

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Bc. Renata Nalezencová

Obezita a její posturální následky

Diplomová práce

Vedoucí práce: MUDr. Stanislav Horák

Olomouc 2014

ANOTACE

Diplomová práce

Název práce:

Obezita a její posturální následky

Název práce v AJ:

Obesity and its Postural Consequences

Datum zadání: 2013-01-30

Datum odevzdání: 2014-05-16

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav fyzioterapie

Autor práce: Nalezencová Renata, Bc.

Vedoucí práce: MUDr. Stanislav Horák

Oponent práce: Mgr. Tomáš Zemánek

Abstrakt v ČJ:

Cílem diplomové práce je zhodnocení vlivu obezity na posturální stabilitu mladých žen pomocí počítačové posturografie. V teoretické části práce je popsána problematika obezity a jejího vlivu na pohybový a posturální systém. Další část teorie pojednává o hodnocení tělesné konstituce a principech posturografického vyšetření.

Do experimentu diplomové práce bylo zařazeno deset obézních žen a deset žen s normální tělesnou konstitucí jako kontrolní skupina. Pro testování posturální stability byly vybrány testy Sensory Organization Test, Motor Control Test, Unilateral Stance a Limits of Stability modulu Smart Equitest System posturografu firmy NeuroCom®. Výsledky z posturografického měření byly statisticky vyhodnoceny na hladině signifikance $p < 0,05$. Při porovnání výsledků obou skupin byl zjištěn vliv obezity na určité prvky posturální stability a reaktivity mladých žen.

Abstrakt v AJ:

The aim of this thesis is to evaluate the influence of obesity on the postural stability of young women with the help of computer posturography. In the theoretical part, the issue of obesity and its influence on musculoskeletal and postural system is described. Another part of the theory deals with the evaluation of physical constitution and the principals of posturographic examination.

Ten obese women and ten women with normal physical constitution (as a control group) were included in the experiment of this thesis. The Sensory Organization Test, Motor Control Test, Unilateral Stance and Limits of Stability are the tests that were chosen for the testing of postural stability. These tests belong to the modul Smart Equitest System of posturograph of the company NeuroCom[®]. The results of the posturographic measurement were statistically evaluated on the level of significance $p < 0,05$. Comparing the results of the chosen groups of women the influence of obesity on the certain elements of postural stability and reactivity of young women was proved.

Klíčová slova v ČJ:

obezita, tělesná konstituce, pohybový systém, posturální stabilita, počítačová posturografie, Sensory Organization Test, Motor Control Test, Unilateral Stance, Limits of Stability, NeuroCom[®]

Klíčová slova v AJ:

obesity, physical constitution, musculoskeletal system, postural stability, computer posturography, Sensory Organization Test, Motor Control Test, Unilateral Stance, Limit of Stability, NeuroCom[®]

Rozsah: 94 stran, 10 příloh

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením MUDr. Stanislava Horáka a ve své práci jsem použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 15. května 2014

podpis

Děkuji MUDr. Stanislavu Horákovi za odborné vedení mé diplomové práce,
cenné rady, čas a trpělivost a Mgr. Kateřině Langové, Ph. D. za statistické zpracování.

OBSAH

ÚVOD	8
1 OBEZITA	10
2 VLIV OBEZITY NA POHYBOVÝ SYSTÉM.....	12
2.1 Obezita a její vliv na zatížení akra dolní končetiny	12
2.2 Vliv obezity na vznik osteoartrózy.....	13
2.3 Korelace mezi výskytem obezity a low back pain	15
2.4 Poloha bránice u obézních lidí	16
3 VLIV OBEZITY NA POSTURÁLNÍ SYSTÉM.....	18
3.1 Posturální stabilita	18
3.2 Podíl svalové aktivity na udržení posturální stability	19
3.3 Podíl sensorických vstupů na posturální stabilitu	19
3.4 Poloha těžiště vázaná na tělesnou konstituci.....	20
3.5 Možnosti vychýlení těžiště u obézních jedinců.....	21
4 HODNOCENÍ TĚLESNÉ KONSTITUCE.....	22
4.1 Body mass index	22
4.2 Antropometrické metody měření rozložení tukové tkáně	24
5 DYNAMICKÁ POČÍTAČOVÁ POSTUROGRAFIE.....	27
8.1 Modul Smart Equitest System	27
8.1.1 Sensory Organization Test (SOT)	28
8.1.2 Motor Control Test (MCT).....	29
8.1.3 Unilateral Stance (US).....	29
8.1.4 Limits of Stability (LOS)	29
8.1.5 Další testy	30
8.2 Modul Balance Master System.....	30

6 CÍLE A HYPOTÉZY	32
6.1 Vědecké otázky a hypotézy	32
7 METODA VÝZKUMU	34
7.1 Charakteristika sledované skupiny	34
7.2 Postup měření	35
7.3 Statistické zpracování dat	37
8 VÝSLEDKY	38
8.1 Statistické zpracování základních údajů skupin	38
8.2 Vědecká otázka č. 1	38
8.3 Vědecká otázka č. 2	42
8.4 Vědecká otázka č. 3	44
8.5 Vědecká otázka č. 4	44
9 DISKUSE	56
9.1 Diskuse k výběru skupiny probandů	56
9.2 Diskuze k metodice výzkumu	58
9.3 Diskuse k vědecké otázce č. 1	58
9.4 Diskuse k vědecké otázce č. 2	61
9.5 Diskuse k vědecké otázce č. 3	62
9.6 Diskuse k vědecké otázce č. 4	64
ZÁVĚR.....	68
LITERATURA A PRAMENY	69
SEZNAM ZKRATEK	80
SEZNAM OBRÁZKŮ	81
SEZNAM TABULEK.....	82
SEZNAM GRAFŮ	83
SEZNAM PŘÍLOH	84
PŘÍLOHY	85

ÚVOD

Obezita je celospolečenským problémem a velmi často diskutovaným tématem. Přestože většina lidí je v dnešní době dostatečně informována o příčinách obezity, o jejích rizicích a nejrůznějších možnostech redukce tukové tkáně, obezita v populaci narůstá napříč věkovým spektrem.

Obezita má vliv na fyzickou i psychickou stránku osobnosti. Úkolem diplomové práce je poukázat na její vliv na pohybový a posturální systém. Předmětem zkoumání je skupina mladých žen a jejich posturální stabilita a reaktibilita.

V teoretické části je popsána obezita a její vliv na pohybový systém a posturální systém, které se vzájemně doplňují. Dále je do teoretické části zařazena kapitola hodnocení tělesné konstituce, kde se teoreticky vymezují kritéria pro volbu experimentální skupiny. Poslední kapitola teoretické části je věnována počítačové posturografii.

Pro výzkum bylo vybráno deset mladých obézních žen a deset žen s normální tělesnou konstitucí jako kontrolní skupina. Pro testování byly zvoleny určité testy modulu Smart Equitest System posturografu firmy NeuroCom[®]. Výsledky byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny na hladině signifikance $p < 0,05$. Pro grafické znázornění statisticky významných výsledků byly vytvořeny box grafy. Diskuze je zaměřena na porovnání výsledků se současně dostupnou literaturou.

K prostudování problematiky byly vyhledány jak české, tak i zahraniční zdroje. V teoretické části se objevuje 13 českých a 42 cizojazyčných zdrojů, převážně studií Evidence Based Medicine (EBM). V diskuzi je pak citováno dalších 16 studií EBM. Pro vyhledávání bylo využito databází Google Scholar a PubMed.

Hlavním klíčovým slovem bylo slovo obezita/obesity. Pro velký počet vyhledaných článků na zadání tohoto klíčového slova bylo použito dalších klíčových slov pro upřesnění – young women, posturální stabilita/postural stability, osteoartróza/osteoarthritis, bránice/diaphragm, low back pain, zatížení nohy/foot pressure, posturografie/posturography, posturografické testy/posturographic tests, NeuroCom[®], Sensory Organization Test, Motor Control Test, Unilateral Stance, Limits of Stability.

V databázích je zveřejněno velké množství studií, avšak jen omezený počet je dostupný ve fulltextové podobě. Vyhledávány byly především články z období let 2000-2014. Starší články byly dohledány jako primární zdroje ze systematických review a metaanalýz. Celkově byly v práci použity 2 metaanalýzy a 3 systematické review. V celkovém počtu bylo prostudováno 112 studií ve fulltextové podobě. Použito bylo 52 EBM studií, které se nejvíce přibližovaly svým předmětem zkoumání tématu diplomové práce. Další cizojazyčná literatura byla vyhledána na webu Google Books.

1 OBEZITA

Obezita se považuje za celospolečenský problém současnosti. Světovou zdravotnickou organizací je označována jako epidemie nového tisíciletí. Patří mezi nejčastější metabolické poruchy (Hainer aj., 2011, ss. 1, 15). Pokud pomineme estetickou stránku, největším problémem obezity je tak velký nadbytek tukové tkáně, že narůstá zdravotní riziko a zkracuje se očekávaná doba života (Maruna in Nečas aj., 2000, s. 309).

Pojem obezita označuje nadměrné ukládání tuku v těle na podkladě poruchy regulace homeostázy energie. Rozložení tukové tkáně je řízeno pohlavními hormony, proto je odlišné množství tukové tkáně a její umístění u žen a u mužů. Normální množství tukové tkáně u žen je 25 – 30 %, kdežto u mužů je to jen 20 – 25 % (Svačina 2000, s. 12; Rokyta, Marešová, Turková, 2002, s. 114).

Tuková tkáň má několik funkcí v organismu. Tvoří zásobárnu energie, mechanickou ochranu orgánům a významně se uplatňuje jako tepelný izolátor. Mimo jiné má však také funkci hormonální. Produkuje vlastní tkáňové hormony. Mezi nejvýznamnější patří leptin, adiponektin, rezistin, estradiol, angiotensin (Langmeier, 2009, s. 187).

Rozhodující roli pro regulaci energetické rovnováhy má centrum sytosti a hladu v hypotalamu. Pokud je narušena souhra senzorů tukové tkáně, hypotalamu a efektorů zajišťujících optimální odpověď organismu, dojde k nerovnováze v regulaci. Zvýšená hladina leptinu v krvi snižuje chuť k jídlu. U obézních hovoříme o leptinové rezistenci, kdy jsou narušeny receptory, a proto se nespouští odpovídající metabolická reakce (Poděbradská, 2011, ss. 50, 51).

Rozlišujeme dva typy obezity. Prvním typem je typ androidní, kde je zvýšené ukládání tuku intraabdominálně, tzn. v břišní dutině. U osob s viscerální tukovou tkání lze pozorovat vyšší výskyt metabolických komplikací. Druhý typ je pak gynoidní, u kterého převažuje podkožní tuková tkáň, která je lokalizována především v oblasti boků (Hainer aj., 2011, s. 172; Kaňková, 2005, s. 40; Svačina, 2002, ss. 17, 18).

Další kategorizace rozlišuje obezitu na primární a sekundární. Primární obezita je etiologicky nehomogenní a komplexní syndrom. Jedná se o kombinaci genetických predispozic, které mají podíl asi z jedné třetiny, a faktorů získaných, do kterých řadíme

vlivy psychické a sociální. Důležitým faktorem u primární obezity je způsob výživy v raném dětství. V tomto období se stabilizuje počet adipocytů, základních buněk tukové tkáně. Nárůst tukové masy v pozdějším období je přisuzován zejména zvětšení tukových buněk. Redukce hmotnosti u obézních lidí vede ke zmenšení adipocytů, které ale mají dále tendenci k opětovnému naplnění tukem (Maruna in Nečas aj., 2000, s. 309).

Adipocyty se vytvářejí z preadipocytů, které vykazují největší hormonální aktivitu. Preadipocyty jsou podobné imunitním buňkám, mohou se měnit v makrofágy a napadat bílou tukovou tkáň. Tuková tkáň, především ta, která se vyskytuje viscerálně, vykazuje chronickou metabolickou aktivitu. Stává se tedy i zdrojem chronického zánětu v organismu. Zánět je jedním ze základních příznaků metabolického syndromu (Poděbradská, 2011, s. 51).

Obezita s diabetem mellitem (DM) 2. typu, hypertenzí a hyperlipoproteinémií je součástí metabolického syndromu neboli Reavenova syndromu, syndromu inzulinorezistence. Inzulinorezistence jaterních a svalových buněk je na úrovni postreceptorové, to znamená, že jsou blokovány některé postreceptorové děje. Zvýšený přísun volných mastných kyselin (VMK) zamezuje hepatocytům vychytávat velkou část inzulinu při prvním průchodu játry. Zvýšené uvolňování VMK z viscerálního tuku do cirkulace a jejich hromadění ve svalech vede k rozvoji inzulinorezistence ve svalech a k inhibici glykogenogeneze. Inzulinorezistence následně vede k hyperinzulinémii, která ale nedokáže normalizovat glykémii a vede k rozvoji DM 2. typu (Maruna in Nečas aj., 2000, s. 310).

Součástí metabolického syndromu je arteriální hypertenze, která se objevuje z důvodu retence sodíku v ledvinách, zvýšené tvorby endotelinu a centrálního zvýšení tonu sympatiku. Raevenův syndrom je nebezpečný zejména kumulací rizikových faktorů brzkého rozvoje aterosklerózy, jejích komplikací a ischemické choroby srdeční. Metabolický syndrom se objevuje pouze u abdominálního typu obezity (Maruna in Nečas aj., 2000, s. 310).

Sekundární obezita tvoří pouze 3-5% a může doprovázet endokrinopatie a hypotalamické poruchy, které mají vliv na lipidový a energetický metabolismus a na centrální regulaci příjmu potravy (Maruna in Nečas aj., 2000, s. 309).

2 VLIV OBEZITY NA POHYBOVÝ SYSTÉM

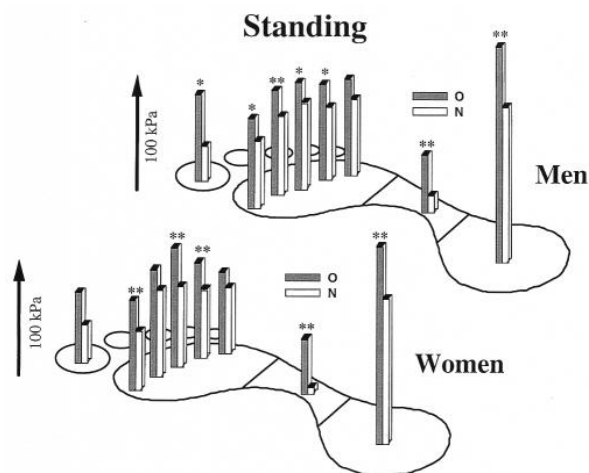
2.1 Obezita a její vliv na zatížení akra dolní končetiny

Nadváha a obezita vede ke změnám pohybového systému, které vedou k vyššímu riziku bolesti pohybového aparátu (Hills et al., 2001, p. 1674). U lidí s normální tělesnou hmotností jsou dolní končetiny vystaveny reakční síle tří až šesti násobku tělesné hmotnosti, zejména při stojné fázi během chůze (Frenkel, Nordin; Felson in Hills et al., 2001, p. 1674). Toto zjištění vedlo k hypotéze, že u obézních lidí jde o zatížení kloubů mnohokrát větší než u jedinců s normální tělesnou váhou. Z toho se dále může vyvíjet patologický stereotyp chůze, ztráta pohyblivosti a následná progresivní invalidity (Meisser et al. in Hills et al., 2001, p. 1674).

Bylo zjištěno, že obézní jedinci mají vyšší tlak na podélnou klenbu a na hlavy metatarsálních kostí při stožení a chůzi (Hills et al. in Nantel, Mathieu, Prince, 2011, p. 2). Mimo jiné bylo prokázáno, že obezita má vliv na obě klenby nohy a rozložení tlaků už v dětství, což přináší vysoké riziko pro bolesti pohybového aparátu v dospělosti (Mickle et al.; Riddiford-Harland et al. in Nantel, Mathieu, Prince, 2011, p. 2). V dětském věku se mimo jiné objevuje forma poškození ve smyslu ploché nohy v důsledku tukového polštáře v nártní oblasti, což může mít vliv pro formování klenby nohy (Hills et al., 2002, p. 36).

Ve studii Hillse et al. (2001) byly prokázány výrazně odlišné plantární tlaky u obézních žen a mužů. Největší zatížení nohy u obézních je v zadní a střední části nohy, ale vyšší tlaky se ukazují oproti neobézním i v různých částech předonoží (obrázek 1, s. 13). Dále byla pozorována i odlišná šířka chodidla u obézních (Hills et al., 2001, p. 1676; Birtane, Tuna, 2004, p. 1057). To potvrdila i studie Dowlinga et al. (2001), která tento jev měřila již u prepubescentních dětí, kde byl zjištěn výrazný pokles podélného oblouku a změna zatížení. Dále se ukázalo výrazné přetížení předonoží při dynamických testech chůze u obézních dětí (Dowling, Steele, Baur, 2001, pp. 848-850).

Obrázek 1 Plantární tlaky (kPa) během stoje u obézních (O) a neobézních (N) mužů a žen (Hills et al., 2001, p. 1676)



Vliv obezity na zvýšení tlaků v oblasti nohy byl potvrzen ve studii Bolteho et al. (2000), kde se ukázalo výrazné snížení plantárních tlaků u probandů, kteří podstoupili redukční program. Po snížení váhy se tlaky zmenšily především v oblasti středonoží a pod hlavičkami metatarsálních kostí II-V (Bolte et al. in Hills et al., 2002, p. 37).

2.2 Vliv obezity na vznik osteoartrózy

U obézních jedinců se změna tlaků neprojevuje pouze na struktuře nohy, ale i na kolenních kloubech, kdy se nosná osa posouvá mediálně a tlakové zatížení působí v jejím směru. To má za následek větší dispozici k varóznímu postavení kolen, které vede ve většině případů ke vzniku osteoartrózy kolenního kloubu (Atephen, Deluzio; Chang et al.; Baliunas et al.; Hurwitz et al.; Dyrby et al.; Miyazaki et al.; Sharma et al. in Nantel, Mathieu, Prince, 2011, p. 2). Je zajímavé, že obezita je rizikovým faktorem pouze u artrózy varózního typu a nikoli u typu valgózního (Sharma, Lou, Cahue in Powell et al., 2005, p. 4; Russell, Hamill, 2010, [online]).

Osteoartróza je považována za jednu z komorbidit obezity. Její etiologie spojuje faktory biomechanické a biochemické. Toto onemocnění nosných kloubů je bráno za degenerativní, tudíž zde hraje velkou roli věk a zejména změny spojené se stárnutím, kdy se zmenšuje svalová hmota a naopak narůstá tuková tkáň (Hills et al., 2002, p. 41). Ale změny zatížení kolenního kloubu během chůze se objevují

už u obézních dětí a to v dlouhodobém hledisku může vést ke změně stereotypu chůze a zvýšení rizika rozvoje artrózy kolenního kloubu (Gushue et al. in Nantel, Mathieu, Prince, 2011, p. 2).

Dawson se spolupracovníky ve své studii prokázali, že u žen, které mají mezi 36. a 40. rokem body mass index (BMI) nad 25 kg/m^2 , je statisticky významné riziko vzniku artrózy v pozdějším věku (Dawson et al. in Lementowski, Zelicof, 2008, p. 150). March a Bagga ukázaly, že riziko artrózy kolene narůstá o 36% na každých 5 kilogramů tělesné hmotnosti. BMI nad 30 kg/m^2 zvyšuje riziko až dvacetinásobně (March, Bagga in Lementowski, Zelicof, 2008, p. 150).

Chrupavka a jiné biologické tkáně nebyly vyvinuty tak, aby účinně zmírnily tlaky působící na klouby obézních a morbidně obézních jedinců (Russell, Hamill, 2010, [online]). Ukázalo se, že vrstva chrupavky reaguje na zvýšené zatížení stejně jako chrupavka artrotického kolenního kloubu. Tyto výsledky ukazují, že zvýšená tělesná hmotnost vede pravděpodobně k degeneraci chrupavky ještě před zahájením artrotického procesu (Andriacchi, Mundermann in Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 212). Důležitým faktorem pro poškození chrupavky mohou být mechanoreceptory na povrchu chondrocytů, které jsou citlivé na tlak. Za určitých podmínek může přetížení vyvolat inhibici syntézy matrix. Obezita se může podílet na poškození chrupavky aktivací těchto mechanoreceptorů (Millward-Sadler, Salter; Wang, Butler, Ingber; Ajubi et al. in Pottie et al., 2006, p. 1403).

Tuková tkáň jako endokrinní orgán může mít však u vzniku osteoartrózy nejen mechanickou roli, ale i roli biochemickou. Leptin a jeho funkční receptor byl nalezen v lidských chondrocytech. Leptin může mít významné biologické účinky anabolické i katabolické. Přebytek leptinu může odpovídat za snížení syntézy extracelulární matrix a tím za poškození chrupavky obdobné jako u artrózy (Duman et al.; Lajeunesse, Pelletier, Martel-Pelletier in Pottie et al., 2006, p. 1403).

Obezita je dále rizikovým faktorem pro degenerativní lézi menisku. Není ovšem zatím potvrzeno, že degenerativní léze menisku hraje roli v etiologii rozvoje osteoartrózy (Baker et al. in Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 213).

Obezita má vliv hlavně na rozvoj artrózy bilaterálně. U unilaterální artrózy je její vliv ojedinělý. Vliv nadměrného množství tukové tkáně je výrazně větší u artróz kolen než u kyčelních kloubů (Tepper, Hochberg in Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 213).

