

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Bc. Barbora Počtová**

**Změny posturality po operaci dle Nusse**

*Diplomová práce*

Praha 2011

Autor práce: **Bc. Barbora Počtová**

Vedoucí práce: **Mgr. Petr Bitnar**

Oponent práce:

Datum obhajoby: **2011**

## Bibliografický záznam

POČTOVÁ, Barbora. *Změny posturality po operaci dle Nusse*. Praha: Karlova univerzita v Praze, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2011. 72 s. Vedoucí diplomové práce Mgr. Petr Bitnar.

### Abstrakt

**Úvod:** Pectus excavatum je jednou z nejčastějších deformit hrudníku, postihující především chlapce. Etiologie vzniku je nejasná.

**Cíle:** Cílem této studie je charakteristika pacienta s pectus excavatum a objasnění změn posturality po chirurgické korekci dle Nusse.

**Metody:** 19 pacientů ( $17,3 \pm 1,9$  let) s deformitou hrudníku pectus excavatum bylo testováno den před a 6 měsíců po chirurgické korekci hrudníku podle Nusse. Testování zahrnovalo: klinické vyšetření rozsahů hybnosti v ramenním a kyčelním kloubu, rozsah hybnosti páteře Thomayerovou zkouškou, Stiborovou a Shoberovou distancí, dále paraklinický test mCTSIB na Balance Master® Systému a dotazníkovou metodu prostřednictvím Pectus Excavatum Evaluation Questionnaire. Statistická významnost byla stanovena na 0,05.

**Výsledek a diskuse:** Z výsledků vyplývá, že korekce hrudníku má signifikantní vliv na hodnocení a spokojenost se vzhledem, zvyšuje se rozsah hybnosti ramenních kloubů i páteře a pozitivně ovlivňuje posturální stabilitu a bilanci.

**Závěr:** Jednoduché a neinvazivní testy prokázaly, že vliv korekce hrudníku není jen kosmetického charakteru a mohou být podnětem k pokračování ve studiu této problematiky.

### Klíčová slova

pectus excavatum, nálevkovitý hrudník, deformita hrudníku, Nussova operace, fyzioterapie, posturální stabilita

## **Abstract**

**Background:** Pectus excavatum is the most common deformation of the chest, affecting mainly boys. The etiology is unclear.

**Objective:** The aim of this study is to characterize the patients with pectus excavatum and clarify changes of posture after surgical correction by Nuss.

**Method:** 19 patients ( $17.3 \pm 1.9$  years) with pectus excavatum chest deformity were tested a day before and 6 months after surgical correction of the chest according to Nuss. Testing included: clinical examination of range of motion in the shoulder and hip joint, range of motion of the spine Thomayer test, Shober and Stibor distances, as well as paraclinic test mCTSIB on Balance Master<sup>®</sup> System and the questionnaire method by means of Pectus Excavatum Evaluation Questionnaire. Statistical significance was determined at 0.05.

**Results and Discussion:** The results show that the correction of the chest has a significant influence on the evaluation of and satisfaction with appearance, increases range of motion of shoulder joints and spine, and positively affects postural stability and balance.

**Conclusion:** A simple and non-invasive tests have shown that the effect of correction of the chest is not just a cosmetic nature and can be an incentive to continue to study this issue.

## **Keywords**

Pectus excavatum, Funnel chest, chest deformity, Nuss procedure, physiotherapy, postural stability, scoliosis

## **Prohlášení**

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

V Praze dne: 22. 4. 2011

Bc. Barbora Počtová

## **Poděkování**

Děkuji Petru Bitnarovi Mgr. za cenné rady a návrhy při vedení a zpracování diplomové práce. Dále děkuji Alexandru Kučerovi MUDr. za spolupráci při realizaci výzkumu v rámci diplomové práce a Markovi Malému RNDr. za pomoc při statistickém zpracování dat a výsledků diplomové práce.

# Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 PŘEHLED POZNATKŮ</b> .....	<b>11</b>
1.1 KINEZIOLOGIE .....	11
1.1.1 Hrudník.....	11
1.1.2 Ramenní kloub .....	12
1.1.3 Kyčelní kloub .....	12
1.2 ZÁKLADNÍ POJMY .....	13
1.3 PECTUS EXCAVATUM .....	18
1.3.1 Etiologie .....	19
1.3.2 Diagnostika.....	19
1.3.3 Charakteristika .....	20
1.3.4 Historie operačního řešení PE .....	22
1.4 MINIMAL INVASIVE REPAIR OF PECTUS EXCAVATUM.....	23
1.4.1 Indikace.....	24
1.4.2 Pooperační péče .....	24
1.4.3 Komplikace.....	25
1.5 BALANCE MASTER® SYSTÉM.....	26
<b>2 CÍLE A HYPOTÉZY</b> .....	<b>28</b>
2.1 CÍLE .....	28
2.2 HYPOTÉZY .....	28
<b>3 METODIKA</b> .....	<b>30</b>
3.1 ZADÁNÍ A REALIZACE STUDIE .....	30
3.2 DOTAZNÍKOVÁ METODA.....	32
3.3 KLINICKÉ TESTY.....	33
3.3.1 Funkční klinické testy .....	33
3.3.2 Paraklinický test .....	34
3.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ.....	37
<b>4 VÝSLEDKY</b> .....	<b>39</b>
4.1 DOTAZNÍK: PEEQ – PECTUS EXCAVATUM EVALUATION QUESTIONNAIRE .....	39
4.1.1 Hodnocení celkového počtu bodů .....	39
4.1.2 Hodnocení jednotlivých otázek PEEQ .....	40
4.2 SOUHRNNÉ VÝSLEDKY KLINICKÝCH TESTŮ .....	41
4.2.1 Rozsah pohybu v kloubech.....	41
4.2.2 Thomayerova zkouška, Stiborova a Schoberova distance .....	45
4.3 SOUHRNNÉ VÝSLEDKY Z PARAKLINICKÉHO TESTU.....	47
4.3.1 Hodnocení stability stoje .....	47
<b>5 DISKUSE</b> .....	<b>55</b>
<b>ZÁVĚRY</b> .....	<b>62</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM</b> .....	<b>63</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>67</b>
<b>PŘÍLOHA 1</b> .....	<b>68</b>
<b>PŘÍLOHA 2</b> .....	<b>71</b>
<b>PŘÍLOHA 3</b> .....	<b>72</b>

**Seznam zkratk**

AS	area of support – opěrná plocha
BS	base of support – opěrná báze
CNS	centrální nervový systém
COG	centrum of gravity
COM	centrum of mass
COP	centrum of pressure
EC	eyes closed – oči otevřené
EO	eyes opened- oči zavřené
HI	Hallerův index
HK	horní končetina
DK	dolní končetina
mCTSIB	modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance
PE	pectus excavatum
PEEQ	Pectus Excavatum Evaluation Questionnaire
VR	vnitřní rotace
ZR	zevní rotace



## ÚVOD

Téma své diplomové práce jsem si vybrala na základě svého zájmu o tuto problematiku.

Pectus excavatum a carinatum jsou nejčastějšími vrozenými vadami hrudníku. Etiologie vady je nejasná, určitou měrou se na ní podílí dědičnost. Míra rozsahu vady hrudníku, stejně tak i s ní související omezení, mohou být různá: od čistě kosmetických až po omezení pohybových aktivit z důvodu nedostatečnosti respiračních funkcí, sekundární skoliózy aj. Většina deformit se v plné míře projevuje v období růstového spurtu. Operační chirurgické řešení je nejvhodnější v období 12 až 16 let věku. Z průzkumů a studií je zřejmé, že miniinvazivní chirurgickou korekcí deformity hrudníku lze významně zlepšit kvalitu života, kardiorespirační kondici a vnímání vlastního těla a dosáhnout tak trvalého zlepšení psychosociální a fyzické pohody.

Cílem teoretické části bylo shrnutí poznatků o etiologických, patologicko - anatomických, kineziologických a neurofyziologických aspektech deformity hrudníku, popis postupu miniinvazivní korekce dle Nusse a jejích výsledků a vysvětlení základních pojmů týkajících se provedené studie.

Praktická část práce byla zaměřena na posouzení před a pooperační postury, mobility, hodnocení vzhledu a obtíží a vzájemných souvislostí.

Hlavní cílem práce bylo prokázání vlivu korekce hrudníku na posturální systém a upřednostnění této problematiky před kosmetickou indikací zákroku.

## 1 PŘEHLED POZNATKŮ

Deformita hrudníku může ovlivňovat nejen posturu a posturální rovnováhu, ale také pohybové chování a body image touto deformitou postiženého jedince.

### 1.1 Kineziologie

#### 1.1.1 Hrudník

Hrudník vytváří pevnou a elastickou schránku pro řadu orgánů jako jsou: srdce, plíce, jícen, velké cévy a další. Kostra hrudníku tvarem, stavbou a spojením jednotlivých kostí vytváří konstrukční předpoklady pro realizaci dýchacích pohybů a to vertikálně, horizontálně, transverzálně a umožňuje tak zvětšování (aktivní děj) a zmenšování (pasivní děj) hrudní dutiny. Oploštění, boční vyklenutí hrudníku a prominence páteře vzniká po narození a postupně s napřimováním těla a chůzí. Novorozenec má oproti dospělému jedinci kuželovitý tvar hrudníku s téměř kruhovým průřezem. Žebra se při dýchání zdvihají, klesají a otáčejí kolem osy kostovertebrálních kloubů, tj. kolem osy jdoucí krčkem žebra. Přední konce žeber se zároveň se sternem zdvihají a v předozadním směru zvětšují hrudní dutinu, nejvydatněji u 6. - 8. žebra. První tři páry žeber se pohybu příliš neúčastní. Osa žeberního krčku se u dolních žeber sklání dozadu a zevně, proto se při pohybu dolních žeber rozšiřuje hrudní dutina i v příčném směru. Zvětšování hrudní dutiny v předozadním směru je horní typ dýchání, zvětšování v příčném směru je dolní typ dýchání. Při zvětšování hrudní dutiny hraje významnou roli také rozdílné zakřivení žeber, poloha těla a aktuální pohyby páteře. Sternum optimalizuje pružnost hrudníku. Aktivní pohyb, tj. především vdech, je uskutečňovaný pomocí dýchacích svalů. V kineziologii hrudníku se většinou akcentuje charakteristika pohybu žeber. Velmi významné jsou ale i pohyby hrudního oddílu páteře (Dylevský, 2009, 145-9). Skolióza zhoršuje růst a vývoj plic, omezuje pohyb hrudní stěny a má za následek restriktivní ventilační vadu a dysfunkci výměny plynů (Ran & Zhi-hong & Jiang-na, 2011). Hrudník zároveň tvoří punctum fixum pro svaly s převodním vlivem na horní a dolní končetiny. Pohybová funkce hrudníku má zásadní význam pro dýchání a stabilizační funkce páteře (Kolář, 2009, 131).

Při anteflexi hrudní páteře se hrudník oploštuje, klesají žebra a mezižeburní prostory se zužují. Orgány břišní dutiny se vtlačují do hrudní dutiny a vytlačují před sebou bránici. Hrudník se tak dostává do krajního expiračního postavení. Při retroflexi hrudní páteře se celý děj obrací - hrudník se dostává do inspiračního postavení. Obvykle předpokládáme, že se obě poloviny hrudníku na dýchání podílejí symetricky, což závisí na postavení hrudníku a pletenců horních končetin. Těchto skutečností se využívá při dechové gymnastice pacientů s hrudními skoliózami a jinými chorobnými procesy. Tzv. lokalizované dýchání dovoluje formovat tvar hrudníku.

### 1.1.2 Ramenní kloub

Rozsah pohybu rotace se v podání jednotlivých autorů liší. Pro goniometrické hodnocení se většinou používají ortopedické normy. Kolář (2009) uvádí 90° zevní rotaci (ZR), v poloze s horní končetinou (HK) v abdukci do 90° a flexí v lokti 90° a vnitřní rotaci (VR) 70°. Na pohybu do vnitřní rotace se podílejí – musculus latissimus dorsi, musculus teres major, musculus suprascapularis a musculus pectoralis major. Na zevní rotaci se podílejí – musculus supraspinatus, musculus infraspinatus, musculus subscapularis a musculus teres minor. Při rotaci se pohybuje i lopatka a při vnitřní rotaci se aktivuje také musculus serratus anterior a musculus pectoralis minor. Při vnější rotaci se dále podílejí muscoli rhomboidei a musculus trapezius. Souvislost pohybu paže v ramenním kloubu, lopatky a hrudníku je velice úzká, proto ji musíme vždy vidět v kontextu s osovým svalstvem a vyšetřit také hybnost a funkci páteře (Véle, 1997, 272-4).

### 1.1.3 Kyčelní kloub

Rotace v kyčelním kloubu je 40° zevně a 40° vnitřně (Kolář, 2009) při flexi v koleni 90°. Véle (1997) uvádí VR 30-40°. U hypermobilních jedinců je nutné zvětšení flexe na 90-120°, aby bylo možné hodnotit prvotní bariéru. ZR má rozsah při 90° flexi dle Véleho 40-50°. Na zevní rotaci se podílí skupina zevních rotátorů a pomocné svaly: musculus quadriceps femoris, musculus pectineus, nejzazší snopce musculus adductor magnus ale i muscoli gluteí. Z důvodu propojení fasciemi a tvorby funkčních i mechanických celků je při hodnocení rozsahu hybnosti potřeba počítat s aktivitou vzdálených svalů trupových a končetinových. Svaly pletence pánevního a trupové tvoří

mechanickou vazbu jako prostředek svalových řetězců, podřízených řízení CNS. Kontrola CNS je automatická, nevědomá, ale ovlivňuje ji i současný stav mysli a psychiky. Porucha pohybové koordinace může mít větší vliv na zhoršení celkové funkce než jenom oslabení svalové síly některého svalu, a proto je potřeba tyto funkce hodnotit komplexně (Véle, 2006).

## 1.2 Základní pojmy

„**Posturu** chápeme jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, ze kterých má v běžném životě největší význam síla tíhová“ (Kolář et al, 2009, s 39). Postura je součástí jakékoliv polohy a základní podmínkou pohybu. Hlavní úlohu pro udržení postury hraje svalová aktivita řízená centrálním nervovým systémem dle určitého programu a je ovlivněna aferentními vstupy. Styčný bod představuje atituda, tedy postura nastavená tak, aby bylo možné provést plánovaný pohyb (Vařeka, 2002). Anatomické, neurologické nebo funkční poruchy vedou ke vzniku posturální nerovnováhy. Pro vyváženost svalstva, tedy pro eliminaci nevýhodných sil působících během držení těla a pohybu, je podstatné správné postavení hrudníku. Při rovnovážném zapojení svalstva je hrudník nastaven tak, že jeho předozadní osa mezi úponem bránice a pars sternalis a zadním kostofrenickým úhlem je nastavena téměř horizontálně. Horní a dolní fixátory hrudníku, tzn. prsní a břišní svaly, jsou v rovnováze. Posuzujeme nejen jeho postavení, ale také: tvar, asymetrii hrudního koše, jednostrannou prominenci, stupeň rotace a typ deformity hrudníku (Kolář, 2009, 40-6).

**Posturální motorika** udržuje nastavenou polohu jednotlivých segmentů těla neustálým vyvažováním zaujaté polohy, kterým zajišťuje pohotovost k rychlému přechodu z klidu do pohybu. Pohotovost k akci chrání tělo před poškozením. Nesoulad mezi pohybem a motorikou, vzniklý nevhodným nastavením výchozí polohy, vede ke zhoršení pohybového efektu a v horším případě k selhání pohybového záměru (funkční porucha motoriky), k vadné zátěži podpůrného aparátu (mikrotrauma) nebo k poruše struktury (trauma). Těmto poruchám lze předcházet, schopností rychle a koordinovaně reagovat na aktuální změnu prostředí (Vele, 2006).

Schopnost kontinuálního zaujímání stálé polohy, aby nedošlo k nezamýšlenému, nebo neřízenému pádu, nazýváme **posturální stabilita**. Je ovlivněna

neurofyziologickými a biomechanickými faktory, mezi něž patří velikost opěrné plochy (Kolář, 2009, s 39). Řízení posturální stability je ovlivněno strukturálním a funkčním stavem organismu. Na proces volby vhodné posturální strategie má vliv aktuální fyzický i psychický stav a také předchozí zkušenosti (Vařeka, 2002). Faktory ovlivňující stabilitu jsou: opěrná plocha, hmotnost, poloha těžiště, charakter kontaktu těla s opěrnou plochou, postavení a vlastnosti hybných segmentů, psychika a vlivy zevního prostředí. Nutností pro zajištění **posturální kontroly** je spolupráce mezi nervovým a muskuloskeletálním systémem. Mezi muskuloskeletální prvky řadíme rozsah kloubů, kvalitu měkkých tkání, vzájemné postavení segmentů těla a další. Nervový, řídicí systém je reprezentován funkcí centrálního nervového systému (CNS).

**Opěrná plocha (Area of Support, AS)** je částí plochy kontaktu podložky s tělem, která je aktuálně využita k vytvoření opěrné báze (Vařeka, 2002).

**Opěrná báze (Base of Support, BS)**, ohraničená nejvzdálenějšími hranicemi opěrné plochy, odpovídá ve stoji na jedné DK opěrné ploše. Při nezměněné opěrné ploše se při stoji rozkročném zvětšuje a má tvar lichoběžníku tvořeného spojnicemi pat, zevních hran nohou a bříšky metatarsů (Vařeka, 2002).

Stabilita ve statické poloze je přímo úměrná velikosti plochy opěrné báze, hmotnosti a nepřímo úměrná výšce těžiště těla nad opěrnou bází, vzdáleností mezi průmětem těžiště do opěrné báze a středem opěrné báze a sklonu opěrné plochy k horizontální rovině. Základní podmínkou je průmět těžiště v každém okamžiku do opěrné báze – nemusí se promítat do opěrné plochy (Kolář, 2009, 39). Pokud tato podmínka není splněna, je nutná značná svalová síla pro udržení rovnováhy.

**Center of Mass (COM)** – neboli těžiště, je imaginární bod, do kterého se soustředí hmotnost celého těla (Vařeka, 2002). Celkové těžiště těla lze zjistit na základě znalosti poloh dílčích těžišť jednotlivých segmentů a hmotnosti (resp. tíhy) těchto segmentů. V tzv. základním anatomickém postoji – ve stoji spatném s pažemi podél těla a dlaněmi vpřed - se celkové těžiště těla nachází přibližně ve výši druhého křížového obratle; u žen je to asi o 1 – 2 % níže než u mužů z důvodu rozdílného rozměru pánve (Obrázek 1).

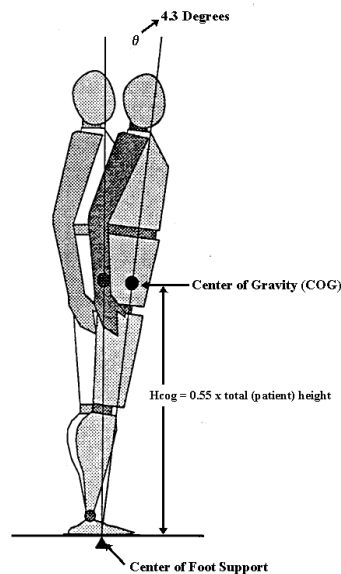
**Centrum of Gravity (COG)** je místem projekce těžiště do roviny opěrné báze (Vařeka, 2002), popisované také jako vertikální projekce center of mass (COM) před osu kotníků (Obrázek 1). Do opěrné báze se promítá těžiště asi do jejího středu,

poněkud více vzad a lehce laterálně, podle toho, kterou nohu vyšetřovaný více zatěžuje (Véle, 1997). Sledováním posunu COG můžeme popsat jakýkoli pohyb tělesa v prostoru (Vařeka, 2002) a používat jej jako metodu kvantifikace posturální stability.

