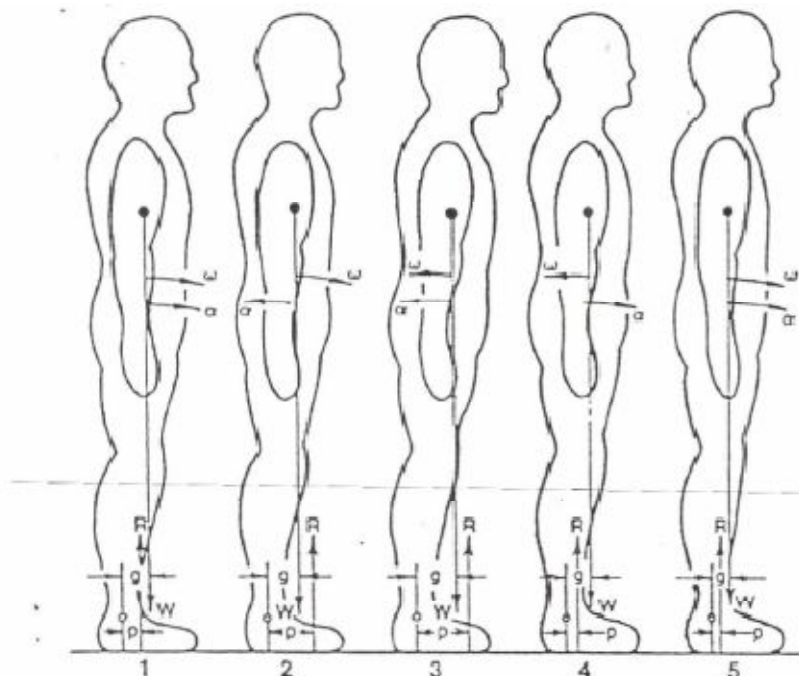
Průmět těžiště těla do roviny opěrné báze se nazývá center of gravity (CoG). Ve statické poloze se CoG musí vždy nacházet uvnitř opěrné báze (Richards, 2008; Vařeka 2002a).

CoP (center of pressure) je působiště reakční síly podložky a jeho polohu lze určit pomocí měření na silových plošinách. Jeho poloha je ovlivněna jak polohou těžiště, tak aktivitou svalů bérce. CoP je tedy nervosvalová odpověď na nerovnováhu CoM. Svalová aktivita je činností CNS řízena tak, aby se CoG nacházelo vždy uvnitř opěrné báze. Při správném fungování řídicí funkce CNS dochází k neustálým pohybům CoP i při klidném stoji. CoP se neustále pohybuje vpřed a vzad kolem CoM, rozsah pohybu CoP tedy musí být větší než pohyb CoM. Pokud je rozsah pohybu CoM větší než je opěrná

báze, korekční pohyb CoP může být nedostatečný a osoba tak musí provést výkrok pro zabránění pádu (Vařeka, 2002a; Winter, 2009).

Model obráceného kyvadla

Model obráceného kyvadla slouží ke zjednodušenému vysvětlení interakce mezi CoP a CoG v antero-posteriorním směru a dovoluje nám analyzovat dynamickou rovnováhu. Model je omezen pouze na pohyby v sagitální rovině a je redukován pouze na dva segmenty spojené hlezenním kloubem. Z modelu je patrné, že rozsah pohybu CoP je větší než rozkmit CoG. Rozdíl mezi CoP a CoG (resp. CoM) lze označit jako „chybový“ signál v řízení rovnovážného systému, který následně ovlivňuje horizontální akceleraci CoM (Vařeka, 2002a; Winter, 2009).



Obrázek 3 - Dvousegmentový model obráceného kyvadla (Vařeka, 2002a, 119)

2.2.2 Řízení rovnováhy

Senzorická složka

Řízení rovnováhy zajišťují tři senzorické systémy: zrak, vestibulární systém a propiocepce. Při klidném stoji a chůzi má rozhodující podíl propiocepce. V rozdílném prostředí je využití jednotlivých senzorických systémů rozdílné. Podle Horak (2006) zdravé osoby při normálním osvětlení a na rovném povrchu využívají nejvíce informace

z proprioreceptorů (70 %), vestibulárního aparátu (20 %) a zraku (10 %). Při stožení na nerovném povrchu však dochází k omezení signalizace z proprioreceptorů a tedy převaze signálů s vestibulárního systému a zraku. Vyřazení propriocepce má stejný dopad jako vyřazení zrakové i vestibulární složky. Funkce vestibulárního systému se uplatňuje především při změnách polohy hlavy nebo při rotačních pohybech. Zrak má hlavní význam pro celkovou orientaci v prostoru a pomáhá kontrolovat polohu a postavení hlavy.

Posturální strategie

Posturální strategie jsou pohybové programy pro zajištění rovnováhy.

Proces udržení rovnováhy zahrnuje několik fází:

- 1) detekce situace (senzorický systém)
- 2) vyhodnocení situace a volba adekvátního programu (CNS)
- 3) aktivace příslušných svalových skupin (eference)
- 4) vznik svalové síly a vyvolání reakční síly okolí

Statická strategie zahrnuje balanční mechanismy, pomocí kterých se řídicí systém snaží udržet posturální stabilitu bez změny opěrné plochy. Pokud CoP překročí rámec opěrné báze, dojde k aktivaci dynamické posturální strategie pro obnovení rovnováhy částečnou změnou opěrné plochy úkrokem nebo využitím opory horních končetin. V případě, že ani dynamická strategie není dostačující pro udržení rovnováhy, dojde k „řízenému pádu“ (Horak, 2006; Vařeka, 2002b).

Pro návrat těla do rovnovážného stavu existují tři pohybové strategie – hlezenní a kyčelní strategie a obnovení rovnováhy vykročením. Hlezenní strategie, při které dochází k antero-posteriorním pohybům těla (viz. model obráceného kyvadla) je využívána pro vyrovnání drobných výchylek při stožení na pevném povrchu pomocí aktivity plantárních a částečně dorzálních flexorů hlezenního kloubu. Naproti tomu kyčelní strategie se uplatňuje spíše ve směru latero-laterálním prostřednictvím přenášení hmotnosti z jedné dolní končetiny a druhou. Umožňuje rychlý přesun CoM a uplatňuje se především při stožení na nerovném či nestabilním povrchu, kdy nelze optimálně uplatnit hlezenní strategii a je třeba rychlé změny CoM. Když je vychýlení CoM příliš velké nebo jsou předchozí strategie neúčinné, dojde k vykročení a zvětšení opěrné báze. Řídicí systém musí vždy vyhodnotit situaci a zvolit adekvátní (statickou nebo dynamickou) strategii pro udržení rovnováhy. Významnou roli v procesu volby vhodných strategií

hraje aktuální fyzický a psychický stav a předchozí zkušenost (Horak, 2006; Vařeka, 2002b; Winter, 2009).

Pád

V situaci, kdy nelze posturální stabilitu udržet pomocí statické či dynamické strategie, zvolí řídicí systém program řízeného pádu, který je však podmíněn dobrou pohybovou koordinací. Důležitou roli hraje také strach ze samotného pádu a jeho následků. Tito jedinci se snaží o udržení rovnováhy pomocí dynamických mechanismů i v situacích, kdy je to fyziologicky nemožné. Důsledkem je tzv. neřízený pád, který může mít vážné následky (Vařeka, 2002b).

Je prokázáno, že psychický stav má významný vliv na celkové držení těla a ovlivňuje výběr adekvátní strategie pro udržení rovnováhy. V situaci zvýšené psychické tenze (stoj na nestabilní či vyvýšené ploše, strach z pádu, úzkostné stavy), dochází k nadměrnému svalovému napětí a tím zhoršení potřebné koordinace (Vařeka, 2002b; Smith, Chang & Hodges, 2015).

2.2.3 Vyšetření rovnováhy

Hodnocení rovnováhy může být realizováno řadou laboratorních měření, která mohou být zaměřena na jednotlivé fyziologické parametry rovnováhy, nebo celkovým klinickým vyšetřením.

2.2.3.1 Klinické vyšetření

Nejčastěji užívanou metodou hodnocení rovnováhy je hodnocení stoje v různých modifikacích – Rombergova zkouška, stoj s chodidly na šířku ramen, či pánve (I), stoj spojný (II) a stoj spojný se zavřenými očima (III, Rombergův stoj), tandemový stoj, stoj na jedné noze (Opavský, 2005; Vařeka, 2002b; Kolář et al, 2009).

Další klinické testy:

- Bergova stupnice rovnováhy (BBS) – hodnotí provedení 14 testů zaměřených na posturální kontrolu, udržování a změnu polohy (př. přesun, dosah, otočení, stoj na jedné noze)
- Short physical performance battery (SPPB) – hodnotí funkčnost dolních končetin pomocí 3 subtestů simulujících každodenní úkony (klidný stoj, rychlost chůze, sedání a vstávání ze židle)

- Balance evaluation systems test (BESTest) – hodnotí 6 subsystémů řízení rovnováhy (biomechanické omezení, vertikální stabilitu, posturální změny, posturální reakce, senzory orientaci a stabilitu při chůzi)
- Senzory organization test (SOT) – hodnotí posturální výkyvy a zapojení jednotlivých senzory systémů při stoji. Test zahrnuje změny typu podložky, na které pacient stojí a změny okolního prostředí pro vyhodnocení zapojení jednotlivých systémů.
- Sit to stand test – hodnotí sílu a vytrvalost svalů dolních končetin
- Activities-specific balance confidence (ABC) – hodnotí strach z pádu (0 – 100%)
(Bauchamp, Brooks & Goldstein, 2010; Hodges 2013).