Důležitým faktorem při prevenci osteoartrózy je redukce tělesné hmotnosti. Framinghamská studie ukázala, že u žen, které sníží svůj BMI o dvě a více jednotek, klesne riziko vzniku artrózy až o 50 % (Felson, Zhang, Anthony in Powell et al., 2005, p. 5). Snížení váhy vede i ke zmírnění symptomů u pacientů, kterým již byla artróza diagnostikovaná (Felson, Zhang, Anthony; Rjeski, Facht in Powell et al., 2005, p. 5). Úbytek váhy o 5% za pomoci diety a fyzického cvičení vede ke zlepšení funkce a mobility a může dojít ke snížení bolesti u pacientů s osteoartrózou (Messier et al. in Nantel, Mathieu, Prince, 2011, p. 2).

2.3 Korelace mezi výskytem obezity a low back pain

Všeobecným názorem je, že obezita je největším rizikovým faktorem pro vznik low back pain (LBP). Bolesti bederní páteře patří mezi civilizační choroby a na tyto obtíže trpí až 84 % obyvatelstva, zejména ve vyspělých státech. Mnoho lidí, kteří mají problémy s bolestmi bederní páteře, ale není obézních. Na druhou stranu spousta pacientů uvádí zlepšení obtíží po redukci váhy. Dá se tedy předpokládat, že obezita má vliv na LBP (Chapunoff, 2010, p. 177). Při porovnání vnímání bolesti a omezení v běžném životě u obézních a neobézních s LBP se ukázalo, že větší disabilitu pocítují obézní pacientky (Tripathi, Malik, Joshi, 2013, p. 97).

Na magnetické rezonanci bylo prokázáno, že obezita, která působí dlouhodobě, předčasně destruuje intervertebrální disky. Dále potom bylo zjištěno, že se u obézních objevuje hyperlordóza v bederní oblasti. S tím je spojená translace center of mass směrem dopředu. Byla pozorována určitá korelace mezi obezitou a oslabením břišních svalů a svalů kolem bederní páteře. To by mohlo být další příčinou způsobující LBP u obézních lidí (Vismara et al., 2010, p. 2).

U lidí s nadměrným množstvím tukové tkáně se může objevit i spinální epidurální lipomatóza. Jedná se o hypertrofii epidurální tukové tkáně, což způsobuje zúžení páteřního kanálu a útlak nervových struktur (Fasset, Schmidt in Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 214).

Obézní osoby mají náhradní mechanismy a jsou adaptováni na statické i dynamické zatížení. Obezita vede k antevertzi pánve, zejména při dynamickém zatížení. Změny na bederní páteři poté vedou i k patologii hrudní páteře, hlavně

ve smyslu zvětšené kyfózy a následně se může projevit i zvýrazněná lordóza krční páteře. (Vismara et al., 2010, pp. 1, 2, 7; Capodaglio et al., 2013, p. 400).

Obezita může způsobovat bolesti páteře nejen díky svému mechanickému působení, ale může se objevit LBP v rámci chronického zánětu způsobeného obezitou. LBP se častěji objevují u obezity abdominálního typu, více než u gynoidního typu obezity. Velké množství tukové tkáně může souviset i s degenerací intervertebrálního disku. Mobilita páteře klesá s rostoucí tělesnou hmotností, což může ovlivňovat výživu meziobratlové ploténky (Shiri et al., 2010, p. 150, 151).

Při zkoumání vlivu obezity a LBP na chůzi se vědci opírali o hypotézu, že obezita v kombinaci s LBP mění a zhoršuje stereotyp chůze. Je zde tedy nebezpečí upevnění chybného stereotypu, a proto je nutné zařazení terapie zaměřující se na LBP a taky, v rámci redukce váhy, na správný stereotyp chůze. (Cimolin et al., 2011, p. 2).

Bylo potvrzeno, že obezita v kombinaci s LBP mění stereotyp chůze více než obezita samotná. U obézních žen s bolestmi byla prokázána snížená stabilita v chůzi, prodloužená stojná fáze, snížená rychlost a menší délka kroku. Dále se poté zjistilo, že obézní s bolestmi (LBP) mají menší pohyb v koleni a kotníku. Ovšem změny ve stereotypu chůze nebyly pozorovány jen u skupiny obézních s LBP, ale i u kontrolní skupiny obézních. U této skupiny se projeví zejména změny v kotníkové a kyčelní strategii během chůze, kde byla zhodnocena menší aktivita plantárních flexorů, která byla nahrazena elevací kyčle. Tyto změny byly sice pozorovány v menší míře než u obézních s LBP, ale přesto je zřejmé, že obezita má vliv na stereotyp chůze (Cimolin et al., 2011, pp. 5, 6).

2.4 Poloha bránice u obézních lidí

U obézních osob se mimo jiné objevují i problémy s dýcháním. Jednou z příčin je tzv. vysoký stav bránice, kdy je bránice tlačena směrem do hrudní dutiny. Následkem je snížený maximální dechový objem plic. Bránice je přetížená, protože její vlákna nejsou v optimální pozici, a proto není schopna vykonávat efektivní práci (Campos, Wanner in Alvarez, 2004, p. 48). Bylo zjištěno, že u obézních lidí je zapotřebí větší aktivity bránice pro zajištění dechu (Lourenço, 1969, pp. 1610, 1613). Tento problém je potom výraznější v pozici na zádech. Obezita je spojená

s chronickým zvýšením intraabdominálního tlaku, který přenosem přes bránici může mít vliv na pleurální dutinu (Campos, Wanner in Alvarez, 2004, p. 48).

U obézních jedinců se často objevuje syndrom obstrukční spánkové apnoe. Jedná se o náhlou krátkodobou zástavu dechu během spánku. Mezi její příčiny mimo jiné patří i vytlačení bránice masou tukové tkáně uložené intraabdominálně směrem do hrudního koše. Dalším úskalím je tuková tkáň, která ovlivňuje pohyby hrudního koše a poddajnost plic. Poloha bránice má vliv na polohu hltanu, jazyka a epiglotis (Stadler et al., 2010, p. 1027, 1028, 1034).

3 VLIV OBEZITY NA POSTURÁLNÍ SYSTÉM

3.1 Posturální stabilita

Posturální kontrola je zákon zachování, dosažení nebo obnovení rovnováhy v jakékoli statické nebo dynamické poloze těla. Balance je rovnovážný stav, kdy součet sil působících na tělo je nulový. Za účelem udržení rovnováhy musí být použity posturální strategie, které vyrovnávají síly působící na tělo (Pollock et al. in Del Porto et al., 2012, p. 302).

Obezita mění zásadně způsob pohybu těla tím, že působí změny v antropometrických hodnotách. Zvýšená tělesná hmotnost a velké množství tukové tkáně modifikuje reakce končetin a celého těla na vnější síly. Dále obezita ovlivňuje klouby a svaly, které jsou nezbytné pro funkční rozsahy pohybu a posturální stabilitu (Ramachandran in Del Porto et al., 2012, p. 304).

Udržování posturální rovnováhy vyžaduje senzoryckou detekci pohybů těla, integraci informací do centrálního nervového systému (CNS) a odpovídající motorickou reakci. Poloha těla ve vztahu k prostoru je určena vizuální, vestibulární a somatosenzoryckou funkcí. Svalová kontrola a dynamické udržování rovnováhy zahrnuje koordinaci svalových kinetických řetězců. Akumulace tukové tkáně a zvýšení tělesné hmotnosti může vést ke snížení posturální stability a reaktivity. To může vést k pádům, zejména pokud je obezita spojena s úbytkem svalové tkáně (Greve et al., 2007, p. 717).

Obezita může také ovlivnit adaptaci na podnět a mobilitu tím, že omezuje schopnost jedince v plánování pohybu, ve vytvoření představy o pohybu před tím, než je pohyb spuštěn. To by mohlo být významné pro nedostatečné přizpůsobení se podmínkám zevního prostředí. Špatné plánování pohybu a nekvalitní adaptace by mohla vést ke ztrátě posturální stability a neschopnosti návratu stability při nečekaném zevním podnětu. Následně by celá situace mohla vyústit v pád (Forhan, Gill, 2013, p. 133).

3.2 Podíl svalové aktivity na udržení posturální stability

Posturální stabilita se mění přiměřeně k fyzické aktivitě. Čím více je člověk obézní, tím méně má fyzické aktivity. Následkem je snížená svalová aktivita z nedostatku pohybu a zároveň narůstající posturální instabilita. (Bulbulian, Hargan, 2000, p. 323; Yamakawa et al., 2004, p. 141; Kaplan et al., 2003, p. 1020).

Udržení posturální stability je u obézních náročnější právě kvůli zvýšení nároků na svalovou aktivitu. To je také jedním z předpokladů, proč je rovnováha u žen snadněji ovlivnitelná než u mužů. U žen je stabilita ohrožená již nadváhou, u mužů je zapotřebí k většímu vychýlení více tukové tkáně (Hassinen et al., Manckoundia et al. in Del Porto et al., 2012, p. 309).

Změny posturální stability v důsledku obezity se objevují už u dětí. Vliv tukové tkáně se projeví hlavně při provádění dynamických aktivit. Ve statické poloze je nejvíce signifikantní stoj na jedné dolní končetině se zavřenýma očima jako těžší posturální úkol. (Deforche et al. in Nantel, Mathieu, Prince, 2011, p. 3).

3.3 Podíl senzoričkových vstupů na posturální stabilitu

Jsou modifikovány i senzoričkové vstupy, jak kutánní, tak i propioceptivní, které znevýhodňují percepci jak v bipedálním stoji, tak při lokomoci či jiné fyzické aktivitě (Dietz, Duysens, 2000, p. 102; Nurse, Nigg, 2001, p. 720). Předpokládá se, že na mechanoreceptory může mít negativní vliv zvýšení plantárních tlaků. Přetížené receptory v oblasti nohy poté neodesílají adekvátní informace o oscilacích v klidném stoji a to může být jedním z faktorů snížení posturální stability obézních (Fabris et al. in Del Porto, 2012, p. 309).

Studie zabývající se strategiemi centrálního nervového systému na podkladě poruch různých senzoričkových vstupů odhalily plastické změny, které reagují na dlouhotrvající změny ze senzoričkových vstupů v závislosti na jejich dostupnosti a spolehlivosti. Osoby se změněnými senzoričkovými vstupy z plošky a větším vychýlením center of pressure (COP) by měly méně spoléhat na změněné, oslabené vstupy a větší nároky proto klást na nepostižené vstupy. Tento mechanismus byl

definován jako vyvážení (reweight) senzorických vstupů (Deshpande, Pata in Menegoni et al., 2011, p. 2).

Hue et al. (2007, p. 34) ve své studii zkoumali posturální výchylky při stoji s otevřenými a zavřenými očima. Výsledkem bylo, že se zvyšující se tělesnou hmotností se lineárně zvyšují posturální výchylky v obou podmínkách stoje.

Ledin a Ondkvist (in Wearing et al., 2006, p. 15) zkoumali velikost a rychlost posturálních výchylek, když uměle zvýšili tělesnou hmotnost jedinců s normální tělesnou konstitucí o 20%. Když bylo připevněno rovnoměrně na trup probandů závaží, prokázalo se, že se v klidném stoji zvětšila velikost výchylek a snížila jejich rychlost.

Obezita dále zvyšuje nároky na pozornost k udržení posturální stability. To může vést k ohrožení rovnováhy těla během náročnější kognitivní a zároveň posturální funkce, tzv. multi-task. Tyto situace jsou však během každodenního života běžné (Mignarot et al. in Del Porto et al., 2012, p. 307). Jednou z příčin může být snížená odolnost vůči svalové únavě. Svalová únava zhoršuje posturální kontrolu a tím zvyšuje nároky na kognitivní složku pro udržení rovnováhy (Simoneau, Bégin, Teasdale in Del Porto et al., 2012, p. 307).

3.4 Poloha těžiště vázaná na tělesnou konstituci

Již v roce 1968 Fregly potvrdil ve své studii hypotézu, že tělesná váha a tvar těla ovlivňuje posturální stabilitu, protože obézním lidem se pod vlivem tuku mění v těle poloha těžiště (Fregly in Wearing et al., 2006, p. 15). Sklon k abdominálnímu typu obezity přispívá k posunu těžiště neboli center of mass (COM) směrem dopředu. Kvůli této změně polohy COM dochází zejména ke zvýšení točivého momentu v kotníku, který je nezbytný pro stabilizaci těla ve vzpřímené pozici. Posun těžiště směrem dopředu je ohrožující tím, že jeho projekce, tzv. center of gravity (COG), do báze opory, base of support (BOS), se blíží k její hranici. Vychýlení COG mimo BOS znamená vysoké nároky na udržení rovnováhy a obvykle dochází k pádu (Corbeil et al. in Del Porto et al., 2012, p. 304).

Vzhledem k již zmíněnému posunu COM a zvýšenému točivému momentu v kotníku mají obézní mnohem větší nároky na aktivitu svalů trupu a končetin. Kyčelní

strategie využívají obézní při menším vychýlení a mnohem dříve než jedinci normální tělesné konstituce, ale přesto je úroveň síly a výkonu trupových svalů nižší u obézních než u štíhlých (Hulens et al., Lafortuna et al., Maffiuletti et al. in Del Porto et al., 2012, p. 307; Greve et al., 2007, p. 719).

Rozsah pohybu, range of movement (ROM), je také důležitým aspektem funkčního pohybu. Kapacita rozsahu pohybu trupu a kloubů dolních končetin může mít vliv na schopnost udržet a obnovit rovnováhu těla, hlavně v případě zvýšení amplitudy destabilizujícího podnětu. Tento jev může mít velký vliv u obézních, pro něž představuje obnovení rovnováhy po velkém vychýlení COM náročný posturální úkol (Wojcik et al. in Del Porto et al., 2012, p. 305).

3.5 Možnosti vychýlení těžiště u obézních jedinců

Nejrůznější výzkumy ukázaly vliv obezity na posturální stabilitu u dospělých jedinců. Zejména se jedná o změnu stability v anteroposteriorním směru při bipedálním stoji (Kejonen et al., 2003, p. 17; Gravante et al., 2003, p. 782; Corbeil et al. in Wearing et al., 2006, p. 15). Kejonen et al. (2003, p. 20) zkoumali na 50 mužích a 50 ženách vztah mezi antropometrickými hodnotami a posturální rovnováhou. Výsledkem bylo, že BMI koreluje s výchyly v hlezenním kloubu při pohybu v předozadním směru.

Snížením posturální stability nejen v předozadním směru, ale i ve směru laterolaterálním dochází ke zvýšenému riziku pádu obézních. Velké množství abdominálně uloženého tuku může u obézních zvyšovat pocit posturální nestability. Důsledkem toho mohou být snížené předozadní výchyly (Wallace et al., 2002, p. 1984).

4 HODNOCENÍ TĚLESNÉ KONSTITUCE

Tělesná konstituce člověka se určuje podle několika ukazatelů. Radíme sem délku kostí, rozvoj muskulatury, množství a rozložení podkožního tuku. Důležitými faktory pro výsledný vzhled má dědičnost a prostředí vývoje jedince. Genetická predispozice se podílí až ze 70 %. U tukové tkáně je dědičně podmíněné rozvrstvení a lokalizace, nikoli množství. Mezi vlivy prostředí patří zejména složení výživy, její kvalita a množství, výchova, sociologicko - ekonomická úroveň. Důležitou složku tvoří pohybová aktivita (Valenta, 2008, s. 10, 12).

4.1 Body mass index

BMI je celosvětově používanou metodou k hodnocení obezity. Jeho oblíbenost plyne z jednoduchosti výpočtu. Vzhledem k tomu, že k jeho určení stačí znát tělesnou výšku a hmotnost, může sloužit k určení tělesné konstituce bez lékařského dohledu a použití dalších pomůcek. Z jeho jednoduchosti ovšem vyplývají i nepřesnosti a nevýhody. (Poděbradská, 2011, s. 51).

BMI by neměl být jedinou diagnostickou metodou, která by rozhodovala o nadváze či obezitě. Vhodné je ho použít jako kontrolu a porovnání, popřípadě se posuzuje jako první ukazatel rizika ohrožení nadváhou nebo obezitou. Dále by měla navazovat nejrůznější vyšetření a přesnější měření, která nadváhu nebo obezitu vyvrátí či potvrdí. Velkou výhodou je přehlednost pro běžnou populaci i pro lékaře. Index tělesné hmotnosti se vypočítá dle vzorce:

$$BMI = \frac{m}{v^2}$$

kde m znamená tělesnou hmotnost v kilogramech a v tělesnou výšku v metrech.

Výsledné číslo se porovnává podle hodnot z následující tabulky (tabulka 1, s. 23) (anonym, [online]).

Tabulka 1 Hodnocení klasifikace nadváhy a podváhy na základě BMI dle WHO, 2007 (Bienertová-Vašků, 2009, s. 12)

klasifikace	základní hodnoty	rozšířené hodnoty
Podváha	< 18,50	< 18,50
těžká podváha	< 16,00	< 16,00
střední podváha	16,00 - 16,99	16,00 - 16,99
mírná podváha	17,00 - 18,49	17,00 - 18,49
Normální hmotnost	18,50 - 24,99	18,50 - 22,99
		23,00 - 24,99
Nadváha	≥ 25,00	≥ 25,00
pre - obezita	25,00 - 29,99	25,00 - 27,49
		27,50 - 29,99
Obezita	≥ 30,00	≥ 30,00
obezita třída I	30,00 - 34,99	30,00 - 32,49
		32,50 - 34,99
obezita třída II	35,00 - 39,99	35,00 - 37,49
		37,50 - 39,99
obezita třída III	≥ 40	≥ 40

Tyto hodnoty platí pro dospělé od dvaceti let. Pro děti se hodnocení BMI liší. U lidí starších 65 let se dává přednost vyššímu BMI v rámci ochrany před osteoporózou. U této populace se za normu považuje hodnota indexu v rozmezí 25 - 27 kg/m² (Vorvick, [online]).

Kokaisl (2007, s. 45) rozlišuje hraniční hodnoty BMI pro ženy a muže. Ideální hodnoty pro ženy jsou podle této publikace o jedno celé číslo menší, než platí dle tabulky WHO. Jedinou výjimkou je hranice podváhy. To znamená, že normální hmotnost pro ženy je mezi 18,5 – 23,99 hodnoty BMI apod.

Objevuje se mnoho faktorů, které mají na hodnocení dle BMI negativní vliv, ačkoliv bylo ověřeno jako nejpodobnější svými výsledky výsledkům naměřených pomocí denzitometrie. Je třeba si uvědomit, že nelze hodnotit celou populaci podle jednoho měřítka a stanovených hodnot, i když je dané určité rozmezí. Mezi nejdůležitější faktory, které je třeba zvažovat, patří věk měřené osoby, pohlaví, celková tělesná konstituce a další (Prentice, Jebb, 2001, p. 141; Rothman, 2008, p. 56; Wolin, Petrelli, 2009, p. 26).

Nejvíce nepřesností je závislých na faktu, že BMI nehodnotí množství tukové a svalové tkáně. Proto jsou např. sportovci velmi často dle BMI zařazeni do skupiny

populace s nadváhou nebo dokonce s obezitou. Nejedná se ale pouze o sportovce, takové příklady nepřesností v hodnocení lze pozorovat i v běžné populaci. A naopak tuková tkáň v organismu už může přesáhnout ideální množství a přesto, kvůli nedostatečnému svalovému aparátu, je jedinec dle BMI zařazen do skupiny s normální hodnotou. BMI neudává ani lokalizaci tukové tkáně v organismu. Kvůli nedostatečnému hodnocení tukové a tukuprosté tkáně se BMI stává neobjektivním a nesprávným pro vyhodnocení tělesné konstituce měřené osoby. Nelze poté ani zvažovat možná rizika onemocnění, která vyplývají z obezity (Prentice, Jebb, 2001, pp. 142, 144; Rothman, 2008, pp. 56, 57; Wolin, Petrelli, 2009, p. 24).

Problematické se jeví také to, že BMI není specifikován zvláště pro muže a ženy. Ženské a mužské tělo má fyziologicky jiný poměr tukové tkáně. Z toho vyplývá, že ženy budou mít vyšší podíl tuku v organismu než muži, přestože budou vážit a měřit stejně. S tím je také spojená otázka toho, zda je tělesná konstituce natolik závislá na výšce těla. Důležitější než výška je již zmiňovaný poměr tukové a tukuprosté tkáně, popřípadě lokalizace tukové tkáně intraabdominálně či subkutánně (Rothman, 2008, p. 56; Tzamaloukas, Murata, Vanderjagt in Ferrera, 2005, pp. 66, 67).

4.2 Antropometrické metody měření rozložení tukové tkáně

K nejpoužívanějším metodám patří měření obvodu pasu a boků, ze kterých se následně může vypočítat poměr pas/boky (waist – hip ratio - WHR) a pas/výška. Poslední zmiňovaný poměr se však používá výjimečně. Je vhodný spíše pro hodnocení dětí a vztahů mezi různými populacemi. Samostatné hodnoty obvodu pasu se užívá k diagnostice metabolického syndromu. U mužů by měl být optimálně obvod pasu menší než 94 centimetrů, u žen je hraniční hodnota stanovena na 80 centimetrů. Podrobněji jsou hodnoty rozlišeny v tabulce 2 (s. 25) (Hainer aj., 2011, ss. 170-171; Špínar aj., 2008, s. 36).