**Center of Pressure (COP)** je působiště vektoru vertikální reakční síly, neboli vážený průměr všech tlakových sil, kterými působí noha na podložku. Při stožení, kdy jsou chodidla v kontaktu s podložkou, je COP pod každým chodidlem a je ovlivňováno nejen polohou těžiště, tedy COG, ale také např. aktivitou bérkových svalů. Vždy je tato svalová aktivita řízena činností CNS tak, aby COG zůstávalo v opěrné bázi. COP se pohybuje vpřed a vzad v závislosti na poloze COG, přičemž exkurze COP jsou vždy větší než exkurze COG.

Jako **rovnováhu** či **balanci** označujeme soubor statických i dynamických strategií sloužících k zajištění posturální stability a ochraně před pádem, zahrnující postojové i vzpřimovací reflexy (Vařeka, 2002). Jejím ústředním úkolem je schopnost kontroly COG nad opěrnou bázi během různých vizuálních podmínek a na různém povrchu. Jde o neustále přizpůsobování svalové aktivity a polohy kloubů funkčním požadavkům s cílem udržet tělo nad opěrnou bázi (Véle, Čumpelík & Pavlů, 2001). K udržení normální kontroly rovnováhy v prostoru disponuje naše tělo různými informačními prameny, zejména z vestibulárního ústrojí, zraku a propiocepce přes periferní nervy a míchu (Mumenthaler, Mattle, 2001). Normální rovnováha zahrnuje schopnost vydržet v určitých pozicích v závislosti na činnosti nebo okolních požadavcích. Termín statická rovnováha je používán k popisu zachování stability na nehybné ploše při minimálním pohybu COG. Statickou strategii udržení stability představují např. rovnovážné reakce (balanční mechanismy) v rámci nezměněné opěrné plochy, které využívají zejména hlezenní a kyčelní mechanismus. Pokud je hranice bezpečného udržení COG v opěrné bázi překročena, řídicí systém zvolí dynamickou strategii k obnovení stability, tzn. úkrok, uchopení opory atd. (Vařeka, 2002).

Gravitace působí na pacienta vždy a pacient se musí pohybovat, aby upravil pozici COG. Gravitace ho táhne pryč od středové čáry (od středu BS). Jak pacient tyto korekce provádí, závisí na individuálních schopnostech využití opory a částečně na kontaktu nohy s povrchem (Peterka et al., 2002). Udržování středního průmětu těžiště a tedy i stability je zajišťováno posturálními svaly.



Obrázek 1. (Manuál Balance Master® Systému, 2002).

Jsou to svaly nohy, lýtka, bérce, stehna a svaly osového organu (Vele, 1997). Na pevném povrchu je opěrná báze rozšířena mediolaterálně, takže je možné kontrolovat nadměrné výchylky přenášením tlaku z jedné nohy na druhou. V rámci statické strategie je především používán hlezenní mechanismus v předozadním směru a kyčelní mechanismus v laterolaterálním směru (Vařeka, 2002). Nadměrné předozadní výchylky jsou kontrolovány tlakem dolu do podložky, do prstců. Pevný povrch představuje protitlak, aby nemusel být vyvíjen tlak do chodidla, takže tlak patou proti povrchu je efektivní způsob jak nastavit polohu COG – kotníková strategie (Obrázek č. 2).

Zdraví jedinci stojící na pevném povrchu mají podobné množství výchylek s otevřenými i zavřenými očima. V 70 % spoléhá zdravý jedinec na somatosenzorické informace (Peterka et al., 2002). Významné zvýšení četnosti výchylek, kdy jsou zavřené oči versus otevřené, může být způsobeno problémy s využitím somatosenzorických vstupů pro ovládní rovnováhy. Na pěnovém povrchu je opěrná báze beze změny, ale využití povrchu k vytváření protitlaku se snižuje. Strategie musí vrátit COG do opěrné báze (Nichols et al., 1995). Tlak patou dolů způsobuje pohyb pěny ve směru od chodidel a ne pohyb COG zpět k střední čáře, takže kotníková strategie je za této okolnosti méně účinná. Pacient potřebuje použít pohyby kyčle a horní části těla ke

korekci polohy COG - kyčelní strategie (Obrázek 2b). Normální jedinci mají výrazně více výchylek při stoji na pěnovém povrchu, než na pevném povrchu s otevřenýma očima a ještě více výchylek na pění se zavřenýma očima. Nicméně se nestanou nestabilními ani neupadnou. Jedinci, kteří jsou nestabilní nebo upadnou, při stání na pění se zavřenýma očima mohou mít potíže s používáním vestibulární informace pro kontrolu rovnováhy, nebo mohou mít obtíže s dolními končetinami, které ztěžují stoj na pění, nebo kompenzací při stoji na jiném nestabilním povrchu.



Obrázek 2a) a 2b). Kotníková a kyčelní strategie (Manuál Balance Master® Systému, 2002).

Při vyrovnaném stoji je korekce polohy zajišťovaná jen neviditelnou aktivitou hlubokých vrstev krátkých svalů na páteři a m. iliopsoas na osovém organu a pánvi a akrálními svaly dolní končetiny a m. soleus. Při horší stabilitě se viditelně aktivují svaly lýtkové a bérkové. Při větším zhoršení stability se aktivují svaly stehenní a dlouhé svaly trupu (Vele, 1997).

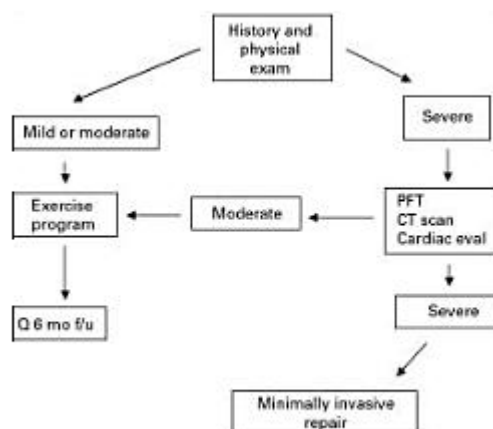
**Stabilografie či posturografie** je obecný pojem, zahrnující všechny techniky používané pro kvantifikaci posturální kontroly ve vzpřímeném stoji za statické nebo dynamické podmínky. Jedná se o non-invazivní specializované klinické vyšetřovací metody, používané pro kvantifikaci adaptivních mechanismů CNS (senzorické, motorické a centrální). Tyto techniky se podílejí na kontrole držení těla a rovnováhy, a to za normálních podmínek - tělesná výchova a sportovní příprava - i za abnormálních podmínek - především diagnostika poruch rovnováhy. Vzhledem ke složité interakci mezi smyslovými, motorickými a centrálními procesy držení těla a rovnováhy, vyžaduje posturografie různé protokoly, aby bylo možné rozlišovat mezi mnoha vadami



a postiženími, která mohou mít vliv na řídicí systém pacienta (NeuroCom International, Inc.).

### 1.3 Pectus excavatum

Pectus excavatum (dále jen PE), označovaný také jako infundibuliforme, vpáčený, nálevkovitý či trychtýřový hrudník, je nejčastější vrozenou deformitou hrudní stěny. Poprvé byla popsána Johannesem Shenkamem, v roce 1594 (Protopapas, Athanasiou, 2008). „Jedná se o vpáčení dolní části sternu a přilehlých žeberních chrupavek proti páteři“ (Kolář, 2009, 422). Představuje 90 % všech vrozených anomálií hrudní kosti a přední hrudní stěny (Hadolt et al, 2011). Incidence deformity je 1 ze 400 narozených mužů bílé rasy (Molik et al., 2001). Poměr narozených chlapců a dívek s pectus excavatum je 3:1 dle Hebry (2010), dle Hadolta (2001) 3-4:1. První zmínka o pectus excavatum pochází od Bauhina z roku 1594 (Kučera, 2004). Míra deformity se může pohybovat od mírné, mělké vady, až po výraznou, v níž se hrudní kosti téměř dotýká těl obratlů (Westphal et al, 2009). Deformita může být lokalizovaná, či difusní, symetrická i asymetrická. Některé asymptomatické případy mohou být řešeny „posturálním programem“ a respirační fyzioterapií (Nuss, 2006, 135). Je-li však vada symptomatická, vyžaduje chirurgickou korekci. Pokud je přítomna ještě další sternální nebo chrupavčitá asymetrie, pak jsou tyto vady pro chirurgickou korekci náročnější (Biniwale, 2009). Chirurgické řešení deformity hrudní stěny poprvé provedl v roce 1911 Meyer v Německu (Kučera, 2004). Postup terapie deformity podle Nusse (2006, 138) je znázorněn na Obrázku 3.



Obrázek 3. Postup terapie dle Nusse (Stringer et al., 2006)

Dle stupně deformity má vada projev buď jen kosmetický, nebo svým charakterem omezuje dýchací pohyby a snižuje tak vitální kapacitu plic, druhotně omezuje srdeční funkci a snižuje kondici pacienta.

### 1.3.1 Etiologie

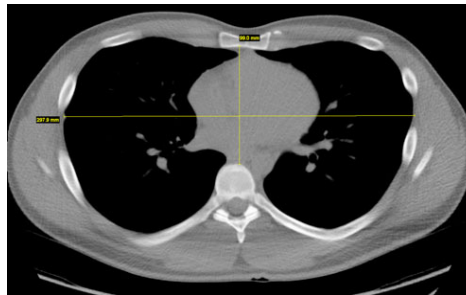
Vznik PE vysvětluje mnoho teorií, příčina přesto zůstává nejasná. Jak uvádí Biniwale et al. (2009), vzhled defektu je výsledkem dvou faktorů: *1. stupeň zadního úhlu hrudní kosti a 2. zadního úhlu žeberní chrupavky*. Pozitivní rodinná anamnéza u 40 % jedinců s PE, předpokládá genetické predispozice deformity (Fonkalsrud in Biniwale et al., 2009). Posteriošní posun sterny je podle některých autorů způsoben přerůstáním chrupavek žeber. Nakaoka et al. (2010) však ve své studii, kde měřili délku chrupavek pacientů s PE a zdravých, tuto teorii vyvracejí. Jiní autoři udávají jako příčinu abnormality bránice křivici, nebo zvýšený nitroděložní tlak na hrudník během in utero vývoje jedince (Biniwale et al., 2009). Tuto teorii může podporovat výskyt brániční ageneze a vrozené brániční kýly spolu s PE. Jancelewitz et al., ve své studii týkající se etiologie řešení brániční kýly zmiňují 47 % výskyt deformit hrudníku. Předpoklady pro vznik PE jsou typicky zaznamenány již při narození, ale více než 90 % je diagnostikováno během prvního roku života dítěte. K manifestaci dochází během období růstu, maxima dosahuje ve středu období dospívání (Nuss in Swoveland et al., 2001).

### 1.3.2 Diagnostika

Diagnosa PE je jednoduchá (Kučera, 2004) a vychází z klinického vyšetření (Kolář, 2009, 422). Všíme si velikosti defektu a přítomné asymetrie. Pro kvantifikaci závažnosti deformity bylo vyvinuto několik metod, které obvykle zahrnují měření vzdálenosti od hrudní kosti k páteři. Nejčastěji používanou metodou je měření/stanovení Hallerova indexu (Obrázek 4), tedy poměru příčné vzdálenosti k předozadní vzdálenosti hrudníku, odvozené z CT vyšetření hrudníku. Toto měření se provádí v nejhlubším bodě deformity hrudníku. Normální hrudník má tento poměr přibližně 2,5 (Ibid in Swoveland et al, 2001). Hallerův index 3,25 nebo vyšší je spojený

s těžkou vadou, která vyžaduje chirurgický výkon/korekci (Haller 1987 in Biniwale, 2009).

Při fyzikálním vyšetření pátráme po přidružených symptomech onemocnění, při kterých se PE často vyskytuje. Důležitá je podrobná anamnesa: kdy si pacient nebo rodiče deformity všimli, zda je od narození, nebo se objevila později, narůstá-li, nebo je stacionární, a zda má pacient nějaké obtíže ve smyslu dušnosti nebo kardiálních potíží.



Obrázek 4. Hallerův index (Marcovici et al. 2010)

### 1.3.3 Charakteristika

Charakteristickým znakem je abnormální růst 4-5 žebra a sterna, tvořící konkávní nebo nálevkovitě ustupující vzhled dolní části přední hrudní stěny různého stupně s nápadně vystupujícími žebními oblouky. Z poloviny jsou deformity asymetrické, spojené se skloněním žebér příčně nebo s rotací hrudní kosti kolem podélné osy. Nuss (2006, 135) uvádí, že ve 29 % případů mají pacienti skoliózu. Kelly et al. (2008) udávají dokonce 40 % - 65 % případů pacientů se skoliózou nebo na skoliózu pozitivní rodinou anamnézu. Waters et al., již v roce 1989 prokázali skoliózu u 21 % pacientů s PE. „Skolióza doprovází asymetrické deformity“ (Kolář, 2009, 422). Z 26 studentů s deformitou hrudníku 17 (65,4 %) mělo PE a 18 (69,2 %) byli muži. Přitom skolióza u nich byla pozorována ve 3 případech (11,5 %). V rodinné anamnéze deformitu hrudníku uvedlo 17 studentů (65,4 %) a 17 (65,4 %) uvedlo bolest na hrudi, dušnost nebo palpitace (Westphal et al., 2009). Deformity hrudní páteře a hrudníku spolu obvykle souvisí. Proto prodloužení hrudní stěny a zvýšení prostoru pro plíce zlepšují mechaniku dýchání u pacientů s časným nástupem skoliózy (Ramirez et al, 2009). Deformace hrudního koše u hrudní idiopatické skoliózy dospívajících je viděna většinou jako sekundární deformita páteře, i když někteří autoři skoliózu považují za základní, či objevující se v období zhoršení. Ti, kteří ji považují za základní, patogenetický význam připisují asymetrii úhlu žebra-obratle (Burwell et al., 2008). U pacientů s PE

pozorujeme většinou astenický habitus (Kučera, 2004), vadné držení těla, omezené dýchání a málo pružnou chůzi, kyfózu hrudní páteře a protrakci ramen (Nuss, 2006, 139). Dle Schoenmakerse et al. (2000) také oslabení břišních svalů, přičemž procento výskytu slabosti břišních svalů je vyšší než procento vadačného držení těla (90% versus 33%). Příznaky deformity zahrnují snadnou unavitelnost, sníženou výdrž, dušnost při mírné námaze, bolest na hrudi, palpitace, tachykardie a jejich zhoršování v průběhu dospívání a po celý zbytek dospělého života (Fonkalsrud, 2003, 503). Mnoho lidí s pectus excavatum vykazuje posturální odchylky, stejně tak i další související ortopedické potíže, jako např. bolest ramene (Canavan et Cahalin, 2008). Fyziologické vyšetření je často normální. Srdeční index a plicní funkce může být ovlivněna, a to zejména za výkonnostních podmínek (Lopushinsky, Fecteau, 2008). Koexistence s jinými muskuloskeletálními poruchami, jako je syndrom Marfan či Poland, naznačuje poruchu pojivové tkáně. 40 % pacientů s PE má pozitivní rodinnou anamnézu svědčící o možné genetické predispozici (Fonkalsrud in Biniwale, 2009; Velebilová, 2002). V případě Marfanova syndromu je PE jedním z hlavních či vedlejších kritérií diagnostiky onemocnění (Velebová, 2002). PE bývá také součástí jiných onemocnění, jako např.: Downův syndrom, hemocysteinurie, Leopard syndrom, Multiple lentiginos syndrom, osteogenesis imperfecta (Kučera, 2004). Někdy bývá ve spojitosti s PE zmiňováno astma, na jehož klinické projevy nemá údajně deformita výrazný vliv. Zvláště v adolescentním věku bývají častější chronické bronchitidy. U dětí i kojenců se PE neprojevuje, u některých dětí se objevují bolesti v oblasti chrupavek nebo palpitace spojené s prolapsem mitrální chlopně.

Deformita hrudníku výrazně ovlivňuje pacientovo sebepojetí a sebehodnocení, které je většinou sníženo, spolu se sebevědomím a spokojeností s vlastním vzhledem. Hadolt et al. (2011) provedli studii hodnotící psychické změny v body image, self-percepci a duševní expozici u pacientů s PE, kteří podstoupili operaci dle Nusse. Téměř všichni pacienti udávali v hodnocených parametrech příznivý vliv chirurgického výkonu. Vnímaná neschopnost pohybové aktivity může být ovlivněna mnoha faktory, včetně psychologických, jako jsou úzkosti a deprese (Kelly et al., 2008, s 1220).

Shoenmakers et al. (2000) provedli studii u pacientů s PE posturální postižením, která hodnotila pohyblivost a zakřivení páteře, svalovou sílu a svalovou délku. Pacienti byli vyšetřeni na existenci posturálního oslabení jako je vadné držení těla, která

se vyznačuje protrakcí ramena, oslabením břišního svalstva a skoliózou (boční odchylka ve stoje a pozitivní Adamsův test, rentgenové snímky). Výkon dle Nusse u pacientů s PE má dynamický vliv na páteř (Nagasao et al., 2010). Vzory hybnosti páteře jsou předvídatelné z morfologických vztahů mezi asymetrickými vzory přední hrudní stěny a páteře. Rehabilitace pro osoby s PE by měla zahrnovat kardiopulmonální a pohybovou terapii, protože byla prokázána významná negativní korelace mezi úhlem hrudní kyfózy a inspirační kapacitou, vitální kapacitou a postranní expanzí hrudníku (Canavan, 2008).

### 1.3.4 Historie operačního řešení PE

První operaci v roce 1951 v Čechách provedl prof. Kafka, a to operaci podle Rawitsche, který byl průkopníkem operací tohoto typu. Na Rawitchovu metodu navazoval v letech 1975 - 1989 výkon podle Jensena, kdy byly částečně vyřaty chrupavky, a pak se retrosternálně vkládala dlahy. Od roku 1990 se prováděla operace podle Holcomba, kdy se odebíraly chrupavky celé až k žebřím a vkládala se dlahy. Následně převažovaly otevřené operace bez dlahy podle Welche.

Otevřená operace PE podle Welche se provádí v klidné celkové anestezii podélným řezem nad sternem. Elektrokauterem, je uvolněno podkoží a následně musculus pectoralis, obnaženy chrupavky 4. - 8. žebra. Při zachování perichondria jsou chrupavky postupně exstirpovány, uvolněn procesus xiphoideus a tupě odpreparováno sternum od mediastina. Sternum je následně zlomeno, vyseknut klín a sternum zvednuto. Poté se provádí sutura jednotlivých perichondrií, jsou založeny redon drény a na závěr je provedena sutura svalů, podkoží a kůže.

Od roku 2004 se u nás provádí operace dle Nusse, které bude věnována následující kapitola. Počet operací v průběhu let je zobrazena v následující tabulce:

období	Holcomba	Welsch	Nuss	Celkem
1991-95	70	27	0	97
1996-00	8	83	0	91
2001-05	2	81	4	87
2006-10	7	17	113 + (4)	137 (4)
Celkem	87	208	117 + (4)	412 (4)

Obrázek 5. Tabulka počtu operací provedených ve FN Motol.