2.2.3.2 Laboratorní vyšetření

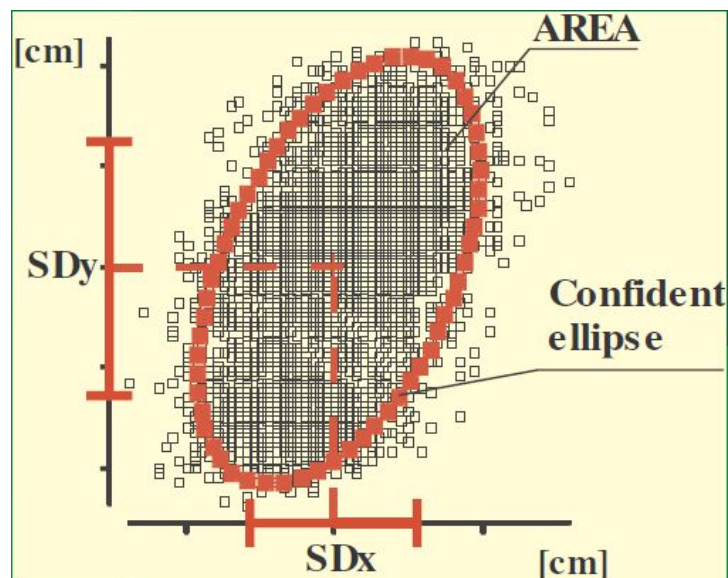
Moderní přístrojová diagnostika představuje možnost objektivního hodnocení rovnovážných funkcí, poskytují detailní analýzu specifických elementů řízení rovnováhy a zaručuje vysokou přesnost měření, avšak oproti klinickému vyšetření je prostorově, časově a finančně náročná. Mohou zahrnovat měření reakční síly podložky pomocí silových plošin, analýzu pohybu pomocí 3D modelů pohybu, a hodnocení svalové aktivity pomocí elektromyografie (Hodges 2013).

Posturografie

Posturografie je metoda měření velikosti a změn reakční CoP při statických i dynamických situacích, pomocí jedné či více silových plošin. Silové plošiny měří a zaznamenávají reakční síly podložky a jejich průmět na podložku (CoP). První pokusy o měření s využitím silových plošin sahají do 19. století. Od roku 1965 prošly silové plošiny zásadním vývojem a mezi tři nejznámější výrobce patří firmy Kistler Instruments, AMTI a Bertec Corporation (Richards, 2008).

Mezinárodní společnost pro výzkum a chůze (ISPGR) definuje pro testování na silových plošinách 4 typy postavení a to volný stoj, stoj spojný, korigovaný stoj a stoj tandemový. Nejčastějšími jsou však stoj s otevřenými očima o normální a zúžené bázi a stoj se zavřenými očima. Výsledným záznamem měření změn polohy CoP v čase je tzv. konfidenční elipsa, zobrazující 95 % poloh CoP v průběhu měření. Z jejích parametrů (velikost obsahu, délka a směr os, hodnota směrodatných odchylek v daném směru

apod.), lze vyvodit úroveň stability jedince během dané úlohy (Míková, Bastlová & Tomsová, 2014; Richards, 2008).



Obrázek 4 - Grafické znázornění konfidencí elipsy (Míková, Bastlová & Tomsová, 2014, 11).

V rámci vyšetření rovnováhy lze pomocí posturografie identifikovat balanční poruchy, rozlišení vizuálního, vestibulárního a proprioceptivního deficitu posturální kontroly. Dále lze tímto způsobem určit funkční limit pro rehabilitaci, monitorovat její průběh a vyhodnocovat efekt cvičení (Míková, Bastlová & Tomsová, 2014).

3 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

3.1 Cíle

Cílem této práce je zhodnotit míru výskytu subjektivních poruch rovnováhy a vliv tělesné zátěže na vybrané parametry rovnováhy u jedinců s těžkým stádiem CHOPN (post-bronchodilatační $FEV1 \leq 60\%$).

Dílčí cíle jsou:

1. Vyhodnotit výskyt subjektivních poruch rovnováhy u pacientů s CHOPN.
2. Porovnat parametry rovnováhy u jedinců s výskytem a bez výskytu subjektivních poruch rovnováhy.
3. Porovnat parametry rovnováhy u jedinců s CHOPN před a po zátěžovém testu.

3.2 Výzkumné otázky

V1: Jaký je výskyt subjektivních poruch rovnováhy u nemocných s CHOPN v rámci výzkumného souboru?

Komentář: Hodnocen byl výskyt zakopávání při chůzi ($>3x/týden$) a výskyt pádu v posledních třech měsících.

V2: Jak se liší parametry rovnováhy (pohyb CoP) u pacientů s CHOPN, kteří udávali poruchy rovnováhy a u jedinců bez subjektivních poruch rovnováhy?

Komentář: Hodnocena byla velikost posunu CoP v mediolaterálním směru ($SD X$) a anteroposteriorním směru ($SD Y$), rychlost pohybu CoP v mediolaterálním směru (Vx), rychlost pohybu CoP v anteroposteriorním směru (Vy) a celková rychlost pohybu CoP (V) ve volném stoji a stoji spojném.

V3: Jak se liší parametry rovnováhy obou skupin pacientů s CHOPN před a po ISWT testu?

Komentář: Hodnocena byla velikost posunu CoP v mediolaterálním směru ($SD X$) a anteroposteriorním směru ($SD Y$), rychlost pohybu CoP v mediolaterálním směru (Vx), rychlost pohybu CoP v anteroposteriorním směru (Vy) a celková rychlost pohybu CoP (V) ve volném stoji a stoji spojném.

V4: Jak se liší tělesná zdatnost u pacientů s CHOPN, kteří udávali poruchy rovnováhy a u jedinců bez subjektivních poruch rovnováhy?

Komentář: Hodnocena byla výsledná vzdálenost ISWT testu.

4 METODIKA

Diplomová práce byla dílčí částí výzkumné studie PHAETON, jejímž cílem bylo zjistit vliv fyzické zátěže na úroveň oxidativního stresu, funkci krevních destiček, dynamické parametry chůze a stabilitu stoje u pacientů s těžkým stadiem CHOPN. Cílem diplomové práce byla analýza rovnováhy v závislosti na fyzické zátěži u pacientů s CHOPN. Účastníci studie podepsali před zahájením výzkumu informovaný souhlas. Protokol studie a texty informovaných souhlasů jsou schváleny Etickou komisí ve FN Hradec Králové, FN Olomouc a FN Brno.

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Do studie byli zařazeni pacienti s prokázanou diagnózou CHOPN, kteří byli náhodně vybráni z České multicentrické výzkumné databáze CHOPN – Registru České pneumologické a fizeologické společnosti ČLS JEP.

Kritéria pro zařazení jedinců s CHOPN do studie:

- těžký stupeň CHOPN (post-bronchodilatační $FEV_1 \leq 60 \%$)
- stabilní stav (bez exacerbace)
- zařazení v České multicentrické výzkumné databázi CHOPN
- souhlas pacienta

Kritéria pro vyloučení ze studie:

- přítomnost závažných bronchiectázií
- dekompenzované kardiovaskulární onemocnění (nestabilní angina pectoris, infarkt myokardu v posledních 6 měsících, manifestní kardiální selhávání, dekompenzovaná arteriální hypertenze, stav po náhlé cévní mozkové příhodě v posledních 6 měsících, malignita, dekompenzovaný diabetes)
- mimoplicní onemocnění, u kterých je kontraindikováno zátěžové testování včetně poruch mobility (revmatologické, neurologické, psychiatrické, či ortopedické)
- anémie (Hb pod 100 g/L)
- dlouhodobá domácí oxygenoterapie
- FeNO nad 45 ppb (ve stabilním stavu, nejméně 6 týdnů bez exacerbace)

Měření probíhalo na plicních klinikách fakultních nemocnic v Hradci Králové, Olomouci a Brně. Výzkumnou skupinu tvořilo 23 pacientů s CHOPN (16 mužů, 7 žen). Mezi měřenými jednotlivci nebyl signifikantní rozdíl věku, BMI a respiračních parametrů. Účastníci studie podstoupili anamnestické vyšetření s důrazem na poruchy rovnováhy. Bylo zjišťováno, zda nemocní zaznamenali v posledních třech měsících subjektivní pocit nejistoty při stoji nebo chůzi, časté zakopávání (> 3x/týden) nebo pád. Na základě zjištěných údajů byli pacienti rozděleni na dvě skupiny. Do první skupiny byli zařazeni pacienti bez subjektivních poruch rovnováhy (CHOPN stabilní). Pacienti, kteří zaznamenali subjektivní poruchy rovnováhy, byli zařazeni do druhé skupiny (CHOPN nestabilní).

Tabulka 2. Charakteristika výzkumného souboru

	CHOPN stabilní	CHOPN nestabilní	Hladina p (Mann-Whitney U test)
věk (roky)	64,5	68,0	NS
výška (m)	1,7	1,7	NS
váha (kg)	81,0	90,0	NS
BMI	27,9	31,2	NS
ISWT norma (m)	728,1	668,4	NS
ISWD (m)	380,0	270,0	NS
FEV₁ %	52,9	46,0	NS
FVC %	71,0	65,0	NS
VC %	75,0	66,3	NS
FEV₁/FVC	53,4	56,0	NS

Vysvětlivky pro tabulku 2: BMI – body mass index, FEV₁ – usilovně vydechnutý objem za první sekundu, FVC – usilovná vitální kapacita, VC – vitální kapacita, FEV₁/FVC – Tiffeneauův index, ISWT norma – náležitá hodnota normy ISWT, ISWD – výsledná vzdálenost ISWT.

4.2 Metoda měření

Analýza rovnováhy pomocí měření pohybu CoP byla provedena prostřednictvím dvou tenzometrických plošin Kistler 9286AA (Kistler Instrumente, Winterthur, Švýcarsko) s frekvencí 200 Hz. Hodnocen byl třikrát stoj o normální bázi (volný stoj, feet apart - FA) a třikrát stoj o zúžené bázi (stoj spojný, feet together – FT). Pro vyšetření volného stoje byli pacienti instruováni zaujmout běžný pohodlný stoj. Vyšetření stoje o úzké bázi bylo provedeno s chodidly co nejbliže u sebe. Na stěně v úrovni očí byl umístěn výrazně barevný bod pro zrakovou fixaci. Každému měření předcházela 5 sekund dlouhá pauza pro ustálení rovnováhy, samotná délka měření byla 30 sekund.

Po vyšetření rovnováhy byl proveden první zátěžový chodecký test ISWT, podle daných pokynů (Kapitola 2.1.4.1) a zdolané úrovně testu byly zaznamenány do standardizovaných protokolů. Bezprostředně po absolvování ISWT testu proběhlo opětovné vyšetření rovnováhy. V průběhu chodeckého testu byla monitorována SpO_2 a tepová frekvence pomocí prstového oxymetru se záznamem (Nonin 3150 WristOx2). Před zátěžovými chodeckými testy i po nich byla zhodnocena dušnost, bolest dolních končetin a subjektivně vnímaná intenzita zátěže pomocí Borgovy stupnice.