Tabulka 2 Hodnocení rizika metabolických komplikací dle měření obvodu pasu (Svačina, 2002, s. 18)

	Mírné	Výrazné
Ženy	nad 80 cm	nad 88 cm
Muži	nad 94 cm	nad 102 cm

Obvod pasu se v klinické praxi měří buď krejčovským metrem nebo novějšími metodami jako je počítačová tomografie (CT) či magnetická rezonance (NMR). Tyto dvě metody jsou přesnější a rozlišují detailně podíl tuku viscerálně a subkutánně. Obvod pasu se měří v polovině vzdálenosti mezi posledním žebrem a crista iliaca. Asijsí vědci však navrhuji snížení rizikové hranice pro muže na 87 - 90 centimetrů vzhledem k tomu, že rizikové faktory u asijské populace se objevují již u nižších hodnot obvodu pasu (Hainer aj., 2011, s. 170-171; Špinar aj., 2008, s. 36).

Poměr pas/boky se vypočítá vydělením hodnot obvodu pasu a obvodu boků. Tímto poměrem se přesněji určuje distribuce tuku v těle. Klasifikace je popsána v tabulce 3. Tento poměr se nepoužívá u hodnocení dětí, na rozdíl od měření obvodu pasu. Pro děti jsou stanoveny tabulky s hodnotami ideálního obvodu pasu k určitému věku. Tělesná výška v těchto hodnoceních nehraje roli (Bienertová – Vašků, 2009, s. 10).

Tabulka 3 Klasifikace WHR pro hodnocení typu rozložení tělesného tuku (Kokaisl, 2007, s. 46)

Kategorie	Muži	Ženy
Spíše periferní	x - 0,84	x - 0,74
Vyrovnaná	0,85 – 0,89	0,75 – 0,79
Spíše centrální	0,90 - 0,94	0,80 – 0,84
Centrální (riziková)	0,95 – x	0,85 – x

Studie nizozemských a švédských vědců z roku 2001 ukazuje porovnání BMI, poměru pas/boky a obvodu pasu na posouzení rizik úmrtnosti z multifaktoriálních příčin u starších lidí. Tato domněnka potvrzuje, že je podstatné znát lokalizaci tukové tkáně v organismu. Zejména pak podíl viscerálního a subkutánního tuku. Poměr pas/boky není samostatně dostatečně vypovídající o viscerální obezitě, jelikož se musí

počítat i s nedostatečnou masou svalů v oblasti hýždí, která může zapříčinit nepřesnosti výsledku (Visscher aj., 2001, pp. 1733, 1734).

Studie provedená v Číně v roce 1997 popisuje rizika kardiovaskulárního onemocnění u čínské populace na základě BMI, poměru pas/boky a obvodu pasu. V této studii se ukazuje, že je přímá úměra mezi zvýšením těchto indexů a zvýšením rizik onemocnění. Proto autoři doporučují zaznamenání všech těchto údajů při diagnostice kardiovaskulárních nemocí. BMI je zde uznáván jako ukazatel celkové tělesné konstituce. Poměr pas/boky a obvod pasu by měly poukazovat na lokalizaci obezity. I v této studii se obvod pasu hodnotí jako nejlepší ukazatel rizikových hodnot. Poměr pas/boky je zde vyzdvihován zejména u žen. Celkově tato studie podporuje názor, že poměr pas/boky a obvod pasu je vhodnější pro posuzování rizik onemocnění než BMI. Objevuje se i tvrzení, že platí jiné rizikové hodnoty BMI i ostatních metod pro nebezpečí kardiovaskulárního onemocnění pro europoidní a mongoloidní rasu (Ko et al., 1997, pp. 999, 1000).

I tato studie potvrzuje názor, že ze tří výše zmíněných možností pro vyhodnocení lokalizace tukové tkáně je obvod pasu nejvhodnější metodou. BMI je i zde hodnoceno jako vhodné pro klasifikaci celkové tělesné konstituce, ale nelze ho použít pro hodnocení lokalizace tukové tkáně (Chan et al., 2003, pp. 442, 445).

5 DYNAMICKÁ POČÍTAČOVÁ POSTUROGRAFIE

Dynamická počítačová posturografie patří mezi metody kinetické. Tyto analýzy hodnotí pohyb z hlediska sil, které ho způsobují. Obvykle se zabývají vnějšími silami a tlaky, jež působí na člověka kontaktem s podložkou a vnitřními silami svalů, ligament, kostí a kloubů. Vektor reakční síly podložky má komponentu vertikální, mediolaterální a anteroposteriorní. Počátek vektoru reakční síly podložky je označován jako center of pressure (COP). COP je vážený průměr všech tlaků působících na podložku. K posouzení aspektů stability během různých variací stoje slouží hodnocení parametrů odvozených ze změny polohy COP v průběhu času (Kolářová, 2012, ss. 6-7).

Dynamická počítačová posturografie je kvantitativní metodou k objektivizaci různých aspektů podílejících se na posturální kontrole. Základem metody je simulace reálných situací každodenního života tak, aby bylo možné vyšetřit komponenty pohybové, senzorické a biomechanické a posoudit jejich podíl na zachování stability zkoumaného subjektu (Manuál NeuroCom[®], 2012, [online]; Kolářová, 2012, s. 7).

Dynamická počítačová posturografie využívá testování stoje za různých podmínek pomocí modulu Smart Equitest System. Modul Balance Master je zaměřen na testování chůze a jiných dynamických testů. Naměřená data jsou posuzována vzhledem k výšce, hmotnosti nebo věku měřeného. Dále jsou normována k hodnotám zdravých jedinců dané věkové kategorie (Kolářová, 2012, s. 7).

8.1 Modul Smart Equitest System

Smart Equitest System je zaměřen na hodnocení efektivity posturální stabilizace ve vzpřímeném bipedálním stoji. Tento systém zahrnuje více testů, které jsou přesně definované a zaměřené na různé aspekty stoje. Tento modul tvoří pohyblivá silová plošina a pohyblivá kabina. Základním snímacím prvkem je duální tenzometrická plošina s pěti silovými senzory, které snímají vertikální složku reakční síly. Ve středu duální plošiny se nachází referenční bod pro určení změny poloh COP. Do tohoto bodu

by se mělo COP promítat, proto je poloha chodidel během testování přesně definována a měla by být striktně dodržována. Možnosti pohybu silové plošiny jsou horizontálně předozadním směrem nebo rotace kolem osy otáčení dopředu či dozadu (Kolářová, 2012, ss. 7-8).

8.1.1 Sensory Organization Test (SOT)

SOT objektivně zjišťuje abnormality ve využití smyslových systémů potřebných pro posturální kontrolu. Jedná se o systém vizuální, somatosenzorický a vestibulární. SOT se měří v šesti podmínkách. V každé testované situaci se eliminuje jiný senzorický vstup a tím se zjišťuje schopnost adaptace ostatních systémů na vyřazení jednoho z vjemů. Každá situace se měří třikrát, jeden pokus trvá 20 sekund (Manuál NeuroCom[®], 2012, [online]; Kolářová, 2012, s. 8).

První testovanou situací je klidný stoj na plošině s otevřenýma očima. Žádný ze senzorických systémů není vyřazen. Druhý test zahrnuje stoj se zavřenýma očima. Tato situace je zaměřená na kompenzaci vyřazené zrakové kontroly. Třetí situací je stoj s otevřenýma očima při pohybuující se kabině, která reaguje na předozadní výchylky COP. Tímto testem se měří schopnost kompenzace při alteraci vestibulárního aparátu. Při čtvrté situaci vyšetřovaný stojí s otevřenýma očima na pohybuující se plošině, která rotuje kolem osy směrem dopředu a dozadu dle výchylek vyšetřovaného. Tato podmínka zjišťuje reakci senzorických systémů při vyřazení somatosenzorických vjemů. Pátá testovaná situace se od čtvrté liší tím, že má vyšetřovaný zavřené oči, tím se omezí jak vjemy somatosenzorické, tak i vizuální. Poslední měření tohoto testu hodnotí schopnost integrace alterovaných senzorických systémů. Při tomto testování se jedná o stoj s otevřenýma očima při pohybuující se kabině a plošině (Manuál NeuroCom[®], 2012, [online]; Kolářová, 2012, ss. 8-9).

Výsledky SOT se hodnotí třemi parametry. Prvním z nich je Equilibrium Score, které procentuálně vyjadřuje stabilitu. Druhým parametrem je Strategy Analysis, který určuje převahu kyčelní či kotníkové strategie. Posledním je COG Alignment, který hodnotí výchozí postavení vertikální projekce těžiště před začátkem testů (Manuál NeuroCom[®], 2012, [online]; Kolářová, 2012, s. 9).

8.1.2 Motor Control Test (MCT)

MCT hodnotí schopnost motorického systému obnovit posturální stabilitu po neočekávaném externím podnětu. Malé, střední a velké translace plošiny normované k výšce pacienta směrem dopředu a dozadu vyvolávají automatické posturální odpovědi. Posuny v horizontálním směru znamenají vychýlení těžiště na opačnou stranu od báze opory. Pro obnovení rovnováhy je zapotřebí vykonat rychlý pohyb COG zpět do středové pozice (Manuál NeuroCom[®], 2012, [online]).

Vyšetřovanými parametry jsou Weight Symmetry, Latency a Amplitude Scaling. První z nich určuje průměrné rozložení tělesné hmotnosti během podtrhů. Latency hodnotí efektivitu reakce na translaci, to znamená, že měří čas mezi začátkem pohybu plošiny a reakcí vyšetřovaného. Poslední parametr kvantifikuje aktivní silovou odpověď na podtrh plošiny (Manuál NeuroCom[®], 2012, [online]; Kolářová, 2012, s. 9).

8.1.3 Unilateral Stance (US)

US kvantifikuje rychlost posturálních výchylek při stožení na jedné dolní končetině s otevřenými a zavřenými očima. Každý test se opakuje třikrát a trvá deset vteřin. Tento test je vysoce senzitivní, ale ne specifický. Na výkon může mít vliv velký počet nezávislých faktorů, ke kterým patří oslabení síly dolních končetin, řízení přenosu váhy, senzorická posturální kontrola, pohybová strategie a předchozí zkušenost s úkolem. Měřeným parametrem je Sway Velocity, který popisuje průměrnou rychlost posturálních výchylek vyjádřenou ve stupních za sekundu (Manuál NeuroCom[®], 2012, [online]).

8.1.4 Limits of Stability (LOS)

LOS kvantifikuje maximální vzdálenost, kterou může člověk přemístit své těžiště, aniž by ztratil rovnováhu a musel využít nějakou zevní oporu. Vyšetřovaný má před sebou zapnutou obrazovku, kde vidí kurzor, který se pohybuje podle přenosu jeho těžiště. Test začíná na zvukový signál, kdy se vyšetřovaný musí snažit co nejrychleji,

nejpříměji dosáhnout předem viditelného bodu. Testovaných směrů je osm a vždy se začíná ze středu. Vyšetřovaný musí svoji maximální polohu udržet až do zaznění tónu, který test ukončí. Měřenými parametry jsou reakční čas, kontrola přímého směru, rychlost pohybu těžiště, koncový bod exkurze a maximální exkurze (Manuál NeuroCom[®], 2012, [online]; Kolářová, 2012, s. 11).

8.1.5 Další testy

Adaptation test se zaměřuje na adaptaci pohybového systému na opakovaný neočekávaný podnět. V tomto případě se jedná o rotaci plošiny kolem středové osy ve frontální rovině v nepravidelných časových intervalech. Testovány jsou rotace dopředu i dozadu (Kolářová, 2012, ss. 9-10).

Dalším testem pro měření na Modulu Smart Equitest System je Weight Bearing Squat. Tento test se zabývá hodnocením symetrie zatížení během volního snižování těžiště. Principem měření je fakt, že při snižování těžiště se zvyšují tlaky na kolenní a hlezenní klouby a proto je snadnější změřit rozdíly v zatížení, které nejsou rozpoznatelné ve vzpřímené pozici (Kolářová, 2012, s. 10).

Posledním testem je Rhythmic Weight Shift, který osvětluje kvalitu balančních mechanismů při přenosu váhy laterolaterálně a anteroposteriorně. Posuzuje se schopnost volní kontroly přenosu těžiště na základě vizuálního feedbacku, schopnost rychlé změny směru a schopnost přizpůsobení se rychlosti pohybu daného podnětu (Kolářová, 2012, s. 11).

8.2 Modul Balance Master System

Tento modul se od Modulu Smart Equitest System liší v možnosti měření aspektů posturální kontroly během pohybu v prostoru. Modul zahrnuje tenzometrickou plošinu 1,5 x 0,5 metrů, která je zasazena do dřevěného rámu (Kolářová, 2012, s. 12).

Prvním testem tohoto modulu je Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (mCTSIB) a jedná se o modifikaci SOT. Test má čtyři podmínky, stoj

s otevřenýma a zavřenýma očima a dále stoj s otevřenýma a zavřenýma očima na molitanové podložce (Kolářová, 2012, s. 12).

Dalším testem je Sit to Stand, který popisuje charakter průběhu vstávání ze sedu do stoje. Walk Across je testem hodnotícím chůzi, její rychlost, šířku kroku a symetrii kroku. Hodnoty jsou ale pouze orientační vzhledem k individualitě chůze a malé vzdálenosti pro měření. Tandem Walk měří posturální stabilitu během chůze o zúžené bázi. Step/Quick Turn kvantifikuje otočení se o 180°, kterému předchází dva kroky a dva kroky následují. Dalším testem je test Step Up/Over, který měří posturální kontrolu během přechodu přes schod. Důležitými aspekty jsou síla, balance a koordinace. Posledním testem měřitelným na tomto modulu je Forward Lunge, který popisuje posturální kontrolu během výpadu dopředu. Kromě aspektů předchozího testu je zde neopomenutelný ještě rozsah pohybu (Kolářová, 2012, ss. 12-14).

6 CÍLE A HYPOTÉZY

Cílem diplomové práce je posoudit, jestli existují rozdíly v posturální stabilitě obézních žen a žen s normální tělesnou konstitucí pomocí porovnání výsledků z testů počítačové posturografie.

6.1 Vědecké otázky a hypotézy

Vědecká otázka č. 1: Existují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v náročnějších podmínkách Sensory Organization Testu v parametrech Equilibrium a Strategy?

H₀₁: Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji s otevřenými očima při pohybuji se plošině v parametru Equilibrium.

H₀₂: Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji s otevřenými očima při pohybuji se plošině v parametru Strategy.

H₀₃: Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji se zavřenými očima při pohybuji se plošině v parametru Equilibrium.

H₀₄: Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji se zavřenými očima při pohybuji se plošině v parametru Strategy.

H₀₅: Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji s otevřenými očima při pohybuji se plošině a kabině v parametru Equilibrium.

H₀₆: Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji s otevřenými očima při pohybuji se plošině a kabině v parametru Strategy.

Vědecká otázka č. 2: Existují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v parametru Latency při podtržích dopředu a dozadu při Motor Control Testu?

H₀₇: Neexistuje rozdíl v parametru Latency mezi obézními a neobézními ženami při podtrhu dozadu.

H₀8: Neexistuje rozdíl v parametru Latency mezi obézními a neobézními ženami při podtrhu dopředu.

Vědecká otázka č. 3: Existují rozdíly v počtu pádů mezi obézními a neobézními ženami při testu Unilateral Stance se zavřenýma očima?

H₀9: Neexistují rozdíly v počtu pádů mezi obézními a neobézními ženami při stožení na jedné noze se zavřenýma očima.

Vědecká otázka č. 4: Existují rozdíly v jednotlivých parametrech mezi obézními a neobézními ženami při testu Limity of Stability (LOS)?

H₀10: Neexistují rozdíly v parametru Reaction Time mezi obézními a neobézními ženami.

H₀11: Neexistují rozdíly v parametru Movement Velocity mezi obézními a neobézními ženami.

H₀12: Neexistují rozdíly v parametru Endpoint Excursion mezi obézními a neobézními ženami.

H₀13: Neexistují rozdíly v parametru Directional Control mezi obézními a neobézními ženami.

H₀14: Neexistují rozdíly v parametru Maximum Excursion mezi obézními a neobézními ženami.

7 METODA VÝZKUMU

7.1 Charakteristika sledované skupiny

V rámci výzkumu byla získána data 25 žen, pět z nich bylo z výzkumu vyřazeno. Čtyři ženy byly vyřazeny kvůli věkové homogenitě měřené skupiny, jedna kvůli osobní anamnéze, kde uvedla akutní nestabilitu hlezenního kloubu, která byla vážným důvodem pro vyloučení ze sledované skupiny. Do výzkumu tedy bylo zařazeno dvacet žen. Deset z nich bylo hodnoceno jako obézní a byly zařazeny do experimentální skupiny, deset bylo naměřeno jako kontrolní skupina s normální tělesnou konstitucí.

Experimentální skupina měla věkový průměr 22,3 (směrodatná odchylka 2,19), věkové maximum bylo 26 let, minimum 20 let a medián 21,5. Výškový průměr experimentální skupiny byl 166,8 cm (směrodatná odchylka 8 cm). Výškové maximum u této skupiny bylo 184 cm, minimum 159 cm a medián 164 cm. Průměrná váha žen ve skupině experimentální byla 96,1 kg (směrodatná odchylka 11,7 kg). Maximální hodnota váhy byla 117 kg, minimální 76 kg a medián 94,5 kg.

Kontrolní skupina měla věkový průměr 22 let (směrodatná odchylka 1,55), věkové maximum bylo 24 let, minimum 20 let a medián 22. Výškový průměr kontrolní skupiny byl 172,3 cm (směrodatná odchylka 7,21 cm). Maximální výška byla 185 cm, minimální 163 a medián 171,5. Váhový průměr skupiny s normální tělesnou konstitucí byl 61,1 kg (směrodatná odchylka 4,61 kg), maximum bylo 72 kg, minimum 52 kg a medián 61 kg.

U všech probandů byla vyloučena neurologická onemocnění centrálního i periferního charakteru. Dále se v osobní anamnéze nevyskytovala žádná akutní traumata, která by mohla jakkoliv ovlivnit stabilitu jedinců. Negována byla ortopedická onemocnění a nemoci senzoričského aparátu. U žádného probanda nebyla anamnéza poruchy propriocepce.

Pro posouzení rozdílů v posturální stabilitě obézních žen a žen s normální tělesnou konstitucí bylo využito měření výběru z testů modulu Smart Equitest System dynamické počítačové posturografie firmy NeuroCom[®] v Kineziologické laboratoři Oddělení rehabilitace Fakultní nemocnice v Olomouci.

Všechny měřené ženy byly seznámeny s průběhem měření a s možností přerušení měření v krizové situaci. Všichni probandi podepsali informovaný souhlas (příloha 1, s. 85), ve kterém vyjádřili souhlas s anonymním zpracováním dat pro diplomovou práci.

7.2 Postup měření

Měření probíhalo v klidné místnosti kineziologické laboratoře vybavené posturografem, kde byly minimalizovány rušivé zvukové jevy. U všech probandů proběhl nejprve rozhovor, ve kterém byla získána základní data jako datum narození a byla odebrána anamnéza. Cíleně byly pokládány otázky na již výše zmíněné faktory, které byly rozhodující pro vyloučení probandů z výzkumu.

Dalším krokem bylo naměření obvodu pasu a boků za pomoci krejčovského metru o délce 150 centimetrů. Obvod pasu byl měřen v poloviční vzdálenosti mezi posledním žebrem a *cristae iliaca*e a obvod boků přes trochantery major femuru.

Z těchto údajů byl vypočítán poměr pas boky (WHR) podle vzorce:

$$WHR = \frac{o(pas)}{o(boky)}$$

kde *o* značí obvod v cm. Pro zařazení do obézní skupiny bylo třeba dosažení minimální hodnoty WHR alespoň 0,85 a obvod pasu větší než 88 cm.

Následujícím bodem měření bylo změření výšky probandů a jejich zvážení na osobní váze. Z údajů o výšce a hmotnosti byl vypočítán BMI pomocí vzorce:

$$BMI = \frac{m}{v^2}$$

kde *m* znamená tělesnou hmotnost v kilogramech (kg) a *v* tělesnou výšku v metrech.

Pro zařazení do experimentální skupiny byla spodní hraniční hodnota BMI 30 kg/m², pro zařazení do skupiny kontrolní musela být hodnota BMI v rozmezí od 18,5 do 25 kg/m².

Po zjištění všech potřebných údajů se mohlo přistoupit k měření na posturografu. Probandi byli nejprve seznámeni s tím, jak bude měření probíhat, jak dlouho trvá a o možnosti přerušení či poskytnutí doby pro odpočinek během měření. Do programu firmy NeuroCom[®] byla probandům založena karta, kde byly vyplněny údaje o jménu,

datu narození a výšce. Měřené ženy byly oblečeny do jistící vesty dle velikosti tak, aby je neomezovala. Vesta byla připnuta na závěsné pásy, které byly uvolněny na takovou míru, aby bránily pádu a zároveň nebyly napnuty a nezvyšovaly stabilitu probandů.

Probandi se postavili na silovou plošinu, kde byly jejich dolní končetiny nastaveny podle doporučení firmy pro správné měření. Vnitřní kotník byl nastaven nad širokou černou linií a zevní kotník nad průsečík široké linie a kolmice označené S, M nebo T v závislosti na tělesné výšce. Nad M linií byli umístěni probandi měřící od 141 do 165 cm a nad T linií probandi vyšší než 166 cm. Probandi byli poučeni o zásadách měření, konkrétně o libovolném umístění špiček chodidel a zákazu jakéhokoli pohybu pat po plošině. Poloha chodidel byla během měření kontrolována a popřípadě upravována zpět do správné pozice.

