UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Katedra zdravotní TV a tělovýchovného lékařství

Autoreferát disertační práce

Vedoucí disertační práce:

doc. MUDr. Martin Matoulek, Ph.D.

Vypracovala:

PhDr. Mgr. Natálie Cibulková

Praha 2021

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Název práce:	Vliv pohybové intervence na muskuloskeletální systém u pacientů před a po plánované bariatrické operaci
	Influence of physical intervention on the musculoskeletal system in patients before and after planned bariatric surgery
Vědní obor:	Kinantropologie
Autor:	PhDr. Mgr. Natálie Cibulková
Školitel:	doc. MUDr. Martin Matoulek, Ph.D.
Školící pracoviště:	Fakulta tělesné vychovy a sportu
	Katedra zdravotní TV a tělovýchovného lékařství
	Univerzita Karlova, Praha

ABSTRAKT

Název: Vliv pohybové intervence na muskuloskeletální systém u pacientů před a po plánované bariatrické operaci.

Cíle: Hlavním cílem této studie bylo zhodnotit vliv tříměsíční pohybové intervence na vývoj statické posturální stability, muskuloskeletální bolesti, kvality života související se zdravím a fyzické zdatnosti jedinců s obezitou před a po bariatrické operaci.

Metody: Jedná se o monocentrickou prospektivní nerandomizovanou studii. Do studie bylo zařazeno 25 pacientů obou pohlaví ve věku od 40 do 57 let (BMI 36-49 kg/m^2). Soubor pacientů byl rozdělen na intervenční a kontrolní skupinu. Intervenční skupina (INT, n = 7; věk 48,9 ± 5,6 let; BMI 40,6 ± 5,5 kg/m^2) absolvovala 3 měsíční odporově aerobní pohybový program s frekvencí cvičení 3x týdně. Kontrolní skupina (KON, n = 18; věk 46,8 ± 12,7 let, BMI 44,2 ± 6,4 kg/m^2) nebyla zařazena do pohybového programu. Byla posuzována úroveň statické posturální stability, vnímané muskuloskeletální bolesti, kvality života související se zdravím a úroveň fyzické zdatnosti v obdobích před a 3, 6 a 12 měsíců po bariatrické operaci.

Výsledky: Práce prokázala, že odporově aerobní pohybová intervence zlepšuje muskuloskeletální bolest a kvalitu života související se zdravím u pacientů s obezitou podstupující bariatrickou operaci. Naopak nelze zvolené pohybové intervenci přičíst změnu ve statické posturální stabilitě ani fyzické zdatnosti pacientů.

Klíčová slova: obezita, bariatrická chirurgie, cvičení, posturální stabilita, bolest, kvalita života, fyzická zdatnost

ABSTRACT

Title: Influence of physical intervention on the musculoskeletal system in patients before and after planned bariatric surgery.

Objectives: The main objective of this study was to evaluate the effect of three months physical intervention on the development of static postural stability, musculoskeletal pain, health-related quality of life and physical fitness of obese individuals before and after bariatric surgery.

Methods: This is a monocentric prospective non-randomized study. The study included 25 patients of both sexes aged 40 to 57 years (BMI 36-49 kg/m^2). The patients were divided into an intervention and a control group. The intervention group (INT, n = 7; age 48.9 ± 5.6 years; BMI 40.6 ± 5.5 kg/m^2) underwent a 3-month resistance aerobic exercise program with a frequency of exercises 3 times a week. The control group (KON, n = 18; age 46.8 ± 12.7 years, BMI 44.2 ± 6.4 kg/m^2) was not subjected to the exercise program. The level of static postural stability, perceived musculoskeletal pain, health-related quality of life and the level of physical fitness in the periods before and 3, 6 and 12 months after bariatric surgery were assessed.

Results: The study showed that resistance aerobic physical intervention improves musculoskeletal pain and health-related quality of life in obese patients undergoing bariatric surgery. On the contrary, a change in the static postural stability or physical fitness of the patients cannot be attributed to the chosen physical intervention.

Keywords: obesity, bariatric surgery, exercise, postural stability, pain, quality of life, physical fitness

Obsah

1 Úvod 6

2 Cíle práce a hypotézy 7

2.1 Cíl 7

2.2 Výzkumné otázky 7

2.3 Hypotézy 7

3 Metodika 8

3.1 Typ výzkumu 8

3.2 Kvótní výběr 8

3.3 Popis výzkumného souboru a návrh studie 8

3.4 Pohybová intervence 8

3.5 Získávání měřených hodnot (výzkumné metody) 9

3.6 Zpracování a analýza dat 9

4 Výsledky 11

4.1 Vyhodnocení statické posturální stability 11

4.2 Vyhodnocení bolesti dle dotazníku SF-MPQ, vizuální analogové škály (VAS) a mapy bolesti 12

4.3 Vyhodnocení kvality života dle dotazníku IWQOL-Lite 13

4.4 Vyhodnocení 6MWT 13

5 Diskuse 16

6 Závěr 24

7 Seznam použité literatury 26

1 Úvod

Tato práce je zaměřená na pacienty s obezitou podstupující bariatrickou operaci. Jejím účinkem je velká a rychlá ztráta hmotnosti, ale i zlepšení metabolického stavu.

Cílem naší prospektivní nerandomizované kontrolované studie bylo zhodnotit vliv tříměsíční pohybové intervence koncipované jako odporově aerobní cvičební program na vývoj statické posturální stability, muskuloskeletální bolesti, kvality života související se zdravím a fyzické zdatnosti jedinců s obezitou před a po bariatrické operaci.

Pohybový systém je klíčový limitující faktor, který ovlivňuje nejen hybnost, ale i mnoho metabolických parametrů, které významně ovlivňují životní prognózu. Přestože se opakovaně při doporučení redukce hmotnosti pacientům s obezitou slibuje, že po snížení hmotnosti dojde ke snížení obtíží, bolesti a ke zlepšení kvality života, ukazuje se, že po rychlém hmotnostním úbytku to tak být nemusí. Zvláště po bariatrických operacích může dojít k přechodnému zhoršení nejen kvality života, ale například i bolestí pohybového aparátu. Toto zhoršení pak následně významně ovlivňuje další léčebný postup a ovlivňuje celkový výsledek.

Problematika pohybového aparátu u pacientů, ať již před nebo po plánované bariatrické operaci, je málo popsána. Neexistují žádné specifické pokyny pro předepisování fyzické aktivity před a/nebo po bariatrické operaci. Nárůst tukové tkáně může kromě mnoha zdravotních komplikací vést ke změnám v motorickém chování člověka, kvalitě života a může mít vliv na posturální kontrolu. Zvyšování tělesné hmotnosti s abnormální nebo nadměrnou akumulací tuku je spojeno se změnami v geometrii a držení těla. Jedinci s nadváhou a obezitou hlásí větší fyzické a psychické utrpení, které je obvykle spojeno se závažností obezity. Také to je spojeno se sníženou aktivitou, depresivními příznaky, zvýšenou bolestí, zhoršenou sexuální funkcí, špatným spánkem a sníženým pracovním výkonem a sociální interakcí (Kroes et al., 2016; Karlsson et al., 2007; Kolotkin et al., 2001). Obezita může také přispívat k bolesti a fyzickým omezením prostřednictvím faktorů, jako je zhoršená kardiorespirační funkce, systematický zánět, snížená flexibilita pohybu, nízká síla na tělesnou hmotnost a deprese (King et al, 2016).