4.3 Analýza dat

Použitím softwaru Matlab (MATLAB R2010b, Mathworks, Inc., Natick, MA) byla naměřená data filtrovaná pomocí Butterworth filtru s nízkofrekvenční propustností čtvrtého řádu s hraniční frekvencí 7 Hz. Analyzován byl průměr ze tří pokusů. Jako indikátor posturální stability byla vypočítána hodnota posunu (cm) a rychlost pohybu CoP ($cm \cdot s^{-1}$): velikost posunu CoP v mediolaterálním směru (SD X), velikost posunu CoP v anteroposteriorním směru (SD Y), rychlost pohybu CoP v mediolaterálním směru (V_x), rychlost pohybu CoP v anteroposteriorním směru (V_y) a celková rychlost pohybu CoP (V).

4.4 Statistická zpracování dat

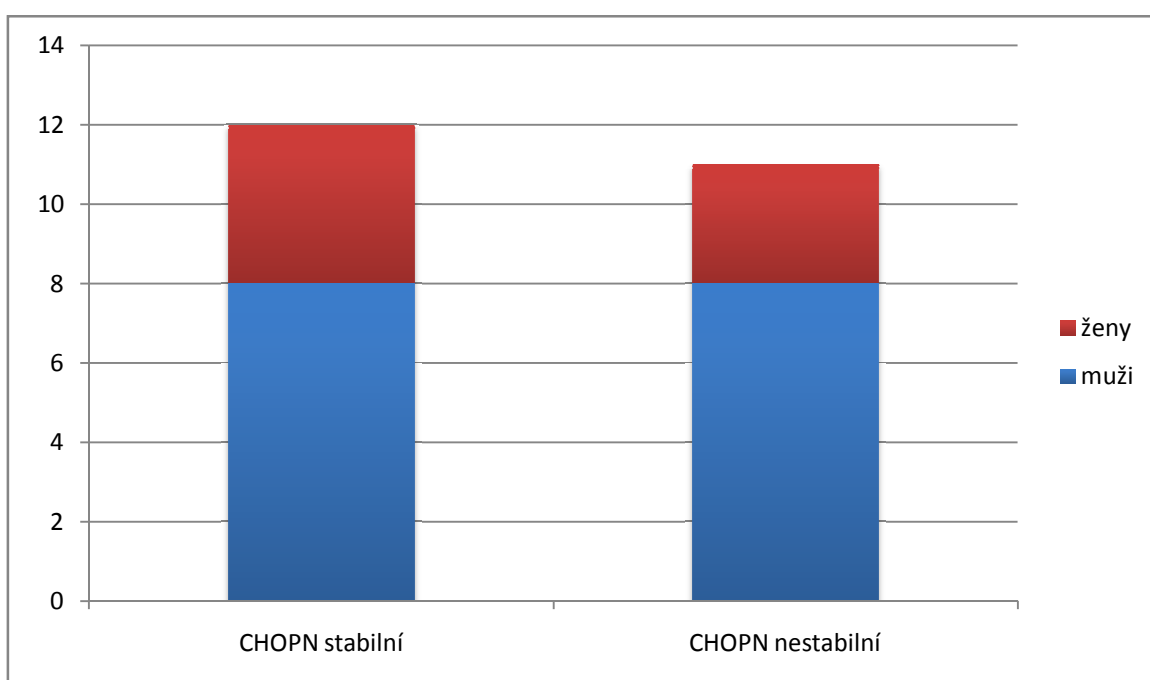
Statistické zpracování bylo provedeno pomocí programu Statistica (verze 10.0, StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA). Pro všechny proměnné byl vypočítán průměr, medián, dolní a horní kvartil, směrodatná odchylka. Normalita souboru nebyla potvrzena pomocí Kolmogorova-Smirnova testu. Pro zjištění rozdílu mezi skupinami byl použit Mann-Whitneyův U test. Pro obě skupiny byl pro porovnání rozdílu parametrů rovnováhy v rámci skupiny použit neparametrický Wilcoxonův test. Statistické charakteristiky jsou zaneseny do tabulek, kde jsou statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) označeny symbolem *.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky k výzkumné otázce V1

Jak velké je zastoupení pacientů udávajících subjektivní poruchy rovnováhy v rámci výzkumného souboru?

Pomocí anamnestického vyšetření bylo zjištěno, že 48 % jedinců s testovaného souboru mělo v posledních 3 měsících subjektivní narušení rovnováhy (zakopávání při chůzi více než třikrát týdně), z toho jeden člověk udal alespoň jeden pád v daném časovém horizontu.



Obrázek 5. Poměr pacientů s a bez subjektivních poruch rovnováhy.

5.2 Výsledky k výzkumné otázce V2

Jak se liší parametry rovnováhy u pacientů, kteří udávali poruchy rovnováhy a u jedinců bez subjektivních poruch rovnováhy?

Při měření rovnováhy před ISWT testem byl zjištěn signifikantní rozdíl v hodnotě mediolaterálního posunu CoP (SD X) u pacientů, kteří subjektivně udávali poruchy rovnováhy a jedinců bez těchto poruch. Tento rozdíl je přítomen při volném stoji (SD X; 59,1 %) i při stoji spojném (SD X; 30,1 %). V ostatních parametrech byly také

naměřeny vyšší hodnoty u skupiny se subjektivními poruchami rovnováhy, nebyly však zjištěny statisticky významné rozdíly (Tabulka 3 a 4).

Tabulka 3. Hodnoty parametrů rovnováhy ve volném stoji před ISWT

Proměnné	CHOPN stabilní	CHOPN nestabilní	p (Mann-Whitney U test)
SD X (cm)	0,22 (0,18-0,29)	0,35 (0,27-0,38)	0,006*
SD Y (cm)	0,52 (0,44-0,58)	0,62 (0,46-0,70)	0,255
Vx (cm.s⁻¹)	0,56 (0,42-0,76)	0,74 (0,68-0,76)	0,148
Vy (cm.s⁻¹)	1,21 (1,06-1,35)	1,37 (1,21-1,99)	0,103
V (cm.s⁻¹)	1,42 (1,32-1,69)	1,71 (1,47-2,26)	0,117

Tabulka 4. Hodnoty parametrů rovnováhy ve stoji spojném před ISWT

Proměnné	CHOPN stabilní	CHOPN nestabilní	p (Mann-Whitney U test)
SD X (cm)	0,42 (0,37-0,48)	0,55 (0,47-0,72)	0,034*
SD Y (cm)	0,77 (0,70-0,79)	0,81 (0,75-0,91)	0,079
Vx (cm.s-1)	1,10 (0,82-1,26)	1,33 (1,05-1,48)	0,069
Vy (cm.s-1)	1,75 (1,52-1,85)	1,93 (1,61-2,58)	0,132
V (cm.s-1)	2,38 (2,00-2,53)	2,70 (2,25-3,48)	0,069

*Vysvětlivky pro tabulku 3 a 4: SD X – posun CoP v mediolaterálním směru; SD Y – posun CoP v anteroposteriorním směru; Vx - rychlost pohybu CoP v mediolaterálním směru; Vy – rychlost pohybu CoP v anteroposteriorním směru; V - celková rychlost pohybu CoP; * $p \leq 0,05$.*

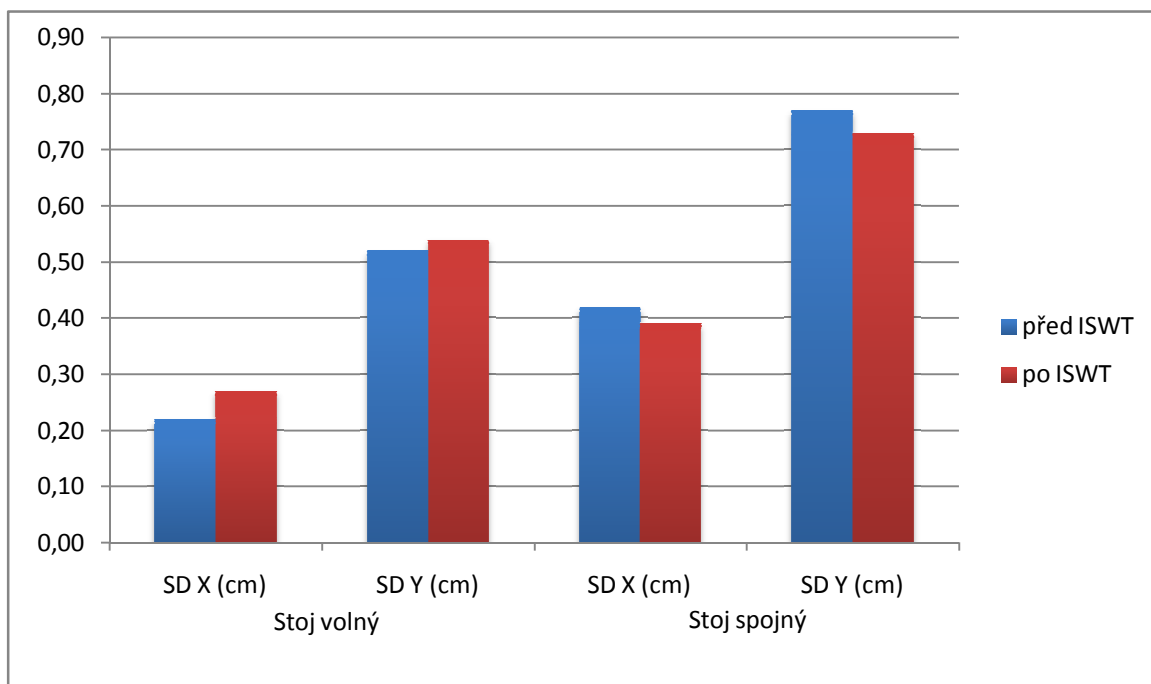
5.3 Výsledky k výzkumné otázce V3

Jak se liší parametry rovnováhy pacientů s CHOPN před a po ISWT testu?