Jako první byl na posturografu měřen test Sensory Organization Test. Bylo měřeno všech šest podmínek po třech pokusech. Probandům byl dán pokyn, aby stáli co nejvíce klidně s otevřenýma, případně se zavřenýma očima. Pro statistické zpracování byly vybrány poslední tři podmínky - stoj s otevřenýma očima při pohybujiící se plošině, stoj se zavřenýma očima při pohybujiící se plošině a stoj s otevřenýma očima při pohybujiící se kabině a plošině. Hodnocení proběhlo pouze v parametrech Equilibrium Score a Strategy.

Druhým měřeným testem byl Motor Control Test. Testovány byly translace plošiny nejprve zadním směrem. První tři pokusy byly ve velikosti prahového vjemu, druhé tři byly střední velikosti a poslední tři byly pro největší možnou odpověď. Dále bylo provedeno testování posunů plošiny dopředu se stejně postupným zvyšováním intenzity podtrhů. Ke statistickému zpracování byl vybrán parametr Latency, který kvantifikuje čas mezi translací plošiny a reakcí vyšetřovaného.

Jako další byl proveden test Unilateral Stance. Nejprve byly testovány tři pokusy stoje na levé dolní končetině s otevřenýma očima a následovně se zavřenýma očima. Poté se to samé opakovalo na pravé dolní končetině. Probandům byl dán pokyn, aby se postavili na jednu dolní končetinu a druhou dali do polohy 90° flexe v kolenním a kyčelním kloubu. Jakýkoliv dotek zvednutou dolní končetinou či horními končetinami byl označen jako pád. Pro statistické zpracování byl podstatný počet pádů.

Posledním měřeným testem byl test Limits of Stability. Probandům byl nejprve vysvětlen princip testu, byla jim zapnuta obrazovka a všichni probandi měli omezený čas na vyzkoušení přenosu těžiště do různých směrů. Dále bylo spuštěno testování nejprve anteriorním směrem. Druhým testovaným směrem byl přenos těžiště doprava, následně dozadu a poté doleva. Po otestování přímých směrů se testovaly směry diagonální v postupném pořadí od předního pravého směru, přes směr dozadu doprava, dozadu doleva po směr dopředu doleva. Do statistického zpracování byly zahrnuty všechny parametry testu LOS – Reaction Time, Directional Control, Maximum Excursion, Endpoint Excursion, Movement Velocity.

7.3 Statistické zpracování dat

Výsledky byly z programu posturografu staženy a přepsány do programu Microsoft Office Excel 2007. Pro každého probanda byla vytvořena tabulka se všemi hodnotami testů. Z těch poté byly vybrány hodnoty ke statistickému zpracování. Data byla přepsána do souhrnných tabulek dle jednotlivých parametrů.

Ke statistickému zpracování byl použit statistický software SPSS verze 15, SPSS Inc. Chicago USA a program Microsoft Excel 2010. Všechny statistické testy byly provedeny na hladině signifikance 0,05. Nulová hypotéza se tedy mohla zamítnout v případě, kdy byla hodnota statistické významnosti p menší než 0,05, což odpovídá 5% hladiny významnosti. Nulová hypotéza se nemohla zamítnout, pokud hodnota p byla větší než 0,05.

K popisné statistice byly použity robustní statistické ukazatele – medián, první a třetí kvartil, minimum a maximum. Robustní ukazatele byly zvoleny vzhledem k neparametrickým testům, kterými byly analyzovány rozdíly mezi neobézními a obézními probandy. Neparametrické testy byly použity kvůli malým rozsahům porovnávaných vzorků. V obou porovnávaných skupinách bylo 10 probandů.

8 VÝSLEDKY

8.1 Statistické zpracování základních údajů skupin

Jedná se o popisnou statistiku základních údajů obou skupin. V tomto případě jsme porovnávali statistickou významnost v parametrech věk, BMI, obvod pasu, obvod boků a WHR (tabulka 4).

Tabulka 4 Popisná statistika základní údajů probandů a porovnání dvou skupin v základních údajích.

	Neobézní (n = 10)					Obézní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
věk	22	20	24	20	24	21,5	20	25	20	26	47,000	0,8173
BMI	20,3	19,1	22,2	18,6	22,7	34,7	32,2	35,4	30,1	42,1	0,000	0,0002
obvod pasu	75,5	73,0	79,3	68,0	84,0	110,0	104,5	114,8	103,0	117,0	0,000	0,0002
obvod boků	97,0	94,0	103,3	91,0	110,0	121,5	116,8	129,3	111,0	133,0	0,000	0,0002
WHR	0,78	0,74	0,80	0,70	0,82	0,89	0,87	0,93	0,85	0,97	0,000	0,0002

Neparametrickými Mann-Whitney U-testy byly prokázány statisticky významně vyšší hodnoty BMI, obvodu pasu, boků a WHR u obézních probandů, $p = 0,0002$ u všech veličin. Statisticky významný rozdíl ve věku prokázán nebyl, $p = 0,817$.

8.2 Vědecká otázka č. 1

Existují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v náročnějších podmínkách Sensory Organization Testu v parametrech Equilibrium a Strategy?

Prvním vyšetřovaným testem byl Sensory Organization Test (SOT), jehož parametry se zabývaly nulové hypotézy $H_{01} - H_{06}$. Z tohoto testu byly pro statistické zpracování vybrány poslední tři podmínky testování v parametru Equilibrium a Strategy.

Tabulka 5 Shrnutí statistického zpracování posledních třech podmínek v parametrech Equilibrium a Strategy testu SOT

SOT Equilibrium	p hodnota
4. podmínka	0,0011
5. podmínka	0,0694
6. podmínka	0,0041
SOT Strategy	
4. podmínka	0,0002
5. podmínka	0,0006
6. podmínka	0,0002

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 2 (s. 86).

Mann-Whitney U-testy byly prokázány statisticky významně vyšší hodnoty parametrů Equilibrium při 4. a 6. podmínce a parametrů Strategy při všech podmínkách. Statisticky významné rozdíly nebyly prokázány pouze u parametru Equilibrium při 5. podmínce.

Hypotézu H₀₁: „Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji s otevřenýma očima při pohybujiící se plošině v parametru Equilibrium,“ **můžeme zamítnout.**

Hypotézu H₀₂: „Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji s otevřenýma očima při pohybujiící se plošině v parametru Strategy,“ **můžeme zamítnout.**

Hypotézu H₀₄: „Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji se zavřenýma očima při pohybujiící se plošině v parametru Strategy,“ **můžeme zamítnout.**

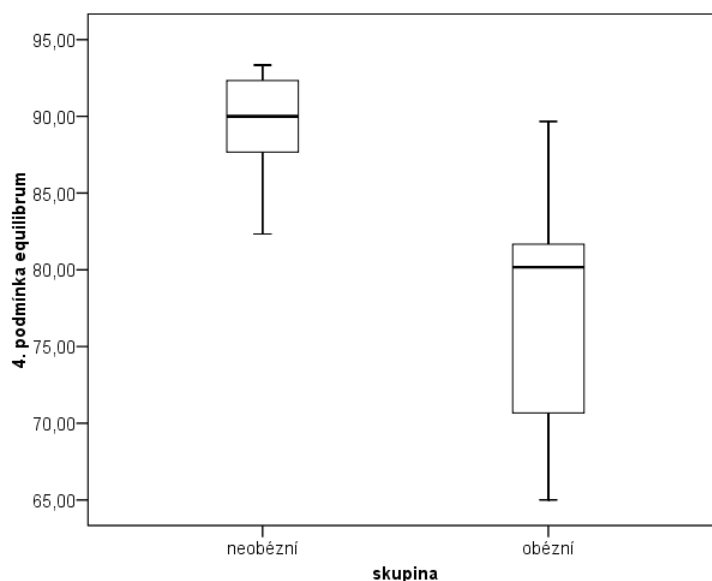
Hypotézu H₀₅: „Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji s otevřenýma očima při pohybujiící se plošině a kabině v parametru Equilibrium,“ **můžeme zamítnout.**

Hypotézu H₀₆: „Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji s otevřenýma očima při pohybujiící se plošině a kabině v parametru Strategy,“ **můžeme zamítnout.**

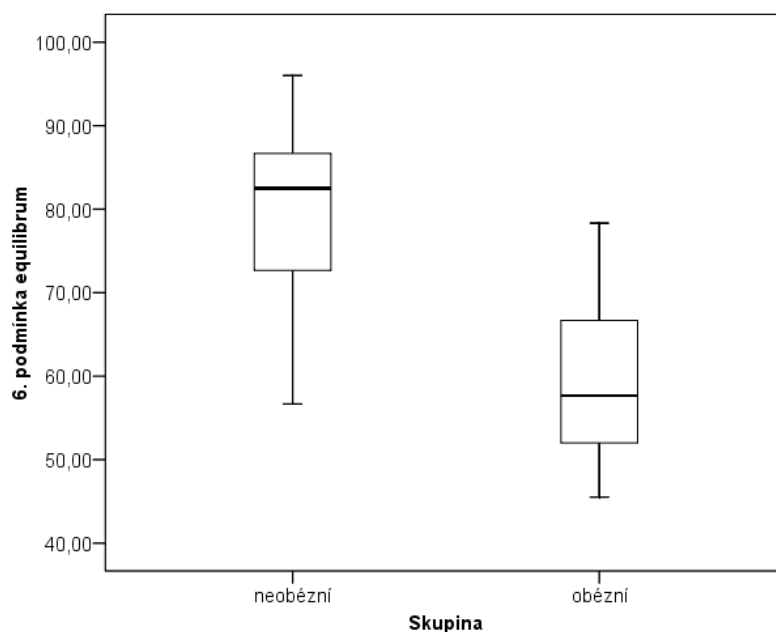
Hypotézu H₀₃: „Neexistují rozdíly mezi obézními a neobézními ženami v klidném stoji se zavřenýma očima při pohybujiící se plošině v parametru Equilibrium,“ **zamítnout nelze.**

Rozložení dat u parametrů, ve kterých byly prokázány statisticky významné rozdíly, je ukázáno box grafy. V box grafu vodorovná čára v krabici znázorňuje hodnotu mediánu, dolní hrana krabice hodnotu 1. kvartilu, horní hrana hodnotu 3. kvartilu, anténky ukazují maximální a minimální naměřené hodnoty, pokud byly v souboru nalezeny odlehlé a extrémní hodnoty jsou zakresleny kroužky a hvězdičkami.

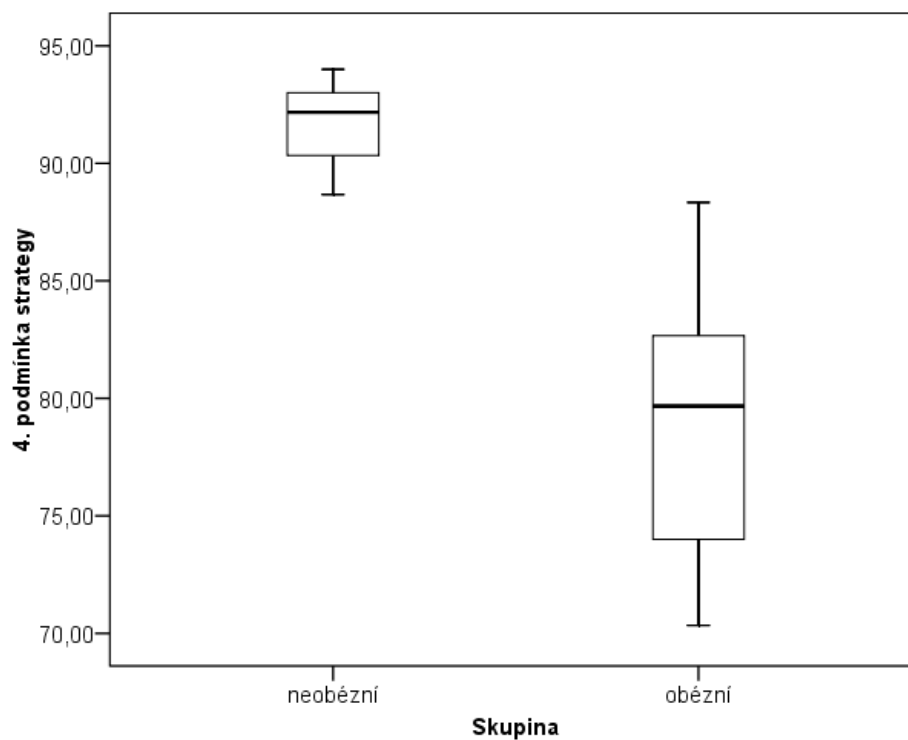
Graf 1 Box graf statistické významnosti pro 4. podmínku parametru Equilibrium



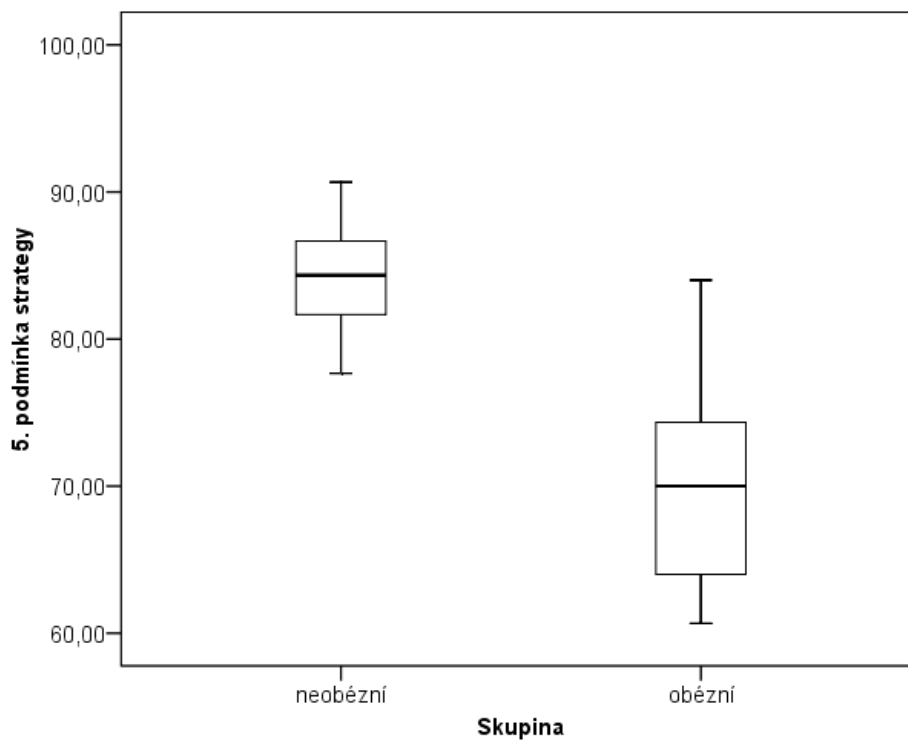
Graf 2 Box graf statistické významnosti pro 6. podmínku parametru Equilibrium



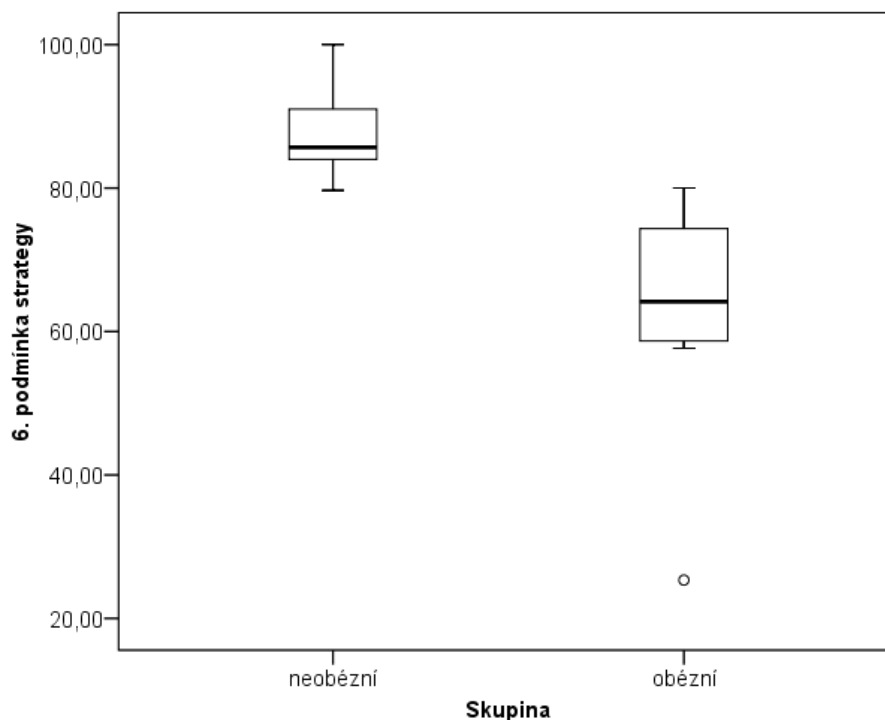
Graf 3 Box graf statistické významnosti pro 4. podmínku parametru Strategy



Graf 4 Box graf statistické významnosti pro 5. podmínku parametru Strategy



Graf 5 Box graf statistické významnosti pro 6. podmínku parametru Strategy



8.3 Vědecká otázka č. 2

Existují rozdíly mezi oběžními a neoběžními ženami v parametru Latency při podtržích dopředu a dozadu při Motor Control Testu?

Jako druhý byl měřen MCT, kterým se zabývaly hypotézy H_{07} a H_{08} . V tomto testu byl pro statistické zpracování vybrán parametr Latency, který určuje čas mezi začátkem translace plošiny a reakcí probanda.

Tabulka 6 Shrnutí statistického zpracování testu MCT při podtrhu dozadu

Podtrh dozadu	p hodnota
Small [msec]	0,312
Medium [msec]	0,725
Large [msec]	0,818

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 3 (s. 87).

Mann-Whitney U-testy nebyly prokázány statisticky významné rozdíly v parametru Latency mezi obézními a neobézními ženami při podtrhu dozadu, $p > 0,05$ ve všech případech.

Hypotézu H₀₇: „Neexistuje rozdíl v parametru Latency mezi obézními a neobézními ženami při podtrhu dozadu“ **zamítnout nelze.**

Tabulka 7 Shrnutí statistického zpracování testu MCT při podtrhu dopředu

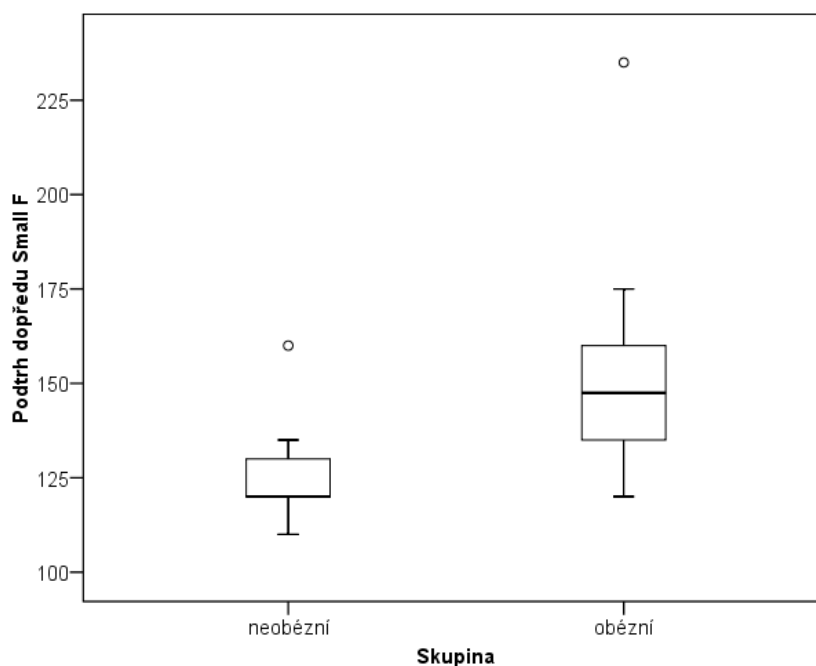
Podtrh dopředu	p hodnota
Small [msec]	0,007
Medium [msec]	0,115
Large [msec]	0,297

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 4 (s. 88).

U podtrhu dopředu byly prokázány statisticky významně vyšší hodnoty v parametru Small, $p = 0,007$. U parametrů Medium a Large statisticky významné rozdíly prokázány nebyly. Hypotézu můžeme zamítnout v případě, když alespoň jeden z dílčích výsledků je statisticky významný.

Hypotézu H₀₈: „Neexistuje rozdíl v parametru Latency mezi obézními a neobézními ženami při podtrhu dopředu,“ **můžeme zamítnout.**

Graf 6 Box graf statistické významnosti pro parametr Latency u Motor Control Test



8.4 Vědecká otázka č. 3

Existují rozdíly v počtu pádů mezi obézními a neobézními ženami při testu Unilateral Stance se zavřenýma očima?

Dalším testem byl test Unilateral Stance. Rozhodujícím pro statistické zpracování byl počet pádů, které byly označeny během měření při stoji na jedné dolní končetině se zavřenýma očima. Tímto testem se zabývá hypotéza H_09 .

Tabulka 8 Shrnutí statistického zpracování pro Unilateral Stance

US	p hodnota
pády při zavřených očích	0,317

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 5 (s. 89).

Mann-Whitney U-testy nebyly prokázány statisticky významné rozdíly v počtu pádů mezi obézními a neobézními ženami při podtrhu dozadu, $p = 0,317$.