2 Cíle práce a hypotézy

2.1 Cíl

Zhodnocení vlivu tříměsíční pohybové intervence na vývoj statické posturální stability, muskuloskeletální bolesti, kvality života související se zdravím a fyzické zdatnosti jedinců s obezitou před a po bariatrické operaci.

2.2 Výzkumné otázky

Byly položeny 4 výzkumné otázky:

1. Jaký vliv má tříměsíční pohybová intervence u jedinců s obezitou po bariatrické operaci na vývoj statické posturální stability?

2. Jaký vliv má tříměsíční pohybová intervence u jedinců s obezitou po bariatrické operaci na vývoj muskuloskeletální bolesti?

3. Jaký vliv má tříměsíční pohybová intervence u jedinců s obezitou po bariatrické operaci na vývoj kvality života související se zdravím?

4. Jaký vliv má tříměsíční pohybová intervence u jedinců s obezitou po bariatrické operaci na vývoj fyzické zdatnosti?

2.3 Hypotézy

Vliv tříměsíční pohybové intervence byl ověřován porovnáním výsledků úrovně statické posturální stability, vnímané muskuloskeletální bolesti, kvality života související se zdravím a úrovně fyzické zdatnosti mezi intervenční a kontrolní skupinou. Na základě rešerše dostupné literatury zabývající se danou problematikou, stanovenému cíli disertační práce a našich zkušeností byly stanoveny níže uvedené hypotézy.

Tříměsíční pohybová intervence po bariatrické operaci u jedinců s obezitou:

H1: zlepšuje statickou posturální stabilitu pacientů;

H2: snižuje muskuloskeletální bolest pacientů;

H3: zlepšuje kvalitu života související se zdravím pacientů;

H4: zlepšuje fyzickou zdatnost pacientů.

3 Metodika

3.1 Typ výzkumu

Jedná se o monocentrickou prospektivní nerandomizovanou studii.

3.2 Kvótní výběr

Mezi základní kritéria pro zařazení probandů do výzkumu patří následující:

- pacienti splňují indikační kritéria k provedení bariatrické operace;

- plánovaná bariatrická operace u pacienta a její následné podstoupení;

- věková hranice (spodní věková hranice stanovená na 18 let, horní věková hranice 60 let), pohlaví neomezeno;

- podepsaný informovaný souhlas.

3.3 Popis výzkumného souboru a návrh studie

Všichni pacienti v obou skupinách (intervenční – INT a kontrolní skupina – KON) zahrnutí do studie byli v období leden 2018 – březen 2020 postupně vyšetřováni, hodnoceni a sledováni na 3. interní klinice VFN a 1. LF UK fyzioterapeutkou (doktorandka) v týdnech 2 – 0 před bariatrickou operací a následně po operaci v týdnech 12–16, 24 a 48 (respektive v měsících 0, 3, 6 a 12).

V návrhu studie bylo zařazení zhruba 50 pacientů, kteří budou dále děleni do dvou skupin. Plán nebyl naplněn. Vstupní vyšetření absolvovalo 107 pacinetů. Počet pacientů, kteří dokončili plánovaná vyšetření v období 12 měsíců po operaci je 25 (7 pacientů v INT skupině a 18 pacientů v KON skupině).

3.4 Pohybová intervence

Účelem pohybového programu bylo udržet množství beztukové tělesné hmoty při nízkokalorické dietě, která je indikována pacientům po bariatrické operaci, a zlepšit funkční schopnosti. Na základě doporučení literatury (Tabesh et al., 2019; Daniels et al., 2018; Hassannejad et al., 2017) byl pohybový program koncipován jako odporově aerobní v délce trvání min. 150 min./týden pohybové aktivity po dobu 12 týdnů.

Pacienti zařazeni do intervenční skupiny zahájili pohybový program v rozmezí 3–4 týdnů po bariatrické operaci. Byl přizpůsobený možnostem a celkovému stavu každého jedince. Skládal se z vedeného skupinového kruhového tréninku (vlastní jednotka byla koncipována jako odporový kruhový trénink s 8–10 cviky ve 3 sériích, cvičení na jednom stanovišti bylo v délce 1 minuty, celková doba trvání cvičení byla zhruba 60–75 min.), aerobní aktivity (zahrnovala 60 min./týden) a domácí intervence (7 cviků ve 2 sériích, doba trvání cvičení alespoň 30 min. a mělo by být provedeno minimálně 1×/týden). Každý pacient na začátku pohybového programu obdržel soupis cviků na doma v papírově podobě a byl mu i zaslán elektronicky. Záznam o provedení cvičení pacienti prováděli do aplikace Čas pro zdraví nebo do vlastního deníku aktivit. Cvičení pacienti prováděli mimo dny kruhového tréninku nebo aerobní aktivity.

3.5 Získávání měřených hodnot (výzkumné metody)

V definovaném období (měsících 0, 3, 6 a 12) bylo provedeno vyšetření pacientů fyzioterapeutkou (doktorandkou) a pacienti vyplnili sadu připravených dotazníků.

Schéma postupu vyšetření v každém časovém úseku:

- odebrání anamnestických dat,
- vyplnění dotazníků SF-MPQ, mapy bolesti (hodnocení bolesti) a IWQOL-Lite (hodnocení kvality života související se zdravím),
- provedení měření stability na přístroji MobileMat^{TM}3140 (hodnocení statické postudální stability),
- kineziologický rozbor,
- 6MWT (hodnocení fyzické zdatnosti).

3.6 Zpracování a analýza dat

Data jsme analyzovali pomocí software Wolfram Mathematica 12.0. Agregované numerické veličiny jsou uváděny ve tvaru průměr ± směrodatná odchylka, doplňkově jsou uvedeny též medián a meze ostatních kvartilů. Pro binární a nominální veličiny byla užita frekvence výskytu forem znaku.

Vývoj jednotlivých měřitelných znaků kondice jsme vyhodnotili pomocí general linear model pro repeated measures. Tato technika slouží k vyhodnocení dat opakovaným pozorováním na stejných subjektech, zde testy kondice před, 3, 6 a 12 měsíců po operaci. Primárním předmětem zájmu je pro nás interakce within-subject faktoru (tedy času měření) s faktorem skupiny (KON x INT), sekundárně pak within subject factor bez rozlišení skupiny. Within subject faktor statisticky vypovídá o vývoji pacientů v dané veličině, přičemž každý subjekt je primárně srovnáván sám se sebou; interakce pak o případném rozdílu, zda se jedna skupina vyvíjela jinak než druhá. K zabránění falešně statisticky významných výsledků v důsledku mnohočetných testů jsme výstupy ze stejného měření (vychýlení COF v anterioposteriorním a mediolaterálním směru, rozsah celkové délky vychýlení COF (length of COF path) a průměrná rychlost pohybu COF) vyhodnocovali sloučeně do jednoho multivariate testu. Údaj o statistické významnosti (tj. nenáhodnosti) doplňujeme rovněž effect size výsledku pomocí η^2, kdy pak dále pozorované jevy řadíme do kategorie slabý – střední – silný (small – medium – large effect size) dle Cohenovy konvence (2013). Hraniční hodnoty přebíráme z Sheskina (2020): small > 0.0099, medium > 0.0588, large > 0.1379.