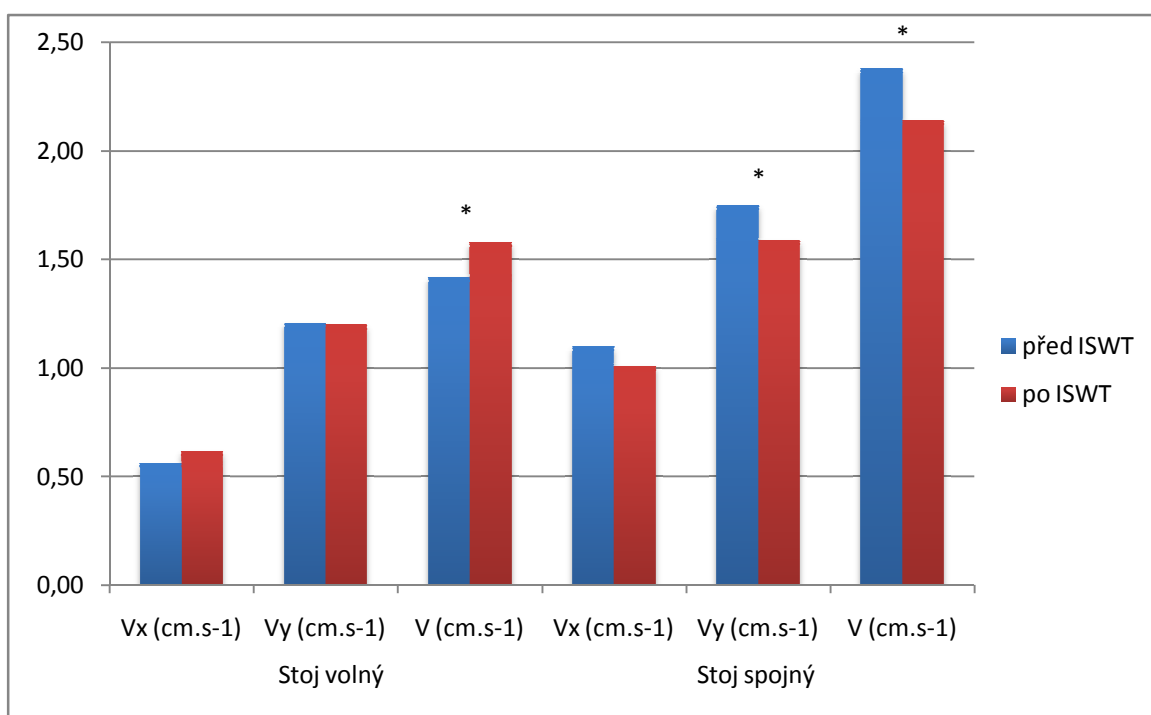
a) Rozdíly v parametrech rovnováhy před a po ISWT v rámci jednotlivých skupin.

U jedinců s CHOPN bez subjektivních poruch rovnováhy byl po absolvování ISWT testu při volném stoji zjištěn signifikantní nárůst celkové rychlosti pohybu CoP (V) o 11,3 %. Nárůst byl zaznamenán i v hodnotách mediolaterálního (SD X; 22,7 %), anteroposteriorního (SD Y; 3,8 %) posunu CoP a rychlosti pohybu CoP v mediolaterálním směru (Vx; 10,7 %). Naopak v hodnotě rychlosti anteroposteriorního pohybu CoP byl zaznamenán nepatrný pokles (Vy; 0,8 %). Změny v těchto parametrech nejsou statisticky významné. Zároveň však došlo k signifikantnímu zúžení opěrné báze o 13,6 %.

Ve stoji spojném byl u stejné skupiny po ISWT testu naopak zaznamenán pokles hodnot všech měřených parametrů rovnováhy. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny v rychlosti pohybu CoP v anteroposteriorním směru a v celkové rychlosti pohybu CoP, kde byl zaznamenán pokles o 26,3 % respektive 10,1 %. K poklesu došlo i v hodnotách mediolaterálního a anteroposteriorního posunu CoP (SD X; 7,1 %, SD Y; 5,2 %) a rychlosti posunu CoP v mediolaterálním směru (Vx; 8,2 %). Tyto změny však nejsou statisticky významné.



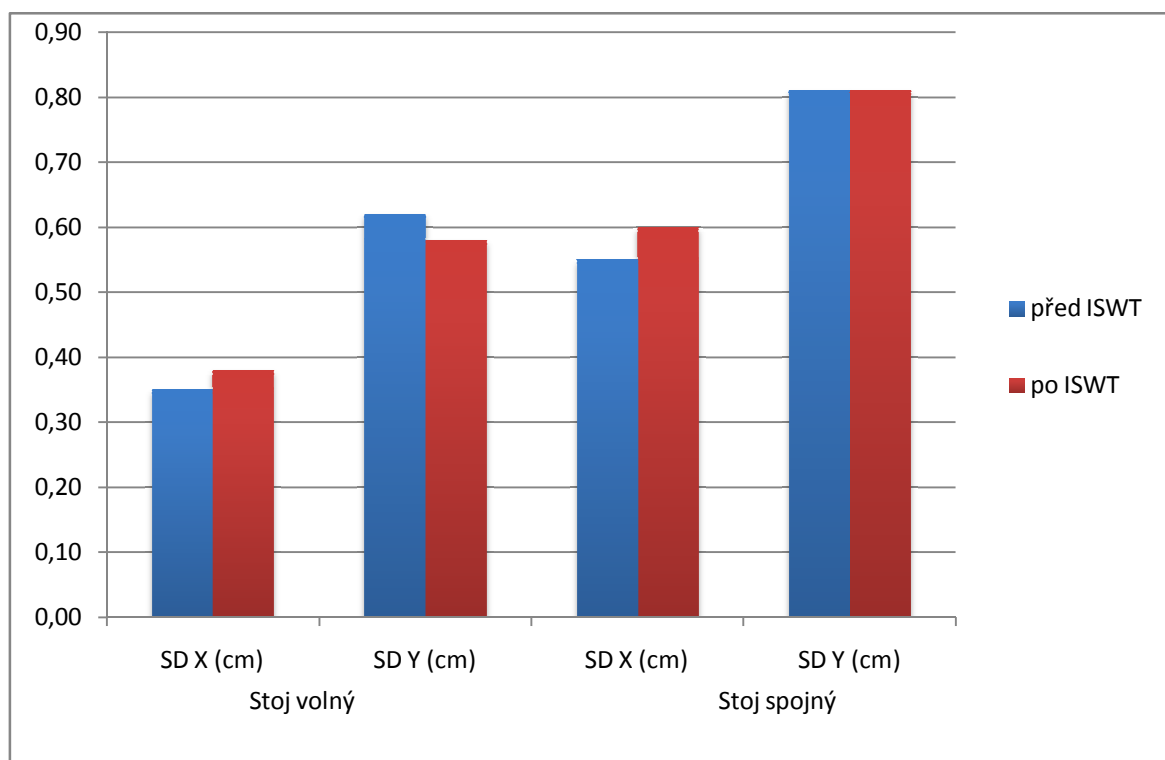
Obrázek 6. Velikost rozsahu pohybu CoP při stoji volném a při stoji spojném u pacientů bez subjektivních poruch rovnováhy



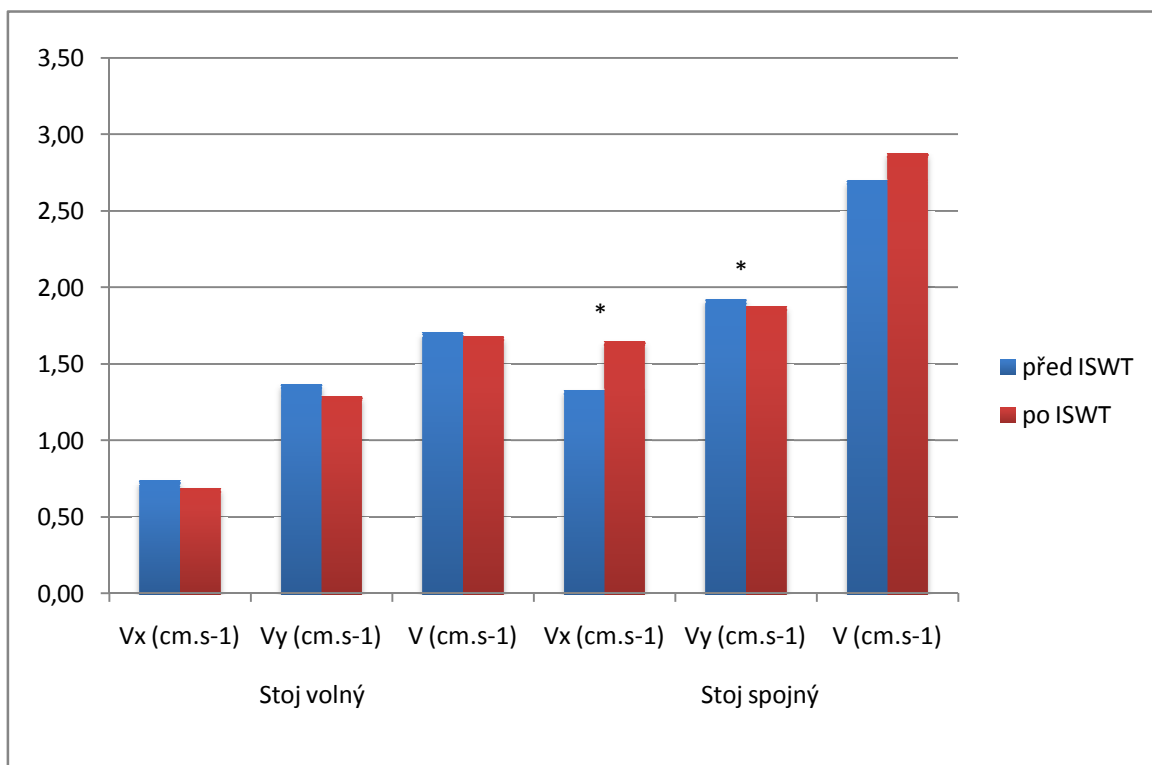
Obrázek 7. Rychlost pohybu CoP při stoji volném a při stoji spojném u pacientů bez subjektivních poruch rovnováhy

U skupiny pacientů udávající zakopávání či pád v posledních třech měsících byl po ISWT testu ve volném stoji zjištěn pokles hodnoty posunu CoP v anteroposteriorním směru (SD Y; 6,5 %), rychlosti pohybu CoP v mediolaterálním i anteroposteriorním směru (Vx; 6,8 %, Vy; 5,8 %) i celkové rychlosti pohybu CoP (V; 1,8 %) a šířky opěrné báze (2,9 %). K nárůstu došlo pouze u hodnoty mediolaterálního posunu CoP (SD X; 8,6 %). Rozdíly v těchto parametrech však nepřekročily hladinu statistické významnosti.

Ve stoji spojném byl po ISWT testu zaznamenán signifikantní nárůst v rychlosti mediolaterálního posunu CoP (Vx) o 24,1 %. Dále byl zjištěn nárůst v hodnotě posunu CoP v mediolaterálním směru (SD X) o 9,1 % a celkové rychlosti pohybu CoP (V) o 6,7 %. Tyto změny však nejsou statisticky významné. V hodnotě rychlosti pohybu CoP v anteroposteriorním směru (Vy) došlo k signifikantnímu poklesu o 2,6 %. Hodnota posunu CoP v anteroposteriorním směru zůstala neměnná.