Hypotézu H_09 : „Neexistují rozdíly v počtu pádů mezi obézními a neobézními ženami při stoji na jedné noze se zavřenýma očima,“ **zamítnout nelze.**

8.5 Vědecká otázka č. 4

Existují rozdíly v jednotlivých parametrech mezi obézními a neobézními ženami při testu Limits of Stability (LOS)?

Posledním testem statistického zpracování byl test LOS. Tento test byl hodnocen ve všech parametrech a zabývají se jím hypotézy H_010 - H_014 . Pro zamítnutí hypotézy musí být alespoň jeden z dílčích výsledků statisticky významný.

Tabulka 9 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Reaction Time testu LOS

LOS Reaction Time	p hodnota
RT 1 [s]	0,1306
RT 2 [s]	0,0311
RT 3 [s]	0,0025
RT 4 [s]	0,0537
RT 5 [s]	0,344
RT 6 [s]	0,2565
RT 7 [s]	0,0019
RT 8 [s]	0,0011

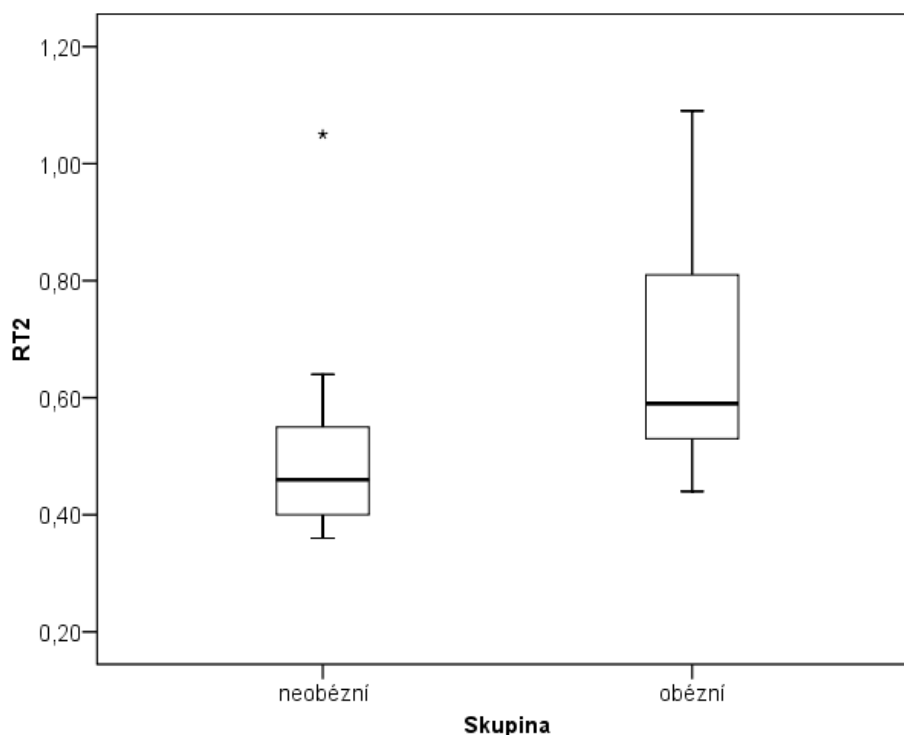
Legenda: RT – reakční čas pro jednotlivé směry přenosu COP, **1** – dopředu, **2** - dopředu doprava, **3** - doprava, **4** – dozadu doprava, **5** – dozadu, **6** – dozadu doleva, **7** – doleva, **8** – dopředu doleva

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 6 (s. 90).

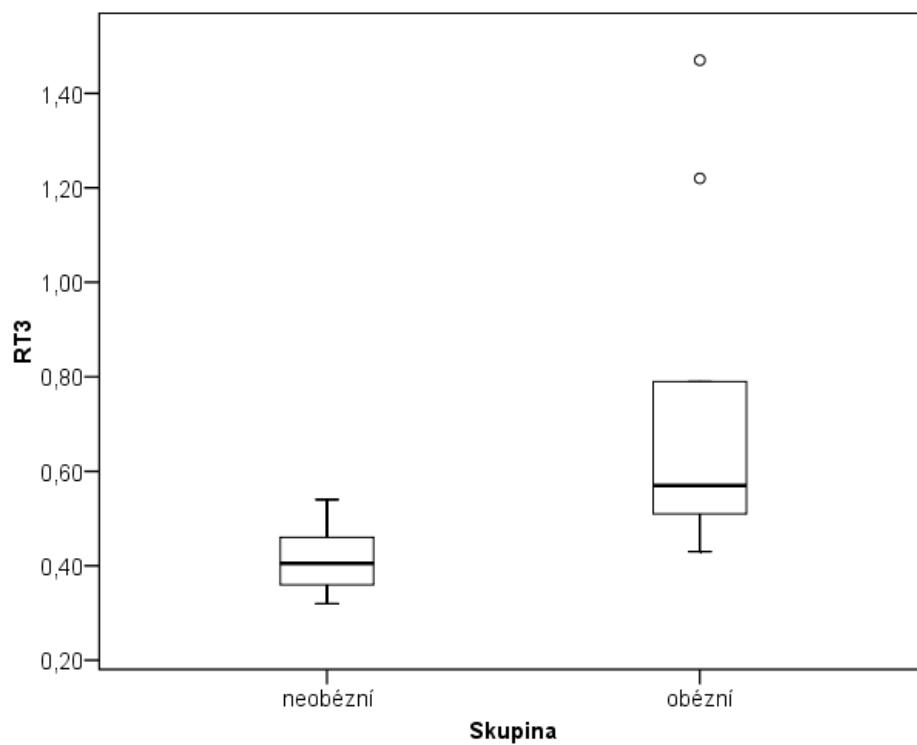
Mann-Whitney U-testy byly prokázány statisticky významné vyšší hodnoty parametru Reaction Time ve směrech 2, 3, 7 a 8 u obézních probandů.

Hypotézu H_0 10: „Neexistují rozdíly v parametru Reaction Time mezi obézními a neobézními ženami,“ **zamítáme.**

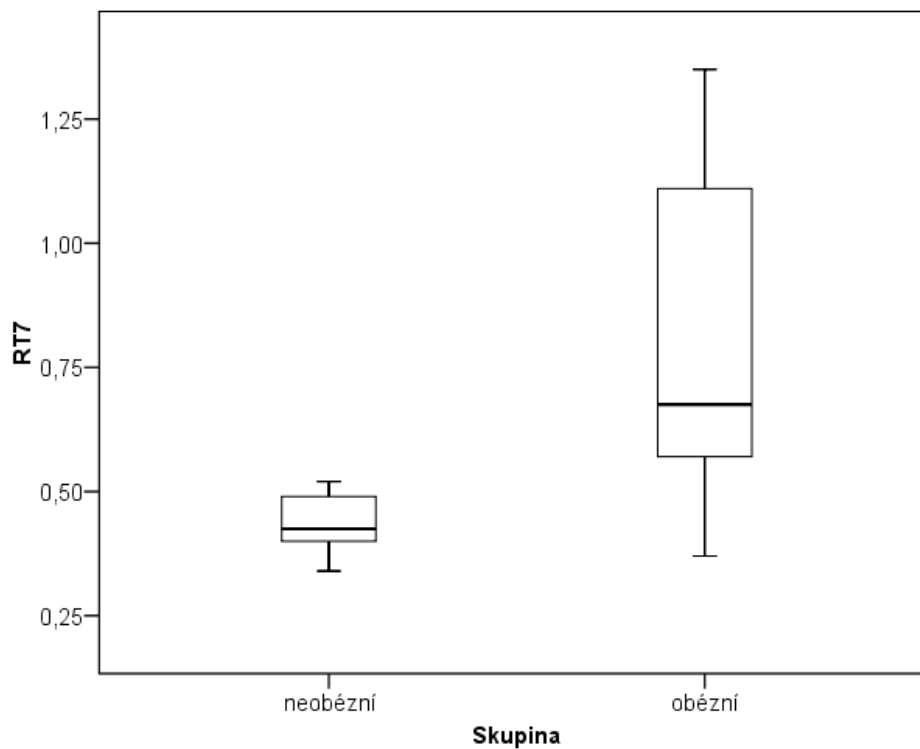
Graf 7 Box graf pro směr dopředu doprava (2) parametru RT testu LOS



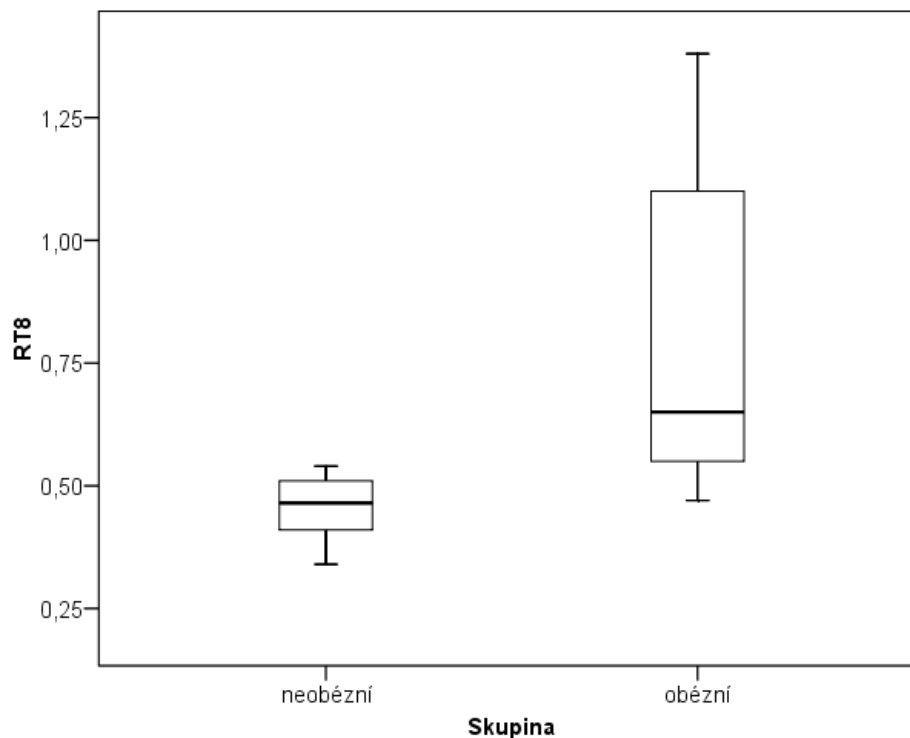
Graf 8 Box graf pro směr doprava (3) parametru RT testu LOS



Graf 9 Box graf pro směr doleva (7) parametru RT testu LOS



Graf 10 Box graf pro směr dopředu doleva (8) parametru RT testu LOS



Tabulka 10 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Movement Velocity testu LOS

LOS Movement Velocity	p hodnota
MVL 1 [°/s]	0,1988
MVL 2 [°/s]	0,0025
MVL 3 [°/s]	0,0376
MVL 4 [°/s]	0,0112
MVL 5 [°/s]	0,2118
MVL 6 [°/s]	0,1499
MVL 7 [°/s]	0,0284
MVL 8 [°/s]	0,104

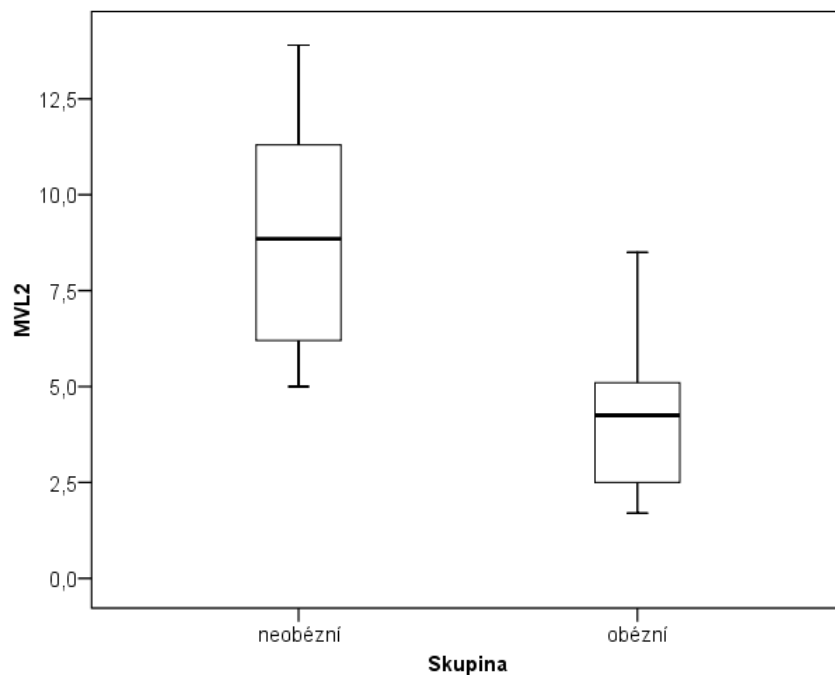
Legenda: MVL – rychlost pohybu pro jednotlivé směry přenosu COP, **1** – dopředu, **2** - dopředu doprava, **3** - doprava, **4** – dozadu doprava, **5** – dozadu, **6** – dozadu doleva, **7** – doleva, **8** – dopředu doleva

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 7 (s. 91).

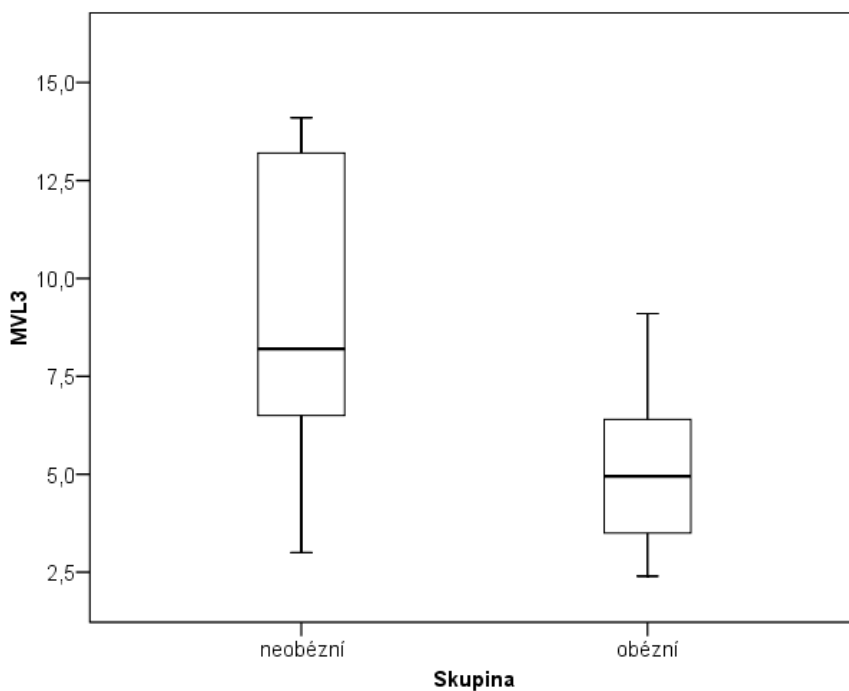
Mann-Whitney U-testy byly prokázány statisticky významné nižší hodnoty parametru Movement Velocity ve směrech 2, 3, 4 a 7 u oběžních probandů.

Hypotézu H_{011} : „Neexistují rozdíly v parametru Movement Velocity mezi obézními a neobézními ženami,“ **zamítáme.**

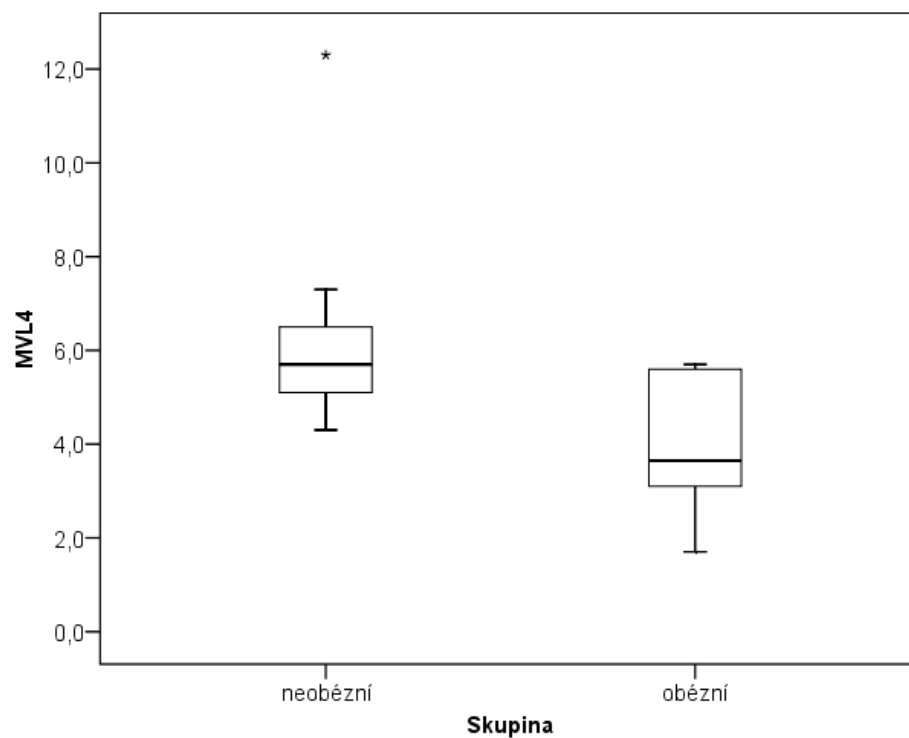
Graf 11 Box graf pro směr dopředu doprava (2) parametru MVL testu LOS



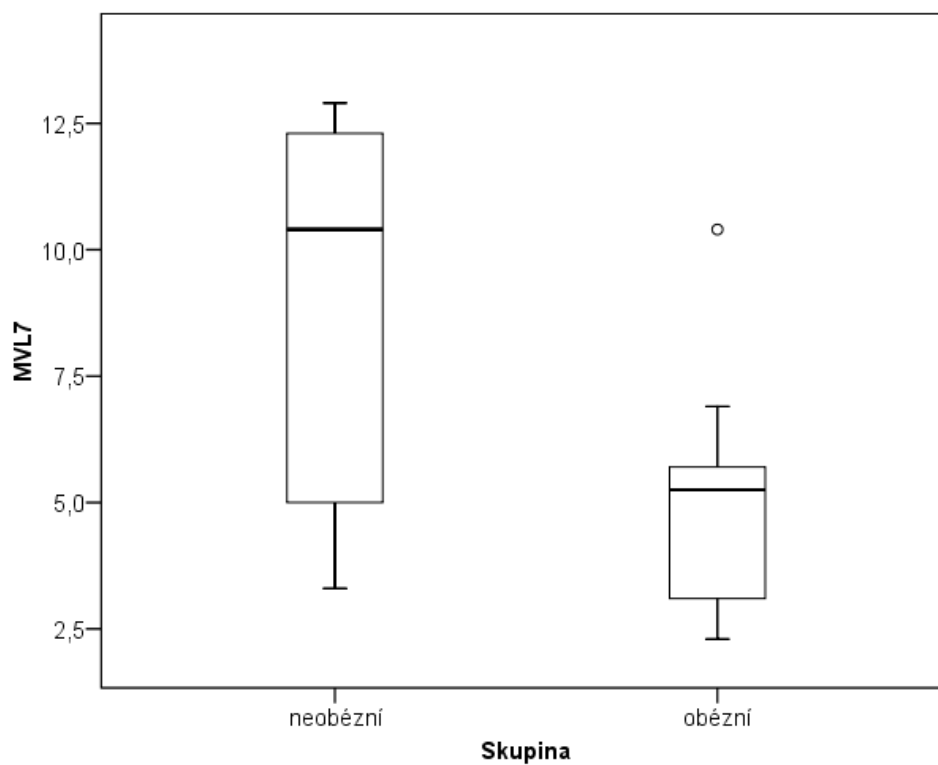
Graf 12 Box graf pro směr dopředu doprava (3) parametru MVL testu LOS



Graf 13 Box graf pro směr dozadu doprava (4) parametru MVL testu LOS



Graf 14 Box graf pro směr doleva (7) parametru MVL testu LOS



Tabulka 11 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Endpoint Excursion testu LOS

LOS Endpoint Excursion	p hodnota
EPE 1 [%]	0,6227
EPE 2 [%]	0,0138
EPE 3 [%]	0,3434
EPE 4 [%]	0,13
EPE 5 [%]	0,5693
EPE 6 [%]	0,0101
EPE 7 [%]	0,9095
EPE 8 [%]	0,0154

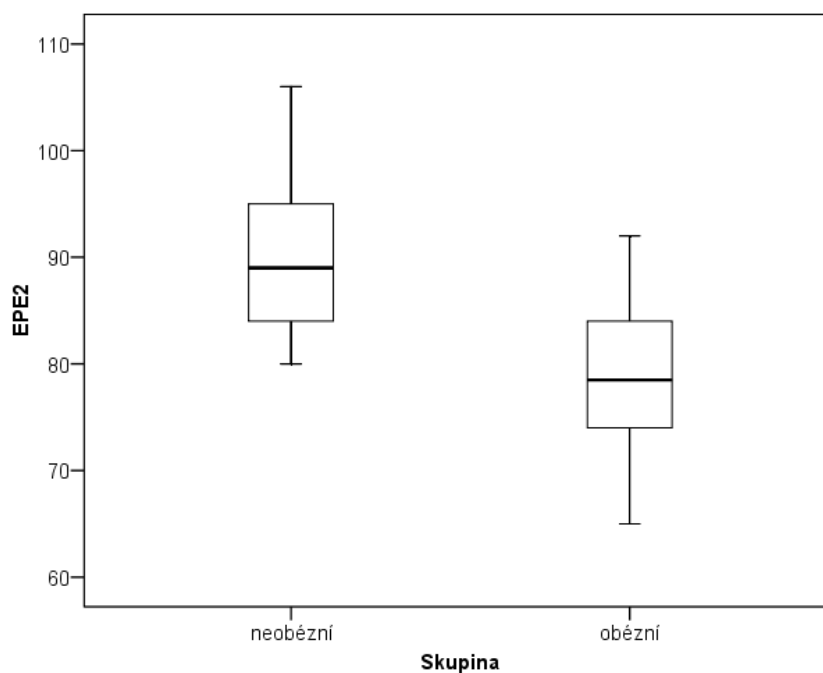
Legenda: EPE – konečná výchylka pro jednotlivé směry přenosu COP, **1** – dopředu, **2** - dopředu doprava, **3** - doprava, **4** – dozadu doprava, **5** – dozadu, **6** – dozadu doleva, **7** – doleva, **8** – dopředu doleva

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 8 (s. 92).