Pro testy zdatnosti měřené více veličinami nejprve vyhodnocujeme příslušným multivariátním testem s výstupem Pillai's trace, **zda** se skupiny ve vývoji vůbec liší (nebo, pro sekundární případ, zda data vývoj prokazují). Pro testy s jediným výstupem tento přeskakujeme. Následně pokračujeme vyhodnocením interakcí pro jednotlivé položky, **v čem** se dynamika intervenční a kontrolní skupiny lišila – vyhodnocujeme F testem vysvětlené variability pro opakovaná měření. V závěru pomocí kontrastů zjišťujeme, **jak** se skupiny vyvíjely v čase – lineární kontrast vyhodnocuje trendy, kvadratický body zvratu (maxima nebo minima), kubický inflexi.

Tento postup ovšem připouští výstup, v němž některé vrstvy budou signifikantní, přestože jiné ne – například zjistíme, že v celkovém výsledku se skupiny liší (**zda**), ale budeme muset formálně přijmout odpověď *nevíme*, ve kterém konkrétním měřítku. Závěr pak chápeme jako podnět pro další výzkum.

4 Výsledky

Z důvodu přehlednosti a obsahové limitace disertační práce budou uvedeny pouze stěžejní výsledky vztahující se ke stanoveným hypotézám.

4.1 Vyhodnocení statické posturální stability

V období 3 měsíců po operaci se intervenční skupina zhoršila v průměrných hodnotách v 6 z 8 měřených parametrů statické posturální stability, kontrolní skupina se zlepšila ve všech 8 parametrech.

V období 6 měsíců po operaci se intervenční skupina zlepšila v průměrných hodnotách v 4 z 8 měřených parametrů, v 1 parametru se zlepšila, ale pořád byla průměrná hodnota horší než v období před operací a ve 3 parametrech došlo u této skupiny ke zhoršení statické posturální stability. Kontrolní skupina se zlepšila v 7 z 8 měřených parametrů, v 1 parametru se zhoršila, ale pořád byla průměrná hodnota lepší než v období před operací.

V období 12 měsíců po operaci se intervenční skupina zhoršila v 5 z 8 měřených parametrů, u 3 parametrů se zlepšila, ale u 2 z nich i přes zlepšení průměrných hodnot byly tyto hodnoty stále horší než v období před operací. Kontrolní skupina se zhoršila ve všech měřených parametrech, ale u 4 parametrů z 8 byla průměrná hodnota pořád lepší v porovnání s obdobím před operací.

Dalo by se usuzovat, že u intervenční skupiny došlo k numerickému zhoršení statické posturální stability s maximem v období 3 měsíců po operaci, následným mírným zlepšením v období 6 měsíců po operaci a konečným opětovným zhoršením statické posturální stability v období 12 měsíců po operaci. U kontrolní skupiny se statická posturální stabilita numericky zlepšila s maximem v období ve 3 měsících po operaci a mírným zhoršením v období 12 měsíců po operaci.

Ve statistickém vyhodnocení p-value nedošlo ke statisticky významným hodnotám u žádného z vyšetřovaných parametrů COF při stanovení hladiny statistické významnosti $p = 0,05$ i přes vyskytující se large nebo medium effect size.

Získáné výsledky zamítají hypotézu H1 – nelze potvrdit předpoklad zlepšení statické posturální stability po tříměsíčním cvičebním programu kombinujícím aerobní a silový trénink u jedinců s obezitou po bariatrické operaci.

4.2 Vyhodnocení bolesti dle dotazníku SF-MPQ, vizuální analogové škály (VAS) a mapy bolesti

Ve všech časových obdobích po operaci byly hodnoty průměrného skóre bolesti dotazníku SF-MPQ vždy nižší v porovnání s výchozí hodnotou ve všech 3 dimenzích (senzorická, afektivní a celková dimenze bolesti) u obou skupin.

Intervenční i kontrolní skupina dosahovala nejnižších hodnot průměrného skóre, a tedy i nejmenší bolesti, vždy v období 3 měsíců po operaci. Naopak nejvyšších hodnot průměrného skóre dosahovala intervenční skupina v období 6 měsíců po operaci, kdežto kontrolní skupina v období 12 měsíců po operaci, vyjma afektivní dimenze bolesti, kde to bylo v období 6 měsíců po operaci.

Intenzita bolesti měřena pomocí vizuální analogové škály (VAS) měla u intervenční skupiny stejný vývoj jako v dotazníku SF-MPQ. Nejnižší hodnotu v průměru zaznamenali pacienti v období 3 měsíců po operaci, naopak nejvyšší v období 6 měsíců, ale stále byla průměrná hodnota nižší než před operací. Vývoj intenzity bolesti byl u kontrolní skupiny totožný s intervenční skupinou s tím rozdílem, že v období 3 měsíců byl u intervenční skupiny mnohem výraznější pokles intenzity bolesti v porovnání s kontrolní skupinou a v období 6 měsíců se kontrolní skupina dostala na téměř stejnou průměrnou hodnotu jako v období před operací. V období 12 měsíců po operaci došlo u obou skupin k poklesu intenzity bolesti v porovnání s obdobím 6 měsíců.

U VAS a celkové dimenze bolesti (PRI-T) dotazníku SF-MPQ měla intervenční skupina výchozí průměrnou hodnotu, a tedy i bolest, vyšší než kontrolní skupina, ale ve všech následujících obdobích (3, 6 a 12 měsíců) byly průměrné hodnoty vždy nižší než u kontrolní skupiny.

Nejčastěji zaznamenanými oblastmi výskytu bolesti v mapě bolesti pacienty byla oblast bederní páteře a dále dolních končetin (kyčelních a kolenních kloubů).

Ve statistickém vyhodnocení p-value nedošlo ke statisticky významným hodnotám u dotazníku SF-MPQ i VAS při stanovení hladiny statistické významnosti $p = 0,05$.

Získané výsledky zamítají hypotézu H2 – nelze potvrdit předpoklad zlepšení muskuloskeletální bolesti pacientů po tříměsíčním cvičebním programu kombinujícím aerobní a silový trénink u jedinců s obezitou po bariatrické operaci. Byl prokázán numericky pozitivní, ale statisticky nevýznamný vliv pohybové intervence u subjektivně hodnocené bolesti pomocí dotazníku SF-MPQ a VAS.

4.3 Vyhodnocení kvality života dle dotazníku IWQOL-Lite

U intervenční skupiny došlo k největšímu snížení hodnoty průměrného skóre, a tedy zlepšení kvality života, v období 3 měsíců po operaci i 6 měsíců po operaci. V období 12 měsíců po operaci je patrný mírný nárůst hodnoty průměrného skóre v porovnání s obdobím 6 měsíců po operaci. Tato hodnota je ale stále nižší než výchozí hodnota i hodnota v období 3 měsíců po operaci. U kontrolní skupiny se hodnota průměrného skóre také snížila v období 3 měsíců po operaci v porovnání s průměrnou výchozí hodnotou. Toto snížení je menší než u intervenční skupiny. V období 6 měsíců po operaci došlo k nárůstu hodnoty průměrného skóre v porovnání s obdobím 3 měsíců po operaci s následným opětovným poklesem hodnoty průměrného skóre v období 12 měsíců po operaci, které je nejnižší ze všech měřených období u této skupiny, avšak vyšší v porovnání s intervenční skupinou v období 3, 6 i 12 měsíců po operaci.