## 1.4 Minimal Invasive Repair of pectus Excavatum

Dr. Donald Nuss (dětská nemocnice v Norfolku ve Virginii) v roce 1987 vytvořil miniinvazivní chirurgickou techniku korekce vpáčeného hrudníku tzv. MIRPE (Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum). Oproti otevřené plastice hrudníku není nutná exstirpace vpáčených chrupavek. Postup má vynikající výsledky s minimem komplikací.

Principem je zavedení nejčastěji jedné vytvarované titanové dlahy pod přední stěnu hrudní přes dvě incize, které se provádějí laterálně na hrudníku (Biniwale, 2009). Anesteziolog vyřadí z funkce pravou plíci a chirurg speciálně tvarovaným kovovým nástrojem, vytvoří mezi srdcem a vpáčeným sternem prostor pro zavedení dlahy. Do pohrudniční dutiny je zprava zaveden v mezižebním prostoru pod thorakoskopickou kontrolou zavaděč. Následně je silnou nití nebo pupečnickovou tkání navázána pečlivě proměřená vybraná dlaha do silikonové hadice, díky níž se lépe protahuje, a je protažena hrudníkem na pravou stranu ohnutím vzhůru. Otočením konvexity dlahy nahoru opravuje tak depresi hrudníku do žádoucí polohy. Poté se pomocí speciálního instrumentária ohnou konce dolů a fixují laterálně pomocí stabilizátorů pod svaly k hrudní stěně. Z důvodu prevence opětovného oploštění sternu po následném vyjmutí dlahy je někdy použito výraznější tvarování. Dlaha je ponechána na místě po dobu 2-4 let. Potom se obvykle odstraňuje v původních jizvách (Nuss, 2005). Postup výkonu je znázorněn na obrázku viz Příloha 2.

Výkon je stejně jako původní otevřená metoda prováděn v celkové anestézii a díky němu došlo ke zmenšení operační rány o 2/3 a doby operace o více než polovinu (Šnajdauf, 2003). Postup nevyžaduje resekce kosti, žebra, nebo chrupavky (Nuss in Swoveland et al, 2001). Doba hospitalizace se díky této metodě korekce PE zkrátila (Swoveland et al, 2001) z 16 dní (80. Léta) na 7 dní (současnost) (Šnajdauf, 2003). Předpokládaná doba hospitalizace je tedy 5 - 10 dní a doba, za kterou bude pacient schopen opětovně vykonávat povolání/studium se udává 21 dní. Omezení sportovní fyzické činnosti je obvykle 4 - 8 týdnů. Další režimová opatření určuje ošetřující lékař a operatér.

### 1.4.1 Indikace

Přes náročnou specifikaci fyziologických důsledků PE se uvádí několik chirurgických indikací a hlavní z nich jsou těžké deformity. Dle CT vyšetření hrudníku hodnotíme stupeň deformity a anatomické poměry v hrudníku, objektivizujeme je pomocí Hellerova indexu. Dále se provádí EKG, Echokardiografické vyšetření, laboratorní vyšetření - krevní obraz, moč + sediment, Quick test. Spirometrie: standardní vyšetření plicních funkcí, ve většině případů je zcela v normě, restriční poruchy jsou častější u pectus excavatum a v případě diagnosticky nejasné změny zdravotního stavu se provádí konsiliární vyšetření specialisty (Kučera, 2004).

Většina pacientů nehlásí fyzické příznaky, jako jsou kardiovaskulární a respirační potíže. Indikací k operaci jsou především psychické obtíže Hadolt et al. (2011), které začínají u školních dětí při kolektivním sportování (například při plavání). Děti se za svou deformitu stydí. Především v adolescenci deformita snižuje jejich sebevědomí, může být narušen psychický vývoj a vztahy s vrstevníky. Proto se operace pacientů s touto vadou doporučuje (Kučera, 2004). U vrcholových sportovců je jako indikace zmiňován vliv na toleranci zátěže (Einsiedel, Clausner, 1999).

Období nejnárodnější k nápravě PE je dříve než dítě dosáhne puberty, protože žebra a chrupavky jsou poddajnější, je technicky jednodušší (Fonkalsrud, 2002). Nejlépe tedy před věkem 14 let, ale úspěšně byl výkon proveden i u starších dětí a dospělých, tj. lidé 17 až 30 let věku (Nuss in Swoveland et al, 2001). Použití Nussovy metody je vhodné dle Fričové a Baierové (2006) asi pro 30 % dětí s PE, ve věku mezi 12. - 16. rokem, které mají symetrickou či lehce asymetrickou deformitu. Esteves et al. (2011) udávají jako ideální věk 12 - 18 let, z důvodu snadnějšího ohýbání sternu a menšího výskytu následných komplikací. Šnajdauf (2003) uvádí, že používají stabilizační kovovou dlahu u pacientů se symetrickou i asymetrickou deformitou pectus excavatum. Ve FN Motol bylo za období let 2006 - 2010 operováno 113 pacientů, z toho chlapci s průměrným věkem 16, 1 let a dívky 15, 8 let (Šnajdauf et al, 2010).

### 1.4.2 Pooperační péče

Pacienti jsou hospitalizováni na JIP 2 - 3 dny dle stavu a poté jsou přesunuti na standardní oddělení. Základním prvkem pooperační péče je respirační fyzioterapie. Většinou 7 den po operaci jsou propuštěni do domácího ošetřování, stehy

se ponechávají 14 dní. Pacienty je třeba chránit 4 - 6 týdnů před nárazem do hrudníku, po této době je hrudní stěna pevná. Plnou fyzickou aktivitu, včetně kontaktních sportů doporučujeme až tři měsíce po operaci (Kučera, 2004).

### 1.4.3 Komplikace

Nejčastější komplikací výkonu jsou alergické reakce, krvácení, dysrytmie, pneumotorax, pleurální výpotek, infekce, rozpad rány, keloidní jizvy a zápal plic (Hebra in Biniwale, 2009), deviace dlahy, poranění srdce a při časném odstranění dlahy zborcení hrudníku do původní deformity (Fričová, Baierová, 2006), stejně jako porušení integrity kůže prostřednictvím dvoustranných axilárních řezů a posun dlahy (Swoveland et al, 2001). Kromě toho Fox et al. (2005) zjistili riziko poranění brachiálního plexu, které může nastat sekundárně polohováním pacienta během zákroku. U dospělých pacientů (Schalamon in Binewale, 2009) bylo zaznamenáno vyšší procento komplikací (19 – 58 %) z důvodu uplatnění větší síly potřebné k nápravě deformity. Vyvinutí větší síly dle Schalamona může mít za výsledek vytlačení dlahy u víc jak 50 % pacientů, stejně tak jako i dřívější únava materiálu a lomivost. U 32 % dospělých pacientů může být ke korekci deformity potřeba umístění dalších dlah (Pilegaard, 2008). Průzkum lékařů provádějících výkon dle Nusse ukázal, že 61% z nich nyní používá thorakoskopickou kontrolu na rutinní basi (Binewale, 2009), protože thorakoskopie snižuje riziko operačních komplikací. Výskyt pooperačních komplikací může výrazně snížit také pooperační epidurální analgezie (Ballantyne in Binewale, 2009; Swoveland et al, 2001). Předpokládané riziko 0,07 % trvalých neurologických komplikací se odhaduje u dospělých s hrudní epidurální katetrizací (Giebler in Binewale, 2009).

V ČR se intenzivněji začal touto problematikou zabývat prof. Šnajdauf a od roku 1985 do roku 2003 bylo FN Motol odoperováno 454 pacientů s deformitou hrudníku (Kučera, 2004).



## 1.5 Balance Master® Systém

Balance Master® Systém (BM) umožňuje hodnocení a terapii balančních a pohybových schopností pacientů, u kterých je funkční porucha a posturální nestabilita způsobena ortopedickým, neurologickým, vestibulárním nebo geriatrickým onemocněním. Přístroj Balance Master® se využívá pro objektivní hodnocení a trénink senzorycké a volně motorické kontroly balančních schopností při současném využití vizuálního biofeedbacku.



Obrázek 6. Balance Master® Systém (Manuál Balance Master® Systému, 2002).

Balance Master® Systém se skládá se z (Obrázek 6):

- Dvojitá silová plošina zasazená do platformy základny. Snímače z plošiny přenáší přes kabel do počítače informace o svislé síle vyvinuté pacientem.
- Centrální jednotka: počítač, monitor, tiskárna, myš, klávesnice. Počítač obdrží platná měření z plošiny, analyzuje je a generuje je na obrazovku nebo tiskne zprávy. Jakmile je hodnocení kompletní, zobrazí se výsledné skóre okamžitě na obrazovce jako graf nebo tabulka.
- Izolační transformátor
- Příslušenství: schůdky a podložky

Balance Master® Systém je použitelný pro pacienta vysokého 25 - 253 cm a ve váhovém intervalu 18 - 136 kg. Je možné testovat i pacienty mimo tyto fyzikální limity, ale výsledky mohou být méně přesné. Úroveň obtížnosti je dána změnou opěrné plochy, úrovně silové plošiny a změnou podložky pevné za pěnovou. Nelze vyšetřovat pacienty, kteří nejsou schopni stát alespoň 2 - 3 minuty vzpřímeně a bez pomoci, nebo pacienty, kteří ztrácejí stabilitu při stoji s otevřenýma očima na pevném podkladu.

BM obsahuje baterii testů posturální stability, hodnotící (NeuroCom, 2011):

- A) senzomotorické schopnosti nutné pro vykonání funkční činnosti:
- rozložení zatížení DKK - weight bearing squat
  - stoj na jedné DK - single stance
  - vychýlení těžiště k hranicím opěrné báze - limits of stability
  - balanční sensorická interakce - clinical test of sensory interaction on balance
  - rychlý aktivní přesun těžiště - rhythmic weight shift
- B) funkčních činnosti – specifických pohybových charakteristik během pohybu:
- vstávání ze sedu - sit to stand
  - přestup schůdku - step over
  - tandemová chůze - tandem walk
  - chůze s otočením - step and turn
  - chůze - walk, výpad vpřed - forward lunge

Hlavními indikacemi pro využití BM jsou:

- vestibulární léze, kde využíváme modifikace CTSIB – head shaking, step and turn, tandem walk
- neurologická onemocnění (mozečkové léze, morbus Parkinson a další) - zde používáme: limits of stability, weight shift, sit to stand, step over
- ortopedické onemocnění a posttraumatické stavy (např. distorze hlezenního kloubu, instabilita kolenního kloubu, stavy po náhradě kyčelního kloubu aj.) – zde volíme: weight shift, forward lunge, step over, walk a další.

Na základě vyšetření pomocí předchozích testů, volíme terapii. Terapie zahrnuje sekvenční trénink - sequence training – výběrem konkrétního typu cvičení (seated, weight lifting, dynamické činnosti (mobility), uzavřený řetězec (closed chain) atd.; a individuální terapii – custom training – volbou individuálních nastavení testů a cvičení, která je vhodná zejména na začátku terapie.

V naší studii byl použit **mCTSIB – modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance** pro statickou stabilitu stoje. Vysvětlení pojmů a hodnocených parametrů týkajících se tohoto testu se budeme věnovat v kapitole Metodika.

## 2 CÍLE A HYPOTÉZY

### 2.1 Cíle

Cílem této studie bylo zjistit vliv miniinvazivní korekční operace hrudníku dle Nusse na posturální stabilitu, rozsahy kloubní hybnosti a hodnocení vlastního těla a obtíží u pacientů s pectus excavatum a objektivně zhodnotit, zda je tento zákrok ryze kosmetického charakteru, nebo má významný vliv na také na funkci a to respirační i pohybové.

Porovnání výsledků spirometrie před a po operaci bylo součástí našeho výzkumu, v této práci se jimi však podrobněji zabývat nebudeme, výsledky budou zmíněny okrajově.

### 2.2 Hypotézy

Základní hypotézy této práce byly formulovány celkem 3. Jejich společným cílem je prokázání vlivu korekční operace dle Nusse na posturu, motoriku a stabilitu pacienta s PE, pomocí zvolených klinických a paraklinických parametrů.

Při stanovování hypotéz jsme vycházeli z faktu, že míra deformity a klinický obraz u jednotlivých pacientů nejsou identické. Pro ověření hypotéz je nutné kvalitativní, interindividuální srovnání hodnocených parametrů.

#### **HYPOTÉZA Č. 1**

Pacient bude po operaci méně pociťovat potřebu skrývat hrudník, omezovat své pohybové aktivity a bude více spokojen s vzhledem svého hrudníku. Změna parametrů bude prokázána pomocí dotazníkové metody.

#### **Dotazník dle Nusse před a po operaci: PEEQ - Pectus Excavatum Evaluation Questionnaire (Lawson et al., 2003)**

Předpokladem je zvýšení celkového skóre po operaci a skóre hodnotícího jednotlivé otázky po operaci.

Pro ověření hypotézy č. 1 – celkové skóre, je nutná pozitivní změna u 75 % parametrů dotazníku, prokázána minimálně u nadpoloviční většiny pacientů a podrobená statistickému zpracování pomocí párového t - testu. Posun hodnot jednotlivých otázek bude hodnocen pomocí Stuartova testu.

**HYPOTÉZA Č. 2**

Posun k pozitivním hodnotám bude zaznamenán v parametrech udávajících míru rozsahu pohybu v kloubech ramenních a kyčelních a rozsahu hybnosti páteře. Změna bude prokázána pomocí klinických testů a výsledné hodnoty před a po operaci budou vzájemně porovnány.

**Goniometrie rozsahu pohybu v kyčelním a ramenním kloubu****Thomayerova, Shoberova a Stiborova zkouška rozsahu hybnosti páteře**

Předpokladem je změna postavení hrudníku, nastavení jednotlivých segmentů páteře a tím výhodnější podmínky pro posturální stabilizaci a centraci jednotlivých kloubů.

Předpokladem pro ověření hypotézy č. 2 je pozitivní změna u většiny parametrů, prokázána minimálně u nadpoloviční většiny pacientů a potvrzená statistickým zpracováním párovým t - testem.

**HYPOTÉZA Č. 3**

Operační korekce hrudního koše dle Nusse povede ke změně parametrů hodnotících balanční funkce pacienta, hodnocené pomocí rychlosti posturálních výchylek a trajektorie COG za daných senzorických podmínek prostřednictvím paraklinického testu mCTSIB na Balance Masteru® Systému.

**Modifikovaný senzorický test – mCTSIB – modified Clinical test of Sensory Interaction on Balance**

Předpokladem je změna postavení hrudníku, následovaná změnou parametrů podílejících se na eliminaci nevýhodných sil působících během držení těla.

Předpokladem pro ověření hypotézy č. 3 je zlepšení v testu u nadpoloviční většiny pacientů a signifikantní zlepšení prokázané statistickým zhodnocením t - testem.

### 3 METODIKA

Tato práce je založena na srovnání vybraných klinických a paraklinických parametrů u pacientů s diagnózou pectus excavatum před korekční operací a 6 měsíců po ní a jejich porovnání s populační normou nebo kontrolní skupinou zdravých jedinců. Pacienti byli operováni na dětské chirurgii 2. LF UK Praha. Testování probíhalo v laboratoři Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství FN Motol. Dané parametry byly shodně hodnoceny před a po operaci a změny podrobně zaznamenány. Naměřené hodnoty byly podrobeny statistickému zpracování a závěry z nich vyvozené jsou podrobněji rozebrány v kapitole Výsledky.

#### 3.1 Zadání a realizace studie

Pro studii bylo vybráno celkem 26 probandů. Z důvodu relativní časové náročnosti testování a velké vzdálenosti od bydliště se naší studii nakonec účastnilo pouze 19 probandů: 17 chlapců (89,5 %) a 2 dívky (10,5 %), vyhovujících daným kritériím (viz dále). Věk vybrané skupiny byl v rozmezí od 14,5 do 21,5 let, věkový průměr 17,32 let.

U vybrané skupiny jsme zjistili následující charakteristiky:

a) **Deformita:** 47 % jedinců mělo deformitu symetrickou, 53 % asymetrickou. U jedinců s deformitou asymetrickou byla asymetrická deformita doprava u 47,37 % a u 5,26 % asymetrická doleva. Míra deformity hodnocená Hallerovým indexem (HI) - odečítaným z CT vyšetření - se pohybovala v rozmezí od 3,1 až 20, 5. Hodnoty HI 3,1 až 3,9 byly u 55 % případů; 4,3 až 4,7 v 15 % případů; 5,4 až 7,4 v 20 % a v jednom případě (5 %) hodnota 20, 5. Jeden z pacientů neměl CT provedeno ve FN Motol a Hallerův index nebyl v popisu vyšetření uveden.

b) **Skolióza a jiné postižení páteře:** na CT snímku byla u 84 % jedinců potvrzena skolióza – z 68 % pravostranná, 16 % levostranná. Čtyři ze 17 chlapců mají na snímcích známky morbus Scheuermann.

c) **Spirometrie:** Ze spirometrického vyšetření vyplývá, že 47 % jedinců mělo normální funkci plic. U 37 % vyšetřovaných byla přítomná obstrukce dýchacích cest, 11 % jedinců vykazovalo statickou hyperinflaci plic a v 5 % se vyskytly známky restriktivní poruchy funkce plic.

d) Astma bronchiální bylo uvedeno v anamnéze u 25 % testovaných jedinců, prolaps mitrální chlopně u 15 % jedinců, suspektní myopatie u 10 % a jiná onemocnění (adenotomie, gynekomastie, pes adductus, benigní epilepsie a lehká mentální retardace) u 20 % jedinců.

Předchozí skutečnosti jsou zobrazeny v níže uvedené tabulce (Obrázek 7).

	pohl.	HI	spirometrie	deformita	jiná on.	křivka páteře
pac. 1	M	3,1	normální	asym.l.dx.	J	DS Thp
pac. 8	M	3,11	normální	sym		sd
pac. 5	M	3,18	normální	asym.l.dx.		DS
pac.17	M	3,26	normální	asym. sin.	PMCH	S Thp
pac. 4	M	3,38	normální	sym		DS Thp
pac. 6	M	3,38	mírná obstrukce DC	sym	A	DS Thp
pac. 7	M	3,46	normální	sym	J	-
pac.16	M	3,72	normální	sym		mS
pac. 3	M	3,72	normální	asym		mS
pac.20	M	3,81	restriktivní porucha funkce plic, statická hyperinflace plic	asym.l.dx.		DS Thp, SS Lp
pac.14	M	3,86	statická hyperinflace plic	asym.l.dx	J	SS Thp
pac. 2	M	4,31	normální	sym		SS Thp
pac.13	Ž	4,55	statická hyperinflace plic,obstrukce DC	sym	PMCH, A	-
pac.18	M	4,68	mírná obstrukce DC	asym.l.dx.	A	DS Thp, mS
pac.19	M	5,41	mírná obstrukce DC	asym.l.dx.	M, A	mS
pac.10	M	6,86	obstrukce DC, statické hyperinflaci plic	asym.l.dx.	J	S
pac.15	M	7,07	mírná obstrukce DC	sym		S
pac.12	M	7,44	mírná obstrukce DC	asym.l.dx.	M, A	SS Thp
Pac.9	Ž	20,5	restriktivní porucha funkce plic, statická hyperinflace plic	sym		DS a SS Thp
pac.11	M	0	normální	asym.l.dx.	PMCH	sd

Obrázek 7. Charakteristiky testované skupiny.