Obrázek 8. Velikost rozsahu pohybu CoP při stoji volném a při stoji spojném u pacientů se subjektivními poruchami rovnováhy



Obrázek 9. Rychlost pohybu CoP při stoji volném a při stoji spojném u pacientů se subjektivními poruchami rovnováhy

b) Rozdíly v parametrech rovnováhy po ISWT mezi jednotlivými skupinami.

Při volném stoji byl po ISWT testu mezi oběma skupinami zjištěn signifikantní rozdíl ve velikosti mediolaterálního posunu CoP (SD X; 40,7 %). U skupiny se subjektivními poruchami rovnováhy jsou patrné vyšší hodnoty i v ostatních parametrech, rozdíly však nejsou statisticky významné.

Tabulka 5. Hodnoty parametrů rovnováhy ve volném stoji po ISWT

Proměnné FA	CHOPN stabilní	CHOPN nestabilní	p (Mann-Whitney U test)
SD X (cm)	0,27 (0,22-0,33)	0,38 (0,31-0,55)	0,034*
SD Y (cm)	0,54 (0,43-0,64)	0,58 (0,43-0,72)	0,559
Vx (cm.s-1)	0,62 (0,51-0,75)	0,69 (0,55-0,99)	0,255
Vy (cm.s-1)	1,20 (1,13-1,71)	1,29 (1,17-1,79)	0,340
V (cm.s-1)	1,58 (1,37-1,71)	1,68 (1,34-2,22)	0,442

Při stoji spojném, tedy náročnější posturální pozici byl mezi skupinami po ISWT testu zjištěn signifikantní rozdíl v mediolaterálním i anteroposteriorním posunu CoP (SD X; 53,9 %, SD Y; 11 %). Dále byly statisticky významné rozdíly v rychlosti pohybu CoP v mediolaterálním směru (Vx; 63,4 %), anteroposteriorním směru (Vy; 18,2 %) i v celkové rychlosti pohybu CoP (V; 34,6 %).

Tabulka 6. Hodnoty parametrů rovnováhy ve stoji spojném po ISWT

Proměnná FT	CHOPN stabilní	CHOPN nestabilní	p (Mann-Whitney U test)
SD X (cm)	0,39 (0,35-0,46)	0,60 (0,42-0,74)	0,025*
SD Y (cm)	0,73 (0,68-0,76)	0,81 (0,74-0,88)	0,025*
Vx (cm.s-1)	1,01 (0,85-1,33)	1,65 (1,26-1,68)	0,013*
Vy (cm.s-1)	1,59 (1,46-1,77)	1,88 (1,67-2,17)	0,029*
V (cm.s-1)	2,14 (1,93-2,44)	2,88 (2,48-3,08)	0,009*

*Vysvětlivky pro tabulku 5 a 6: SD X – posun CoP v mediolaterálním směru; SD Y – posun CoP v anteroposteriorním směru; Vx - rychlost pohybu CoP v mediolaterálním směru; Vy – rychlost pohybu CoP v anteroposteriorním směru; V - celková rychlost pohybu CoP; * $p \leq 0,05$.*

5.4 Výsledky k výzkumné otázce V4

Jak se liší tělesná zdatnost u pacientů s CHOPN, kteří udávali poruchy rovnováhy a u jedinců bez subjektivních poruch rovnováhy?

U obou skupin pacientů s CHOPN byly výsledné hodnoty ISWT testu sníženy oproti předpokládaným hodnotám normy. Mezi jednotlivými skupinami není statisticky významný rozdíl, u skupiny se subjektivními poruchami rovnováhy je však vzdálenost dosažená v ISWT testu nižší.

Tabulka 7. Výsledné hodnoty ISWT testu a hodnoty normy

	CHOPN stabilní	CHOPN nestabilní	p (Mann-Whitney U test)
ISWT norma (m)	728	668	0,442
ISWD (m)	380 (270-490)	270 (180-470)	0,295
% predicted (ISWT)	54,6	51,9	0,518

Vysvětlivky: ISWT norma – náležitá hodnota normy ISWT, ISWD – výsledná vzdálenost ISWT, % predicted (ISWT) – procento předpokládané hodnoty normy ISWT.

6 DISKUSE

6.1 Diskuse k výzkumné otázce V1

V posledních letech studie prokázaly, že CHOPN je na druhém místě za osteoartrózou jedno s chronických onemocnění s nejvyšší prevalencí pádů. Incidence pádu u CHOPN se podle Janssens et al., 2013 pohybuje mezi 25 % a 46 %.

Výskyt subjektivních poruch rovnováhy byl v našem výzkumu hodnocen v rámci anamnestického vyšetření, kdy byli pacienti dotazováni na četnost výskytu zakopávání či pádů. Z výsledků vyplývá, že 48 % jedinců z testovaného souboru pacientů s CHOPN subjektivně zaznamenalo v posledních třech měsících výskyt poruch rovnováhy v podobě zakopávání, které se vyskytovalo nejméně 3x za týden. Jeden pacient v daném časovém horizontu potvrdil pád.

Tyto výsledky potvrzují zjištění Beauchamp, Hill, Goldstein, Janudis-Ferreira & Brooks (2009), kteří ve své studii hodnotili 39 pacientů s CHOPN. 18 pacientů (46 %) ze zkoumaného souboru udalo alespoň jeden pád v uplynulém roce, z toho 5 nemocných (13 %) nahlásilo dva a více pádů. Výsledky studie Olivieri et al. (2015), která zkoumala 40 pacientů s CHOPN, zjistila prevalenci poruch rovnováhy a pádů 40 %. Poměrně vysoký výskyt pádů potvrzují i Crişan et al. (2015), podle jejichž výsledků zaznamenalo v posledním roce 37,9 % pacientů s CHOPN alespoň jeden pád, z toho 35,3 % jedinců spadlo více než jednou za rok. Výsledky obou těchto studií jsou opět srovnatelné s výsledkem aktuálního výzkumu.

Nižší hodnotu výskytu poruch rovnováhy udává Hellström et al. (2009), kteří zjistili, že výskyt jednoho a více pádů za uplynulý rok zaznamenalo 25 % pacientů z výzkumného souboru pacientů s CHOPN (80 jedinců). Naproti tomu Harrison et al. (2015), kteří ve svém výzkumu hodnotili výskyt poruch rovnováhy v horizontu posledních pěti let udávají, že při vstupním anamnestickém vyšetření 82 % z 19 pacientů potvrdilo, že v posledních pěti letech spadli nebo téměř spadli. Tento výsledek je však pravděpodobně dán delším časovým úsekem, ve kterém byl výskyt pádu zaznamenáván. Délka časového horizontu pro záznam poruch rovnováhy a pádů může ovlivnit výstup vyšetření. Podle výsledků studie Roiga et al. (2011b), vykazují pacienti s CHOPN průměrně 1,2 pádů za rok. V naší studii jsme zvolili tři měsíční časový horizont jako dostatečný z důvodu reliability získávaných údajů. Pro přesné vyhodnocení výskytu

poruch rovnováhy u jedinců s CHOPN v delším časovém horizontu je nutné cílené dlouhodobé sledování a zaznamenávání subjektivních poruch rovnováhy v rámci pravidelných lékařských kontrol.

Dalším faktorem, který ovlivňuje výskyt poruch rovnováhy u pacientů s CHOPN je vyšší věk. Pacienti ve skupině se subjektivními poruchami rovnováhy byli v průměru o 3,5 roku starší než jedinci bez poruch rovnováhy, kde průměrný věk byl 68 let (Tabulka 3). Tento nálezn potvrzují také výsledky studie Harrisona et al., (2015), kde byl průměrný věk pacientů s CHOPN s poruchami rovnováhy 73 let a studie Hellström et al. (2009) kde bylo ve skupině pacientů, kteří potvrdili pád, 60 % jedinců starších než 65 let.

6.2 Diskuse k výzkumné otázce V2

Příčinou zhoršení posturální stability a častého výskytu poruch rovnováhy a pádů u pacientů s CHOPN bývá často zhoršená dynamika trupu, dušnost, hypoxemie, malnutrice, deprese, zhoršení kognitivních funkcí, svalová slabost, negativní účinky farmak nebo snížená fyzická aktivita. Důležitou roli hrají i faktory zevního prostředí (Crişan et al., 2015; Hodges, 2013; Tudorache, 2015).

Řada studií potvrdila, že už výskyt alespoň jednoho předchozího pádu se stává samostatným rizikovým faktorem, který vede k obavám ze ztráty rovnováhy a dalšího pádu. I pády, které přímo nevedou k vážnějšímu poranění, však mají za následek strach z dalších pádů, jehož důsledkem je nedostatek sebedůvěry při pohybu. Pacienti se více vyhýbají pohybovým aktivitám, což vede k dalšímu prohloubení inaktivity a zhoršení funkční kapacity nemocných (Crişan et al., 2015; Hellström, et al., 2009; Roig et al., 2011b).

V rámci této práce byly proto hodnoceny rozdíly v parametrech rovnováhy mezi skupinou pacientů, kteří zaznamenávali subjektivní poruchy rovnováhy a skupinou bez potíží s rovnováhou. Hodnoceny byly výsledky prvního (vstupního) posturografického vyšetření, které nebylo ovlivněno zátěžovým ISWT testem.

Z výsledků měření jsou patrné vyšší hodnoty všech sledovaných parametrů rovnováhy, tedy velikosti posunu a rychlosti pohybu CoP v mediolaterálním a anteroposteriorním směru u skupiny pacientů s poruchami rovnováhy. Statisticky významné rozdíly pak byly zaznamenány v hodnotách posunu CoP v mediolaterálním

směru. Tento rozdíl byl patrný jak při vyšetření méně posturálně náročného volného stoje, tak v posturálně náročnější situaci, při stoji o zúžené bázi.

Podobných výsledků dosáhli ve svém výzkumu Beauchamp et al. (2009), kteří využili pro hodnocení rovnováhy u 39 pacientů s CHOPN klinické testy Berg Balance Scale (BBS), Timed Up And Go Test (TUG) a Activity-specific Balance Confidence scale (ABC), které hodnotí funkční stabilitu. Výsledky potvrdily horší skóre úrovně funkční stability u pacientů, kteří v předchozím roce zaznamenali jeden a více pádů, ve srovnání s jedinci, kteří pády v minulosti neudávali. Signifikantní rozdíly mezi pacienty s pádem v anamnéze a bez pádu byly vyhodnoceny v BBS, TUG testu i v hodnotě ABC.