Ve statistickém vyhodnocení p-value nedošlo ke statisticky významným hodnotám při stanovení hladiny statistické významnosti $p = 0,05$.

Získané výsledky zamítají hypotézu H3 – nelze potvrdit předpoklad zlepšení kvality života pacientů po tříměsíčním cvičebním programu kombinujícím aerobní a silový trénink u jedinců s obezitou po bariatrické operaci. Byl prokázán numericky pozitivní, ale statisticky nevýznamný vliv pohybové intervence u subjektivně hodnocené kvality života pomocí dotazníku IWQOL-Lite.

4.4 Vyhodnocení 6MWT

U intervenční skupiny došlo k největšímu nárůstu ušlé vzdálenosti, a tedy zlepšení fyzické zdatnosti, v období 3 měsíců po operaci. V období 6 měsíců po operaci je patrný mírný pokles ušlé vzdálenosti v porovnání s průměrnou hodnotou v období 3 měsíců po operaci. V období 12 měsíců po operaci je patrný opětovný nárůst ušlé vzdálenosti v porovnání s průměrnou hodnotou v období 6 měsíců, kdy v tomto období se jedná o

maximální ušlou vzdálenost. U kontrolní skupiny je patrný stejný trend jako u skupiny intervenční.

Pro úplnost je ale třeba zmínit, že ušlá vzdálenost mezi skupinami se signifikantně lišila již před operací. Rozdíl činil 78,93 m ve prospěch intervenční skupiny. Počáteční nárůst ušlé vzdálenosti v období 3 měsíců po operaci byl větší u kontrolní skupiny (o 72,34 m, intervenční skupina o 41,7 m v porovnání s průměrnou výchozí hodnotou), stejně tak i v období 12 měsíců po operaci (kontrolní skupina o 86,25 m, intervenční skupina o 64,49 m v porovnání s průměrnou výchozí hodnotou). Naopak pokles ušlé vzdálenosti v období 6 měsíců po operaci byl nižší u intervenční skupiny (o 6,5 m, kontrolní skupina o 42,43 m v porovnání s průměrnou hodnotou v období 3 měsíců po operaci).

Dále je z výsledků je patrné snížení subjektivního vnímání vyčerpání během 6MWT ve všech sledovaných obdobích v porovnání s výchozí průměrnou hodnotou s maximem v období 3 měsíců u obou zkoumaných skupin (KON skupina dosahovala stejné hodnoty i v období 12 měsíců po operaci). Z výsledků prezentovaných výše lze odvodit, že dochází u obou zkoumaných skupin k nárůstu ušlé vzdálenosti ve sledovaných obdobích se současným snížením vnímání vyčerpání během 6MWT.

Z výsledků je patrné zvýšení vnímání intenzity bolesti po provedení 6MWT v porovnání s udávanou hodnotou před provedením testu u obou zkoumaných skupin v období před operací. Následně u INT skupiny došlo k poklesu intenzity bolesti po provedení testu v porovnání před testem v období 3 a 6 měsíců po operaci. V období 12 měsíců po operaci bylo zaznamenáno zvýšení vnímání intenzity bolesti po testu. KON skupina zaznamenala snížení vnímání intenzity bolesti po provedení 6MWT v porovnání s udávanou hodnotou před provedením testu pouze v období 3 měsíců po operaci, jinak bylo udávané zvýšení intenzity bolesti. Celkově se udávaná průměrná hodnota intenzity bolesti před i po provedení testu u INT skupiny ve všech sledovaných obdobích (s maximem v období 3 měsíců po operaci) v porovnání s výchozí hodnotou snížila, kdežto u KON skupiny došlo ke snížení průměrné hodnoty udávané intenzity bolesti pouze po provedení testu ve všech sledovaných obdobích v porovnání s výchozí hodnotou.

Získané výsledky zamítají hypotézu H4 – nelze potvrdit předpoklad zlepšení fyzické zdatnosti pacientů po tříměsíčním cvičebním programu kombinujícím aerobní a silový trénink u jedinců s obezitou po bariatrické operaci. Numerické zlepšení bylo patrné i u kontrolní skupiny, která pohybovou intervenci neabsolvovala.

5 Diskuse

Posturální stabilita

Tématu hodnocení statické posturální stability pomocí tenzometrických plošin u bariatrických pacientů se věnují pouze tři studie (Benetti et al., 2016; Handrigan et al., 2010; Teasdale et al., 2007). Ani jedna ze studií nezkoumá vliv cvičení nebo pohybové intervence na statickou posturální stabilitu. Všechny tyto studie použily pro diagnostiku statické posturální stability silovou desku (parametr COP) a tak naše výsledky z tlakové desky (parametr COF) mohou být porovnány pouze s těmito. Studie, která se zabývala zkoumáním posturálním stability a zahrnovala po bariatrické operaci cvičební program, byla nalezena pouze jedna (Rojhani-Shirazi et al., 2016). V této studii byla ale posturální stabilita diagnostikována pomocí funkčních testů.

Rychlý úbytek hmotnosti způsobený bariatrickou operací ovlivňuje posturální kontrolu a obraz těla. Rychlá ztráta hmotnosti také způsobuje změny, které nejsou pacientem zcela přijaty kvůli rychlosti procesu. Nedostatečné uznání nového těla může být jedním z faktorů, které vytvářejí potíže se začleněním nového životního stylu, který souvisí hlavně s funkčními a fyzickými činnostmi (Castro et al., 2010).

Teasdale et al. (2007) vyšetřovali jedince s obezitou s BMI > 40 kg/m^2, kteří podstoupili bariatrickou operaci. Zjistili, že parametry posturální stability, zahrnující rychlost COP a vychýlení (posunutí) COP v anteroposteriorním a mediolaterálním směru s otevřenýma a zavřenýma očima, se zlepšily s úbytkem hmotnosti po 12 měsících. Studie ukázala, že úbytek hmotnosti zlepšil kontrolu rovnováhy bez tréninku rovnováhy, což se neslučuje se závěry naší studie, kde nebyla nalezena signifikantní změna. Může to být dáno i tím, že BMI u účastníků předchozí studie a současné studie bylo odlišné a také byl výzkum ve zmiňované studii prováděn pouze na mužích. Také Handrigan et al. (2010) ukázali, že úbytek hmotnosti byl účinnější při zlepšování kontroly rovnováhy než při zvyšování svalové síly. I v této studii byl průměrný úbytek hmotnosti vyšší (přibližně 66 kg, 45 % hmotnosti) během 3–12 měsíců ve srovnání s naší studií, kde byl úbytek hmotnosti menší.

Naše výsledky korelují s výsledky studie Benettiho et al. (2016), kde nebyly pozorovány žádné rozdíly v oblasti posunutí nebo rychlosti COP v mediolaterálním a

anteroposteriorním směru hodnocených pomocí silové platformy u 16 pacientů, kteří podstoupili bariatrickou operaci.

Podle výsledků naší studie rychlý úbytek hmotnosti ani tříměsíční pohybový program signifikantně nezasahoval do celkového posunutí COF, ani v anteroposteriorním a mediolaterálním směru a ani tak do rychlosti posunu COF. Proto tyto parametry pravděpodobněji budou záviset na integraci celého neuromuskulárního systému k udržení posturální stability a mohou více souviset s učením než s tělesnou hmotností. Tento účinek je pravděpodobně způsoben dlouhým adaptačním obdobím jedinců s nadváhou (Benetti et al., 2016). Dalším faktorem může být vliv adaptace jedinců na nadměrnou tělesnou hmotnost.