HI – Hallerův index

M/Ž – muž/žena

PMCH – prolaps mitrální chlopně

A – astma

J - jiné onemocnění

DS Thp – dextrokonvexní skolióza

SS - sinistrokonvexní skolióza

S - skolióza

Sd – skoliotické držení

mS – morbus Scheuermann

DC – dýchací cesty

Thp - hrudní páteř

Lp – bederní páteř

**Stanovená kritéria výběru testované skupiny:**

- diagnóza pectus excavatum
- indikace ke korekční operaci dle Nusse
- předpoklad aktivní spolupráce pacienta

Testování pomocí klinických a paraklinických testů probíhalo 2x: den před operací a 6 měsíců po operaci, délka vyšetření byla cca 60 minut.

Testování zahrnovalo také spirometrické vyšetření, které však není předmětem této práce a proto o jeho výsledcích bude zmíněno jen okrajově.

Pacienti byli informováni a seznámeni s důvěrným nakládáním s jejich osobními údaji a jejich použití výhradně pro potřeby této studie.

**3.2 Dotazníková metoda****HODNOCENÍ SPOKOJENOSTI S VLASTNÍM VZHLEDEM A VLIV NA BĚŽNÉ DENNÍ AKTIVITY**

- pacienti před operací a po ní prostřednictvím vyplnění dotazníku hodnotili svůj vzhled a vliv deformity hrudníku na jejich osobní život a běžné denní aktivity.

**Dotazník dle Nusse před a po operaci — Pectus Excavatum Evaluation Questionnaire: PEEQ (dále jen PEEQ) viz Příloha 3**

Dotazník PEEQ byl vytvořen Dr. Nussem a je jedním z nejvíce užívaných dotazníků ve studiích s problematikou PE.

Dotazník obsahuje 12 otázek týkajících se vzhledu, subjektivního hodnocení fyzické aktivity a únavy spojené s deformitou hrudníku. Každá otázka je hodnocena 4 stupňovou škálou hodnocení: velmi spokojen: 4, spokojen: 3, velmi nespokojen: 2 a nespokojen: 1. Míra spokojenosti vzrůstá lineárně s celkovým počtem bodů.

### 3.3 Klinické testy

#### 3.3.1 Funkční klinické testy

##### HODNOCENÍ ROZSAHU POHYBU V KLOUBECH

- vyšetřováno planimetrickou metodou pomocí dvouramenného ručního goniometru pasivní rozsah rotačních pohybů v ramenním a kyčelním kloubu

##### GONIOMETRIE

###### **Ramenní kloub**

Rozsah v ramenním kloubu byl vyšetřován v poloze v lehu na zádech, vyšetřovaná horní končetina v 90° abdukci v ramenním kloubu a 90° flexi v kloubu loketním, předloktí v pronaci. Pletenec horní končetiny fixován shora, aby nedocházelo k elevaci lopatky a protrakci ramene. Osa goniometru byla přiložena na olecranon, jedno rameno směřovalo kolmo k zemi a druhé sledovalo prováděný pohyb předloktí do vnitřní (VR) a zevní (ZR) rotace.

###### **Kyčelní kloub**

Rozsah pohybu v kyčelním kloubu byl vyšetřován v poloze vleže na zádech, s 90° flexi v kolenním kloubu vyšetřování končetiny. Osa goniometru byla přiložena na patelu, jedno rameno směřovalo v podélné ose trupu a druhé sledovalo prováděný pohyb bérce do ZR a VR. Rozsah rotačních pohybů při 90° flexi v koleni je 40° do VR a do 40° ZR (Kolář, 2009).

##### HODNOCENÍ POHYBLIVOSTI PÁTEŘE

- prováděno měření pro hodnocení rozsahu hybnosti páteře

###### **Thomayerova zkouška, Schoberova a Stiborova distance (obrázek 8)**

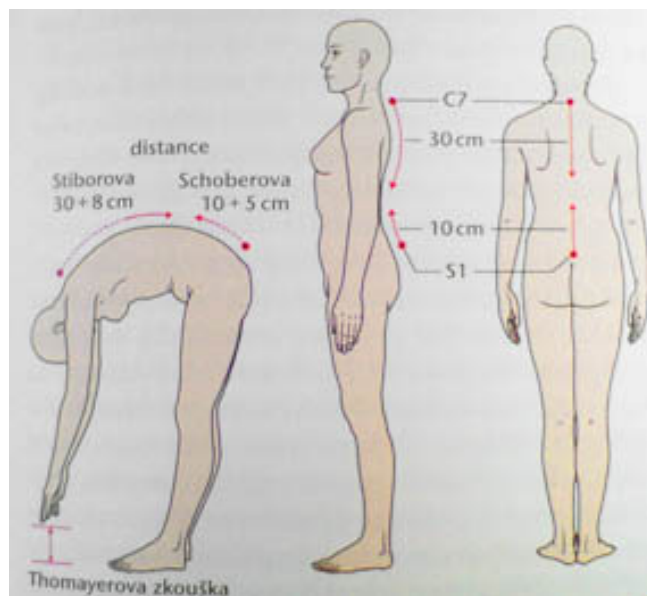
**Thomayerova zkouška**, tzv. zkouška prostého předklonu, nespécificky hodnotí pohyblivost celé páteře.

Pacient byl požádán, aby se předklonil tak, až se dotkne prsty podložky. Měřili jsme vzdálenost od daktylionu k podložce.



**Schoberova distance** hodnotí rozvíjení bederní páteře. V extenzi páteře – klidový stoj – byly označeny 2 body: trn obratle S1 a druhý bod 10 cm nad bodem předcházejícím. Pacient byl požádán, aby se předklonil. Měřili jsme rozdíl vzdáleností mezi oběma body v klidovém stoji a v předklonu.

**Stiborova distance** hodnotí rozvíjení celé páteře. V extenzi páteře – klidový stoj – byly označeny 2 body: trn pátého bederního obratle a trn sedmého krčního obratle. Pacient byl požádán, aby se předklonil. Měřili jsme rozdíl vzdáleností mezi oběma body v klidovém stoji a v předklonu.



Obrázek 8. Thomayerova zkouška, Schoberova a Stiborova distance (Kolář et al., 2009).

### 3.3.2 Paraklinický test

#### HODNOCENÍ STABILITY STOJE

- prováděn test umožňující objektivní kvantifikaci parametrů stability stoje na Balance Master® Systému, s cílem zjistit vliv korekce hrudníku na stabilitu stoje

#### **Modified Clinical Test of Sensory Interactio on Balance – mCTSIB**

Testy absolvovali pacienti bez předchozí přípravy nebo terapeutického ovlivnění, byli požádáni nepožívat kofein nebo alkohol po dobu 48 hodin před zahájením zkoušky a ujištění, že test je non-invazivní a bezbolestný.

### Typ měření

Cílem měření byla objektivní kvantifikaci parametrů stability stoje, nikoli diagnostika poruchy stoje a proto jsme z baterie testů BM volili mCTSIB. Tento test je určen pro statickou stabilitu stoje a kvantifikuje rychlost posturálních výchylek v průběhu čtyř sensorických podmínek:

- Otevřené oči, pevný povrch (EO – Firm)
- Zavřené oči, pevný povrch (EC – Firm)
- Otevřené oči, nestabilní povrch - pěnová podložka (EO – Foam)
- Zavřené oči, nestabilní povrch - pěnová podložka (EO – Foam)

Každá z předchozích podmínek se třikrát opakovala, v délce jednoho pokusu 10 vteřin.

### Způsob měření:

Měření předcházely odběr základních anamnestických údajů: Jméno, příjmení, rodné číslo, výška, váha, diagnóza a jejich zadání do počítače. Poté byl pacient vyzván, aby se naboso postavil na měřicí desku – chodidla přesně na předem vyznačené značky (Obrázek 9), aby během testování stál uvolněně, pohodlně a co nejbližší k vertikále jak je to možné. K optické fixaci bylo využito obrázku ve vzdálenosti 1,5 m, který měl pacient po dobu měření s otevřenými očima sledovat. Při měření bez zrakové kontroly byl pacient vyzván nejprve stabilizovat svůj stoj a poté na pokyn „zavřete oči“, oči zavřel. Zpětnou vazbou pro pacienta bylo odpočítávání doby měření a na pokyn „otevřete oči“, měření ukončeno. Jednotlivá měření na sebe plynule bez přestávek navazovala.



Obrázek 9. Poloha chodidel na silové plošině (Manuál Balance Master® Systému, 2002)

### Hodnocené parametry (Manuál Balance Master® Systému, 2002):

- COG Sway Velocity
- COG alignment:            výchylka v rovině x = v mediolaterální směru  
                                          výchylka v rovině y = v anterioposteriorním směru
- Mean COG

**COG úhlová rychlost**

Je poměrem vzdálenosti a času ( $d / t$ ). Tedy vzdálenosti, kterou urazí COG během pokusu, vyjádřené ve stupních za sekundu (versus palců, centimetrů, atd., aby umožnila srovnání výsledků mezi jednotlivci různých výšek a hodnocení celkové doby trvání testu (v sekundách). Množství výchylek je vyjádřené jako rychlost pro možnost srovnání skóre mezi pokusy s různou dobou trvání. Udává množství výchylek: tj. jak moc se pacient vychyloval. COG za každý pokus se zobrazí v horní části zprávy.

**COG alignment**

Odráží pozici COG pacienta vzhledem ke středu base na počátku každého pokusu. Normální jedinci udržují svoje COG blízko centra base. Hodnoty x udávají laterolaterální vychýlení těla, hodnoty y anterioposteriorní vychýlení těla.

**Střední COG úhlová rychlost (mean COG Sway Velocity)**

Udává průměr skóre průměrné střední COG pro všechny podmínky - součet průměrů se vydělí počtem pokusů jednotlivých podmínek. Střední COG během čtyř podmínek: ve všech nízké skóre výchylek znamená dobrou stabilitu jedince, vysoké skóre horší. Za předpokladu, že jsou smyslové informace vyloučeny nebo nevyhodnoceny správně, výchylka se zvýší. Nestabilita není pozorována u zdravých jedinců.

**Comp COG**

Kompozitní výchylka je průměrná úhlová rychlost vychýlení za období všech dvanácti pokusů.

**COG Trace**

Je graficky vyjádřená stopa pohybu COG pro všechna vyšetření, včetně číselného přehledu.

Čtyři podmínky mCTSIB jsou navrženy tak, aby simulovaly situace, se kterými se pacient často setká v rámci každodenních aktivit. U většiny pacientů s nerovnováhou (s nebo bez stanovené etiologie) mCTSIB bude odrážet jejich balanční problém a poskytne informace potřebné pro podporu dalšího hodnocení. V následujícím přehledu si objasníme situaci za jednotlivých podmínek testu.

**Oči otevřené, pevný povrch** - Informace jsou dostupné a přesné ze všech tří sensorických systémů - somatosenzorický, vizuální a vestibulární. Toto je "základní"

podmínka, se kterou jsou ostatní tři podmínky porovnány. Normální jedinci jsou velmi stabilní v tomto stavu, ze 70% se spoléhají na somatosenzorické informace (Peterka, 2002) .

**Zavřené oči, pevný povrch** - Vizuální informace nejsou k dispozici, zatímco somatosenzorické a vestibulární informace ano a přesné. Je nutné spoléhat převážně na somatosenzorické vstupy a sekundárně na vestibulární vstupy (Peterka, 2002). Vysoké skóre výchylek v tomto stavu znamená problémy s přijetím nebo vnímáním somatosenzorických vstupů. U normálních jedinců není významný rozdíl výchylek se zavřenýma a otevřenýma očima na pevném povrchu.

**Oči otevřené, pěnový povrch** - somatosenzorické informace jsou k dispozici, ale nepřesné, protože povrch pěny vysílá další výzvu k svalové a kosterní soustavě. Vizuální a vestibulární informace jsou k dispozici a přesné. Jedinec musí spoléhat především na vizuální vstupy a sekundárně na vestibulární vstupy. Dokonce i normální jedinci budou mít větší výchylky na povrchu pěny než na pevném povrchu, ale nebudou nestabilní.

**Zavřené oči, pěnový povrch** - Vizuální informace nejsou k dispozici. Somatosenzorické informace jsou nepřesné, protože povrch pěny vysílá další výzvu k svalovému a kosternímu systému. Pouze vestibulární informace jsou k dispozici a přesné. Jedinec bude muset spoléhat především na vestibulární vstupy. Normální jedinci budou mít významně více výchylek se zavřenýma očima, než s otevřenýma očima na povrchu pěny, ale nebudou nestabilní.

### 3.4 Statistické zpracování výsledků měření

Získané hodnoty ze všech měření byly zaznamenány v tabulce. Z naměřených hodnot jsme získali rozdíl před a po operaci (d), průměrné hodnoty měření (mean), směrodatné odchyly (sd), intervalová rozpětí (irq), mediány (p50), minimální (min) a maximální (max) hodnoty. Statistická významnost byla stanovena pro hodnotu  $p < 0,05$ . Hodnoty byly vzájemně porovnány a podrobeny statistickému srovnání.

Pro srovnání rozdílů (d) měření před a po operaci skupiny pacientů s PE byl použit jednovýběrový párový t – test rozdílů hodnot měření. Dvouvýběrovým párovým t-testem jsme porovnávali hodnoty skupiny jedinců s PE s kontrolní skupinou zdravých jedinců.

Pro zhodnocení rozdílů výsledků jednotlivých otázek dotazníku PEEQ před a po operaci byl použit Stuart – Maxwellův test.

Spearmanovým koeficientem a lineární krokovou regresí jsme zpracovávali korelace mezi jednotlivými parametry měření a souvislosti s charakteristikami skupiny jedinců s PE.

Výstupy statistického zpracování, hodnocení výsledků a grafické znázornění je uvedeno v kapitole Výsledky.

## 4 VÝSLEDKY

Souhrnné výsledky klinických a paraklinických testů, které sloužily k ověření základních hypotéz práce, dokládají, že námi hodnocené parametry mají větší nebo menší měrou vzájemnou souvislost. U skupiny sledovaných pacientů, s pectus excavatum po operaci dle Nusse byly po operaci zlepšeny hlavně parametry hodnocené dotazníkovou metodou.

### 4.1 Dotazník: PEEQ – Pectus Excavatum Evaluation Questionnaire

Dotazníkovou metodou jsme hodnotili spokojenost s vzhledem vlastního hrudníku a celkovou míru obtíží s hrudníkem spojených (Příloha 3).

Hodnotili jsme celkové skóre bodů a dále změny hodnot za jednotlivé otázky před a po operaci. Číselná hodnota odpovědí 1 až 4, kterou pacient udává, koreluje s mírou spokojenosti, tzn.: určitě ano: 4, spíše ano: 3, ne: 2 a určitě ne: 1. Ukazatelem zlepšení hodnocení je zvýšení počtu bodů celkem a z jednotlivých otázek dotazníku.

#### 4.1.1 Hodnocení celkového počtu bodů

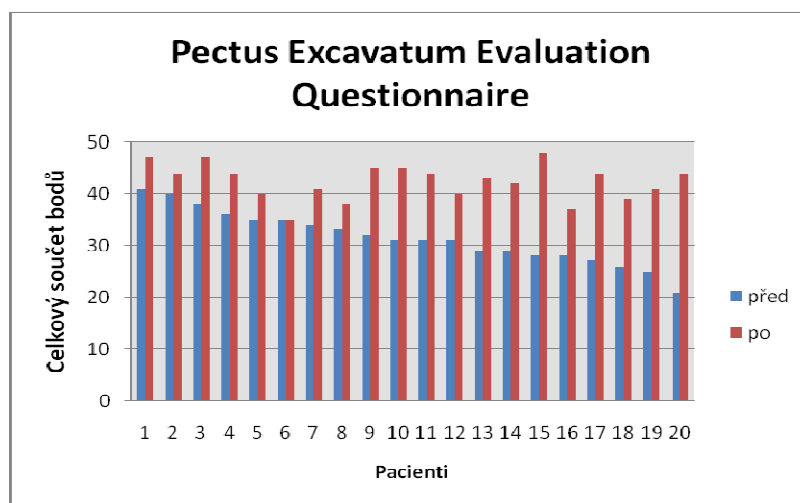
V následující tabulce (Obrázek 10) je uveden aritmetický průměr (mean), směrodatná odchylka (sd), nejmenší (min) a největší (max) hodnota. Tři řádky tabulky jsou pro hodnoty před operací, po operaci a pro rozdíl před-po operaci. Grafické zhodnocení zobrazuje obrázek 11.

	mean	sd	min	max
Před	31,37	5,23	21	41
Po	42,47	3,56	35	48
rozdíl před-po	11,11	5,81	0	23

Obrázek 10. Tabulka hodnocení celkového počtu bodů PEEQ

Ve všech 12 otázkách bylo vykázáno zlepšení u 18 z 19 dotázaných, tedy u nadpoloviční většiny dotázaných. V jednom případě ke změně celkového skóre nedošlo. Nejmenší rozdíl celkového skóre byl 0 bodů a největší 23 bodů. U dvou jedinců, jsme našli shodu rozdílu celkového skóre: 5 a 14 bodů, u třech jedinců rozdíl 9 bodů a u čtyř jedinců 13 bodů. U celkového skóre všech sledovaných parametrů jsme prokázali **statisticky významné** zlepšení ( $p < 0,001$  u celkového skóre), respektive

zvýšení celkového počtu bodů po operaci. Můžeme tedy s vysokou mírou jistoty říci, že signifikantní rozdíl mezi hodnotami před a po operaci potvrzuje, že korekce hrudníku pozitivně ovlivnila sebehodnocení a sebevědomí pacientů.



Obrázek 11. Celkové skóre bodů PEEQ před a po operaci.

#### 4.1.2 Hodnocení jednotlivých otázek PEEQ

Hodnocení jednotlivých otázek dotazníku bylo zpracováno pomocí Stuart-Maxwellova testu, z něhož vyplývá, že u 7 z 12 otázek došlo ke **statisticky významnému** ( $p < 0,05$ ) posunu k pozitivním hodnotám v hodnocení jednotlivých otázek před a po operaci. Dotazníkovým hodnocením nebyla prokázána statisticky významná souvislost mezi deformitou hrudníku a subjektivně vnímaným omezením fyzické aktivity nebo dechovými obtížemi před a po operaci. V potaz musí být brán fakt, že hodnocení pomocí tohoto dotazníku je vysoce subjektivní a může být ovlivněno momentálním psychickým laděním pacienta. Výsledky jsou zobrazeny v tabulce (obrázek12 a 13).

	q2ot_1				
	1	2	3	4	Total
q1ot_1	2	0	6	2	8
	3	0	6	3	9
	4	0	0	2	2
	Total	0	12	7	19

Obrázek 12. Tabulka hodnocení jednotlivých otázek.

Souhrn otázek	Bodové hodnocení	p
1. Jste spokojený se svým celkovým vzhledem?	Velmi uspokojivý: 4, Uspokojivý:3, Neuspokojivý: 2, Velmi neuspokojivý: 1	P < 0,05
2. Jak hodnotíte svůj vzhled hrudníku bez košile?	Velmi uspokojivý: 4, Uspokojivý:3, Neuspokojivý: 2, Velmi neuspokojivý: 1	P < 0,05
3. Chtěl byste strávit zbytek života s hrudníkem v jeho momentálním stavu.	Ano samozřejmě: 4, Ano: 3, Ne: 2, Zásadně ne: 1	P < 0,05
4. Setkal/a jste se s posměchem, narážkami směřované na vzhled vašeho hrudníku?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P < 0,05
5. Omezujete svoje aktivity?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P > 0,05
6. Snažíte se zahalovat hrudník?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P < 0,05
7. Trápí vás vzhled vašeho hrudníku?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P < 0,05
8. Stydíte se za vzhled hrudníku?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P < 0,05
9. Jste se sebou nespokojený/á ?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P < 0,05
10. Cítíte nějaké obtíže při Vaší fyzické aktivitě?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P > 0,05
11. Cítíte někdy dechové obtíže?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P > 0,05
12. Máte pocit, že deformita hrudníku je příčinou zvýšené únavy?	Velmi často: 1, Často: 2, Občas: 3, Nikdy: 4	P > 0,05

Obrázek 13. Tabulka významnosti jednotlivých otázek.