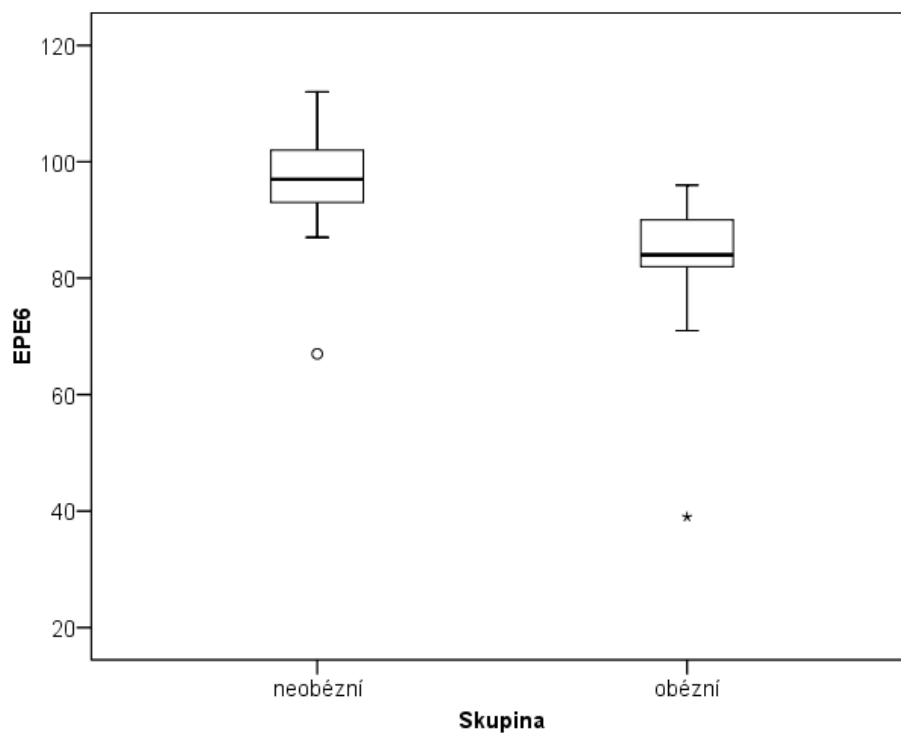
Mann-Whitney U-testy byly prokázány statisticky významné nižší hodnoty parametru Endpoint Excursion ve směrech 2, 6 a 8 u obézních probandů.

Hypotézu H₀12: „Neexistují rozdíly v parametru Endpoint Excursion mezi obézními a neobézními ženami,“ **zamítáme.**

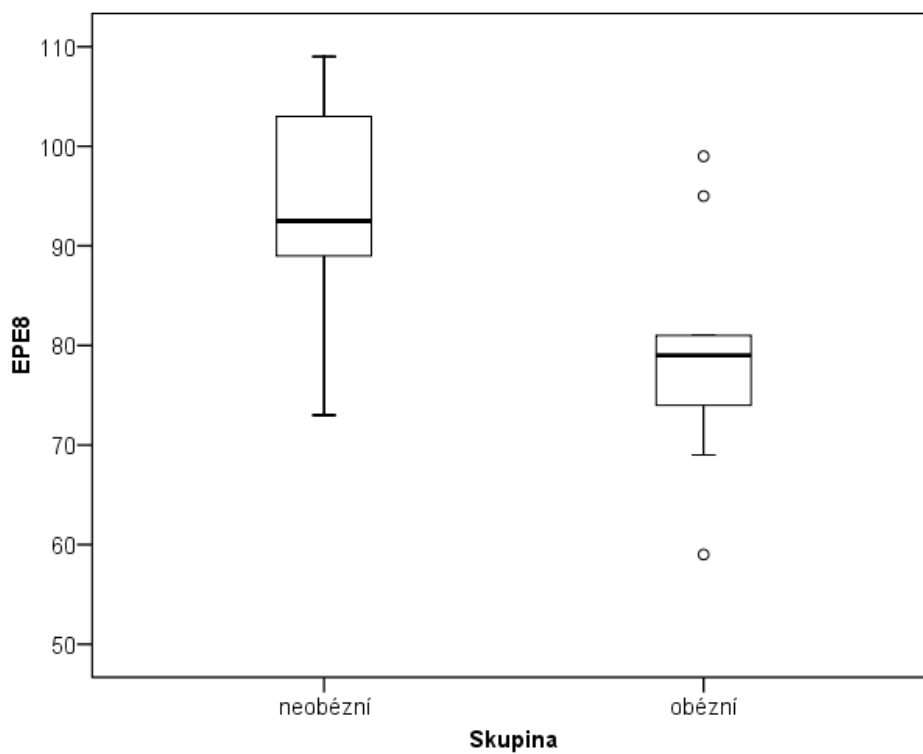
Graf 15 Box graf pro směr dopředu doprava (2) parametru EPE testu LOS



Graf 16 Box graf pro směr dozadu doleva (6) parametru EPE testu LOS



Graf 17 Box graf pro směr dopředu doleva (8) parametru EPE testu LOS



Tabulka 12 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Directional Control testu LOS

LOS Directional Control	p hodnota
DCL 1 [%]	0,4035
DCL 2 [%]	0,0959
DCL 3 [%]	0,0807
DCL 4 [%]	0,9096
DCL 5 [%]	0,8204
DCL 6 [%]	0,5444
DCL 7 [%]	0,1378
DCL 8 [%]	0,0448

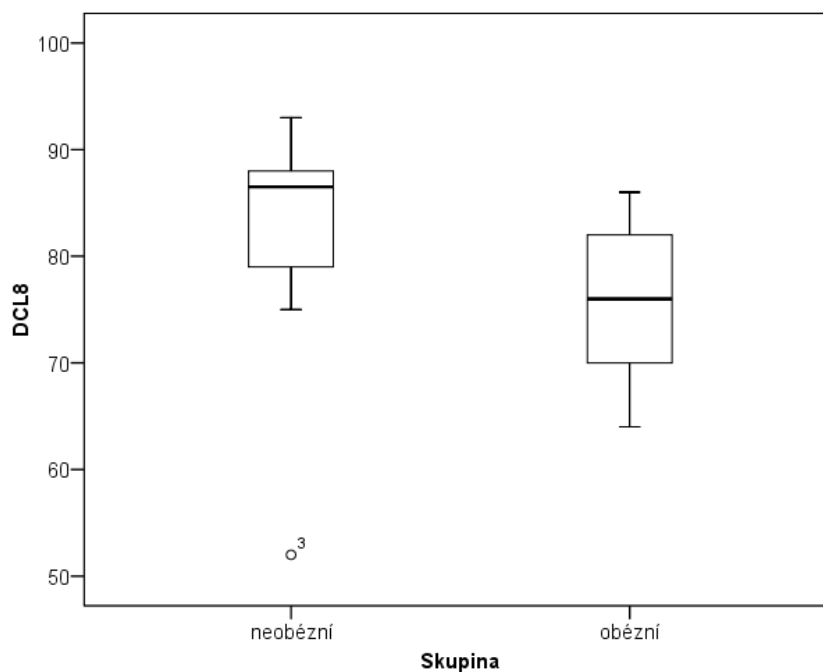
Legenda: DCL – kontrola směru pro jednotlivé směry přenosu COP, **1** – dopředu, **2** - dopředu doprava, **3** - doprava, **4** – dozadu doprava, **5** – dozadu, **6** – dozadu doleva, **7** – doleva, **8** – dopředu doleva

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 9 (s. 93).

Mann-Whitney U-testy byly prokázány statisticky významné nižší hodnoty parametru Directional Control ve směru 8 u oběžných probandů.

Hypotézu H₀13: „Neexistují rozdíly v parametru Directional Control mezi oběžnými a neoběžnými ženami,“ **zamítáme.**

Graf 18 Box graf pro směr dopředu doleva (8) parametru DCL testu LOS



Tabulka 13 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Maximum Excursion testu LOS

LOS Maximum Excursion	p hodnota
MXE 1 [%]	0,4715
MXE 2 [%]	0,0057
MXE 3 [%]	0,1119
MXE 4 [%]	0,0448
MXE 5 [%]	0,4044
MXE 6 [%]	0,0230
MXE 7 [%]	0,0206
MXE 8 [%]	0,0022

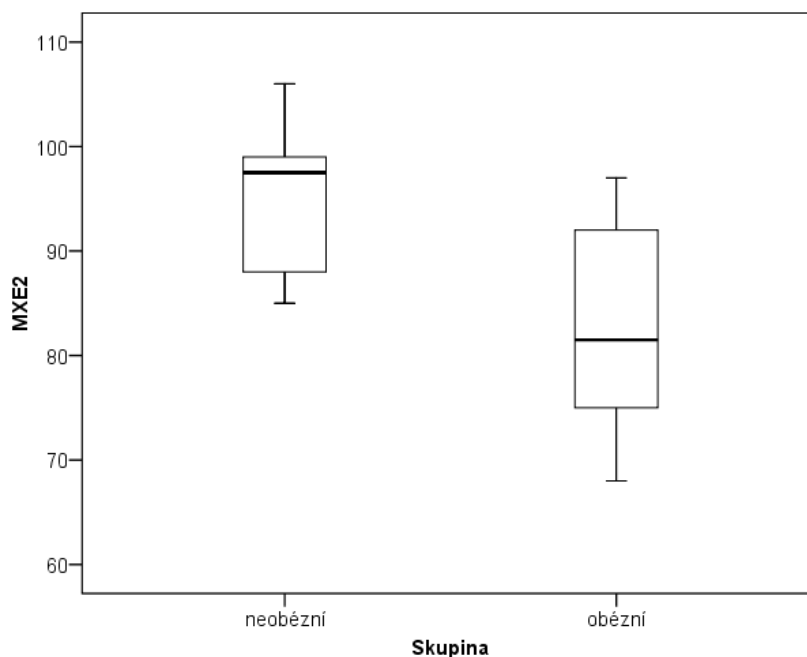
Legenda: MXE – maximální výchylka pro jednotlivé směry přenosu COP, 1 – dopředu, 2 - dopředu doprava, 3 - doprava, 4 – dozadu doprava, 5 – dozadu, 6 – dozadu doleva, 7 – doleva, 8 – dopředu doleva

Komplexní tabulka statistického zpracování viz příloha 10 (s. 94).

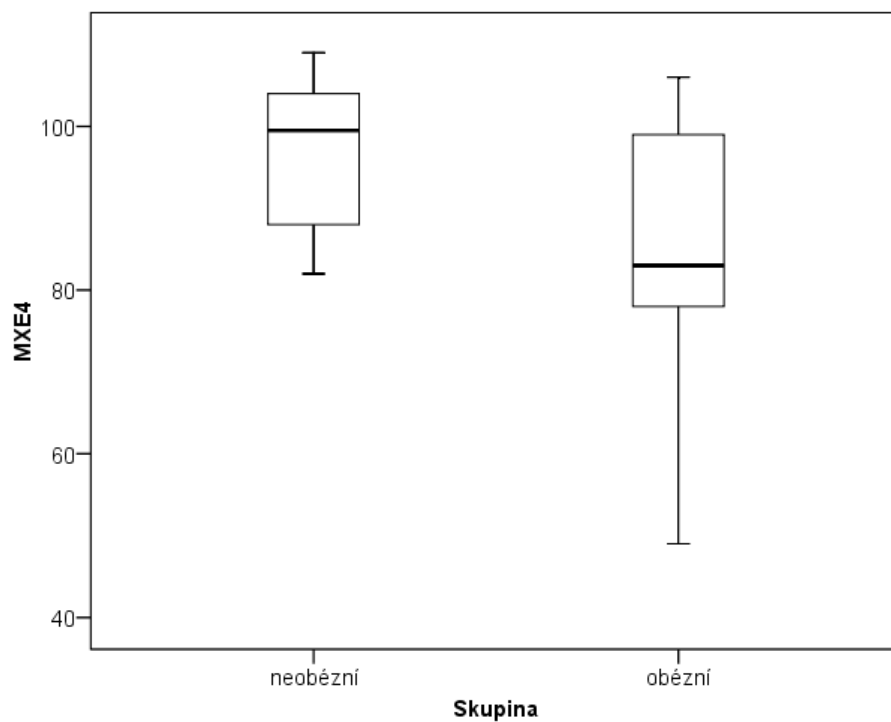
Mann-Whitney U-testy byly prokázány statisticky významné nižší hodnoty parametru Maximum Excursion ve směrech 2, 4, 6, 7 a 8 u obézních probandů.

Hypotézu H₀₁₄: „Neexistují rozdíly v parametru Maximum Excursion mezi obézními a neobézními ženami,“ **zamítáme.**

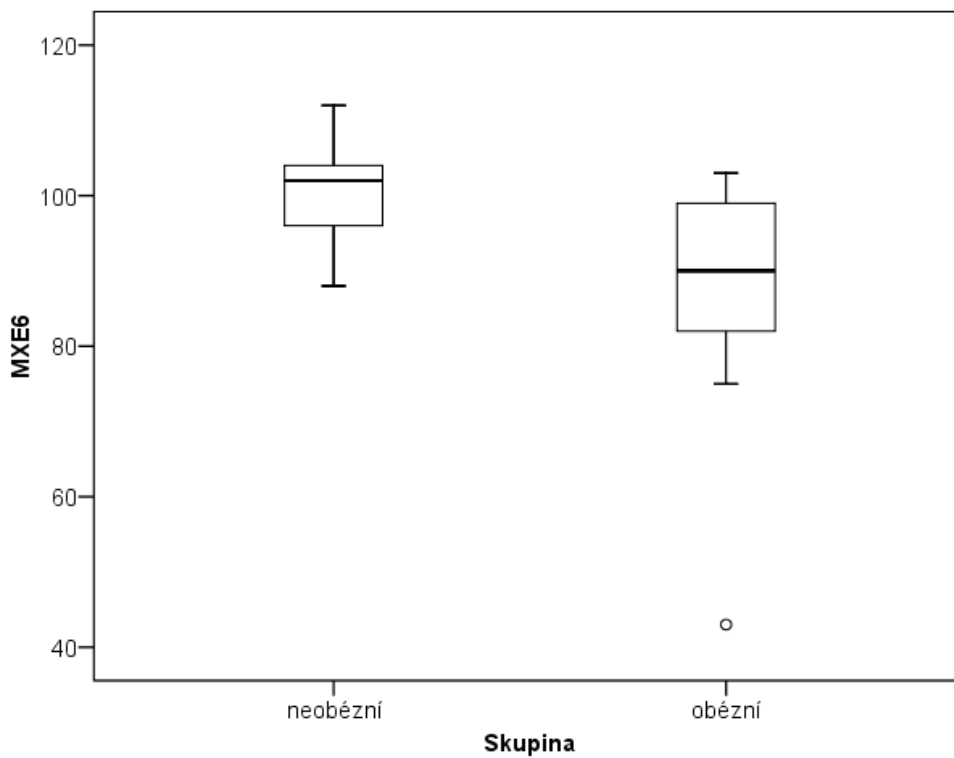
Graf 19 Box graf pro směr dopředu doprava (2) parametru MXE testu LOS



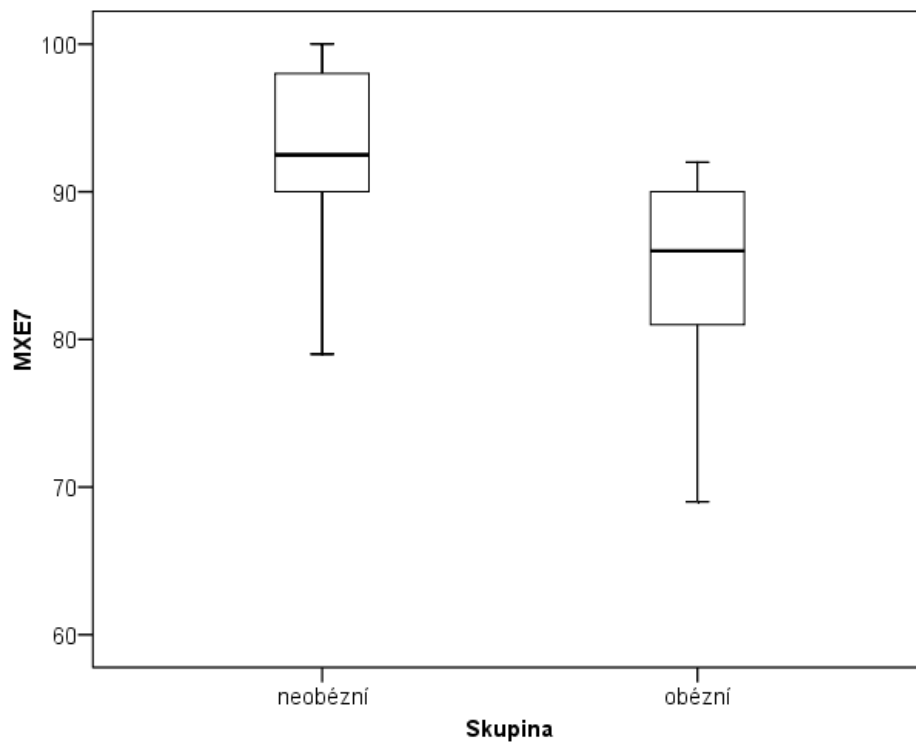
Graf 20 Box graf pro směr dozadu doprava (4) parametru MXE testu LOS



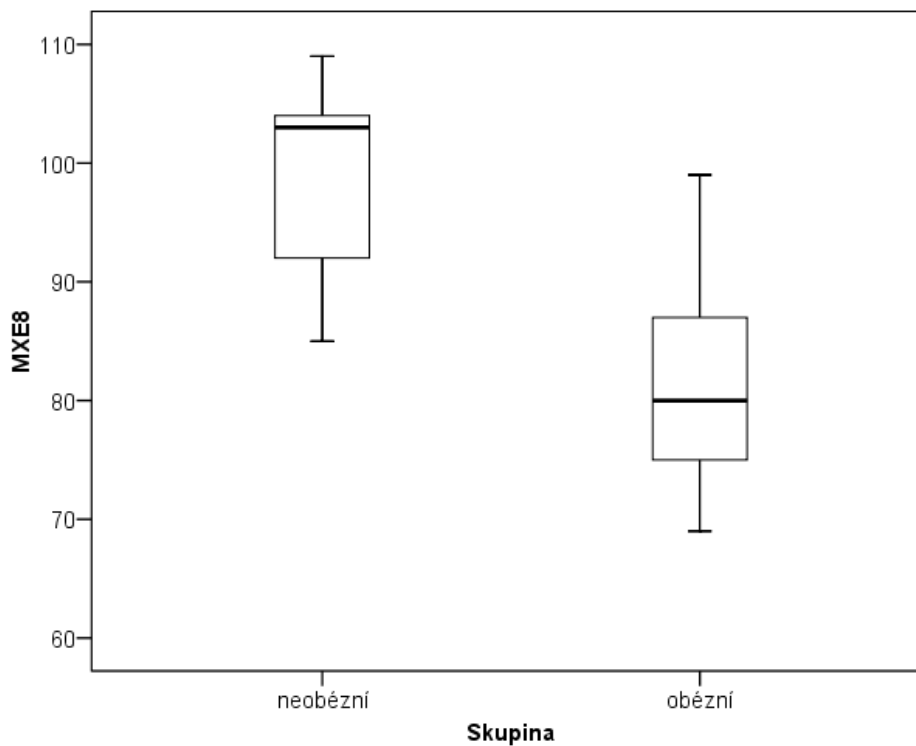
Graf 21 Box graf pro směr dozadu doleva (6) parametru MXE testu LOS



Graf 22 Box graf pro směr doleva (7) parametru MXE testu LOS



Graf 23 Box graf pro směr dopředu doleva (8) parametru MXE testu LOS



9 DISKUSE

9.1 Diskuse k výběru skupiny probandů

Pro experiment diplomové práce byly vybrány mladé ženy, které tvořily velmi homogenní věkovou skupinu. U mladých žen jsou jistá specifika tvaru postavy a typu tukové tkáně. Ačkoliv všechny ženy, které byly zařazeny do skupiny experimentální, splňovaly kritéria, která poukazují na lokalizaci tukové tkáně centrálně v oblasti břicha, většina z nich měla obezitu gynoidního typu. Jednalo se tedy o mladé ženy, u kterých se objevovalo velké množství tukové tkáně jak v oblasti břicha, tak i v oblasti boků a hýždí.