Nezměněná velikost posunutí od COF může být způsobena proprioceptivním systémem, který nemusel mít čas se přizpůsobit nové tělesné hmotnosti. Snížená tělesná hmotnost a vyšší proporcionální beztuková hmota mohou změnit parametry posunutí COF. Dá se dle toho dovozovat, že úpravy prostorových parametrů ve statické posturální stabilitě jsou více neuromuskulární než mechanické a může být zapotřebí více času na přizpůsobení a pozorování zlepšení (Benetti et al., 2016). Předpokládali jsme změnu parametrů hodnotící statickou posturální stabilitu při redukci hmotnosti doprovázející bariatrickou operaci, ale pravděpodobně byl posun těžiště ještě malý pro detekci změny. Případně změna hmotnosti nebyla dostatečně velká pro změnu těžiště.

Adaptace pacienta na novou tělesnou hmotnost a nedostatek specifického tréninku mohou vysvětlit nedostatečné zlepšení posturální stability hodnocené posunem (rozsahem) z COF. Tyto údaje souhlasí se závěry Bankoffa et al. (2006), kteří uvádějí, že těžší těla se obtížně vyvažují, ale hmotnost nemá vliv na rychlost posunu z COP. Ferreira (2003) uvedl, že tělesná hmotnost interferuje s polohou (výškou) z COP. Přírůstek nebo úbytek tělesné hmotnosti může ovlivnit výšku z COP stejně tak jako distribuci hmoty v těle. Distribuce hmoty v těle je dále ovlivněna pohlavím.

Někteří autoři tvrdí, že u jedinců s obezitou lze nalézt sníženou proprioceptivní odpověď (Villarrasa-Sapiña et al., 2017; Son, 2016). Například Son (2016) předpokládá, že stabilita u jedinců s obezitou je narušena reakcí plantárních mechanoreceptorů v důsledku zvýšeného tlaku v dolních končetinách. Uvádí, že nestabilita u jedinců s obezitou je způsobena sníženou citlivostí chodidel a že vyšší

nestabilita je kompenzována vizuálními vstupy. Dalším vysvětlením by tedy mohl být vliv nožních mechanoreceptorů na řízení posturální stability.

Posturální stabilita může být také ovlivněna muskuloskeletálními bolestmi. Studie Fabris de Souza et al. (2005) ukazuje, že u jedinců s extrémní obezitou jsou přítomny důležité posturální změny (odchylky axiálního skeletu) a že tyto změny jsou kompatibilní s bolestmi kostí a kloubů spojenými s obezitou. Bolesti v oblasti dolních končetin (které byl udávány i pacienty v naší studii, viz níže) snižují posturální stabilitu (Corbeil, Blouin & Teasdale, 2004).

Předpokládáme, že cvičební program by mohl mít pozitivní vliv na rychlejší proprioceptivní adaptaci na ztrátu hmotnosti a změny v distribuci tělesné hmotnosti. Je proto možné, že cvičení posílilo adaptační proces. K prokázání pozitivního účinku cvičení je však pravděpodobně potřeba mnohem delšího trvání cvičení nebo upravit typ či intenzitu cvičení.

Muskuloskeletální bolest

Bolest kloubů je běžnou muskuloskeletální stížností pacientů s extrémní obezitou, která může vést k abnormalitám chůze, vnímaným omezením mobility a poklesu kvality života. Cílem studie Vincent et al. (2012) bylo mimo jiné prozkoumat, zda účastníci, kteří podstoupili bariatrickou operaci, prokazují zlepšení bolesti kloubů 3 měsíce po bariatrické operaci ve srovnání s nechirurgickými kontrolami. Bariatrická skupina ztratila v průměru 21,6 ± 7,7 kg hmotnosti. Závažnost bolesti v dolní části zad a bolesti kolenních kloubů se snížila o 54 %, respektive 34 %, bez změn v kontrolní skupině (P = 0,05). V naší studii byl úbytek hmotnosti 3 měsíce po bariatrické operaci u INT skupiny 19,71 kg a 20,83 kg u KON skupiny. Nejčastějšími oblastmi výskytu bolesti byla oblast bederní páteře a dále dolních končetin (kyčelních a kolenních kloubů). Intenzita bolesti zaznamenaná prostřednictvím VAS se v období 3 měsíců po operaci snížila u INT skupiny o 72,4 % a o 31,5 % u KON skupiny. Snížení intenzity i kvality bolesti bylo zaznamenáno také u všech dimenzí bolesti dotazníku SF-MPQ u obou zkoumaných skupin. Trend snížení intenzity bolesti v porovnání s výchozí hodnotou byl i v následujících obdobích 6 a 12 měsíců po operaci u obou zkoumaných skupin, ale již ne takto výrazný. Na základě toho se dá usuzovat, že ke snížení intenzity bolesti vede jak samotná ztráta hmotnosti bariatrickou operací, tak je efekt ještě umocněn vlivem

pohybové intervence (INT skupina dosahovala mnohem většího snížení intenzity bolesti i přes její vyšší výskyt v období před operací).

Změny skóre dotazníku bolesti a kvality života pozorované ve studii Kinga et al. (2016) naznačují, že po bariatrické operaci většina pacientů zpočátku pociťuje klinicky významné zlepšení tělesné a kloubní specifické bolesti, ačkoli procento se zlepšením bolesti a funkce, měřeno dotazníkem SF-36, pokleslo od 1. roku do 3. roku po operaci. Zjištění, že po chirurgickém zákroku mělo menší procento pacientů bolesti zad nebo dolních končetin, které jim bránily v docházení do práce nebo do školy, a že míra, do jaké bolesti zad nebo dolních končetin interferovaly s prací, naznačují, že bariatrická chirurgie může vést ke zlepšení produktivity práce a souvisejících nákladů. To je v souladu i s naší studií, viz výsledky prezentovány o odstavec výše.

Studie Hozumi et al. (2016), zkoumající pacienty s obezitou v porovnání s kontrolní skupinou s normální hmotností, zjistila, že byla ovlivněna bolest hodnocena dotazníkem SF-MPQ, zejména byla významně narušena její afektivní dimenze u pacientů s obezitou.

Průběh vývoje senzorické a afektivní dimenze bolesti mezi zkoumanými skupinami měl v naší studii rozdílný trend. Senzorická dimenze bolesti byla signifikantní v kubické interakci ($p=0.030$) s large effect size ($\eta^2=0.189$). U INT skupiny došlo v období 3 měsíců po operaci k výraznému snížení bolesti s následným jejím výrazným nárůstem v období 6 měsíců po operaci následovaným poklesem v období 12 měsíců po operaci. Na základě těchto výsledků by se dalo usuzovat, že u INT skupiny měla pohybová intervence velmi pozitivní vliv na snížení intenzity a kvality bolesti charakterizované deskriptory v senzorické dimenzi, kdy po jejím skončení došlo v dalším sledovaném období (6 měsíců po operaci) k nárůstu bolesti (ale pořád byla intenzita a kvalita bolesti nižší než před operací). Afektivní dimenze bolesti je signifikantní v lineární interakci ($p=0.046$) s large effect size ($\eta^2=0.162$), kde je patrné postupné snižování bolesti v průběhu času.