## 4.2 Souhrnné výsledky klinických testů

Hodnotili jsme změnu rozsahu pohybu v ramenním a kyčelním kloubu, prováděli jsme Thomayerovu zkoušku, Schoberovu a Stiborovu distanci před operací a po ní. Vzájemným porovnáním hodnot získaných z obou měření jsme získali následující výsledky:

### 4.2.1 Rozsah pohybu v kloubech

#### RAMENNÍ KLOUB

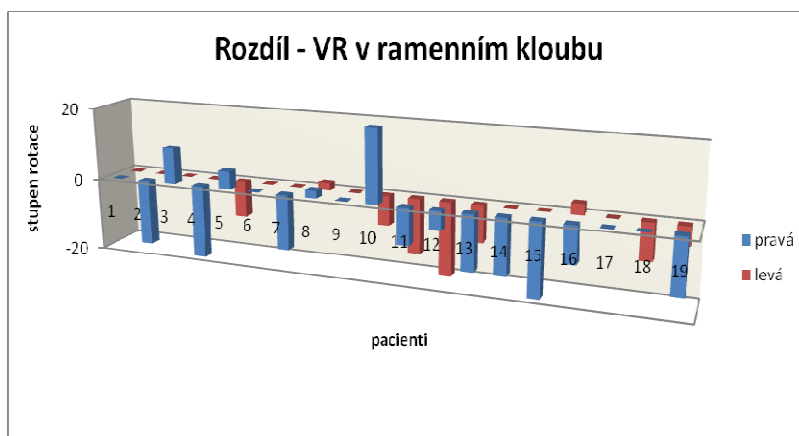
Ze zpracování naměřených hodnot vyplývají následující dvě skutečnosti:

Hodnoty **zevní rotace** v ramenním kloubu (obrázek 16) po operaci jsou větší než před operací. Porovnáním obou naměřených hodnot pomocí párového T-testu jsme prokázali **statistickou významnost ( $p < 0,05$ ) získaného rozdílu**. Z uvedeného vyplývá, že operační výkon měl vliv na rozsah do ZR a vedl ke zvýšení rozsahu.

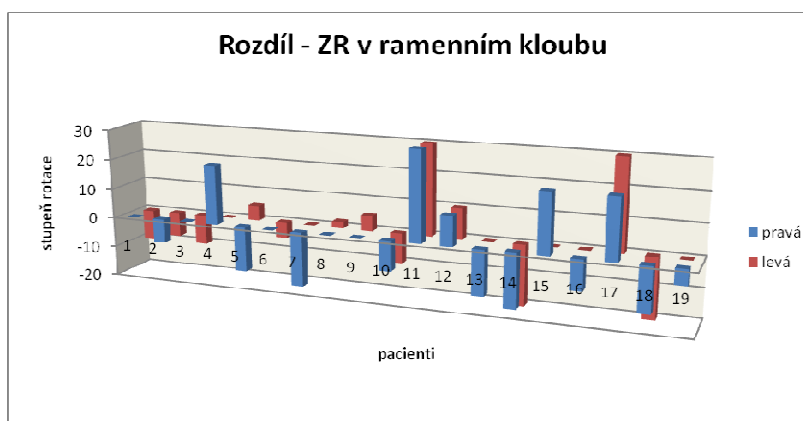


Hodnoty **vnitřní rotace** v ramenním kloubu před a po operaci (obrázek 16) se téměř nelišily. Porovnání obou hodnot pomocí párového T- testu jsme nezjistili statistickou významnost výsledku.

Výsledky rozdílů měření znázorňují následující grafy (obrázky 14 a 15).



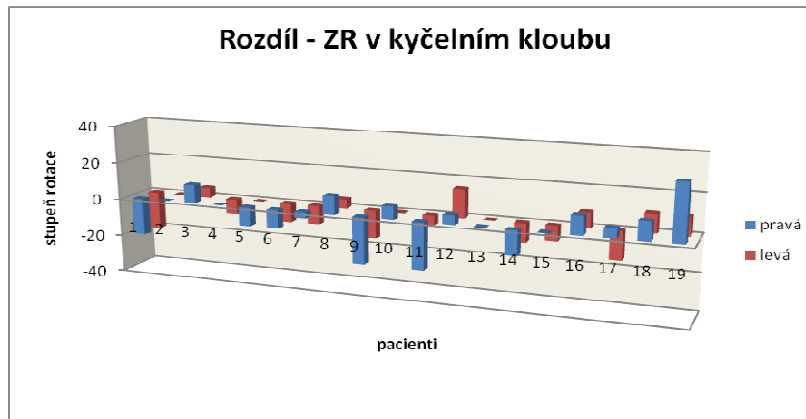
Obrázek 14. Graf rozsahů pohybu v ramenním kloubu.



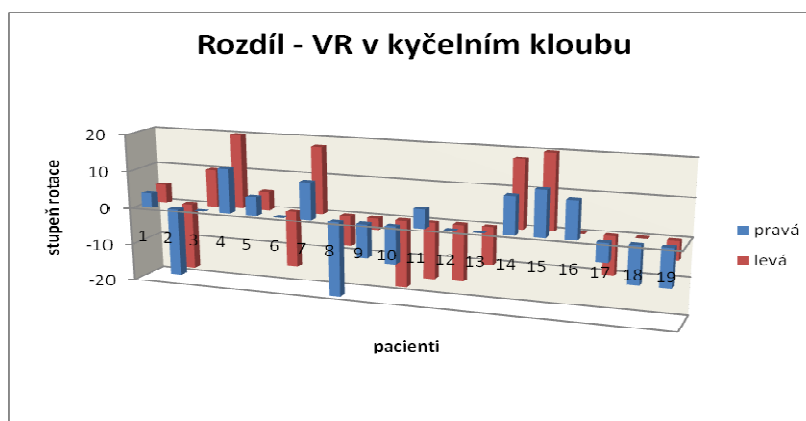
Obrázek 15. Graf rozsahů pohybu v ramenním kloubu.

### KYČELNÍ KLOUB

Rozsah pohybu v kyčelním kloubu do ZV a VR před a po operaci se výrazně nelišil. Porovnáním obou hodnot pomocí párového T-testu jsme neprokázali statistickou významnost rozdílu získaných hodnot. Rozdíly jsou patrné na grafech (Obrázek 17 a 18).



Obrázek 17. Graf rozdílu hodnot ZR v kyčelním kloubu.



Obrázek 18. Gfar rozdílů hodnot VR v kyčelním kloubu.

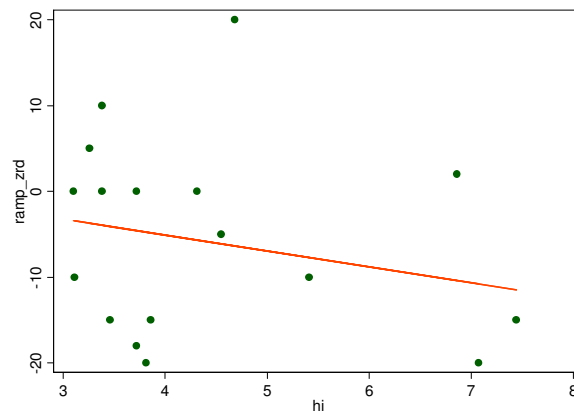
### KORELACE

Pomocí Spearmanova koeficientu jsme se pokusili zjistit, zda je mezi měřenými veličinami a charakteristikami skupiny významná souvislost. Hodnotili jsme vztah rozsahu pohybu v ramenním kloubu a míry deformity vyjádřené HI. Většina hodnot se nachází blízko nuly, tzn., že korelace mezi veličinami je velmi slabá. Porovnáním HI a VR P kyčelního kloubu po operaci jsme zjistili statisticky významnou negativní korelaci, s hodnotou Spearmanova koeficientu  $-0,49$ . Z toho vyplývá, že by větší hodnota HI měla znamenat menší rozsah pohybu v kyčelním kloubu do VR po operaci. Hodnotám HI v běžném rozsahu cca 3 - 7 odpovídají téměř jakékoli hodnoty změny. Jeden pacient má však hodnotu HI velmi vzdálenou od ostatních. Pokud bychom vyloučili pacienta s touto vysokou hodnotou HI, pak by závislost např. ROM ramenního kloubu PHK do ZR a HI vypadala jako na následujícím obrázku (obrázek 19), kde je zároveň přímka naznačena regresní závislost, která je ale slabá.

variable	pravá																		p
	před						po						rozdíl						
	mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	
Ramenní kloub ZR	102,11	9,47	105,00	20,00	90,00	115,00	96,53	10,59	92,00	15,00	72,00	110,00	-5,58	11,02	-5,00	15,00	-20,00	20,00	0.0406
Ramenní kloub VR	63,16	16,60	60,00	20,00	30,00	90,00	62,42	13,38	70,00	22,00	30,00	85,00	-0,74	14,53	0,00	25,00	-18,00	30,00	0.8276
Kyčelní klub ZR	42,05	12,22	40,00	23,00	30,00	60,00	41,05	14,10	40,00	20,00	30,00	90,00	-1,00	13,76	0,00	20,00	-25,00	30,00	0.7551
Kyčelní klub VR	30,21	10,21	30,00	18,00	10,00	50,00	29,47	5,34	30,00	8,00	20,00	40,00	-0,74	9,93	0,00	20,00	-20,00	12,00	0.7500
variable	levá																		p
	před						po						rozdíl						
	mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	
Ramenní kloub ZR	97,63	9,09	92,00	20,00	90,00	115,00	93,79	5,92	90,00	5,00	90,00	110,00	-3,84	6,44	0,00	10,00	-20,00	3,00	0.0181
Ramenní kloub VR	65,53	15,45	70,00	25,00	35,00	90,00	65,47	14,08	70,00	15,00	40,00	100,00	-0,05	13,21	0,00	15,00	-20,00	30,00	0.9863
Kyčelní klub ZR	42,00	10,26	45,00	18,00	20,00	55,00	39,47	8,32	40,00	10,00	30,00	60,00	-2,53	9,78	0,00	15,00	-20,00	15,00	0.2748
Kyčelní klub VR	33,79	11,78	35,00	15,00	12,00	50,00	32,68	6,71	30,00	10,00	20,00	45,00	-1,11	13,32	-3,00	25,00	-18,00	20,00	0.7219

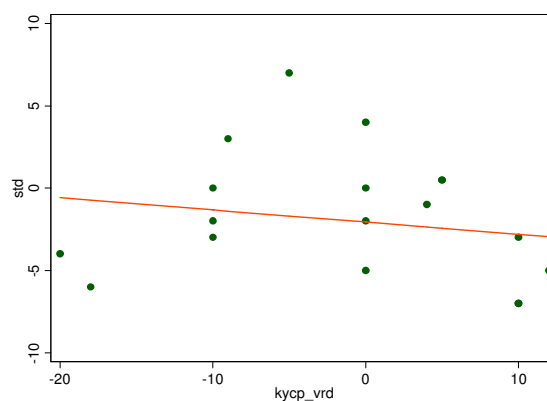
Obrázek 16. Tabulka rozsahů hybnosti v kloubech.

- aritmetický průměr (mean), směrodatná odchylka (sd), medián (p50), rozpětí (iqr), nejmenší (min) a největší (max) hodnota



Obrázek 19. Závislost rozsahu pohybu pravého ramenního kloubu a Hallerova indexu.

Při sledování vztahu Stiborovy distance a rotace v kyčelním kloubu (obrázek 20) jsme zjistili záporou korelaci, čili s růstem jedné veličiny klesá druhá. Korelace není moc silná, čemuž odpovídá pouze mírný sklon přímky na obrázku. Dva body vlevo do celkového obrazu trendu moc nezapadají. Souvislost mezi významným snížením Stiborovy distance a rozsahem pohyb v kyčelním kloubu jsme neprokázali. Z předchozího vyplývá, že soubor našich pacientů je příliš malý na hodnocení korelace HI a ROM.



Obrázek 20. Závislost Stiborovy distance a VR v kyčelním kloubu.

#### 4.2.2 Thomayerova zkouška, Stiborova a Schoberova distance

##### THOMAYEROVA ZKOUŠKA

Negativní výsledná hodnota rozdílu měření znamená zmenšení vzdálenosti dyktylionu od podložky při měření po operaci a tedy zlepšení hodnoceného parametru. V deseti případech se pacienti ve zkoušce zlepšili, u tří jedinců se hodnota nezměnila a šest pacientů se v této zkoušce dokonce zhoršilo. Přestože se více než polovina

pacientů ve zkoušce zlepšila a mohli bychom tedy říci, že operace měla vliv na rozsah pohyblivosti páteře, neprokázali jsme statistickou významnost rozdílu hodnot v této zkoušce. V úvahu je také nutno brát velkou hodnotu odchylky a možnost zvětšení rozsahu pohybu pomocí náhradních mechanismů – souhyb pánve při flexi trupu.

Hodnoty všech zkoušek jsou znázorněny v následující tabulce (obrázek 21).

variable					po				Rozdíl				p
	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	
Thomayer	17,37	10,6	0	29	16,21	11,5	0	40	-1,16	6,93	-17	13	0,4758
Stibor	9,42	2,12	5	13	7,58	3,66	2	13	-1,84	3,82	-7	7	0,0496
Schober	6,63	2,53	4	14,5	6,63	2,99	3	13	0	4,18	-9,5	7,5	1

Obrázek 21. Thomayerova zkouška, Stiborova a Schoberova distance.

- aritmetický průměr (mean), směrodatná odchylka (sd), nejmenší (min) a největší (max) hodnota.

#### **STIBOROVA DISTANCE**

U šesti pacientů se naměřená hodnota po operaci zvýšila, u jedenácti se snížila a ve dvou případech se nezměnila. Porovnáním průměrných hodnot před a po operaci jsme získali jako v předchozím testu negativní rozdíl hodnot před a po operaci. Zpracováním výsledků pomocí párového t-testu jsme prokázali **statistickou významnost ( $p < 0,05$ )** tohoto rozdílu. V tomto případě však znamená zmenšení rozsahu pohybu páteře a tedy zhoršení v testu. Pravděpodobnou příčinou tohoto zhoršení je přítomnost dlahy, která u některých pacientů při druhém měření byla zdrojem nepříjemných pocitů při testování, které je omezovaly v provedení testu.

#### **SCHOBEROVA DISTANCE**

Hodnoty Schoberovy distance se u devíti pacientů zvýšily, u osmi pacientů snížily a u jednoho zůstaly beze změn. Rozdíl průměrných hodnot prvního a druhého měření je roven nule, pravděpodobnost rozdílu je rovna jedné. Zpracováním výsledků pomocí párového t-testu jsme tedy neprokázali statistickou významnost výsledku měření. Z uvedeného vyplývá, že operace neměla vliv na rozsah bederní páteře.

Změny držení těla jsou patrné z fotodokumentace (příloha 1).

### 4.3 Souhrnné výsledky z paraklinického testu

#### 4.3.1 Hodnocení stability stoje

##### mCSTIB

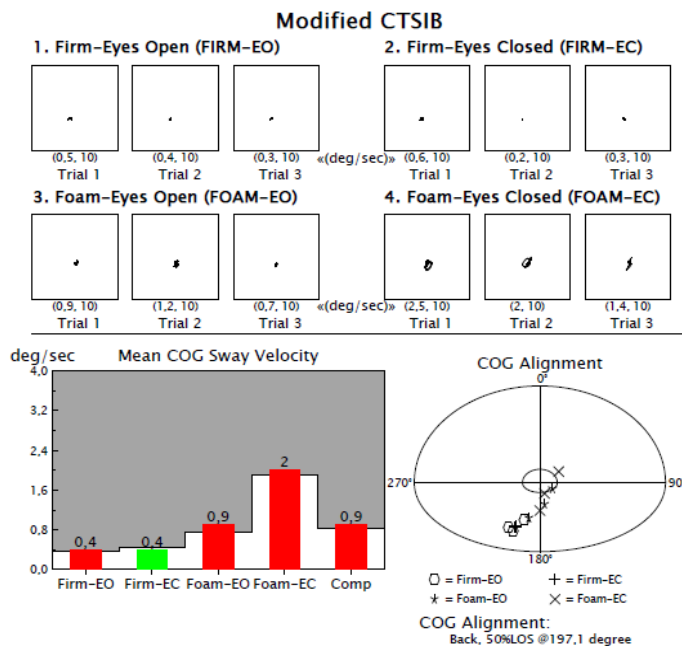
##### **Porovnání před a po operaci**

Cílem testu bylo dosažení lepších výsledků při měření po operaci, tedy menších hodnot COG sway velocity, zmenšení trajektorie COG a centralizace COG ke středu báze. Souřadnice x a y představují podíl změny distribuce tělesné hmotnosti od geometrického centra, stejně jako směr změny. Pokud je COG stejné jako geometrické, x, y souřadnice se rovnají 0. Posun vpřed na ose y je líčen jako pozitivní, naopak, posun vzad znamená zápornou hodnotu. Podobně, posun doprava na ose x znamená pozitivní hodnoty a posun doleva výsledky negativní.

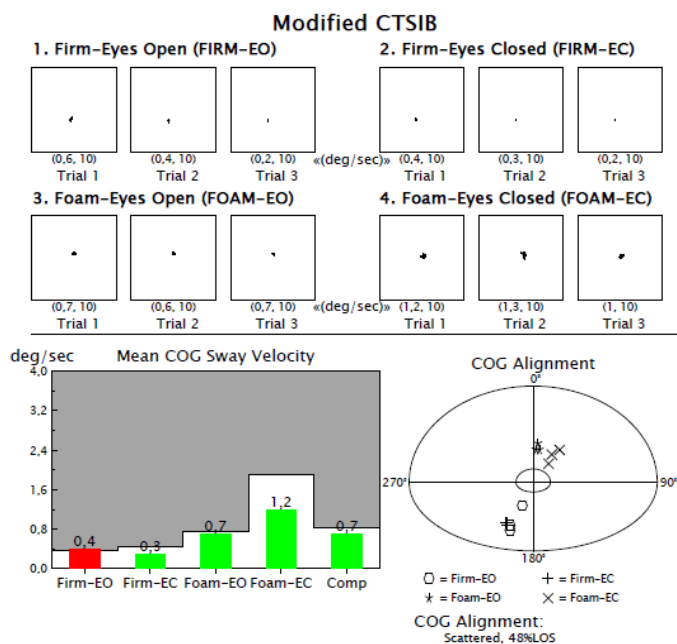
Obrázek 22 Zobrazuje hodnoty průměrné COG Sway Velocity (sloupcový graf), trajektorie COG (graf 1. až 4.) a COG alignment (elipsa) získané přímo z přístroje Balance Master. šedá oblast na sloupcovém grafu představuje hodnoty mimo normativní data, zelená v rozmezí normálních hodnot, červená výkon mimo normální rozmezí. Číselná hodnota průměru je uvedena v horní části každého sloupce. Graf orientace COG představuje 100 % hranice Limit-of- Stability (LOS), průsečík dvou linií označuje centrální bod nebo 0 % LOS.