Z experimentu bylo vyřazeno pět žen, které měly věk nad 26 let. U těchto žen mohly být výsledky zkresleny díky předchozím těhotenstvím, hormonálním změnám spojených s věkem či jinému rozložení tukové tkáně.

Šest žen v experimentální skupině by patřilo do skupiny s obezitou I. třídy dle BMI, tři ženy do skupiny s obezitou II. třídy, která již znamená obezitu těžkou, a pouze jedna by byla zařazena dle BMI do obezity III. třídy, která se označuje jako morbidní (viz tabulka 1, s. 23).

Hodnotu obvodu pasu měli všichni probandi experimentální skupiny nejméně 103 cm, což znamená o 15 cm více, než je potřebné k zařazení do skupiny s obezitou. Nejvyšší hodnota obvodu pasu byla u dvou žen 117 cm a to je téměř o 30 cm více, než byla hranice pro experimentální skupinu. Parametry jako je BMI a obvod pasu mohly významně ovlivnit výsledky.

Studie Cruz-Goméz et al. (2011, p. 213) se zabývala nadváhou a obezitou napříč věkovým spektrem. V této studii bylo měřeno 90 mužů a 90 žen ve věkovém rozmezí od 12 do 67 let. Skupiny mužů a žen byly věkově vyrovnány, ale u žen se častěji objevovala obezita.

Studie Camões et al. (2011, p. 812) měla při zkoumání vlivu pohybové aktivity a diety na výskyt celkové obezity a obezity abdominálního typu pro zařazení do experimentální skupiny obézních kritéria dosažení hodnoty BMI nad 30 kg/m² a obvod pasu u žen nad 88 cm a mužů nad 102 cm.

Gravante et al. (2003, p. 781) porovnávali ve vzpřímeném stoji dvě skupiny mladých lidí, průměrná hodnota věku byla 23 let. Měřeno bylo 38 obézních osob, 23 žen a 15 mužů. Jejich výsledky byly porovnávány s kontrolní skupinou, která zahrnovala 34 osob normální tělesné konstituce, 18 žen a 16 mužů. I kritéria pro zařazení do skupiny obézních byla velice podobná, BMI nad 30 kg/m² a výpočet WHR.

Błaszczuk et al. (2009, p. 1296) provedli měření na velkém vzorku žen ve věkovém rozmezí od 18 do 53 let. Studie se zúčastnilo 42 žen s obezitou I. třídy dle BMI, 29 žen s obezitou II. třídy, 30 žen s obezitou III. třídy (viz tabulka 1, s. 23). Výsledky byly porovnávány s kontrolní skupinou 33 žen stejného věku. Pro účast měření byla zvolena stejná anamnestická kritéria jako v experimentu diplomové práce. Pro rozlišení jednotlivých skupin byl také volen výpočet BMI a hodnota obvodu pasu.

Ve studii zaměřující se na porovnání morbidně obézních a štíhlých žen a mužů naměřili 20 probandů, v každé skupině pět. Věkový průměr byl 30 let a tělesná konstituce byla obdobně hodnocena dle BMI, obvodu pasu a WHR (Singh et al., 2009, pp. 978, 981).

Limitací pro výsledky diplomové práce byl malý vzorek probandů. Výhodou práce byla homogenní věková experimentální a k tomu odpovídající kontrolní skupina. Při shánění probandů pro diplomovou práci nebylo snadné získat vhodné probandy pro měření. Jistě by bylo zajímavé, pokud by bylo možné porovnat výsledky nejen mezi skupinami stejného věku, ale rozšířit práci o porovnání obézní skupiny jak s kontrolní skupinou, tak i se skupinou starších obézních žen.

Nevýhodou práce je nemožnost měřit tělesnou konstituci jinými způsoby než antropometrickými metodami. Zajisté by hodnocení dle výsledků bioelektrické impedance bylo mnohem přesnější. Bohužel takové měření je nákladné. I tak se spojením antropometrických metod dá určit množství tukové tkáně (Chan et al, 2003, pp. 442, 445; Ko et al., 1997, pp. 999, 1000; Visscher et al, 2001, pp. 1733, 1734).

9.2 Diskuze k metodice výzkumu

Pro experiment byla vybrána poloha vzpřímeného stoje při různých testovacích situacích za pomoci počítačové posturografie. Vzpřímený stoj byl testován ve studiích Cruz-Goméz et al. (2011), Gravante et al. (2003), Fabris et al. (2006). Błaszczyk et al. (2009, pp. 1296-1297) využívali ke svému výzkumu silovou plošinu Kistler a zkoumali klidný stoj s otevřenými a zavřenými očima, schopnost přenášet těžiště směrem dopředu a udržet pozici po deset sekund. I přesun těžiště dopředu se testoval s otevřenými a zavřenými očima. Každý test byl opakován třikrát.

Singh et al. (2009, p. 978) zvolili pro hodnocení posturální stability morbidně obézních lidí klidný vzpřímený stoj po dobu jedné hodiny na silové desce. Toto měření ale nezvládl žádný z morbidně obézních probandů a pouze šest neobézních probandů měření dokončilo. Hodnoceno tedy bylo jen prvních dvacet minut testování. Pro změření schopnosti přenosu těžiště směrem dopředu byl vybrán test funkčního dosahu, kdy měřili polohu elevované horní končetiny v 90° ve vzpřímeném stoji a maximální dosah paží směrem dopředu při stejné opěrné bázi.

Měření experimentu diplomové práce trvalo asi 30 minut. Ačkoliv probandi byli seznámeni s možností ukončit či přerušit měření, i tak se mohla u některých objevit únava z dlouhého vzpřímeného stoje. Únava mohla negativně ovlivnit výsledky.

Limitací pro výsledky diplomové práce bylo měření pouze statické polohy. Pro další zkoumání by bylo zajímavé zapojit do metodiky i některé dynamické testy např. z modulu Balance Master System. Vedle statických testů do své studie zařadili i dynamické testy např. Hergenroeder et al. (2011, pp. 1225, 1226), Kim, So (2013, pp. 156-158).

9.3 Diskuze k vědecké otázce č. 1

První vědecká otázka se zabývala rozdíly mezi obézními a neobézními ženami ve třech vybraných situacích SOT. Pro porovnání byly vybrány parametry Equilibrium a Strategy.

SOT testuje schopnost adaptace na vyřazení některého ze sensorických systémů, které jsou důležité pro udržení posturální stability v bipedním stoji. Otázkou tedy je, zda je tato schopnost adaptace jiná u obézních mladých žen a u žen s normální tělesnou konstitucí.

První hodnocenou situací byl stoj s otevřenýma očima na pohybující se plošině. V parametru Equilibrium bylo staticky významně prokázáno, že obézní probandi měli výrazně větší problém ve stabilizaci stoje při alteraci somatosenzorického systému. I u druhého testovaného parametru byly výsledky jednoznačné. Obézní osoby mnohem více ke stabilizaci používaly kyčelní strategie, kdežto osoby s normální tělesnou konstitucí stabilitu udržely převážně za pomoci kotníkové strategie.

Při stoji se zavřenýma očima na pohybující se plošině již výsledky tak jednoznačné nebyly. V parametru Equilibrium sice byly statisticky významné rozdíly mezi obézními a neobézními probandy, ale v parametru Strategy statisticky významný rozdíl nebyl. Ačkoliv rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou byl téměř na hranici statistické významnosti. Znamená to tedy, že při alteraci jak somatosenzorického, tak i vizuálního systému jsou více stabilní neobézní.

V poslední hodnocené situaci při stoji s otevřenýma očima, kdy se pohybovala kabina i plošina se experimentální a kontrolní skupina lišila v obou parametrech. Tyto výsledky ukázaly, že při omezení vjemů ze somatosenzorického a vestibulárního systému jsou významně stabilnější neobézní jedinci. Pro zajištění stability obézní mnohem více využívají kyčelní strategie než neobézní.

Studie Cruz-Goméz et al. (2011, p. 213) zkoumala rozdíly v posturálních výchylkách během vzpřímeného stoje mezi ženami a muži různých tělesných konstitucí. Testovány byly čtyři situace. První byl stoj na silové plošině s otevřenýma očima, následoval stoj na silové plošině se zavřenýma očima. Další situací byl stoj na pěnové podložce vysoké 5 cm. První byl opět testován stoj s otevřenýma očima a poté se zavřenýma očima. Každá situace byla testována po 25,6 s, během kterých měli probandi stát klidně, vzpřímeně, s horními končetinami podél těla. Hodnocenými parametry byly velikost výchylek, oblast výchylek, velikost výchylek v závislosti na oblasti výchylek, rychlost posunu COP v závislosti na předozadní nebo laterolaterální pozici.

V této studii bylo prokázáno, že obézní mají ve stoji na tvrdé podložce statisticky významně větší velikost a oblast výchylek než neobézní nebo jedinci s nadváhou.

Zavření očí způsobilo větší výchylky u obézních. Na měkkém povrchu se ukázaly rozdíly mezi skupinami různých tělesných konstitucí ve vazbě na vizuální složku. Větší oblast výchylek byla prokázána u osob s nadváhou oproti osobám s normální tělesnou konstitucí (Cruz-Goméz et al., 2011, p. 213-214). Rozdíly v rychlosti pohybu a velikosti výchylek COP potvrdila studie porovávající vliv pohlaví a obezity na posturální stabilitu. Zatímco mezi ženami a muži nebyly rozdíly, statisticky významné rozdíly byly nalezeny mezi skupinami obézních a zdravých jedinců (Menegoni et al., 2009, p. 1953).

Tyto výsledky ovšem vyvrací studie Błaszczyk et al. (2009, pp. 1297-1298), kde se při porovnání žen s různým stupněm obezity s kontrolní skupinou žen štíhlých v klidném bipedálním stoji neprokázalo zvýšení posturálních výchylek u obézních. Naopak byl trend opačný a s navyšujícím se stupněm obezity se posturální výchylky zmenšovaly, což by ukazovalo na větší stabilitu obézních v klidném stoji. Tento trend byl pozorován bez závislosti na vizuální kontrole.

Toto ovšem neplatí dle studie Singh et al. (2009, pp. 981-982), která měřila dlouhodobý vzpřímený stoj. Prvotním záměrem bylo hodnotit posturální výchylky během hodinového stoje, ale vzhledem k přerušení měření ze strany většiny probandů se hodnotilo pouze prvních dvacet minut. V těchto dvaceti minutách ale byly naměřeny výrazně vyšší posturální výchylky morbidně obézních v porovnání se skupinou neobézních. Větší výchylky COP během klidného vzpřímeného stoje prokázala i studie, která byla měřena na silové plošině a porovnávala posturální stabilitu obézních a neobézních s otevřenými a zavřenými očima po dobu jedné minuty (Menegoni et al, 2011, p. 3).

Ve studii Gravante et al. (2003, p. 781-782) se ale taktéž neprokázal posun COP v klidném bipedálním stoji na baropodometrické plošině při porovnání mladých obézních žen a mužů s kontrolní skupinou stejně starých zdravých jedinců. V této studii ale bylo potvrzeno, že u obézních žen i mužů se objevuje větší kontaktní plocha na noze.

Stejné výsledky jako Gravante et al. potvrdili ve své studii i Fabris et al. (2006, p. 1576). Při měření žen středního věku na baropodometrické plošině se porovnáním výsledků obézní skupiny, skupiny s nadváhou a skupiny s normální tělesnou konstitucí neprokázal posun COP v klidném stoji, ačkoliv byla rozšířená zóna zatížení nohy.

Názory na výchylky COP během klidného vzpřímeného stoje se tedy liší. Nedá se ani s určitostí říci, zda má na posturální výchylky u obézních vliv vizuální kontrola. Vzhledem k tomu, že v některých studiích se zvažuje vliv porušených mechanoreceptorů na noze a tedy nedostatečných informací přicházejících ze somatosenzorického aparátu, byl z toho důvodu somatosenzorický aparát v hodnocených situacích SOT vyřazen. (Dietz, Duysens, 2000, p. 102; Nurse, Nigg, 2001, p. 720; Fabris et al. in Del Porto, 2012, p. 309). Předpokladem bylo, že obézní se více spoléhají na jiné systémy a tudíž by měli být lepší nebo alespoň srovnatelní s neobézními, protože teoreticky by na nedostatečnou aferenci ze somatosenzorického aparátu měli být zvyklí (Deshpande, Pata in Menegoni et al., 2011, p. 2). Tato domněnka se ovšem nepotvrdila. Naopak se obézní skupina projevovala ve všech hodnocených situacích jako horší. Z toho vyplývá, že se obézní spoléhají i na informace ze somatosenzorického aparátu a jeho alterace jim ve velké míře zhorší posturální stabilitu.

Využitím kotníkové strategie se zabývala studie Matrangoly a Madigana (2009, p. 587), která posuzovala schopnost obézních a neobézních jedinců vyrovnávat posturální výchylky pomocí kotníkové strategie. Výsledkem bylo, že obézní jedinci používají mnohem méně kotníkovou strategii v porovnání s neobézními jedinci. Tato studie potvrdila výsledky z experimentu diplomové práce.

9.4 Diskuse k vědecké otázce č. 2

Ve druhé vědecké otázce se řešil problém, zda obézní reagují na vnější podnět stejně rychle jako neobézní. Testovány byly translace plošiny dopředu a dozadu ve třech velikostech, malé, střední a velké.

Nejprve byly vyhodnoceny podtrhy dozadu, u kterých ani jeden výsledek nevyšel statisticky významný, ani se k hladině významnosti neblížil. Z toho vyplývá, že při podtržích dozadu reagovaly obézní i neobézní ženy s velmi podobnou latencí reakce.

U translací plošiny dopředu vyšel jediný výsledek statisticky významný a to u translace nejmenší velikosti, která je definována jako podprahová. U dalších dvou velikostí se reakce na podnět nelišila.

Základní myšlenkou tohoto testování bylo dokázat, že reakce na vnější podnět ve formě translace plošiny vyvolá u obézních pomalejší reakce než u neobézních. Tuto domněnku potvrzuje v review Forhan a Gills (2013, p. 133), kde uvádí spojitost mezi obezitou a nedostatečným plánováním pohybu a zhoršenou adaptací na nečekané vnější podněty.

Velikost translace je ale u posturografu vypočítávána k tělesné výšce a neuvažuje se tělesná hmotnost. Tento faktor může být rozhodující pro výsledky experimentu, protože hmotnost je důležitá pro výpočty sil a tedy má vliv i na setrvačnost.

Důležitým prvkem může být i to, kde je lokalizována tuková tkáň a kam se vychýlí těžiště během translace. Abdominálně uložená tuková tkáň může působit jako více destabilizující prvek než tuková tkáň lokalizovaná v oblasti boků a hýždí.

Výsledky experimentu potvrzuje studie Miller et al. (neuvedeno, nestránkováno), kde nebyla zjištěna korelace mezi BMI a zvětšením vychýlení COP jako reakce na vnější podnět. Ve studii se používalo balistické kyvadlo pro vychýlení těžiště dopředu a následně byla na silové plošině změřena rychlost reakce a vychýlení COP. V těchto dvou parametrech se obézní s neobézními nelišili.

9.5 Diskuse k vědecké otázce č. 3

Třetí vědecká otázka se zabývala počtem pádů při stožení na jedné dolní končetině se zavřenými očima. Jedná se o velmi obtížný posturální úkol. Při porovnání experimentální a kontrolní skupiny se zjistilo, že rozdíly nejsou statisticky významné.

Při samotném testování bylo znáto, že se stojem na jedné dolní končetině se zavřenými očima měly problém téměř všechny měřené ženy. Pouze jeden proband z experimentální skupiny zvládl všechny testovací situace bez pádu. U ostatních z obou porovnávaných skupin došlo vždy alespoň jednou k doteku nestojnou dolní končetinou s plošinou či horní končetinou s kabinou.

Korejská studie zahrnující 10790 žen ve věku 20-82 let porovnávala různé aspekty zdraví mezi ženami s normální tělesnou konstitucí, ženami s nadváhou a ženami s obezitou. Mimo kardiovaskulární rizika se studie zabývala pohybem. Většina z pohybových testů byla dynamických, jako např. vertikální skok, vstávání ze židle a další. Jedním z testů balance byl stoj na jedné dolní končetině s otevřenými

očíma po co nejdelší dobu. Při porovnání žen s normální tělesnou konstitucí a žen s nadváhou, i v porovnání se ženami s obezitou, vyšly rozdíly mezi skupinami statisticky významné. V této studii se tedy prokázalo, že ženy s nadváhou a obezitou zvládnou stoj na jedné dolní končetině výrazně kratší dobu než ženy s normální tělesnou konstitucí (Kim, So, 2013, pp. 156-158).

V jedné ze studií byly měřeny dva posturální úkoly. Prvním byl sed na židli na vyvýšené platformě s kříženými horními končetinami na stehnech a druhým úkolem byl stoj na jedné dolní končetině, kdy si proband mohl stoupnout na svoji preferovanou dolní končetinu. Testování sedu bylo bráno jako kontrolní, kdy není velký nárok na posturální stabilitu a u obézních a neobézních se téměř neliší. Ve stoji na jedné dolní končetině byly však rozdíly signifikantní. Výchyly COP měly u obézních velkou amplitudu a zasahovaly i mimo opěrnou bázi, kdežto u probandů s normální konstitucí byly výchyly menší a omezovaly se pouze na opěrnou bázi (Mignardot et al., 2010, pp. 2, 5, 6).

Pozitivní korelaci mezi stabilitou na jedné dolní končetině a BMI prokázali i ve studii Greve et al. (2007, pp. 717-720), kteří měřili vzorek 40 mužů středního věku. Nebyl prokázán rozdíl ve stabilitě na dominantní a nedominantní končetině, ale statisticky významně byla horší posturální stabilita se zvyšujícím se BMI.

Studie zabývající se pohybovými schopnostmi dětí, která vyšetřovala jemnou a hrubou motoriku, potvrdila, že balanční schopnosti obézních dětí se liší od balančních schopností dětí štíhlých. Při chůzi po čáře, stoji o úzké bázi na kladině a stoji na jedné dolní končetině se prokázala horší posturální stabilita a koordinace obézních dětí. Dá se předpokládat, že bez redukce hmotnosti a rehabilitace zaměřené na zlepšení posturální stability a koordinace problematika snížené stability přechází i do dospělosti (Gentier et al., 2013, pp. 4047, 4049-4050).

Studie tedy nepotvrzují výsledky experimentu diplomové práce. Ovšem většina ze studií se zabývá měřením stoje na jedné dolní končetině s otevřenýma očima. Do dalšího zkoumání by bylo zajímavé zapojit porovnání rychlosti posturálních výchylek a porovnání časů, kdy došlo k pádu u obézních a kdy u neobézních.

9.6 Diskuse k vědecké otázce č. 4

Poslední vědecká otázka se týkala testu LOS a jednotlivé hypotézy se zabývaly různými parametry tohoto testu. Při měření se testovala schopnost přenosu těžiště do různých směrů. U všech probandů byly směry voleny stejným způsobem. Nejprve směry přímé a následně směry diagonální. Tím se zabránilo nepřesnostem v měření, které by mohly ovlivnit výsledky. Například všechny měřené ženy měly jako první testovaný směr dopředu, což mohlo ovlivnit rychlost reakce, rychlost pohybu a další parametry, protože se jednalo o první zkušenost. Další testované směry mohly být lepší, vzhledem k tomu, že probandi už věděli, co mohou očekávat, znali již zahajovací signál, atp.

Prvním hodnoceným parametrem byl parametr Reaction Time, který určuje rychlost reakce. Statisticky významné výsledky byly prokázány ve směru dopředu doprava, doprava, doleva a dopředu doleva. Z toho tedy vyplývá, že reakční čas byl u obézních významně vyšší v přímých směrech do stran a ve spojení směrů dopředu a do strany. Na box grafech u těchto směrů si můžeme povšimnout i velkého rozptylu hodnot u obézních a malého rozptylu hodnot u neobézních. Mezi obézními byly větší rozdíly v reakčních časech, kdežto neobézní ženy reagovaly velice podobně.

V jedné ze studií byla zkoumána reaktivita na zvukový podnět během sedu na vyvýšené platformě a během stoje na jedné dolní končetině. Probandi měli stisknout tlačítko co nejrychleji po zaznění tónu. Tento úkol se testoval současně v obou testovaných pozicích posturálních funkcí. U obézních ve stoji na jedné dolní končetině se reakční čas na stisknutí tlačítka výrazně prodloužil. Zatímco u neobézních jedinců posturální úkol nevyžadoval vyšší kontrolu a reakční čas byl mnohem kratší než u jedinců s obezitou (Mignardot et al., 2010, p. 5, 6).

Druhým parametrem byla rychlost pohybu. V tomto parametru byly statisticky významné rozdíly mezi obézními a neobézními ve směrech dopředu doprava, doprava, dozadu doprava a ve směru doleva. Opět tedy byly rozdíly v přenosu těžiště do stran, kdy u obézních byla významně nižší rychlost pohybu doleva a doprava. Nižší navíc byla rychlost pohybu doprava, kdy se to projevilo ve všech směrech testovaných na pravou dolní končetinu. V box grafech si můžeme povšimnout ve všech směrech, kromě směru dozadu doprava, velkých rozptylů hodnot u neobézních. Některé neobézní ženy se tedy svou rychlostí přibližovaly hodnotám rychlostí žen obézních.

Obézní naopak v žádném ze směrů nedosahovaly takových hodnot rychlosti jako ženy neobézní.