Výrazně horší výsledky vyšetření rovnováhy u pacientů s poruchami rovnováhy a pády v anamnéze mohou být dány právě obavami z dalšího pádu a případného zranění. Hellström, et al. (2009) ve své studii, ve které zkoumali výskyt strachu z pádů, úzkosti a deprese pomocí dotazníků u souboru 80 pacientů s CHOPN zaznamenali, že z 20 jedinců, kteří udávali výskyt jednoho a více pádů za uplynulý rok, 45 % potvrdilo strach z dalšího pádu. Polovina pacientů s jedním nebo více pády v anamnéze pak potvrdila, že se kvůli strachu z dalších pádů vyhýbají některým aktivitám.

Psychický stav má prokazatelně významný vliv na posturální stabilitu a ovlivňuje výběr adekvátní strategie pro udržení rovnováhy. V situaci zvýšené psychické tenze (strach z pádu, úzkostné stavy), dochází k celkovému zvýšení svalového napětí a tím zhoršení potřebné koordinace (Vařeka, 2002b; Smith, Chang & Hodges, 2015).

V rámci anamnestického vyšetření pacientů s CHOPN se tedy jeví hodnocení subjektivních poruch rovnováhy a výskytu pádů jako velmi cenné. Mělo by být vyšetřeno, zda a jak často pacienti mívají pocit nestability nebo zda zakopávají při chůzi. Dále pak jestli utrpěli v poslední době pád, popřípadě kolik a jestli tato skutečnost vedla k rozvoji obavy z dalšího pádu nebo jestli strach z pádu přímo brání provádění některých aktivit.

6.3 Diskuse k výzkumné otázce V3

Podle Changa et al. (2008) zvýšená fyzická aktivita submaximální intenzity u pacientů s CHOPN negativně ovlivňuje schopnost udržení posturální stability. Autoři udávají, že zhoršení stability po fyzické zátěži je způsobeno snížením síly a vytrvalosti periferního svalstva současně s vyššími ventilačními nároky.

Vyšší respirační nároky u pacientů s CHOPN tedy vedou k většímu zapojení trupových svalů při dýchání na úkor jejich funkce v rámci trupové stability. Zejména jedinci s výrazným oslabením nádechových svalů, vykazují větší zapojení kotníkové posturální strategie, což může vést ke zhoršení posturálních parametrů a následně ke zvýšení rizika pádu (Janssens et al., 2013).

V našem výzkumu jsme hodnotili vliv zátěžového testu Incremental shuttle walk test na vybrané parametry rovnováhy u dvou skupin pacientů s těžkým stupněm CHOPN. Pacienti byli ihned po absolvování zátěžového testu vyšetřeni na tenzometrických plošinách a to ve stoji o normální bázi a ve stoji spojném.

Prvním předmětem hodnocení byly rozdíly v parametrech rovnováhy v rámci jednotlivých skupin. U jedinců s CHOPN, kteří v anamnéze neudávali poruchy rovnováhy, byl ve volném stoji po zdolání ISWT testu zjištěn signifikantní nárůst celkové rychlosti pohybu CoP o 11,3 %. Změny v dalších parametrech rovnováhy nebyly statisticky významné, avšak patrné bylo zhoršení hodnot mediolaterální stability (SD X o 22,7 %; Vx o 10,7 %) i anteroposteriorní stability (SD Y o 3,8 %; Vy o 0,8 %).

Zároveň bylo u pacientů, kteří v anamnéze neudávali poruchy rovnováhy, vyhodnoceno signifikantní zúžení opěrné báze o 13,6 % oproti měřením před zátěžovým testem. Předpokládali jsme, že po zátěžovém testu dojde ke zhoršení parametrů rovnováhy a pacienti tedy zvolí stoj o širší bázi než při měření před zátěžovým testem. Jedinci bez subjektivních poruch rovnováhy však paradoxně opěrnou bázi zúžili, čímž došlo k dalšímu zhoršení parametrů rovnováhy. Tato změna může být dána tím, že pacienti již měli předchozí zkušenost se stojem na tenzometrických plošinách z úvodního vyšetření rovnováhy a mohli tedy cíleně zvolit stoj o užší bázi.

U pacientů s poruchami rovnováhy došlo po ISWT testu ve volném stoji k nepatrnému poklesu hodnot rychlosti posunu CoP v mediolaterálním i anteroposteriorním směru (Vx o 6,8; Vy o 5,8 %) i celkové rychlosti pohybu CoP o 1,8 %. Došlo však ke zvětšení velikosti mediolaterálního posunu CoP o 8,6%. U této skupiny pacientů bylo naopak zaznamenáno rozšíření opěrné báze o 2,9 %, které koresponduje se snížením rychlosti pohybu CoP.

Ve stoji spojném byl u jedinců bez poruch rovnováhy zjištěn signifikantní pokles rychlosti pohybu CoP v anteroposteriorním směru o 26,3 % a celkové rychlosti pohybu CoP o 10,1 %. Není však jasné, zda snížení rychlosti pohybu CoP svědčí o zlepšení

posturální stability, nebo pouze o naopak za zpomalení reakce CoP na externí perturbace. Vzhledem k faktu, že tyto hodnoty byly měřeny po zátěžovém chodeckém testu a při úzké stojné bázi, tedy při náročnějších posturálních podmínkách se zdá být snížení rychlosti pohybu CoP jako důkaz zlepšení rovnováhy velmi nepravděpodobné.

U pacientů s poruchami rovnováhy ve stojí spojné naopak došlo k signifikantnímu nárůstu rychlosti mediolaterálního pohybu CoP o 24,1 %. Ke zvýšení došlo i ve velikosti posunu CoP v mediolaterálním směru (o 9,1 %) a celkové rychlosti pohybu CoP (o 6,7 %). K další signifikantní změně došlo v hodnotě rychlosti anteromediálního pohybu CoP, kde došlo k poklesu o 2,6 %.

Z těchto výsledků vyplývá, že rovnováha u pacientů s CHOPN je narušena především v mediolaterálním směru a toto zhoršení se po fyzické zátěži dále prohlubuje. Mediolaterální rovnováha je vázána na pohyby v kyčelních kloubech a pohyby trupu. V případě, že u CHOPN je při vyšších respiračních nárocích narušena posturální aktivita trupových svalů, jejich schopnost účastnit se udržení posturální stability je omezena. Vlivem fyzické zátěže a náročnějších posturálních podmínek na posturální stabilitu u pacientů s CHOPN se ve svých výzkumech zabývali i Smith, Chang, Seale, Walsh, & Hodges (2010) a Smith, Chang & Hodges (2015). Autoři v rámci studií hodnotili reakci CoP po rychlých pohybech horních končetin a po cvičení na ručním ergometru. Smith et al. (2010) zjistili, že jedinci s CHOPN vykazují po cvičení horních končetin větší pohyb CoP v mediolaterálním směru v klidném stojí i ve ztížených podmínkách (stoj na měkké podložce, stoj se zavřenýma očima), zatímco u kontrolní skupiny zůstaly hodnoty pohybu CoP v mediolaterálním směru nezměněny.

Studie Smith et al. (2010) ukazuje, že rovnováha u pacientů s CHOPN je narušena v mediolaterálním směru více, než v anteroposteriorním směru. Mediolaterální stabilita je více závislá na pohybech trupu z důvodu nízké efektivity mediolaterální stabilizace v oblasti hlezenních kloubů. Hlezenní strategie, při které dochází k antero-posteriorním pohybům těla je využívána zejména pro vyrovnání drobných vychylek při stojí na pevném povrchu pomocí aktivity plantárních a částečně dorzálních flexorů hlezenního kloubu (Horak, 2006; Vařeka, 2002a).

Rovnováhu podle Smith et al. (2015) negativně ovlivňuje nutnost trupových svalů účastnit se zároveň posturální stabilizace a dýchacích pohybů. Hodnotili aktivaci trupových svalů, konkrétně m. obliquus internus/externus abdominis, m. rectus abdominis

a m. erector spinae pomocí povrchového EMG. U těžších případů CHOPN byla současně zaznamenána vyšší EMG aktivita m. obliquus externus abdominis a m. rectus abdominis. Při ztížených balančních podmínkách došlo ke zvětšení rozsahu pohybu CoP v mediolaterálním i anteroposteriorním směru. Po zatížení v podobě cvičení horních končetin, které vyvolalo u pacientů lehkou až středně těžkou dušnost, došlo opět ke zvětšení rozsahu pohybu CoP v mediolaterálním směru při všech testovaných podmínkách. Parametry kontrolní skupiny byly cvičením horních končetin ovlivněny minimálně. Dušnost zaznamenaná po cvičení horními končetinami je srovnatelná s úrovní dušnosti, kterou pacienti s těžkým stupněm CHOPN udávají při každodenních aktivitách, jako je chůze, oblékání ne osobní hygiena. Je tedy pravděpodobné, že i běžné každodenní aktivity mohou narušit rovnováhu, zejména mediolaterální stabilitu, což vede ke zvýšenému riziku pádu.

Negativní vliv fyzické zátěže na posturální stabilitu potvrzuje i Chang, Seale, Walsh & Brauer (2008), kteří hodnotili vliv 6MWT na výskyt poruch rovnováhy u 19 pacientů s CHOPN. Autoři hodnotili (TUG) test a step-up test, dále pak 30s volný stoj s otevřenýma a zavřenýma očima a stoj o zúžené bázi. Největší vliv měla předchozí tělesná zátěž na výsledky stoje o zúžené bázi se zavřenýma očima, kdy byly zaznamenány větší hodnoty výchylek trupu (o 74,1mm), zejména v mediolaterálním směru (o 20,8mm). Na ostatní měřené parametry však neměla fyzická zátěž významnější vliv.

Zhoršení stability zejména v mediolaterálním směru, které je přítomné jak v klidu, tak při výskytu dušnosti běžně zažívané při každodenních aktivitách u jedinců s CHOPN potvrzují i Janssens et al. (2013). Vyšší respirační nároky u pacientů s CHOPN tedy vedou k většímu zapojení trupových svalů při dýchání, na úkor jejich funkce v rámci trupové stability. Zejména jedinci s výrazným oslabením nádechových svalů, vykazují větší zapojení kotníkové posturální strategie, což může vést ke zhoršení posturálních parametrů a následně ke zvýšení rizika pádu.