Na předoperačním protokolu (obrázek 22) vidíme u Foam EC výrazně větší trajektorii COG oproti ostatním testům. Tento jev nám potvrzuje také největší přesah přes hranici normy na sloupcovém grafu. Hodnoty mean COG Firm EO a Foam EO se nacházejí mimo normu, Firm EC na hranici normy a průměrnou COG za všechny testy můžeme také vidět mimo normu. Na grafu COG Alignment jsou zobrazeny pozice těžiště mimo bázi, vzadu, převažuje zatížení na patách. Skóre výchylek v tomto případě je 197,1°.

Na pooperačním protokolu (obrázek 23) vidíme výrazné zlepšení. Graf trajektorie ukazuje směr COG blíže ke středu. Na grafu průměrné COG je již většina hodnot v oblasti normy. Největší pozitivní posun nastal v testu Foam EC, jak nám také potvrzuje celková statistika, viz dále. COG alignment těžiště zůstává mimo bázi a je rozptýlené předožadně.



Obrázek 22. Zpráva z BM® před operací.



Obrázek 22. Zpráva z BM® po operaci.

Legenda:

Čtyři trojice grafů v horní části zprávy jsou zobrazením trajektorie výchylky COG pro každý pokus (1-2-3), s průměrnou rychlostí výchylky těla.

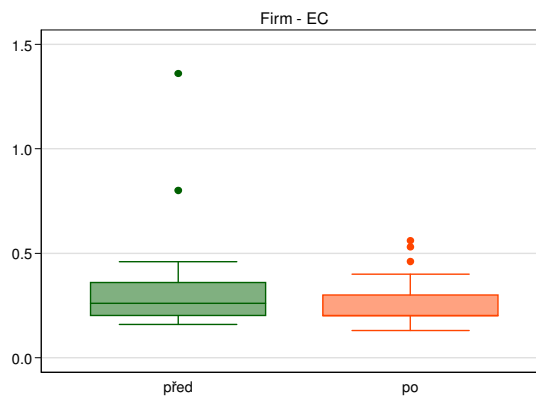
Pět sloupců grafu pod čarou představuje situace za jednotlivých podmínek, s průměrnou COG Sway velocity, uvedenou na vrcholu sloupce.

Symbolsy na elipse COG alignment značí pozice průměrné COG v průběhu každých 10 sec. pokusu:

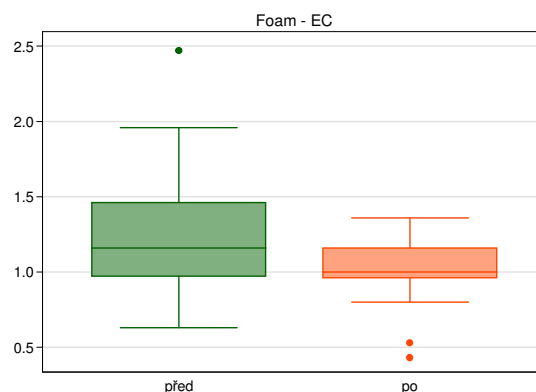
- |                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| o ..... otevřené oči - pevná podložka | + ..... otevřené oči - pěna |
| - ..... zavřené oči - pevná podložka  | X ..... zavřené oči - pěna  |

V tabulce (obrázek 24) jsou uvedeny výsledky měření.

U pacientů s PE došlo po operaci ke zlepšení stability na pěnovém povrchu. Rozdíl průměrných rychlostí výchylek COG na pěnovém povrchu se zavřenými a otevřenými očima byl **statisticky významný**. Hodnoty měření jsou zomrzeny v tabulce na obrázku 24. Rozdíl je dobře patrný z grafů zobrazujících rozdíly hodnot před a po operaci (Obrázek 25 a 26). Graf zobrazuje rozptyl naměřených hodnot, medián a směrodatnou odchylku. Výraznějšího zlepšení dosáhli pacienti se zavřenými očima, což nám také dokazuje větší zlepšení hodnocených parametrů. Změny ve stabilitě na pevném povrchu, promítající se do změn v rozdílu hodnot průměrné rychlosti výchylek COG, nedosáhly hladiny statistické významnosti. Rozdíly mezi skupinami parametrů hodnotících posun COG na osách x a y nebyly na pevném povrchu ani na pěnovém povrchu statisticky významné.



Obrázek 25. Box graf – rozdíly hodnot měření COG na pevném povrchu se zavřenými očima, před a po operaci.



Obrázek 25. Box graf – rozdíly hodnot měření COG na pěnovém povrchu se zavřenými očima, před a po operaci.



	Pectus Excavatum																		
	před						po						rozdíl						
variable	mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	p
Firm EO	0,24	0,09	0,23	0,17	0,10	0,40	0,23	0,07	0,23	0,10	0,13	0,40	-0,01	0,08	0,00	0,09	-0,20	0,10	0,4598
Firm EC	0,36	0,28	0,26	0,16	0,16	1,36	0,26	0,13	0,20	0,10	0,13	0,56	-0,09	0,31	-0,06	0,21	-1,06	0,36	0,2049
Foam EO	0,52	0,16	0,50	0,13	0,30	0,93	0,43	0,11	0,43	0,13	0,20	0,66	-0,09	0,17	-0,10	0,17	-0,57	0,16	0,0297
Foam EC	1,25	0,43	1,16	0,49	0,63	2,47	1,02	0,25	1,00	0,20	0,43	1,36	-0,23	0,42	-0,20	0,34	-1,27	0,43	0,0267
fi - eox	-0,48	0,88	-0,40	1,09	-2,40	0,66	-0,37	0,68	-0,30	0,70	-1,40	1,00	0,11	0,79	0,14	0,76	-1,40	1,90	0,5678
fi - eoy	-0,29	1,16	-0,13	1,36	-2,90	1,40	-0,55	1,15	-0,40	2,09	-2,56	1,03	-0,26	1,40	0,30	2,02	-2,69	2,83	0,4205
fi - ecx	-0,33	0,74	-0,30	1,23	-1,73	0,80	-0,31	0,65	-0,20	0,77	-1,73	0,80	0,03	0,72	0,16	1,01	-1,50	1,23	0,8771
fi - ecy	-0,19	1,30	-0,20	1,59	-2,96	1,66	-0,65	1,14	-0,46	2,10	-2,76	0,80	-0,46	1,39	-0,13	1,83	-3,20	2,33	0,166
fo - eox	0,15	0,80	0,16	1,20	-1,76	1,33	0,19	0,42	0,27	0,46	-0,76	0,90	0,03	0,81	-0,03	1,46	-1,00	1,56	0,8595
fo - eoy	0,65	1,27	0,90	1,46	-1,46	3,16	0,55	1,42	0,66	1,70	-2,90	3,33	-0,10	1,68	-0,30	1,99	-3,90	3,59	0,806
fo - ecx	0,25	1,03	0,23	1,53	-1,33	1,90	0,27	0,57	0,33	0,79	-0,63	1,30	0,02	1,23	0,30	1,56	-2,53	2,56	0,943
fo - ecy	0,41	1,07	0,30	1,56	-1,40	2,63	0,34	1,14	0,26	1,42	-1,96	2,67	-0,07	1,35	-0,13	2,16	-2,59	2,30	0,8138

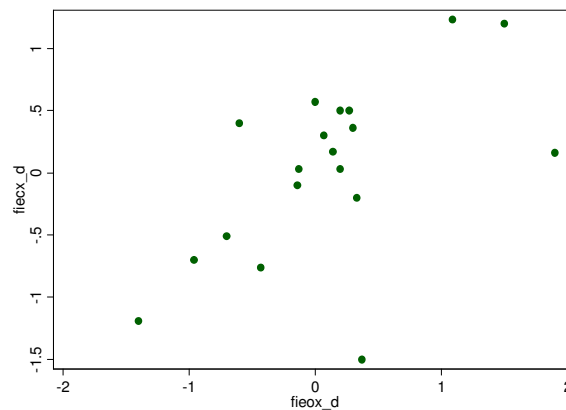
Obrázek 24. Tabulka hodnot měření na Balance Masteru® před a po operaci.

- průměrná hodnota (mean), směrodatná odchylka (sd), medián (p50), intervalové rozpětí (iqr), minimální a maximální naměřená hodnota, hodnota p ( $p < 0,05$ ) signifikantní

- Firm EO = pevný povrch oči otevřené, Firm EC = pevný povrch oči zavřené, Foam EO = pěnový povrch oči otevřené, Foam EC = pěnový povrch oči zavřené

fi - eox/y = osa x/y, pevný povrch, oči otevřené, fi - ecx/y = osa x/y, pevný povrch oči zavřené, fo\_eox/y = osa x/y, pěnový povrch, oči otevřené, fo\_ecx/y = osa x/y, pěnový povrch, oči zavřené

Na níže uvedeném grafu (obrázek 27) je znázorněna korelace mezi rozdílem posunu na ose x v testu stoje na pevném povrchu se zavřenými a otevřenými očima, hodnocená pomocí Spearmanova koeficientu. Sledujeme zde spojitost mezi posunem COG na ose x se zavřenými a otevřenými očima. Spearmanův koeficient při porovnání  $fieox\_d$  a  $fiecx\_d$  udává hodnotu  $p = 0,0595$  a je tedy **statisticky významný**. Z toho vyplývá, že s větším posunem na ose  $fieox\_d$ , bude větší  $fiecx\_d$ . Kladné a záporné znaménko poté určuje směr posunu na ose x – kladné doprava a záporné doleva. Očekáváme celkový posun ke středu, do bodu 0. Pokud bychom grafem proložili dvě osy označující střed, tedy bod nula, našli bychom většinu hodnot v jeho blízkosti. Celkového trendu, který se statistika snaží zachytit jako charakteristiku celé skupiny, většina bodů odpovídá, jeden bod úplně dole v prostředku nikoliv.



Obrázek 27. Závislost  $fieox\_d$  a  $fiecx\_d$

### Porovnání s kontrolní skupinou

Pomocí dvouvýběrového párového t- testu jsme porovnávali hodnoty pacientů s PE před a po operaci se skupinou 19 zdravých jedinců, odpovídajících stejnému věkovému průměru, nespportovců, přibližně stejné výšky a váhy. Posuzovali jsme hodnoty mean COG Sway Velocity za všech čtyř podmínek a výchyly na osách x a y. Mezi skupinami PE před operací a kontrolní skupinou v parametru mean COG Sway Velocity není signifikantní rozdíl ani u jedné z podmínek. **Statisticky významný** rozdíl jsme prokázali v posunu pozice těžiště na ose x při testu na pevném povrchu s otevřenými i zavřenými očima. Zjištěný průměrný rozdíl udává průměr vzdáleností průměrných pozic těžiště obou skupin. Rozdíl posunu na ose x na pevném povrchu ani na ose y za obou podmínek nebyl signifikantní. Hodnocení výsledků pooperačních měření a kontrolní skupiny vykazovalo opět signifikantní rozdíl pouze v posunu pozice

těžiště na ose x při testu na pevném povrchu s otevřenými i zavřenými očima (obrázek 28).

### Korelace

Pomocí lineární regrese jsme se pokusili zjistit, zda změna v hodnotách veličin na BM může nějak souviset, resp. být vysvětlitelná hodnotami následujících charakteristik: míra deformity, křivka páteře, HI, věk. Vzhledem k malému počtu jedinců celkově a zejména v některých podskupinách (ve skupině byly např. jen 2 ženy) jsou výsledky zatíženy velkou nejistotou. Výpočty korelace BM a HI, byly provedeny u 18 lidí místo 19, neboť u jednoho pacienta nebyl uveden HI. Věk ani pohlaví se ve vztahu k hodnotám z BM nejeví signifikantní. Statisticky významné se projevily vůči parametrům z BM charakteristiky spirometrie (obrázek 29). Ty však pro malý počet testovaných musely ve svých kategoriích být sloučeny, takže klinická výpovědní hodnota tohoto sdělení je velmi malá. Míra deformity určená HI a přítomnost skoliózy jsme zjistili ve vztahu k rychlosti COG jako signifikantní.

Lineární regrese - Foam Eyes Opened - diference						
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf.	Interval]
vek	-0,02823	0,016204	-1,74	0,1050	-0,06324	0,006775
pohl	0,36494	0,078336	4,66	0,0002	0,195705	0,534175
Ispiro1_2	-0,23455	0,067694	-3,46	0,0040	-0,3808	-0,08831
Ispiro1_3	-0,45301	0,077307	-5,86	0,0002	-0,62003	-0,286

Lineární regrese - Foam Eyes Closed - diference						
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95%Conf	. Interval]
skol1	0,47585	0,174042	-2,73	0,0170	-0,85185	-0,09985
Ispiro1_2	0,238861	0,139134	-1,72	0,1100	-0,53944	0,061721
Ispiro1_3	-1,08069	0,215728	-5,01	0,0002	-1,54674	-0,61464
hi	0,075488	0,019045	3,96	0,0020	0,034343	0,116632

Tabulka 29. Lineární regrese: pěnový povrch vs. Věk, pohlaví, skolióza, HI a spirometrie.

		PE						kontrolní skupina						p
		mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	
Fi EO 1	před	0,24	0,09	0,2	0,07	0,13	0,5	0,24	0,09	0,23	0,17	0,1	0,4	0.9288
Fi EC 1		0,26	0,08	0,27	0,13	0,07	0,4	0,36	0,28	0,26	0,16	0,16	1,36	0.1523
Fo EO 1		0,47	0,14	0,43	0,2	0,27	0,8	0,52	0,16	0,5	0,13	0,3	0,93	0.2538
Fo EC 1		1,14	0,36	1,07	0,36	0,7	2,07	1,25	0,43	1,16	0,49	0,63	2,47	0.3894
Fi EO 2	po	0,24	0,09	0,2	0,07	0,13	0,5	0,23	0,07	0,23	0,1	0,13	0,4	0.6647
Fi EC 2		0,26	0,08	0,27	0,13	0,07	0,4	0,26	0,13	0,2	0,1	0,13	0,56	0.9162
Fo EO 2		0,47	0,14	0,43	0,2	0,27	0,8	0,43	0,11	0,43	0,13	0,2	0,66	0.3855
Fo EC 2		1,14	0,36	1,07	0,36	0,70	2,07	1,02	0,25	1,00	0,20	0,43	1,36	0.2328
		PE						kontrolní skupina						p
		mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	
FiEOx_1	před	0,35	0,43	0,30	0,76	-0,40	1,17	-0,48	0,88	-0,40	1,09	-2,40	0,66	0.0008
FiEOy_1		-0,31	1,03	-0,60	1,50	-2,10	1,23	-0,29	1,16	-0,13	1,36	-2,90	1,40	0.9602
FiECx_1		0,46	0,47	0,47	0,76	-0,33	1,27	-0,33	0,74	-0,30	1,23	-1,73	0,80	0.0003
FiECy_1		-0,21	1,00	-0,10	1,50	-2,07	1,23	-0,19	1,30	-0,20	1,59	-2,96	1,66	0.9667
FoEOx_1		0,15	0,55	0,30	0,67	-1,30	0,73	0,15	0,80	0,16	1,20	-1,76	1,33	0.9963
FoEOy_1		0,50	1,20	0,43	1,60	-1,50	2,90	0,65	1,27	0,90	1,46	-1,46	3,16	0.7087
FoECx_1		0,13	0,75	0,13	1,46	-1,10	1,40	0,25	1,03	0,23	1,53	-1,33	1,90	0.6728
FoECy_1		0,47	1,01	0,70	1,60	-1,47	2,07	0,41	1,07	0,30	1,56	-1,40	2,63	0.8670
FiEOx_2	po	0,35	0,43	0,30	0,76	-0,40	1,17	-0,37	0,68	-0,30	0,70	-1,40	1,00	0.0004
FiEOy_2		-0,31	1,03	-0,60	1,50	-2,10	1,23	-0,55	1,15	-0,40	2,09	-2,56	1,03	0.4903
FiECx_2		0,46	0,47	0,47	0,76	-0,33	1,27	-0,31	0,65	-0,20	0,77	-1,73	0,80	0.0002
FiECy_2		-0,21	1,00	-0,10	1,50	-2,07	1,23	-0,65	1,14	-0,46	2,10	-2,76	0,80	0.2111
FoEOx_2		0,15	0,55	0,30	0,67	-1,30	0,73	0,19	0,42	0,27	0,46	-0,76	0,90	0.8322
FoEOy_2		0,50	1,20	0,43	1,60	-1,50	2,90	0,55	1,42	0,66	1,70	-2,90	3,33	0.8986
FoECx_2		0,13	0,75	0,13	1,46	-1,10	1,40	0,27	0,57	0,33	0,79	-0,63	1,30	0.5068
FoECy_2		0,47	1,01	0,7	1,6	-1,47	2,07	0,34	1,14	0,26	1,42	-1,96	2,67	0.7104

Obrazek 28. Tabulka hodnot z Balance Masteru® - Porovnání PE s kontrolní skupinou

- průměrná hodnota (mean), směrodatná odchylka (sd), medián (p50), intervalové rozpětí (iqr), minimální a maximální naměřená hodnota.

**PLICNÍ FUNKCE**

Hodnocení plicních funkcí nebylo předmětem této práce, ale bylo součástí celé studie, kterou jsme prováděli. Proto zmiňujeme jejich výsledky jen okrajově. Pro účely této práce byly vybrány hodnoty: vitální kapacita (VC), IC, inspirační rezervní objem (IRV), expirační rezervní objem (ERV), funkční vitální kapacita plic (FVC), minutová ventilace (FEV1), rezervní objem (RV). Ze statistického zpracování hodnot naměřených před a po operaci vyplývá signifikantní rozdíl u VCin i VCex, IC, FVC a FEV1. Rozdíly hodnot RV a ERV nebyly statisticky významné.

variable	před						po						rozdíl						p
	mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	mean	sd	p50	iqr	min	max	
vc_in	81,05	12,9	82,2	13,4	58,3	99,1	73,2	11,1	70,8	15,6	56,4	92,5	-7,88	6,71	-8,6	8,5	-22	2,3	0,0012
vc_ex	83,67	13,7	83,9	12,7	57,4	102	76,1	11,2	75,1	19	60,8	95,3	-7,57	8,47	-8,4	11,3	-25	4,3	0,0073
ic	82,87	15,5	87,9	28,1	59	107	70	16,3	72,8	16,9	41,8	101	-12,9	15	-12,6	18,5	-47	6,1	0,0089
erv	107	32,1	98,2	35	70,1	178	97,8	22,6	93,7	35,6	65,3	133	-9,22	44,3	-4,5	24,3	-113	62,7	0,4676
fvc	84,85	10,2	85,3	11,2	65,1	101	75,3	11,5	76,5	17,2	51,2	93,9	-9,55	9,06	-12,1	11,5	-23	7	0,0025
fev1	93,67	13,5	94,5	17,5	66,1	112	85,3	13,5	86,3	14,6	58,8	109	-8,38	12	-10	12,7	-28	20,2	0,0267
rv	136	39,2	121,4	70,3	80,6	191	153	53,3	147	38,7	86,4	283	17	60,4	22,5	47,1	-105	157	0,3314

Obrázek 30. Tabulka plicních funkcí.

- aritmetický průměr (mean), směrodatná odchylka (sd), nejmenší (min) a největší (max) hodnota.