Domnívám se, že přítomnost bolesti by mohla být bariérou různých intenzit pohybových aktivit u pacientů s bariatrickou chirurgií. V období 3 měsíců po operaci je patrná úleva od bolesti s jejím nástupem v období 6 měsíců po operaci a opětovnou úlevou v období 12 měsíců po operaci.

Kvalita života

Ve studii Shaha et al. (2011) skupina podstupující velkoobjemový cvičební program měla tendenci hlásit větší zlepšení kvality života související se zdravím než kontrolní skupina. Podle některých studií se kvalita života související se zdravím dlouhodobě po bariatrické operaci zhoršuje pravděpodobně v důsledku opětovného přibývání na váze (van Gemert et al., 1998; Waters et al., 1991), zatímco stát se nebo být nadále vysoce aktivní po bariatrické operaci je spojeno se zlepšenou kvalitou života související s duševním zdravím (Bond et al., 2009).

Naše studie také zaznamenala větší zlepšení celkové kvality života u INT skupiny v porovnání s KON skupinou. K největšímu snížení hodnoty průměrného skóre, a tedy zlepšení kvality života, došlo u INT skupiny v období 3 měsíců po operaci s pokračováním snížení i 6 měsíců po operaci. V období 12 měsíců po operaci byl patrný mírný nárůst hodnoty průměrného skóre, která je ale stále nižší než výchozí hodnota i hodnota v období 3 měsíců po operaci. U kontrolní skupiny se hodnota průměrného skóre také snížila v období 3 měsíců po operaci v porovnání s průměrnou výchozí hodnotou. Toto snížení je menší než u intervenční skupiny. V období 6 měsíců po operaci došlo k nárůstu hodnoty průměrného skóre v porovnání s obdobím 3 měsíců po operaci s následným opětovným poklesem hodnoty průměrného skóre v období 12 měsíců po operaci, které je nejnižší ze všech měřených období u této skupiny, avšak vyšší v porovnání s intervenční skupinou v období 3, 6 i 12 měsíců po operaci. V porovnání obou zkoumaných skupin vykazuje lepší výsledky skupina podstupující pohybovou intervenci.

Definici úspěšné operace zlepšující HRQoL u bariatrického pacienta nelze definovat pouze na výsledném úbytku hmotnosti, jak již dříve diskutovali Dixon, Dixon & O'Brien (2001). Ve studii provedené Dixonem, Dixonem & O'Brienem (2001) došlo u pacientů, kteří podstoupili operaci bandáže žaludku, ke zlepšení HRQoL a ke snížení depresivních symptomů i přes zbývající obezitu, v porovnání s kontrolní skupinou jedinců s obezitou s odpovídající hmotností, kteří operaci nepodstoupili.

Fyzická zdatnost

Castello et al. (2011) hodnotili vliv aerobního cvičení na funkční kapacitu a uváděli významné zvýšení 6MWT pouze u intervenční skupiny. Ve studii Hassannejada et al.

(2017) byla aerobní kapacita hodnocena pomocí 12minutového testu chůze. Šedesát pacientů s extrémní obezitou (BMI ≥ 35 kg/m^2) bylo hodnoceno před a po 12 týdnech po bariatrické operaci, aby bylo možné porovnat dopad dvou různých cvičebních programů na složení těla a výsledky funkční kapacity. Účastníci byli rozděleni do tří skupin: skupina podstupující aerobní cvičební program, aerobně-silový cvičební program a kontrolní skupina. Výzkumníci zjistili, že ušlá vzdálenost se ve všech třech skupinách zvýšila, ale skupiny podstupující aerobní a aerobně-silový cvičební program ušly delší vzdálenosti ve srovnání s kontrolní skupinou. Lze tedy dojít k závěru, že provozování aerobního anebo aerobně-silového cvičení po bariatrické operaci dále zvyšuje funkční kapacitu. Je třeba poznamenat, že v tomto případě nebyl pozorován žádný významný rozdíl mezi skupinami provozujícími aerobní a aerobně-silový cvičební program. Tyto závěry částečně souhlasí i s našimi výsledky, kde došlo také k nárůstu ušlé vzdálenosti v obou zkoumaných skupinách, kdy INT skupina také ušla delší vzdálenosti ve srovnání s kontrolní skupinou, ale velikost nárůstu ušlé vzdálenosti byla větší u kontrolní skupiny. To může být dáno faktem, že INT skupina ušla před operací v průměru o 78,93 m delší vzdálenost než KON skupina, a tak při měření 3 měsíce po operaci nedosahovali už takového zlepšení v ušlé vzdálenosti.

Ve studii da Silva et al. (2013) byla cvičební kapacita hodnocena pomocí 6MWT u 17 pacientů před a 3 měsíce po bariatrické operaci, než se pacienti zapojili do jakéhokoli cvičebního programu. V této studii, byla zvolena doba sledování 3 měsíce, aby bylo zaručeno, že se pacienti zdrží fyzické aktivity v souladu s chirurgickým protokolem. Jinak lze zlepšení cvičební kapacity přičíst změnám životního stylu. BMI se snížilo ze 46,4 ± 2 na 36,6 ± 2 kg/m^2 (P <0,001). Ušlá vzdálenost za 6 minut se zvýšila ze 489 ± 14 na 536 ± 14 m (P <0,001), což je nárůst o 47 m. S těmito výsledky se ztotožňuje i naše studie, ve které se ušlá vzdálenost za 6 minut zvýšila u KON skupiny ze 450,87 ± 113,21 na 523,21 ± 70,71, což je nárůst o 72,34 m, kdežto u INT skupiny z 529,8 ± 42,84 na 571,5 ± 38,05, což je nárůst o 41,7 m. Výzkumníci dospěli k závěru, že úbytek hmotnosti po bariatrické operaci zvyšuje zátěžovou kapacitu. Zvýšení vzdálenosti dosažené během 6minutového testu chůze po redukci váhy nelze přičíst tréninku. Celá skupina mechanických, metabolických a výživových změn ovlivnila zdraví pacientů. Nižší tělesná hmotnost při chůzi, o 20 kg méně, je faktorem pro zvýšení cvičební schopnosti.

U naší studie je nutné poznamenat, že výchozí hodnoty ušlé vzdálenosti během 6MWT se mezi zkoumanými skupinami signifikantně lišily. INT skupina prokazovala lepší výsledky vzdálenosti chůze. To může být dáno designem výzkumu, kdy pacienti nebyli randomizovaně rozděleni do skupin. Také se to dá přisuzovat lepšímu vztahu k pohybu nebo motivaci (dobrovolně si vybrali INT skupinu).

Ve studii Peixoto-Souza et al. (2014), 14 žen s extrémní obezitou podstupujících RYGB, byl pozorován nárůst ušlé vzdálenosti v období 6 měsíců po operaci (588,92 ± 34,81 m) ve srovnání s předoperační vzdáleností (516,28 ± 50,91 m), což je nárůst o 72,64 m. Po bariatrické operaci došlo k výraznému zvýšení ušlé vzdálenosti, což ukazuje, že po snížení hmotnosti se zlepšila funkční kapacita. V naší studii probandi nedosahovali takových velikostních přírůstků ušlé vzdálenosti ve zmiňovaných obdobích. INT skupina ušla v období 6 měsíců po bariatrické operaci v průměru o 35,2 m delší vzdálenost v porovnání s předoperační vzdáleností a KON skupina o 29,91 m. V tomto časovém období se jedná o nejnižší přírůstky ušlé vzdálenosti u obou zkoumaných skupin. Může to být dáno poklesem velikosti redukce váhy po bariatrické operaci v tom období.