Jako příčinu autoři Crişan et al. (2015) udávají svalovou únavu danou kombinací větší zátěže a kyslíkových nároků dýchacích svalů u CHOPN a zhoršeného žilního návratu se zhoršenou dodávkou kyslíku do svalů končetin. Výsledky studie Smith, et al. (2015) poukazují na pravděpodobnost, že u jedinců s CHOPN může být příčinou poruch rovnováhy konflikt mezi dechovou a posturální funkcí dýchacích svalů, zejména během

aktivit vyžadujících pohyby horních končetin, tedy i každodenní aktivity jako je sebeobsluha nebo chůze.

Výsledky hodnocení rozdílů mezi pacienty s výskytem poruch rovnováhy a pacienty bez těchto obtíží vykazují zhoršení všech měřených parametrů rovnováhy u obou skupin jak ve stoji spojném, tak ve volném stoji. Ve volném stoji však byl u skupiny pacientů s poruchami rovnováhy zaznamenán signifikantně horší výsledek v hodnotě mediolaterálního posunu CoP (o 40,7 %). Ve stoji spojném, který vyžaduje vyšší nároky na řízení rovnováhy, bylo patrné zhoršení všech parametrů rovnováhy u skupiny pacientů s poruchami rovnováhy a tím k prohloubení rozdílu mezi skupinami. Statisticky významné rozdíly byly vyhodnoceny ve velikosti medilaterálního i anteroposteriorního posunu CoP a to o 53,9 % respektive 11 %, dále pak v hodnotách rychlosti pohybu CoP v anteromediálním a anteroposteriorním směru (Vx o 63,4 %; Vy o 18,2 %) i v celkové rychlosti pohybu CoP (V o 34,6 %). Tyto výsledky dále potvrzující větší výskyt poruch rovnováhy u jedinců s CHOPN, kteří zaznamenali narušení rovnováhy či pád již v minulosti.

6.4 Diskuse k výzkumné otázce V4

Vlivem působení plicních i mimoplicních projevů u CHOPN dochází u pacientů k závažnému omezení zátěžové kapacity. Zhoršená tolerance fyzické zátěže má významný vliv i na výskyt poruch rovnováhy (Smith et al., 2010; Chang et al., 2008). Tento fakt potvrzují výsledky studie Beauchampa et al. (2009), kde pacienti, kteří udávali poruchy rovnováhy, vykazovali vyšší výskyt dušnosti a horší výsledky 6MWT. Jedinci s poruchami rovnováhy dosáhli v průměru o 49m horší hodnoty 6MWD ve srovnání s pacienty bez poruch rovnováhy.

Výsledky našeho výzkumu, kde byl hodnocen zátěžový ISWT test toto potvrzují. Obě skupiny pacientů v testu nedosáhly na 100 % náležité hodnoty normy, skupina bez poruch rovnováhy dosáhla 54,6 % normy. Skupina se subjektivními poruchami rovnováhy pak 51,9 % náležité hodnoty normy. Rozdíly mezi skupinami nebyly statisticky významné, je však patrný horší výsledek u skupiny pacientů s poruchami rovnováhy v anamnéze.

Poruchy rovnováhy jsou závažným faktorem ovlivňujícím morbiditu a mortalitu pacientů s CHOPN. Strach z pádu a samotné pády jsou úzce spojené a vzájemně se ovlivňují a následně vedou ke zhoršování celkového funkčního stavu pacienta.

Nedávné studie potvrzují efektivitu balančního cvičení v rámci komplexního rehabilitačního programu na zlepšení posturální stability u pacientů se středním a těžkým stupněm CHOPN. Studie Mkacher, Mekki, Tabka & Trabelsi (2015a, 2015b) zkoumala vliv šestiměsíčního balančního tréninku, který byl zahrnut v rámci programu plicní rehabilitace na rovnováhu a toleranci fyzické zátěže. Balanční trénink probíhal třikrát týdně po dobu 24 týdnů. Cvičení měla charakter nácviku stoje o různé bázi, přesunů z místa na místo, chůze a funkčního posilování. Vyšetření rovnováhy bylo prováděno pomocí jednoduchých klinických testů: Timed u pand go (TUG) test, Berg balance scale, Activities specific balance scale (BEST) a stoj na jedné noze.

Studie potvrzuje, že po absolvování rehabilitačního programu došlo ke zlepšení výsledných hodnot všech provedených vyšetření rovnováhy. Dále dle výsledků studie došlo ke zlepšení výsledku 6MWT a redukci dušnosti během testu. Zahrnutí balančního tréninku tedy signifikantně zlepšuje úroveň posturální stability a toleranci fyzické zátěže ve srovnání s rehabilitačním programem bez tréninku rovnováhy. Zároveň má pozitivní vliv na celkovou kvalitu života nemocných i na výskyt depresí a úzkostí (Mkacher, Mekki, Chaieb, Tabka & Trabelsi, 2015a).

V rámci rehabilitačního programu pro pacienty s CHOPN, bývá většinou cíleno především na aerobní trénink. Kombinace pohybové aktivity běžně využívané v rámci programů plicní rehabilitace a balančního tréninku byla zatím předmětem výzkumu pouze malého počtu studií a v klinické praxi se stále i přes vzrůstající důkazy o efektivitě terapie poruch rovnováhy příliš neaplikuje. Poruchy rovnováhy u CHOPN je však nutné brát v úvahu. Český doporučený postup plicní rehabilitace doporučuje trénink rovnováhy jako součást rehabilitačního programu, ve světovém doporučeném postupu pro léčbu CHOPN však balanční trénink stále zahrnut není (Neumannová, Zatloukal & Koblížek, 2014).

6.5 Diskuse k limitům práce

Za určitý limitující faktor považuji poměrně malý výzkumný soubor a nerovnoměrné zastoupení mužů a žen v souboru. Prevalence onemocnění je podle Kašáka (2013) vyšší u mužů, někteří autoři však popisují větší prevalenci poruch rovnováhy a pádů u žen než u mužů (Hellström et al., 2009; Roig et al., 2011b). Je tedy

vhodné v rámci dalších studií rozšířit výzkumný soubor s rovnoměrnějším zastoupením obou pohlaví. Dalším omezením může být anamnestické vyšetření rovnováhy, kde jsme zvolili oproti jiným autorům poměrně krátký časový úsek. Pacienti byli dotazováni, zda zaznamenali subjektivní poruchy rovnováhy v posledních třech měsících. Většina autorů pro toto vyšetření použila rozmezí alespoň jednoho roku (Beauchamp et al, 2009; Crişan et al, 2015; Hellström et al., 2009; Roig et al. 2011b).

7 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit výskyt poruch rovnováhy a vliv fyzické zátěže na vybrané parametry posturální stability u pacientů s těžkým stupněm CHOPN. Naše výsledky korespondují s nálezy řady zahraničních studií a potvrzují u jedinců s CHOPN vysoký výskyt poruch rovnováhy spojených se zvýšeným rizikem pádů. Z výsledků zároveň vyplývá, že jedinci, kteří subjektivně vnímají poruchy rovnováhy v podobě nestability při chůzi či zakopávání nebo přímo utrpěli pád, vykazovali signifikantně větší hodnoty velikosti mediolaterálního posunu CoP vůči skupině pacientů, kteří poruchami rovnováhy netrpí. Výsledky vyšetření rovnováhy po zátěžovém chodeckém testu prokazují u pacientů s poruchami rovnováhy další výrazné zvýšení hodnoty velikosti mediolaterálního posunu CoP i ostatních hodnocených parametrů rovnováhy. Tyto změny byly dále zvýrazněny ve stoji o úzké bázi. U pacientů, kteří subjektivní poruchy rovnováhy neudávali, došlo ke zhoršení parametrů rovnováhy pouze ve volném stoji. Ve stoji o zúžené bázi došlo paradoxně ke zlepšení hodnot všech měřených parametrů. Pacienti se subjektivními poruchami rovnováhy dále dosáhli horšího výsledku v ISWT testu, než jedinci bez poruch stability, což dokazuje souvislost mezi výskytem poruch rovnováhy a úrovní fyzické kondice.

Z výsledků vyplývá, že pacienti s CHOPN, kteří v minulosti zaznamenali subjektivní poruchy rovnováhy nebo pád mají objektivně horší posturální stabilitu než jedinci bez poruch rovnováhy. Tento fakt je pravděpodobně dán zejména přítomností obavy z pádu a případného poranění, která je podle řady zahraničních studií samostatným rizikovým faktorem pro výskyt pádů u nemocných s CHOPN. Vyšetření výskytu poruch rovnováhy ve smyslu nestability při stoji či chůzi, zakopávání nebo pádů by mělo být součástí každého pacienta v rámci programu plicní rehabilitace. Dále výsledky u jedinců s CHOPN prokazují zvýšený výskyt poruch rovnováhy, které se dále zvýrazňují po fyzické zátěži. Je tedy vhodné do rehabilitačních programů jedinců s CHOPN vedle pohybového tréninku zařadit i balanční cvičení.

8 SOUHRN

Cílem práce bylo zhodnotit vliv fyzické zátěže na výskyt poruch rovnováhy u pacientů s CHOPN. Teoretická část práce je zaměřena na shrnutí základní charakteristiky onemocnění, jejích plicních i mimoplicních projevů s důrazem na posturální stabilitu a možnosti diagnostiky a terapie onemocnění. Dále se zabývá mechanismy řízení posturální stability a faktory, které ji ovlivňují. Ve výzkumné části je podrobně popsána metodika výzkumu a zpracování dat, dále jsou prezentovány výsledky měření u pacientů s CHOPN se subjektivními poruchami rovnováhy a jedinci bez poruch stability.

Výzkumu se zúčastnilo 23 pacientů v těžkém stadiu CHOPN (16 mužů, 7 žen). Pacienti byli na základě anamnestického vyšetření rozděleni na skupinu se subjektivními poruchami rovnováhy a bez poruch rovnováhy. Všichni pacienti absolvovali dvě posturografická vyšetření na tenzometrických plošinách Kistler, mezi kterými byl proveden zátěžový ISWT test. Hodnoceny byly parametry posunu CoP v mediolaterálním a anteroposteriorním směru (SD X, SD Y), rychlost pohybu CoP v mediolaterálním anteroposteriorním směru (V_x , V_y) a celková rychlost pohybu CoP (V).