## 5 DISKUSE

Deformita hrudníku, *pectus excavatum*, je jednou z nejčastějších deformit hrudníku. Indikace ke korekci jsou většinou psychosociální (Fonkalsrud et al., 2002), spojována zejména se vzhledem, protože ovlivňuje vnímání vlastního těla a jeho hodnocení. V naší studii jsme prokázali, že rozdíl hodnocení vzhledu před a po operaci je signifikantní. Změny hodnocení jsme prokázali zejména v kategoriích, které se týkali vzhledu hrudníku bez košile, hodnocení vzhledu pacientova hrudníku jeho okolím a s tím spojenými tendencemi zahalovat hrudník a ostychem za celkový vzhled. Podobné studie byly provedeny již dříve. Krasopoulos et al. (2005) na stejně velkém souboru došli k závěru, že Nussova operace vede k statisticky významnému zlepšení kvality života mladých jedinců s *pectus excavatum*. Hadolt et al. (2011) pomocí dotazníků také potvrdili pozitivní efekt Nussovy operace na psychiku pacientů. Lawson et al. (2003) se pomocí dotaznické metody zabývali korelací fyzického vzhledu a pohybových aktivit. Z jejich studie vyplývá, že spolu vzhled a pohyb úzce souvisí a po operaci došlo k zlepšení obou testovaných parametrů. Výsledek potvrzuje také Kelly et al. (2008).

Mezi nejčastější příznaky, které jsou v různém stupni společné pro všechny pacienty prováděných studií, patří mírná dušnost při cvičení a postupná ztráta odolnosti a vytrvalosti při fyzické aktivitě. Mnozí jedinci byli schopni podílet se na krátkodobých konkurenčních sportovních aktivitách během dospívání, s použitím širší brániční exkurze jako kompenzaci za snížení exkurze hrudníku způsobené deformitou (Fonkalsrud, 2002). Pacienti s PE nebo PC postupem času zjišťují, že je stále obtížnější udržet krok s vrstevníky v období dospělosti. Kardiovaskulární omezení u pacientů s PE, mohou být vysvětlena z části konfigurací deformity hrudní stěny, které mohou ohrozit srdeční komory. Bylo prokázáno, že chirurgická oprava hrudníku výrazně zlepšila kardiovaskulární funkce (Malek et al., 2006). Střední až výrazné zlepšení tolerance zátěže, s mnohem menší dušností a zvýšenou odolností a vytrvalostí byla hlášena u pacientů, do 6 měsíců po operaci. Většina pacientů byli schopni podílet se na cvičení, jako je běh, pěší turistika, plavání, golf, jízda na kole před odstraněním sternální dlahy. Někteří udávali nepohodlí nebo bolest v přední části hrudníku, s výrazným zlepšením během 4 měsíců (Fonkalsrud et al., 2002). Kategorie, vztahující se k omezování pohybové aktivity nebo zvýšené únavě, nedosáhly v naší studii signifikantního rozdílu.

A to i přesto, že u těchto pacientů nalzááme mnoho faktorů, které pohybovou aktivitu omezují a to nejen ty kosmetické. Výše zmínění autoři naší domněnku potvrzují. Důvod toho, že se nám nepodařilo tuto souvislost prokázat, může být z důvodu malého počtu respondentů. Výsledek může být také ovlivněn tím, že většina jedinců, která se účastnila naší studie i jiných, byli mladí muži, u kterých se ještě neprojevílo statické zatížení dané zaměstnáním a také možnou poměrně velkou mírou flexibility jejich posturálního systému. Flexibilita posturálního systému, chrupavek a sterny je také zmiňována jako jeden z důvodů, proč je korekce prováděna nejčastěji ve věku od 12 do 16 let věku (Swoveland, 2009; Esteves, 2011; Fryčová & Baierová, 2006).

Posturální motorika udržuje nastavenou polohu jednotlivých segmentů těla neustálým vyvažováním zaujaté polohy, kterým zajišťuje pohotovost k rychlému přechodu z klidu do pohybu. Pohotovost k akci chrání tělo před poškozením. Nesoulad mezi pohybem a motorikou, vzniklý nevhodným nastavením výchozí polohy, vede ke zhoršení pohybového efektu. V horším případě může způsobit selhání pohybového záměru (funkční porucha motoriky), vadnou zátěž podpůrného aparátu (mikrotrauma) nebo poruchu struktury (trauma). Těmto poruchám lze předcházet, schopností rychle a koordinovaně reagovat na aktuální změnu prostředí (Véle, 2006). Deformita hrudníku, omezení hybnosti hrudníku a plicních funkcí a také skolióza k nevhodnému nastavení výchozí polohy přispívá. Většina studií se zabývá hodnocením spirometrických parametrů, nikoli posturálních. Práce Lawsona sice zkoumá vliv deformity na pohybovou aktivitu, ale hodnocena byla pouze subjektivním dotazníkem. Souvislost deformity a postury je dána již charakteristikami jedinců s PE. U 84 % jedinců byla na CT vyšetřena potvrzena skolióza, u 20 % byly také prokázány změny na obratlích z důvodu morbus Scheuermann. Ve studii Fonkalsruda (2002) byla pozorována na rentgenových snímcích mírná až středně těžká skolióza hrudní páteře u 81 % jedinců, avšak pouze u jednoho pacienta vyžadovala specifickou léčbu. Doposud nebyla výzkumem potvrzena souvislost mezi deformitou hrudníku a skoliózou, ve smyslu deformity jako prediktoru skoliózy, ale i z naší studie vyplývá blízká souvislost. Míru deformity určenou HI a přítomnost skoliózy jsme zjistili ve vztahu k rychlosti COG jako signifikantní. Vztah mezi stranovou orientací deformity a skoliózy je podle zjištěného Spearmanova koeficientu také blízký. V jakém vztahu se ale deformita a skolióza vyvíjí v průběhu růstu a dospívání zatím nebylo prokázáno. Zda je příčinou skoliózy deformita

hrudníku nebo genetická predispozice či jiné vlivy zůstává nezodpovězeno, stejně jako spojitost progresu deformity a skoliózy. Deformity se zhoršuje až dokončení růstu skeletu v pozdní adolescenci a potom se v období dospělosti změní jen málo. Pro skoliózu bývá typické také zhoršování s růstem. Mnoho pacientů, kteří nebyli podrobeni operaci deformity v dětství, zažijí zhoršení příznaků v dospělosti (Fonkalsrud, 2002). De Matos et al. (1996) byli přesvědčeni, že operace má významnou preventivní roli, neboť přispívá k zamezení nebo opravě posturální deformace, které by mohly případně vést k těžké skolióze. Použili fyzioterapii jako důležitý adjuvantní prvek operace. Pomáhala rozvíjet nejen prsní svaly, a tím přispívala ke zlepšení deformity, ale také pracovali s musculus latissimus dorsi, musculus trapezius a břišními svaly, s cílem zlepšení držení těla a skoliózy. Vliv na držení těla je zřejmý již z malého počtu naší testované skupiny. Změny jsou vidět na fotodokumentaci (příloha 1). V posledních studiích bývá fyzioterapie zmiňována většinou v rámci pooperační péče, tedy respirační fyzioterapie jako prevence časných plicních komplikací a prostředek zlepšení respiračních parametrů. Několik pacientů z našeho souboru absolvovalo již v dětství rehabilitaci z důvodu skoliotického držení, na otázku zda již ve stejnou dobu byla patrná deformita hrudníku, nebyli většinou schopni odpovědět. S pomocí podrobných záznamů od pediatrů, by možná bylo možné předchozí otázky zodpovědět, záznamy jsme ale bohužel neměli k dispozici. Srovnávací studie pacientů absolvujících ke korekci hrudníku jen fyzioterapii a pacientů operovaných zatím nebyla publikována.

Vliv postavení hrudníku na hybnost ramenního kloubu byla prokázána signifikantním rozdílem rozsahů hybnosti v ramenním kloubu. Podobné výsledky zatím nebyly publikovány, nemáme tedy s čím srovnávat. Ze zvětšeného rozsahu můžeme usuzovat na souvislost změn v postavení jednotlivých segmentů pletence ramenního v souvislosti s korekcí hrudníku. Možnou souvislost také můžeme hledat ve změně parametrů hrudníku a následné změně svalové koordinace, aktivaci bránice, vlivem výhodnějšího postavení hrudníku. Zjištěný negativní signifikantní rozdíl v hodnotách Stiborovy distance, udávající snížený rozsah hybnosti páteře, je z největší pravděpodobností dán přítomností dlahy a nepříjemných pocitů, které vyvolává flexe trupu v hrudní dutině. Až 75 % pacientů našeho souboru při opakovaném testování uvádělo při flexi trupu nepříjemný pocit v oblasti dlahy. Fonkalsrud (2002) udává



u 81 % pacientů nepříjemný kompresní pocit v dolní části hrudníku při pohybu. Zda je signifikantní rozdíl relevantní vlivu zákroku na tuto zkoušku by bylo vhodné potvrdit s delším časovým odstupem po operaci, nebo ještě lépe dalším opakováním testu po odstranění dlahy a měřením na větším souboru pacientů. Zde se však nabízí jiná otázka, kterou se zabývali Malek a Coburn (2008). Objektivní měření dokumentující závažnost fyzických omezení způsobených PE a PC byly nepřesné a často matoucí (Fonkalsrud, 2002). Malek a Coburn (2008) vytvořili strategie k posouzení kardiopulmonálních funkcí. Při hodnocení výkonu pacienta s PE před operací a po operaci, musí vyšetřující dokumentovat pacientův obvyklý výkon, aby se minimalizovaly matoucí účinky pooperační dekonidice. V následujících měsících po operaci, mohou pacienti úroveň jejich fyzické aktivity buď snížit, nebo přijmout sedavý životní styl, aby se zabránilo posunutí dlahy. Zde může být také příčina v omezení rozsahu pohybu páteře. Malek a Fonkalsrud, však shledali, že pokud pacient udržuje podobnou úroveň předoperační tělesné aktivity v následujících měsících po operaci, klinicky významně se zvýší kardiopulmonální odpovědi na maximální a submaximální výkonnostní zkoušky.

Posturální kontrola zahrnuje rovnováhu mezi pohybem a stabilitou. Lidského bipedálního vzpřímeného postoje je dosaženo mechanismem zpětné vazby, který vytváří příslušný korekční točivý moment v závislosti na výchylkách těla, detekovaný především vizuálním, vestibulárním, propioceptivním a sensorickým systémem (Peterka, 2002). Současné studie ukazují, že provedení mCTSIB (Balance Master® systém) a získání hodnocení výchylek neumožní identifikaci specifické smyslové abnormality (somatosenzorických, vizuální, vestibulární), ale je možné použít tento test k rozpoznání globální abnormality prvků smyslových systémů společných spojených s posturální kontrolou. Tyto smyslové systémy musí rozpoznat změny, a motorický systém se musí přizpůsobit novým požadavkům tak, aby byla zachována rovnováha. Stabilita je schopnost udržovat rovnováhu držení páteře a trupu i přes přítomnost neuromuskulární nebo kinematické poruchy (Lee & Granata, 2008). Při stoje na pevném povrchu 70 % zdravých osob se spoléhá na somatosenzorické informace. Zvýšená obtížnost úkolu má za následek vyšší frekvenci výchylek těla, vždy spojenou s vyšší posturální zpevněním. Někteří autoři tvrdí, že frekvence výchylek by mohly být důležité pro určení změn v posturálních strategiích, zejména pokud jde o úroveň

spolupráce kontrakce svalů a zpevnění držení těla (Peterka et al., 2002). Při zavřených očích bude v CNS potřeba zvýšit aktivitu sledování polohy těla, nebo míru vzájemné spolupráce svalové kontrakce, což představuje zlepšení propioceptivní funkce (Sipko, 2010). Naši pacienti v testech na posturální kontrolu - mCTSIB vykazovali před operací větší rychlosti vychýlení těla a větší trajektorii pohybu COG, kterou jsme potvrdili signifikantním rozdílem průměrných rychlostí COG na pěnové podložce při srovnání s testem po operaci. Stoj na labilní podložce vyžaduje větší nároky na svalovou kosterní soustavu. Což by znamenalo, že signifikantní zlepšení pacientů s PE po operaci při posturálně náročnějších situacích – stoj na pěnovém povrchu, je vysvětleno zlepšením schopnosti zpevnění těla, lepší svalovou kontrakce a potažmo i lepší propiocepcí. Na pěnovém povrchu tlak patou dolů způsobuje pohyb pěny ve směru od chodidel a ne pohyb COG zpět k střední čáře, takže kotníková strategie je za této okolnosti méně účinná. Biomechanicky, kotníkové strategie má nízkou četnost výchylek kvůli velkému momentu setrvačnosti tělesa kolem hlezenního kloubu. V kyčelní strategii, horní a dolní části těla, které mají výrazně nižší moment setrvačnosti ve srovnání s celým tělem, se pohybují relativně nezávislým způsobem, což umožňuje generovat vyšší frekvence, aniž by produkovala výchyly velké velikosti. Pacient potřebuje použít pohyby v kyčlích a horní části těla ke korekci polohy COG, tedy kyčelní strategie. U zdravých jedinců se rychlost výchylek na tomto povrchu oproti stoju na pevném povrchu zvyšuje, ale nejsou náchylní k pádu. Pokud navíc zvýšíme obtížnost tím, že nebudou k dispozici vizuální informace, nároky na stabilitu se ještě zvýší. Signifikantní rozdíl mezi rychlostmi COG mezi skupinou pacientů s PE a zdravých jsme neprokázali. Hodges et al. (2007) uvádí posturální korekce spojené s volným pohybem končetin. Pohyb končetiny rozruší pozici vzhledem k reaktivnímu momentu a posune těžiště těla. Na tuto předvídatelnou aktivitu reaguje zvýšenou aktivitou svalstvo trupu a dolních končetin, aby jí omezilo.

Souřadnice x a y v hodnocení stability představují podíl změny distribuce tělesné hmotnosti od geometrického centra, stejně jako směr změny. Pokud je COG stejné jako geometrické, souřadnice x, y se rovnají 0. Posun vpřed na ose y je líčen jako pozitivní, naopak, posun vzad znamená zápornou hodnotu. Podobně, posun doprava na ose x znamená pozitivní hodnoty a posun doleva výsledky negativní (Nichols et al., 1995). Rovnováha v předozadním směru je především udržována kotníkovou strategií,

mediolaterální rovnováha je udržována hlavně kyčelní strategií. To je způsobeno symetrií plantární a dorsální flexe v hlezenním kloubu omezující jejich schopnost řídit pohyby v mediolaterálním směru a těsným mechanickým spojením kyčelního kloubu a svalů trupu, které mohou způsobit, že těžiště se posune mediálně a laterálně (Winter in Smith et al., 2010). Mezi skupinami zdravých a pacientů s PE jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl ve směru posunu, tedy v medio-laterálním vychýlení, který souvisí s kyčelní strategií. Tento parametr se ukázal signifikantním v rozdílu mezi skupinami zdravých a pacientů s PE v hodnocení před i po operaci hrudníku. Při zvýšených respiračních nárocích se u zdravých jedinců zvyšuje aktivita břišních svalů (tj. obliquus externus abdominis a obliquus internus abdominis) a bránice stabilizuje trup a tím je ovlivněna rovnováha (Smith, 2010). U jedinců s PE je tonus břišních svalů snížený (Shoenmakers, 2009), výše zmíněný mechanismus tedy nemá takový účinek jako u zdravého jedince a projeví se vychýlením v mediolaterálním směru. Centrální nervový systém, koordinuje činnost všech motorických svalů trupu, včetně bránice, během posturální a respirační funkce (Hodges et al., 2001). Souvislost mezi směrem posunu nebo rychlostí vychylek a rozsahem pohybu v kyčelním kloubu jsme nezjistili statisticky významný rozdíl. Nenašli jsme ale ani studii, zabývající se poruchami stability u pacientů s PE, se kterou bychom mohli svoje výsledky porovnat. Je pravdou, že většina studií zabývajících se poruchami stability se týká problematiky seniorů, vestibulárních a neurologických onemocnění. Není však ani studie, která by vyvracela domněnku, že by se u neoperovaných pacientů s PE mohla ve stáří objevit větší tendence k pádům a nestabilitě než u zdravých jedinců stejného věku.

Hodnocení parametrů spirometrie nebylo tématem této práce. Přesto je však na místě zmínit se o několika zajímavých skutečnostech. 25 % pacientů v naší studii byli astmatici. Přítomnost astmatu u PE je velmi častá. Malek et al. (2006) neprokázali signifikantní vliv PE na průběh astmatu ani na změny plicních funkcí po operaci dle Nusse. Fonkalsrud et al. (2002) u pacientů s PE a astmatem zjistili cvičením vyvolávané pískoty, příznaky vyžadující bronchodilatační léky a při infektech zvýšenou frekvenci dýchání v porovnání s jinými osobami jejich věku, často postupující do chronického kašle. Po operaci 12 ze 13 pacientů s astmatickými příznaky uvedlo méně epizod dušnosti a pokles v potřebě bronchodilatačních léků. Vzhledem k tomu, že období našeho výzkumu někteří z nich změnili léčbu, nejsou výsledky měření přesné, přesto

však můžeme zmínit, že ke zlepšení u těchto pacientů došlo. Signifikantními jsme prokázali vztahy mezi spirometrickými charakteristikami skupiny, přítomností skoliózy a mírou deformity, s rozdílem rychlostí výchylek na pěnovém povrchu se zavřenými i otevřenými očima. Z výše uvedeného vyplývá, že tyto parametry vzájemně ovlivňují. Z důvodu malého souboru jsou korelace tvořené mezi parametry posturální stability a spirometrie zatíženy velkou chybou, do budoucna by však bylo podnětné tyto souvislosti dále zkoumat.

Nejen naším výzkumem jsme potvrdily, že deformity hrudníku nejsou pouhými kosmetickými problémy (Fonkalsrud, 2002; Malek et al., 2006) a ovlivňují nejen psychiku pacienty. V této problematice však i nadále zůstává mnoho neznámých, kterými by bylo vhodné se dále podrobněji zabývat.

## ZÁVĚRY

Cílem praktické části této práce bylo ověřit celkem 3 hypotézy. Tyto hypotézy předpokládaly pozitivní vliv korekce hrudníku na změnu určených parametrů, které jsme měřili. K ověření hypotéz byla použita metodika, zahrnující dotazníkovou metodu, 4 klinické testy a 1 paraklinický test, shodně prováděné před a po operaci. Podstatou hodnocení bylo srovnání hodnot před a po operaci a u hodnocení stability stoje také s kontrolní skupinou zdravých jedinců. Všechny parametry byly hodnoceny statisticky – párovým t- testem pro hodnocení parametrů před a po operaci, Stuartovým testem pak hodnocení jednotlivých parametrů dotazníku PEEQ, korelace rozsahů pohybu v kloubu a míry deformity jsme hodnotili Spearmanovým koeficientem. Závislost parametrů stability stoje byla vůči kategoriálním veličinám hodnocena lineární regresí. Srovnání parametrů stability stoje pacientů s PE a kontrolní skupiny jsme provedli dvouvýběrovým t- testem.

Z výsledků vyplývá, že se u pacientů po operaci při kontrolním testování projeví tyto změny v daných parametrech:

**Dotazníková metoda** - Hypotéza č. 1 prokázána se statistickou významností rozdílu celkového skóre dotazníku i hodnot jednotlivých otázek.