Některé studie, zaměřené na vyhodnocení funkční kapacity, ukázaly zvýšení ušlé vzdálenosti v 6MWT jeden rok po bariatrické operaci (de Souza et al., 2009; Maniscalco et al., 2006). To je v souladu i s naší studií, kdy jeden rok po bariatrické operaci se ušlá vzdálenost zvýšila u INT skupiny v průměru o 64,49 m a u KON skupiny o 86,25 m.

Omezujícím faktorem této studie by mohla být skutečnost, že 6MWT je časově omezená a většina pacientů nedosáhne během 6MWT své maximální cvičební kapacity, protože si volí vlastní intenzitu cvičení na nižší než maximální úrovni.

Limity studie

Hlavní nevýhodou studie je malý vzorek probandů. Na druhou stranu je počet probandů ve studii srovnatelný s jinými studiemi. Účast na cvičebním programu byla dobrovolná, což také mohlo ovlivnit výsledky. Bylo by vhodnější vybírat probandy do cvičící skupiny náhodně, tj. provést randomizovanou kontrolní studii. K dodržování režimu cvičebního programu je však nutná určitá míra motivace jednotlivce, kdy by tím mohla být ohrožena účast a dodržování cvičení.

Použitá tlaková deska je poměrně citlivá a měření je relativně krátké (30 s). Aby byla zajištěna ještě lepší spolehlivost, bylo by vhodné měřit vícekrát a poté vypočítat průměr. V naší studii nebylo provedeno žádné měření dynamické posturální stability, což by bylo zajímavé zahrnout do budoucího výzkumu. Bylo by také vhodné hodnotit posturální stabilitu nejen pomocí posturografie, ale také pomocí funkčních testů stability.

Pro diagnostiku muskuloskeletální bolesti a kvality života bylo použito dotazníkové šetření, které je subjektivní a vždy může představovat určité zkreslení výsledků.

Dalším nedostatkem této studie může být nedostupnost údajů o výživových návycích a možný vliv výživy na studované proměnné.

Myslíme si však, že cvičební program by měl být nedílnou součástí léčby pacientů podstupujících bariatrickou operaci za účelem zvládnutí hmotnosti, zvýšení úbytku hmotnosti, udržení ideální tělesné hmotnosti a prevence opětovného přibývání na váze, stejně jako zlepšení kardiometabolických rizikových faktorů, muskuloskeletální bolesti a kvality života.

Předpokládáme, že výsledky naší práce pomohou ke komplexnějšímu pohledu na problematiku muskuloskeletálního systému u bariatrických pacientů a že naše zjištění mohou doplnit mezery ve znalostech týkajících se statické posturální stability, bolesti, kvality života a fyzické zdatnosti u pacientů s bariatrickou chirurgií a mohou být užitečná pro klinické lékaře a odborníky na cvičení, jak nejlépe poradit pacientům ohledně navýšení jejich pohybové aktivity.

6 Závěr

Jedním ze způsobů léčby obezity a souvisejících chorob je použití bariatricko-metabolické operace, která má velmi dobré krátkodobé výsledky při redukci hmotnosti. U bariatrických pacientů je však nutný holistický přístup s cvičením jako základním kamenem léčby. Je nutné přijmout režim cvičení jako klíč ke zdraví. Cvičení přispívá k udržení snížené hmotnosti po bariatrické operaci, zlepšení kvality života, zvýšení funkční kapacity a zvýšení kardiorespiračního výkonu. Plné výhody pravidelného cvičení u lidí s obezitou, kteří podstoupili bariatrickou operaci, jsou různé.

Námi navržená 3 měsíční pohybová intervence koncipována jako odporově aerobní cvičební program kombinující vedené a naplánované (bez dozoru) cvičení (v intervenční skupině) nevedla u pacientů v intervenční skupině ke statisticky významnému zlepšení v objektivně hodnocené statické posturální stabilitě (tlaková deska MobileMat^{TM}3140), subjektivně hodnocené muskuloskeletální bolesti (SF-MPQ, VAS), subjektivně hodnocené kvalitě života (IWQOL-Lite) a objektivně hodnocené fyzické zdatnosti (6MWT). Z výsledků je vidět trend k pozitivní změně v intervenční skupině, který ale nedosáhl statistické významnosti u subjektivně hodnocené muskuloskeletální bolesti (SF-MPQ, VAS) a subjektivně hodnocené kvalitě života (IWQOL-Lite).

Práce na základě trendu k pozitivní změně hodnot prokázala, že odporově aerobní pohybová intervence zlepšuje muskuloskeletální bolest a kvalitu života související se zdravím u pacientů s obezitou podstupující bariatrickou operaci. Nelze potvrdit předpoklad zlepšení statické posturální stability a fyzické zdatnosti po tříměsíčním cvičebním programu kombinujícím aerobní a silový trénink u jedinců po bariatrické operaci. Je zapotřebí dalšího výzkumu, včetně randomizovaných kontrolních studií.

Mělo by se pokračovat ve výzkumech, které kombinují bariatrickou chirurgii a pohybovou intervenci, aby se objasnil nejvhodnější typ cvičení a také, aby se určil design a realizace tréninkových programů s větší frekvencí, objemem, intenzitou a/nebo různé typy cvičení takovým způsobem, který je pro tuto populaci nejvhodnější. Rovněž jsou nezbytné studie, v nichž pacienti začínají trénovat hned po operaci, aby co nejdříve využili možnosti příležitosti ke změně chování, a to nejen k dosažení většího úbytku hmotnosti, ale také ke zlepšení dalších parametrů, které ovlivňují zdravotní stav těchto

pacientů, jako je například ztráta svalové hmoty, kardiovaskulární parametry, biochemické markery a respirační parametry.

7 Seznam použité literatury

Bankoff, A. D. P., Campelo, T. S., Ciol, P., & Zamai, C. A. (2006). Postura e equilíbrio corporal: Um estudo das relações existentes. *Movimento & Percepção, 6*(9), 55–70.

Benetti, F. A., Bacha, I. L., Garrido Junior, A. B., & Greve, J. M. D. (2016). Analyses of balance and flexibility of obese patients undergoing bariatric surgery. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, *71*(2), 78–81. PubMed. https://doi.org/10.6061/clinics/2016(02)05

Bond, D. S., Phelan, S., Wolfe, L. G., Evans, R. K., Meador, J. G., Kellum, J. M., Maher, J. W., & Wing, R. R. (2009). Becoming Physically Active After Bariatric Surgery is Associated With Improved Weight Loss and Health-related Quality of Life. *Obesity, 17*(1), 78–83. https://doi.org/10.1038/oby.2008.501

Castello, V., Simões, R. P., Bassi, D., Catai, A. M., Arena, R., & Borghi-Silva, A. (2011). Impact of Aerobic Exercise Training on Heart Rate Variability and Functional Capacity in Obese Women After Gastric Bypass Surgery. *Obesity Surgery, 21*(11), 1739–1749. https://doi.org/10.1007/s11695-010-0319-4

Castro, M. R. de, Carvalho, R. S. de, Ferreira, V. N., & Ferreira, M. E. C. (2010). Função e imagem corporal: Uma análise a partir do discurso de mulheres submetidas à cirurgia bariátrica. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, *32*, 167–183.