Výsledky potvrzují u jedinců s CHOPN vysoký výskyt poruch rovnováhy spojených se zvýšeným rizikem pádů. Z výsledků zároveň vyplývá, že jedinci, kteří subjektivně vnímají poruchy rovnováhy, vykazovali horší parametry rovnováhy než pacienti, kteří poruchami rovnováhy netrpí. Výsledky vyšetření rovnováhy po zátěžovém chodeckém testu prokazují u pacientů s poruchami rovnováhy další zhoršení parametrů rovnováhy, které byly dále zvýrazněny ve stoji o úzké bázi. U pacientů, kteří poruchy rovnováhy neudávali, došlo ke zhoršení pouze ve volném stoji. Pacienti se subjektivními poruchami rovnováhy také dle výsledků ISWT testu vykazovali horší fyzickou kondici.

Výsledky práce svědčí o vysokém výskytu poruch rovnováhy a pádů, zejména u pacientů, kteří už v minulosti určité poruchy rovnováhy vnímali. Toto zhoršení je dále prohloubeno po fyzické zátěži. V rámci vyšetření pacientů s CHOPN by tedy vždy měl být hodnocen výskyt a četnost poruch rovnováhy a zároveň by do rehabilitačního programu vedle pohybového tréninku mělo být zařazeno i balanční cvičení.

9 SUMMARY

The aim of the work was to evaluate the effect of physical strain on the occurrence of balance disorders with patients with COPD. The theoretical part of the work is focused on the summary of the basic disease characteristics, its pulmonary and extrapulmonary manifestation with emphasis on postural stability and the possibilities of diagnostics and the disease therapy. Further, it deals with the mechanisms of postural stability control and the factors which affect it. In the research part the methodology of the research and the data processing are described in details, next the results of measuring the COPD patients with subjective balance disorders are presented and individuals without stability disorders.

23 patients in severe stadium of COPD participated in the research (16 men, 7 women). On the basis of anamnestic examination the patients were divided into a group with subjective balance disorders and without balance disorders. All patients completed two posturographic examinations on Kistler strain gauge platforms between which an ISWT test was carried out. The parameters of the CoP shift in mediolateral and anteroposterior direction ($SD X$, $SD Y$), the speed of CoP shift in mediolateral anteroposterior direction (V_x , V_y) and the total speed of CoP shift (V) were evaluated.

The results confirm high occurrence of balance disorders joined with increased risk of falls with individuals with COPD. The results also show that the individuals who subjectively perceive balance disorders showed worse balance parameters than the patients who do not suffer from balance disorders. The results of balance examination after a strain walking test show further aggravation of balance parameters which were even more distinct in a narrow basic position with patients with balance disorders. With patients who did not state balance disorders, there was aggravation only in free position. The patients with subjective balance disorders also showed worse physical condition according to the ISWT test results.

The results of the work agree with the high occurrence of balance disorders and falls, especially with the patients who already perceived certain balance disorders in the past. This aggravation is further deepened after physical strain. Within the examination of COPD patients the occurrence and number of balance disorders should always be evaluated and balance exercise should also become a part of rehabilitation programme.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Beauchamp, M. K., Brooks, D., & Goldstein, R. S. (2010). Deficits in postural control in individuals with COPD-emerging evidence for an important secondary impairment. *Respiratory Medicine*, 5(6), 417-421.
- Beauchamp, M. K., Hill, K., Goldstein, R. S., Janaudis-Ferreira & Brooks, D. (2009). Impairments in balance discriminate fallers from non-fallers in COPD. *Respiratory Medicine*, 103, 1885-1981.
- Celli, B. R., Connors, G. L., Hodgkin J. E. (2009). *Pulmonary rehabilitation: Guidelines to Succes*. St. Louis (Missouri): Mosby Elsevier.
- Corhay, J.-L., Dang, D. N., Van Cauwenberge, H., & Louis, R. (2014). Pulmonary rehabilitation and COPD: providing patients a good environment for optimizing therapy. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 9, 27–39.
- Crișan, A. F., Oancea, C., Timar, B., Fira-Mladinescu, O. & Tudorache, V. (2015). Balance impairment in patients with COPD. *PLoS ONE*, 10(3), 1-11.
- Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease. (2015). *Global Strategy for Diagnosis, Management, and Prevention of COPD*. Retrieved from: <http://www.goldcopd.org/guidelines-global-strategy-for-diagnosis-management.html>.
- Harrison, S. L., Beauchamp, M. K., Sibley, K., Araujo, T., Romano, J., Goldstein, R. S. & Brooks, D. (2015). Minimizing the evidence-practise gap – a prospective cohort study incorporating balance training into pulmonary rehabilitation for individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Pulmonary Medicine*, 15(73), 1-10.
- Hellström, K., Vahlberg, B., Urell, Ch. & Emtner, M. (2009). Fear of falling, fall-related self efficacy, anxiety and depression in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinical Rehabilitation*, 23, 1136-1144.
- Hodges, P. W. (2013). Equilibrium, balance and increased risk of falls related to COPD. *COPD a Comorbidity*, 45-48.

- Hodges, P. W., & Gandevia, S. C. (2000). Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of Physiology*, 522 (1), 165-175.
- Hodson, M., & Sherrington, R. (2014). Treating patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nursing Standard*. 29(9), 50-58.
- Holland, A. E., Spruit, M. A., Troosters, T., Puhan, M. A., Pepin, V., Saey, D., McCormack, M. C., Carlin, B. W., Sciurba, F. C., Pitta, F., Wanger, j., MacIntyre, N., Kaminski, D. A., Culver, B. H., Revill, S. M., Hernandez, N. A., Adrianopoulos, V., Camillo, C. A., Mitchell, K. E., Lee, A. L., Hill, C. J. & Singh, S. J. (2014). An official European respiratory society / American thoracic society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European respiratory journal*, 44, 1428-1446.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*, 35 (2), 7-11.
- Chang, A., T., Seale, H., Walsh, J. & Brauer, S., G. (2008). Static balance is affected following an exercise task in chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 28(2), 142-145.
- Janda, V., Vávrová, M. (1992). Senzomotorická stimulace. Základy metodiky proprioceptivního cvičení. *Rehabilitácia.*, 25 (3), 14 - 34.
- Janssens, L., Brumagne, S., McConneli, A., K., Claeys, K., Pijnenburg, M., Burtin, Ch., Janssens, W., Decramer & M., Troosters, T. (2013). Proprioceptive changes impair balance control in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Plos one*: 8(3), 1 – 8.
- Kašák, V. (2006). *Chronická obstrukční plicní nemoc*. Praha: Maxdorf.
- Kašák, V. (2013). CHOPN v České republice v roce 2013. *Postgraduální medicína*
Retrieved from: <http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/chopn-v-ceske-republice-vroce-2013-469569>
- Kobližek, V. et al. (2013). *CHOPN. Doporučený postup ČPFS pro diagnostiku a léčbu chronické obstrukční plicní nemoci*. Praha: Maxdorf.
- Kolář, P. et al. (2012). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.

- Mkacher, W., Mekki, M., Chaieb, F., Tabka, Z. & Trabelsi, Y. (2015a). Balance training in pulmonary rehabilitation. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 35, 278-285.
- Mkacher, W., Mekki, M., Tabka, Z. & Trabelsi, Y. (2015b). Effect of 6 months of balance training during pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 35, 207-213.
- Máček, M., & Radvanský, J., et al. (2011). Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivit. Praha: Galén.
- Musil, J. (2012). Systémové projevy a komorbidity u chronické obstrukční plicní nemoci – nové možnosti léčby. *Interní medicína pro praxi*, 14(3), 111-115.
- Míková, M., Bastlová, P. & Tomsová, J. (2014). *Posturografie*. Retrieved 14. 3. 2015 from the World Wide Web: http://krtvl.upol.cz/prilohy/36_1133722061.pdf.
- Neumannová, K., Kolek, V. at al. (2012). *Astma bronchiale a chronická obstrukční plicní nemoc*. Praha: Mladá fronta.
- Neumannová, K., Svoboda, Z., Kováčiková, Z., Zatloukal, J., Procházková, M. & Janura, M. (2014). Možnosti využití zátěžového terénního chodeckého testu Incremental Shuttle Walk Test v rehabilitační praxi a klinickém výzkumu u nemocných s respirační dysfunkcí. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 21(4), 194-198.
- Neumannová, K., Zatloukal, J., & Koblížek, V. (2014). *Doporučený postup plicní rehabilitace*. Retrieved 19. 10. 2015 from the World Wide Web: <http://www.pneumologie.cz/guidelines/>.
- Oliviera, C. C., Lee, A. L., McGinley, J., Thompson, M., Irving, L. B., Anderson, G, P., Clark, R. A., Clarke & S., Denehy, L. (2015). Falls by individuals with chronic obstructive pulmonary disease: A preliminary 12-month prospective cohort study. *Respirology*, 20, 1096-1101.
- Opavský, J. (2005). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Richards. J. (2008). *Bio mechanics in clinic and research*. Elsevier

- Roig, M., Eng, J. J., MacIntyre, D. L., Road, J. D., FitzGerald, J. M., Burns, J. & Reid, W. D. (2011b). Falls in people with chronic obstructive pulmonary disease: An observational cohort study. *Respiratory Medicine*, *105*, 461-469.
- Roig, M., Eng, J. J., MacIntyre, D. L., Road, J. D., Reid, W. D. (2011a). Postural control is impaired in people with COPD: An observational study. *Physiotherapy Canada*, *63*(4), 423-431.
- Smith, M. D., Chang, A. T., & Hodges, P. W. (2015). Balance recovery is compromised and trunk muscle activity is increased in chronic obstructive pulmonary disease. *Gait & Posture*, 1-7.
- Smith, M. D., Chang, A. T., Seale, H. E., Walsh, J. R., & Hodges, P. W. (2010). Balance is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Gait & Posture*, *31*(4), 456-460.
- Tudorache, E., Oancea, C., Avram, C., Fira-Mladinescu, O., Petrescu, L. & Timar, B. (2015). Balance impairment and systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease. *International journal of COPD*, *10*, 1847-1852.
- Vařeka, I. (2002a). Posturální stabilita (I. část). Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, *4*, 115-121.
- Vařeka, I. (2002b). Posturální stabilita (II. část). Řízení, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, *4*, 122-129.
- Vařáková, M. (2013). *Moderní farmakologie v pneumologii*. Praha:Maxdorf.
- Winter, D., A. (2009). *Biomechanics and Motor Control of human movement – fourth edition*. New Jersey: Wiley