**Klinické testy** – Hypotéza č. 2 prokázána částečně.

Zvětšení rozsahu hybnosti do ZR v ramenním kloubu bylo prokázáno se statistickou významností rozdílu naměřených hodnot. V ostatních parametrech hodnotících rozsahy pohybu kloubu ramenního a kyčelního nebyly nálezy statisticky významné.

Změna rozsahu hybnosti páteře hodnocená Thomayerovou zkouškou nebyla statisticky významná. Naopak bylo prokázáno statisticky významné zhoršení Stiborovy distance. Změny Schoberovy distance nebyly statisticky významné

**Paraklinický test** – Hypotéza č. 3 prokázána částečně. Snížení COG Sway Velocity na pěnovém povrchu s otevřenými i zavřenými očima po operaci bylo signifikantní. Ze srovnání hodnot pacientů s PE a kontrolní skupinou vyplývá statisticky významný rozdíl hodnot z testu na pevném povrchu s otevřenými očima a se zavřenými před operací a po operaci rozdíl hodnot na pevném povrchu se zavřenými očima.

**REFERENČNÍ SEZNAM**

- BALANCE MASTER® SYSTÉM OPERATOR'S MANUAL. August 01, 2002. NeuroCom® International, Inc.
- Biniwale Reshma M. et al. Chest Wall Deformities. *Journal of Medicine Medscape*. 2009. [cit. 2. 3. 2011]. Dostupný z WWW: < <http://emedicine.medscape.com/article/906078-overview>>
- BOLLET M. A. et al. Fourquet A. Breast radiotherapy in women with pectus excavatum (funnel chest): is the lateral decubitus technique an answer? A dosimetric study. *Radiol*. 2006, Vol. 79, No. 946, pp 785-90. PMID 16822802
- BURWELL R. G et al . The posterior skeletal thorax: rib-vertebral angle and axial vertebral rotation asymmetries in adolescent idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform*. 2008. No.140, pp. 263-8. PMID 18810034
- CANAVAN P. K., CAHALIN L. Integrated Physical Therapy Intervention for a Person With Pectus Excavatum and Bilateral Shoulder Pain: A Single-Case Study. *Physical Medicine and Rehabilitation*.. 2008 Vol. 89, No. 11, pp. 2195-2204. PMID 18996250
- DE MATOS A. C. et al. Surgery of chest wall deformities *Cardiothorac Surg*. 1997. Vol. 12. No. 3. Pp. 345-50. PMID 9332909
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha. Nakladatelství Grada. 2009. s. 544. I. vydání. ISBN 978-247-3240-4
- EINSIEDEL E, CLAUSNER A. Funnel chest. Psychological and psychosomatic aspects in children, youngsters, and young adults. *Cardiovasc Surg* . Oct 1999, Vol. 40, No. 5, pp. 733-6. PMID 10597013
- ESTEVEZ E. et al. Treatment of pectus excavatum in patients over 20 years of age. *Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2011, Jan-Feb, Vol. 2, No. 1, pp. 93-6. PMID 21214363
- FONKALSRUD, Eric W. et al. Repair of Pectus Excavatum and Carinatum Deformities in 116 Adults. *Annals of Surgery*. 2002, Vol. 236, No. 3, pp. 304–314. PMCID: PMC1422584
- FOX M. E. et al. Positioning for the Nuss procedure: avoiding brachial plexus injury. *Paediatr Anaesth*. 2005, Vol. 15, No. 12, pp. 1067-71. PMID 16324025
- FRYČOVÁ D., BAIEROVÁ L. Operační technika podle Nusse na COS - FN Motol. *Sestra*. [on line]. 2006. No. 5 [cit. 2010-10-13]. Dostupný z WWW:

<<http://www.zdn.cz/clanek/sestra/operacni-technika-podle-nusse-na-cos-fn-motol-276683>>

- HADOLT B. et al. Body-image, self-concept and mental exposure in patients with pectus excavatum. *Pediatr Surg Int.* 2011, Vol. 3. PMID 21290134
- HEBRA A., Pectus Excavatum. *Journal of Medicine Medscape.* [on line]. Jul, vol. 22, 2010. [cit.13.10.2010]. Dostupný z WWW: <<http://emedicine.medscape.com/article/1004953-overview>>
- HODGES, P. W et al. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. *Physiol.* 1997 December 1; 505(Pt 2): 539–548. PMCID: PMC1160083
- HODGES, P. W., HEIJNEN, I, GANDEVIA, S. C. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *J Physiol.* 2001. Vol. 15, No. 3, pp. 999-1008. PMCID PMC227899
- HODGES, P. W. Failure to Use Movement in Postural Strategies Leads to Increased Spinal Displacement in Low Back Pain. *Spine.* Vol. 32, No. 19, pp 537–543
- JANCELEWICZ T. et al. Long-term surgical outcomes in congenital diaphragmatic hernia: observations from a single institution. *Pediatr Surg.* 2010. Vol. 45, No. 1, pp. 155-60. PMID 20105597
- KELLY R. E. et al. Surgical Repair of Pectus Excavatum Markedly Improves Body Image and Perceived Ability for Physical Activity: Multicenter Study. *Pediatrics.* 2008, Vol. 122, No. 6, pp. 1218-1222. ISSN 1098-4275
- KRASOPOULOS, Georg, et al. Nuss procedure improves the quality of life in young male adults with pectus excavatum deformity. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery.* 2006, Vol. 29, No. 1, pp. 1-5. Dostupný také z WWW: <[www.elsevier.com/locate/ejcts](http://www.elsevier.com/locate/ejcts)>.
- KUČERA, A. *Pectus carinatum.* Praha. 2004. Atestační práce. Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta.
- LAWSON, M. L. et al. A pilot study of the Impact of Surgical Repair on Disease-Specific Quality of Life Among Patient With Pectus Excavatum. *Pediatr. Surg.* 2003, Vol. 38, pp. 916-918. PMID 12778393
- LEE, Hyun Wook, GRANATA Kevin P. Process Stationarity and Reliability of Trunk Postural Stability. *Clin Biomech.* 2008. Vol. 23, No.6, pp. 735–742. PMC 2832481

- LOPUSHINSKY S. R, Fecteau A. H. Pectus deformities: A review of open surgery in the modern era. *Seminars in Pediatric Surgery*, Vol 17, No 3, August 2008, 202-208. PMID 18582826
- MALEK et al. Cardiovascular Function Following Surgical Repair of Pectus Excavatum. A Metatanylysis. *Chest*. August 2006, Vol. 130, No. 2. 506-516 PMID 16899852.doi: 10.1378/chest.130.2.506 CHEST
- MALEK, M. H., COBURN, J. W. Strategies for cardoipulmonary testing of Pectus Excavatum patiens.*CLINICS*. 2008, Vol. 63, No. 2, pp. 245-54. PMCID: PMC2664209
- MOLIK K. A. et al. Pectus excavatum repair: experience with standard and minimal invasive techniques. *Pediatr Surg.*, 2001, Vol 36, No. 2, pp. 324-8. PMID 11172426
- MUMENTHALER, M., MATTLE, H. *Neurologie*. Praha: Avicenum Grada, 2001.652 s. 1. vydání. ISBN 80-7169-545-9
- NAGASAO T. et al. Dynamic effects of the Nuss procedure on the spine in asymmetric pectus excavatum. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2010, Vol. 140, No. 6, pp. 1294-9. PMID 20650473
- NAKAOKA T. et al. Overgrowth of costal cartilage is not the etiology of pectus excavatum. *Pediatr Surg*. 2010, Vol. 45, No. 10, pp.2015-8. PMID 20920721
- NICHOLS, D. S. et al. Phys Ther.Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Physical Therapy*. 1995. Vol. 75, No. 8, pp. 699-706. PMID 7644574
- NUSS D. Recent experiences with minimally invasive pectus excavatum repair "Nuss procedure". *Thorac Cardiovasc Surg.* , Jul 2005, Vol. 53, No. 7. pp. 338-44. PMID 16095232
- PETERKA, R. J. Sensorimotor integration in human postural control. *Neurophysiol*. 2002. Vol. 88, No. 3, pp. 1097-118. PMID 12205132
- PILEGAARD, H. K., LICHT P. B. Routine use of minimally invasive surgery for pectus excavatum in adults. *Ann Thorac Surg.*, Sep 2008, Vol. 86, No. 3, pp.952-6. PMID:18721589
- PROTOPAPAS A.D., ATHANASIOU, T. Peri-operative data on the nuss procedure in children with pectus excavatum: independent survey of the first 20 years' data. *Cardiothorac Surg*. 2008. Vol. 3, No. 40. PMCID: PMC2474598



- SHOENMAKERS, M. A. et al. Physiotherapy as an Adjuvant to the Surgical Treatment of Anterior Chest Wall Deformities: A Necessity? A Prospective Descriptive Study in 21 Patients. *Pediatric Surgery* [online]. 2000, Vol. 35, No. 10. PMID 11051146
- SIPKO T, CHANTSOULIS M, KUCZYŃSKI M. Postural control in patients with lumbar disc herniation in the early postoperative period. *Eur Spine*. 2010. Vol. 19, No. 3, pp. 409-14. PMID: PMC2899757
- SMITH et al. Balance is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Gait & Posture*. 2010. Vol. 31, pp. 456–460. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.01.022
- ŠNAJDAUF, J. Vývoj dětské chirurgie za poslední desetiletí. *Sanquis* [online]. 2003. No. 27 [cit. 2010-10-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.sanquis.cz/index1.php?linkID=art614>>
- VAŘEKA, I.: Posturální stabilita (I. část) Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9 (4), 115-121, 2002.
- VAŘEKA, I.: Posturální stabilita (II. část) Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9 (4), 122-129, 2002.
- VÉLE, F.: *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing 1997. 1. vydání. ISBN 80-7169-256-5
- VÉLE, F., ČUMPELÍK, J., PAVLŮ D. Úvaha nad problémem /“stability“/ ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, No. 3, pp. 103-105

## **Seznam příloh**

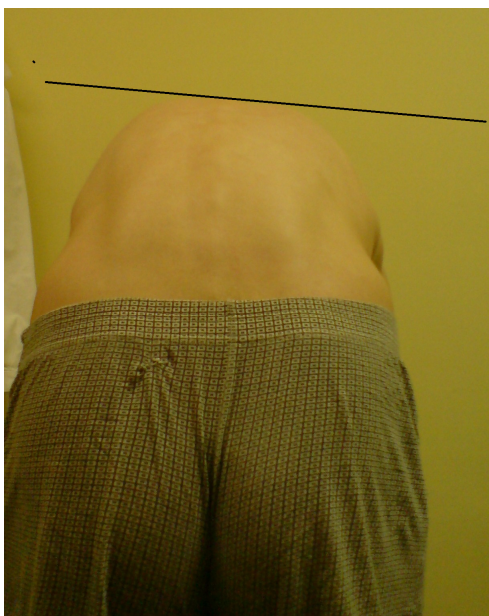
Příloha č. 1 – Fotografie pacienta před a po operaci

Příloha č. 2 – Schéma průběhu operace dle Nusse

Příloha č. 3 – Pectus Excavatum Evaluation Questionnaire

## Příloha 1

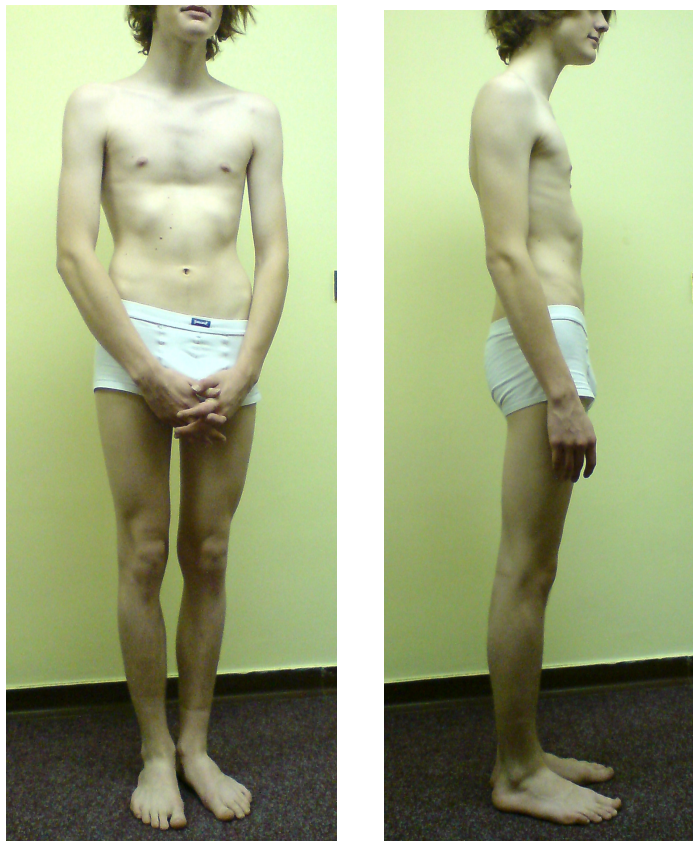
Fotografie pacienta Be. před operací



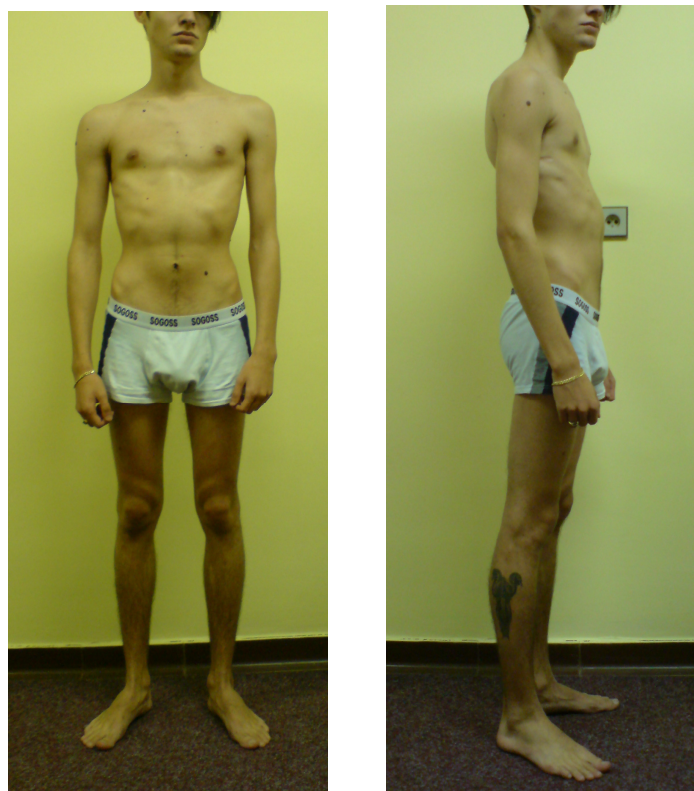
Pacient Be. po operaci



Pacient Mla. před operací



Pacient Mla. po operaci



## Příloha 2

Průběh operace dle Nusse.

Nuss: Pediatric surgery and urology: long-term outcomes

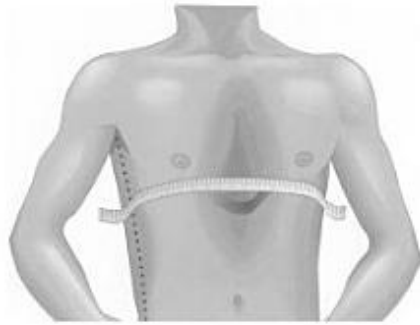


Fig. 11.7(a). Measurement of the chest.



Fig. 11.7(b). Bending the bar. The bar should be bent to approximate a semicircle.



Fig. 11.7(c). Marking the site.

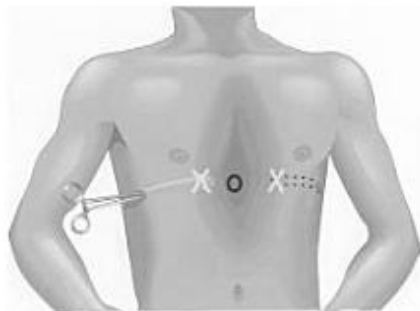


Fig. 11.7(d). Creating the tunnel.

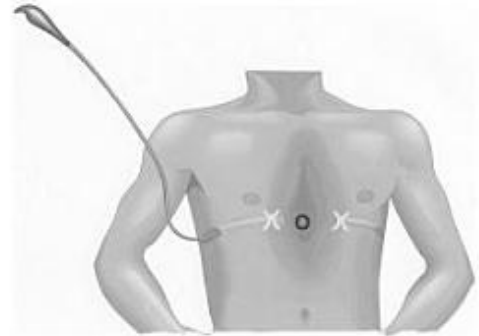


Fig. 11.7(e). Inserting the introducer.



Fig. 11.7(f). Inserting the introducer.

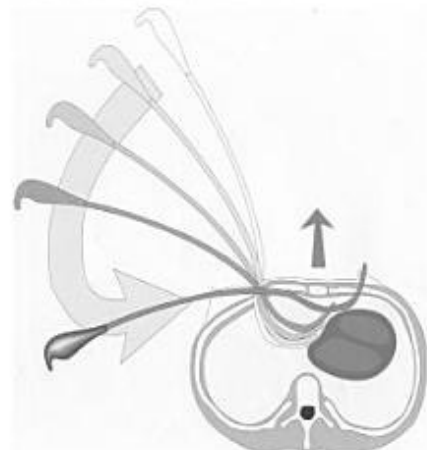


Fig. 11.7(g). Advancing the introducer.

### Příloha 3

#### PEEQ—Pectus Excavatum Evaluation Questionnaire

Příjmení: M. Jméno: J. Rok narození		Dg.: pectus excavatum	
Souhrn otázek	Bodové hodnocení	Před	Po
1. Jste spokojený se svým celkovým vzhledem?	Velmi uspokojivý:4, Uspokojivý:3, Neuspokojivý:2, Velmi neuspokojivý:1	3	3
2. Jak hodnotíte svůj vzhled hrudníku bez košile?	Velmi uspokojivý:4, Uspokojivý: 3, Neuspokojivý:2, Velmi neuspokojivý:1	1	3
3. Chtěl byste strávit zbytek života s hrudníkem v jeho momentálním stavu?	Ano samozřejmě: 4, Ano: 3, Ne: 2, Zásadně ne: 1	1	3
4. Setkal/a jste se s posměchem, narážkami směřované na vzhled vašeho hrudníku?	Velmi často:1 Často: 2 Občas:3 Nikdy: 4	1	4
5. Omezujete svoje aktivity?	Velmi často:1Často: 2 Občas:3 Nikdy: 4	2	3
6. Snažíte se zahalovat hrudník?	Velmi často:1Často: 2 Občas: 3 Nikdy: 4	1	4
7. Trápí vás vzhled vašeho hrudníku?	Velmi často: 1Často: 2Občas: 3 Nikdy: 4	3	4
8. Stydíte se za vzhled hrudníku?	Velmi často:1Často: 2 Občas: 3 Nikdy: 4	4	4
9. Jste se sebou nespokojený/á ?	Velmi často: 1Často: 2Občas: 3 Nikdy: 4	3	3
10. Cítíte nějaké obtíže při Vaší fyzické aktivitě?	Velmi často:1Často: 2 Občas: 3 Nikdy: 4	3	4
11. Cítíte někdy dechové obtíže?	Velmi často:1Často: 2 Občas: 3 Nikdy: 4	3	4
12. Máte pocit, že deformita hrudníku je příčinou zvýšené únavy?	Velmi často: 1Často: 2 Občas: 3Nikdy: 4	4	4