Corbeil, P., Blouin, J. S., & Teasdale, N. (2004). Effects of intensity and locus of painful stimulation on postural stability. *Pain*, *108*(1-2), 43–50. https://doi.org/10.1016/j.pain.2003.12.001

da Silva, R. P., Martinez, D., Faria, C. C., de Carli, L. A., de Souza, W. I. B. P., Meinhardt, N. G., Souto, K. E. P., Trindade, M. R. M., & Ribeiro, J. P. (2013). Improvement of Exercise Capacity and Peripheral Metaboreflex After Bariatric Surgery. *Obesity Surgery*, *23*(11), 1835–1841. https://doi.org/10.1007/s11695-013-0988-x

de Souza, S. A. F., Faintuch, J., Fabris, S. M., Nampo, F. K., Luz, C., Fabio, T. L., Sitta, I. S., & de Batista Fonseca, I. C. (2009). Six-minute walk test: Functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, *5*(5), 540–543. https://doi.org/10.1016/j.soard.2009.05.003

Dixon, J. B., Dixon, M. E., & O'Brien, P. E. (2001). Quality of Life after Lap-Band Placement: Influence of Time, Weight Loss, and Comorbidities. *Obesity Research*, *9*(11), 713–721. https://doi.org/10.1038/oby.2001.96

Fabris de Souza, S. A., Faintuch, J., Valezi, A. C., Sant'Anna, A. F., Gama-Rodrigues, J. J., de Batista Fonseca, I. C., & de Melo, R. D. (2005). Postural Changes in Morbidly Obese Patients. *Obesity Surgery, 15*(7), 1013–1016. https://doi.org/10.1381/0960892054621224

Ferreira, F. P. M. (2003). *Produc¸ão do Journal of Biomechanics entre os anos de 2000 e 2001 relacionada ao tema equilíbrio corporal*. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Handrigan, G., Hue, O., Simoneau, M., Corbeil, P., Marceau, P., Marceau, S., Tremblay, A., & Teasdale, N. (2010). Weight loss and muscular strength affect static balance control. *International Journal of Obesity*, *34*(5), 936–942. https://doi.org/10.1038/ijo.2009.300

Hassannejad, A., Khalaj, A., Mansournia, M. A., Rajabian Tabesh, M., & Alizadeh, Z. (2017). The Effect of Aerobic or Aerobic-Strength Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Patients with BMI ≥35 after Bariatric Surgery: A Randomized Control Trial. *Obesity Surgery, 27*(11), 2792–2801. https://doi.org/10.1007/s11695-017-2717-3

Hozumi, J., Sumitani, M., Matsubayashi, Y., Abe, H., Oshima, Y., Chikuda, H., Takeshita, K., & Yamada, Y. (2016). Relationship between Neuropathic Pain and Obesity. *Pain Research & Management, 2016*, 2487924–2487924. PubMed. https://doi.org/10.1155/2016/2487924

Karlsson, J., Taft, C., Rydén, A., Sjöström, L., & Sullivan, M. (2007). Ten-year trends in health-related quality of life after surgical and conventional treatment for severe obesity: The SOS intervention study. *International Journal of Obesity*, *31*(8), 1248–1261. https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803573

King, W. C., Chen, J. Y., Belle, S. H., Courcoulas, A. P., Dakin, G. F., Elder, K. A., Flum, D. R., Hinojosa, M. W., Mitchell, J. E., Pories, W. J., Wolfe, B. M., & Yanovski, S. Z. (2016). Change in Pain and Physical Function Following Bariatric Surgery for Severe Obesity. *JAMA*, *315*(13), 1362–1371. PubMed. https://doi.org/10.1001/jama.2016.3010

Kolotkin, R. L., Crosby, R. D., Williams, G. R., Hartley, G. G., & Nicol, S. (2001). The Relationship between Health-Related Quality of Life and Weight Loss. *Obesity Research*, *9*(9), 564–571. https://doi.org/10.1038/oby.2001.73

Kroes, M., Osei-Assibey, G., Baker-Searle, R., & Huang, J. (2016). Impact of weight change on quality of life in adults with overweight/obesity in the United States: A systematic review. *Current Medical Research and Opinion, 32*(3), 485–508. https://doi.org/10.1185/03007995.2015.1128403

Maniscalco, M., Zedda, A., Giardiello, C., Faraone, S., Cerbone, M. R., Cristiano, S., & Sofia, M. (2006). Effect of Bariatric Surgery on the Six-Minute Walk Test in Severe Uncomplicated Obesity. *Obesity Surgery, 16*(7), 836–841. https://doi.org/10.1381/096089206777822331

Peixoto-Souza, F., Baltieri, L., Costa, D., Piconi-Mendes, C., Rasera, I., Barbalho-Moulim, M., & Pazzianotto-Forti, E. M. (2014). Cardiorespiratory variables of the six-minute walking test of women submitted to bariatric surgery. *Manual Therapy,*

Posturology & Rehabilitation Journal, *12*, 158. https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2014.12.158

Rojhani-Shirazi, Z., Azadeh Mansoriyan, S., & Hosseini, S. V. (2016). The effect of balance training on clinical balance performance in obese patients aged 20–50 years old undergoing sleeve gastrectomy. *European Surgery*, *48*(2), 105–109. https://doi.org/10.1007/s10353-015-0379-8

Shah, M., Snell, P. G., Rao, S., Adams-Huet, B., Quittner, C., Livingston, E. H., & Garg, A. (2011). High-Volume Exercise Program in Obese Bariatric Surgery Patients: A Randomized, Controlled Trial. *Obesity, 19*(9), 1826–1834. https://doi.org/10.1038/oby.2011.172

Son, S. M. (2016). Influence of Obesity on Postural Stability in Young Adults. *Osong Public Health and Research Perspectives, 7*(6), 378–381. PubMed. https://doi.org/10.1016/j.phrp.2016.10.001

Teasdale, N., Hue, O., Marcotte, J., Berrigan, F., Simoneau, M., Doré, J., Marceau, P., Marceau, S., & Tremblay, A. (2007). Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. *International Journal of Obesity, 31*(1), 153–160. https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803360

van Gemert, W. G., Adang, E. M., Greve, J. W., & Soeters, P. B. (1998). Quality of life assessment of morbidly obese patients: Effect of weight-reducing surgery. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *67*(2), 197–201. https://doi.org/10.1093/ajcn/67.2.197

Villarrasa-Sapiña, I., Serra-Añó, P., Pardo-Ibáñez, A., Gonzalez, L. M., & García-Massó, X. (2017). Relationship between body composition and vertical ground reaction forces in obese children when walking. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon), 41*, 77–81. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.12.008

Vincent, H. K., Ben-David, K., Conrad, B. P., Lamb, K. M., Seay, A. N., & Vincent, K. R. (2012). Rapid changes in gait, musculoskeletal pain, and quality of life after bariatric surgery. *Surgery for obesity and related diseases : official journal of the American Society for Bariatric Surgery, 8*(3), 346–354. https://doi.org/10.1016/j.soard.2011.11.020

Waters, G., Pories, W., Swanson, M., Meelheim, H., Flickinger, E., & May, H. (1991). Long-term studies of mental health after the Greenville gastric bypass operation for morbid obesity. *American Journal of Surgery*, *161*(1), 154–157; discussion 157-8. PubMed. https://doi.org/10.1016/0002-9610(91)90377-p