Dalším hodnoceným parametrem byl Endpoint Excursion, který určuje konečnou výchylku. V tomto parametru se obézní ženy statisticky významně lišily od neobézních ve směrech dopředu doprava, dozadu doleva a dopředu doleva. To znamená, že téměř ve všech diagonálních směrech dosahovaly obézní ženy menších vzdáleností při přenosu těžiště než ženy s normální tělesnou konstitucí. Obezita tedy ovlivňuje limity stability zejména v těchto směrech.

V parametru Directional Control se skupiny statisticky významně odlišovaly pouze v posledním testovaném směru, tzn. dopředu doleva. Z těchto výsledků vyplývá, že mladé obézní ženy jsou schopné kontroly směru téměř stejně dobře jako mladé neobézní ženy. Rozdíl mezi hodnotami při přenosu těžiště směrem dopředu doleva mohl být dán tím, že se jednalo o poslední testovaný směr na závěr měření a u obézních mohla nastupovat únava. Ta mohla být dána faktem, že přenosy váhy jsou pro obézní posturálně náročnější než pro neobézní. Může to souviset se sníženou svalovou aktivitou z nedostatku pohybu (Bulbulian, Hargan, 2000, p. 323; Yamakawa et al., 2004, p. 141; Kaplan et al, 2003, p. 1020).

Posledním parametrem testu LOS je Maximum Excursion. Statisticky významně menších maximálních výchylek dosahovaly obézní ve všech směrech diagonálních a ve směru doleva. Přenos těžiště diagonálním směrem může být spojen s většími nároky na koordinaci, kdy je zatížení přenášeno pouze na přední nebo zadní část nohy jedné dolní končetiny. Proto může vyvolávat větší pocit nestability při dosažení maximální výchylky. Omezení maximálních výchylek do diagonálních směrů téměř odpovídá i omezení konečných výchylek.

Z výsledků tedy vyplývá, že ve většině parametrů testu LOS je omezení ve směrech do stran a ve směrech diagonálních. V žádném parametru nevyšly statisticky významné rozdíly mezi obézními a neobézními při přenosu těžiště ve směru přímém předozadním. Předním směrem mohou být dány malé rozdíly mezi skupinami tím, že se jednalo o první testovanou situaci, a proto mohlo dojít k jistým nepřesnostem měření, vzhledem k prvotní nejistotě.

Błaszczuk et al. (2009, p. 1297-1298) ve své studii testovali maximální vychýlení těžiště směrem dopředu. Při porovnání žen s různým stupněm obezity a žen s normální tělesnou konstitucí se ve výsledcích ukázalo, že omezení přenosu těžiště

směrem dopředu se objevuje až u III. stupně obezity dle BMI (viz tabulka 1, s. 23). Tento deficit se ještě více prokázal v testování vychýlení těžiště směrem dopředu se zavřenými očima. Výsledek této studie tedy potvrzuje i výsledky experimentu diplomové práce, vzhledem ke stavbě experimentální skupiny, kdy pouze jeden proband by patřil do skupiny s obezitou III. třídy dle BMI.

Tento výsledek potvrzuje i studie Singh et al. (2009, p. 981), která měřila funkční dosah směrem dopředu u morbidně obézních a štíhlých jedinců. Rozdíl mezi skupinami byl statisticky významný, jedinci s normální tělesnou konstitucí dosahovali průměrně 40,19 cm a morbidně obézní dosahovaly průměrně pouze 32,25 cm. U morbidně obézních se tedy objevuje omezení přenosu těžiště směrem dopředu.

Hue et al. (2007, p. 33, 36) zkoumali na vzorku 59 mužů různých tělesných konstitucí a věku od 24 do 61 let schopnost vychýlení těžiště předozadním a laterolaterálním směrem. Měření bylo provedeno na silové plošině. Studie se zabývala i vlivem vizuální kontroly. Hodnoceny byly parametry rychlost vychýlení, oblast výchylek, rozsah výchylek do různých směrů. Hodnotily se závislosti jednotlivých parametrů na tělesné konstituci a výsledky vyšly statisticky významné v testovacích situacích s otevřenými očima. Při zavřených očích výsledky nebyly již tak jednoznačné.

Ve studii Colné et al. (2008, p. 166) testovali schopnost vychýlení těžiště u adolescentů. Ve výsledcích vyšlo, že obézní adolescenti nedokázali přesunout těžiště v předozadním směru do takové vzdálenosti jako adolescenti v kontrolní skupině.

Berrigan et al. (2006, pp. 1753-1756) porovnávali výsledky obézních a neobézních jedinců formou vychýlení těžiště a zacílení horní končetinou na daný cíl, který se postupně zmenšoval. Parametry testování byla rychlost provedení pohybu, vychýlení těžiště a celková kontrola pohybu. V této studii vyšlo, že obézní pohyb prováděli pomaleji než neobézní. Kontrola pohybu při dosahování cíle nebyla tak kvalitní jako u osob s normální tělesnou konstitucí. Výchylky pohybu byly u obézních menší jak ve směru dopředu, tak i dozadu.

Vliv obezity na posturální stabilitu ukazuje i studie, která se zabývala posturální stabilitou před a po redukci váhy. Bylo dokázáno, že se posturální stabilita probandů po snížení váhy zlepšila (Teasdale et al., 2007, p. 157).

Z experimentu diplomové práce vyplývá, že obézní mají v určitých situacích horší posturální stabilitu. Zhoršená posturální situace se objevuje zejména při alteraci

senzorických systémů a při volném vychýlení těžiště, hlavně diagonálními směry. Pro praxi fyzioterapeuta dávají tyto výsledky cennou informaci. Při posturálním tréninku obézních by měly být přizpůsobeny podmínky terapie nejen kondici pacientů, ale i jejich tělesné konstituci. Při zařazení balančních pomůcek do terapie se mění vjem ze somatosenzorického systému a tím pádem je tato situace mnohem více posturálně náročná pro obézního pacienta než pro pacienta neobézního. Při tréninku přenosu těžiště můžeme napodobit podmínky testování LOS, kdy po pacientovi chceme volní vychýlení těžiště určitým směrem. Jedná-li se o pacienta obézního, tento úkol pro něho může být posturálně více náročný než pro pacienta neobézního. Proto by se mělo zařazení prvků posturálního tréninku u obézních pacientů zvážit a zařadit je až po zvládnutí jednodušších situací.

ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo posoudit, zda existují rozdíly v posturální stabilitě obézních žen a žen s normální tělesnou konstitucí pomocí testů počítačové posturografie. Do experimentu bylo zařazeno 10 mladých žen, které byly antropometrickými metodami hodnoceny jako obézní a 10 věkově odpovídajících žen jako kontrolní skupina.

Testy byly vybrány tak, aby se ozřejmil vliv sensorických vstupů na stabilitu obézních pomocí testu SOT, dále schopnost reagovat na vnější podněty pomocí testu MCT. Dalším testem jsme se snažili prokázat sníženou posturální stabilitu obézních ve stoji na jedné dolní končetině se zavřenými očima a posledním úkolem bylo změřit schopnost volního vychýlení těžiště v testu LOS.

Ve výsledcích se prokázalo, že se snižuje posturální stabilita obézních při alteraci různých sensorických systémů a pro udržení stability využívají obézní více kyčelní strategie než neobézní. Dále pak se neobjevil téměř žádný rozdíl v reaktibilitě na zevní podnět při translacích plošiny směrem dopředu a dozadu. Při posturálně náročném úkolu stoje na jedné dolní končetině se zavřenými očima se statisticky významně nelišila skupina obézních od neobézních jedinců. Při hodnocení parametrů LOS se rozdíly mezi skupinami ukázaly zejména v diagonálních směrech. Nejmenší rozdíly byly v parametru kontroly směru, největší v parametru maximální výchylky těžiště. Všechny výsledky byly hodnoceny na hladině významnosti $p < 0,05$.

Výsledky experimentu tedy potvrdily, že posturální stabilita obézních je za určitých situací horší než posturální stabilita neobézních. Tento experiment je však zatížen malým počtem probandů a omezenou věkovou skupinou. Do dalšího zkoumání by bylo vhodné zařadit více probandů a porovnat je nejen ve věkově stejných skupinách, ale i v širším věkovém spektru. Dále by bylo zajímavým předmětem sledování zařazení nejen statické polohy jako je vzpřímený stoj, ale i otázka vlivu obezity na dynamickou posturální stabilitu.

LITERATURA A PRAMENY

ANANDACOOMARASAMY, A., CATERSON, I., SAMBROOK, P., FRANSEN M., MARCH L. 2008. The impact of obesity on the musculoskeletal system, *International Journal of Obesity* [online]. 2008, vol. 32, pp. 211-222. [cit. 2014-03-10]. ISSN 1476-5497. Dostupné z: <http://www.nature.com/ijo/journal/v32/n2/pdf/0803715a.pdf>.

ANONYM. [online]. *About BMI for adults*. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult_bmi/index.html.

BERRIGAN, F., SIMONEAU, M., TREMBLAY, A., HUE, O., TEASDALE, N. 2006. Influence of obesity on accurate and rapid arm movement performed from a standing posture, *International Journal of Obesity* [online]. 2006, vol. 30, pp. 1750-1757. [cit. 2014-05-12]. ISSN 1476-5497. Dostupné z: <http://www.nature.com/ijo/journal/v30/n12/pdf/0803342a.pdf>.

BIENERTOVÁ-VAŠKŮ, J. 2009. *Potenciál variability v genech kódujících adipokiny v neurobehaviorálním řízení příjmu potravy u české obézní a neobézní populace: Adipokiny a jejich úloha v patogenezi komplexní formy obezity*. Brno, 2009. Dizertační práce. Masarykova Univerzita Brno, Lékařská fakulta, Ústav patologické fyziologie.

BIRTANE, M., TUNA, H. 2004. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults, *Clinical Biomechanics* [online]. 2004, vol. 19, pp. 1055-1059. [cit. 2014-03-10]. ISSN 0268-0033. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003304001627>.

BŁASZCZYK, J. W., CIEŚLINSKA-ŚWIDER, J., PLEWA, M., ZAHORSKA-MARKIEWICZ, B., MARKIEWICZ, A. 2009. Effects of excessive body weight on postural control, *Journal of Biomechanics* [online]. 2009, vol. 42, pp. 1295-1300. [cit. 2014-05-12]. ISSN 0021-9290. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0021929009001353/1-s2.0-S0021929009001353-main.pdf?_tid=f5e2c782-da27-11e3-acab-00000aacb362&acdnat=1399935271_cb985c748d486cb0869165f7c21b2bf0.

BULBULIAN, R., HARGAN, M. L. 2000. The effect of activity history and current activity on static and dynamic postural balance in older adults, *Physiology & Behavior* [online]. 2000, vol. 70, pp. 319-325. [cit. 2014-03-16]. ISSN 0031-9384. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938400002729>.

CAMÕES, M., OLIVEIRA, A., LOPES, C. 2011. The Role of Physical Activity and Diet on Overall and Central Obesity Incidence, *Journal of Physical Activity and Health* [online]. 2011, vol. 8, pp. 811-819. [cit. 2014-05-07]. ISSN 1543-3080. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=3a75b1e3-e36b-49e3-9b0b-eb94368e2346%40sessionmgr110&vid=2&hid=101>.

CAMPOS, M. A., WANNER, A. 2004. Lung Physiology. In ALVAREZ, A. *Morbid Obesity: Peri-operative management* [online]. 1sted. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. pp. 45-59. [cit. 2012-12-01]. ISBN 1-841-10188-5. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=M7BWXt1P2v8C&pg=PR17&dq=alvarez+morbid+obesity&hl=cs&sa=X&ei=5g29UKTZK8SxtAb4qICwDQ&ved=0CC4Q6AEwAA>.

CAPODAGLIO, P., LAFORTUNA, C., PETRONI, M. L., SALVADORI, A., GONDONI, L., CASTELNUOVO, G., BRUNANI, A. 2013. Rationale for hospital – based rehabilitation in obesity with comorbidities, *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2013, vol. 49, pp. 399-417. [cit. 2014-05-06]. ISSN 1827-1804. Dostupné z: <http://www.minervamedica.it/en/getfreepdf/NCTxp8VWisMfvNSoVqSsY8av1MPR4kMIKd1MjcTEBmCNJRTVCe9oTUAWHTLage%252FKjow89PoGVPWzK473JVlfgA%253D%253D/R33Y2013N03A0399.pdf>.

CIMOLIN, V., VISMARA, L., GALLI, M., ZAINA, F., NEGRINI, S., CAPODAGLIO, P. 2011. Effects of obesity and chronic low back pain on gait, *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation* [online]. 2011, vol. 55, pp. 1-7. [cit. 2012-12-01]. ISSN 1743-0003 Dostupné z: <http://www.jneuroengrehab.com/content/8/1/55>.

COLNÉ, P., FRELUT, M. L., PÉRES, G, THOUMIE, P. 2008. Postural control in obese adolescents assessed by limits of stability and gait initiation, *Gait & Posture* [online]. 2008, vol. 28, pp. 164-169. [cit. 2014-05-12]. ISSN 0966-6362. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S096663620700272X/1-s2.0-S096663620700272X-main.pdf?_tid=ffb745ce-da88-11e3-bca7-00000aacb362&acdnat=1399976949_b6a0a0b93f562b830547567e54418429.

CRUZ-GOMÉZ, N. S., PLASCENCIA, G., VILLANUEVA-PADRÓN, L. A., JÁUREGUI-RENAUD, K. 2011. Influence of Obesity and Gender on the Postural Stability during Upright Stance, *Obesity Facts* [online]. 2011, vol. 4, pp. 212-217. [cit. 2014-05-06]. ISSN 1662-4033. Dostupné z: <http://www.karger.com/Article/Pdf/329408>.

DEL PORTO, H. C., PECHAK, C. M., SMITH, D. R., REED-JONES, R. J. 2012. Biomechanical Effects of Obesity on Balance, *International Journal of Exercise Science* [online]. 2012, vol. 5, pp. 301-320. [cit. 2014-03-17]. ISSN 1939-795X. Dostupné z: <http://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1465&context=ijes>.

DIETZ, V., DUYSSENS, J. 2000. Significance of load receptor input during locomotion: a review, *Gait and Posture* [online]. 2000, vol. 11, pp. 102-110. [cit. 2013-05-26]. ISSN 0966-6362. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636299000521>.

DOWLING, A. M., STEELE, J. R., BAUR, L. A. 2001. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children?, *International Journal of Obesity* [online]. 2001, vol. 25, pp. 845-852. [cit. 2014-03-06]. ISSN 1476-5497. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=bed5dbd8-c643-45ca-a449-544226000a3e%40sessionmgr111&vid=1&hid=125>.

FABRIS, S. M., VALEZI, A. C., FABRIS DE SOUZA, S. A., FAINTUCH, J., CECCONELLO, I., PEDRONI JUNIOR, M. 2006. Computerized Baropodometry In Obese Patients, *Obesity Surgery* [online]. 2006, vol. 16, pp. 1574-1578. [cit. 2014-05-12]. ISSN 0960-8923. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1381/096089206779319293#page-1>.

FORHAN, M., GILL, S. V. 2013. Obesity, functional mobility and quality of life, *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2013, vol. 27, pp. 129-137. [cit. 2014-05-12]. ISSN 1521-690X. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S1521690X13000171/1-s2.0-S1521690X13000171-main.pdf?_tid=b330d06e-da5e-11e3-a5ad-00000aab0f27&acdnat=1399958782_35895287e19ab12a3231756ca9700b20.

GENTIER, I., D'HONDT, E., SHULTZ, S., DEFORCHE, B., AUGUSTIJN, M., HOORNE, S., VERLAECKE, K., BOURDEAUDHUIJ, I., LENOIR, M. 2013. Fine and gross motor skills differ between healthy-weight and obese children, *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2013, vol. 34, pp. 4043-4051. [2014-05-12]. ISSN 0891-4222. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S089142221300382X/1-s2.0-S089142221300382X-main.pdf?_tid=dd76c186-da5d-11e3-9cfe-00000aacb361&acdnat=1399958423_a346ec38acb887ec2021bfba02bfa29e.

GRAVANTE, G., RUSSO, G., POMARA, F., RIDOLA, C. 2003. Comparison of ground reaction forces between obese and control young adults during quiet standing on a baropodometric platform, *Clinical Biomechanics* [online]. 2003, vol. 18, pp. 780-782. [cit. 2013-05-26]. ISSN 0268-0033. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003303001232>.

GREVE, J., ALONSO, A., BORDINI, A. C., CAMANHO, G. L.. 2007. Correlation between Body Mass Index and Postural Balance, *Clinical Science* [online]. 2007, vol. 62, pp. 717-720. [cit. 2012-12-01]. ISSN 1470-8736. Dostupné z: <http://www.scielo.br/pdf/clin/v62n6/08.pdf>.

HAINER, V., aj. 2011. *Základy klinické obezitologie*, 2. přeprac. a dopl. vydání. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3252-7.

HERGENROEDER, A. L., WERT, D. M., HILE, E. S., STUDENSKI, S. A., BRACH, J. S. 2011. Association of Body Mass Index With Self-Report and Performance-Based Measures of Balance and Mobility, *Physical Therapy* [online]. 2011, vol. 91, pp. 1223-1234. [cit. 2014-05-12]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: <http://www.phyther.org/content/91/8/1223.full.pdf+html>.

HILLS, A. P., HENNIG, E. M., BYRNE, M. N., STEELE, J. R. 2002. The biomechanics of adiposity – structural and functional limitations of obesity and implications for movement, *Obesity Reviews* [online]. 2002, vol. 3, pp. 35-43. [cit. 2014-03-10]. ISSN 1467-789X. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1467-789X.2002.00054.x/pdf>.

HILLS, A. P., HENNIG, E. M., McDONALD, M., BAR-OR, O. 2001. Plantar pressure differences between obese and nonobese adults: a biomechanics analysis, *International Journal of Obesity* [online]. 2001, vol. 25, pp. 1674-1679. [cit. 2014-03-06]. ISSN 1476-5497. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=450eb1e9-4ec9-42ba-8a9a-18923290de8c%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4214>.

HUE, O., SIMONEAU, M., MARCOTTE, J., BERRIGAN, F., DORE, J., MARCEAU, P., MARCEAU, S., TREMBLAY, A., TEASDALE, N. 2007. Body weight is a strong predictor of postural stability, *Gait & Posture* [online]. 2007, vol. 26, pp. 32-38. [cit. 2014-04-09]. ISSN 0966-6362. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0966636206001470/1-s2.0-S0966636206001470-main.pdf?_tid=50bd4474-c01b-11e3-b861-00000aab0f6c&acdnat=1397071110_b866b73c0defd0e807c839b8d06c01de.

CHAN, D. C., WATTS, G. F., BARRETT, P. H. R., BURKE, V. 2003. Waist circumference, waist – to – hip ratio and body mass index as predictors of adipose tissue compartments in men, *QJM: An International Journal of Medicine* [online]. 2003, 96, 441 – 447. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://qjmed.oxfordjournals.org/content/96/6/441.short>.

CHAPUNOFF, E. 2010. *Morbid Obesity: Will You Allow to Kill You?* [online]. 2010. [cit. 2012-12-01]. ISBN 978-1-4415-6080-3. Dostupné z: http://www.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=u67F2XZ50yUC&oi=fnd&pg=PP2&dq=chapunoff+low+back+pain&ots=3zdVSwLRMh&sig=WXerPUZHOCsIlgFrJO91klXUkhCQ&redir_esc=y#v=onepage&q=chapunoff%20low%20back%20pain&f=false.

KAŇKOVÁ, K. 2005. *Poruchy metabolismu a výživy, Vybrané kapitoly z patologické fyziologie*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2005. ISBN 80-210-3670-2.

KAPLAN M. S., HUGUET N., NEWSOM J. T., McFARLAND B. H., LINDSAY J. 2003. Prevalence and Correlates of Overweight and Obesity Among Older Adults: Findings From the Canadian National Population Health Survey, *Journal of Gerontology: Medical Sciences* [online]. 2003, vol. 58, pp. 1018-1030. [cit. 2013-05-26]. ISSN 1758-535X. Dostupné z: <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/58/11/M1018.short>.

KEJONEN P., KAURANEN K., VANHARANTA H. 2003. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2003, vol. 84, pp. 17-22. [cit. 2013-05-26]. ISSN 0003-9993. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999302048761>.

KIM, J. H., SO, W-Y. 2013. Associations between overweight/obesity and physical fitness variables in Korean women, *Central European Journal of Public Health* [online]. 2013, vol. 21, pp. 155-159. [cit. 2014-05-06]. ISSN 1803-1048. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=4587acf4-2792-406c-9941-8d7ab3581962%40sessionmgr4002&vid=2&hid=4205>.

KO, G. T. C., CHAN, J. C. N., WOO, J., LAU, E., YEUNG, V.T.F., CHOW, C-C., WAI, H. P. S., LI, J. K. Y., SO, W-Y., COCKRAM, C. S. 1997. Simple anthropometric indexes and cardiovascular risk factors in Chinese, *International Journal of Obesity* [online]. 1997 21, 995 – 1001. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://www.nature.com/ijo/journal/v21/n11/pdf/0800508a.pdf>.

KOKAISL, P. *Základy antropologie* [online]. 2007. Praha: Provozně ekonomická fakulta České zemědělské univerzity v Praze, 2007. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=QCNzyl9K5ckC&printsec=frontcover&dq=KOKAISL&hl=cs&sa=X&ei=faSFT8qUO8vDswaKntnABg&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=KOKAISL&f=false>.

KOLÁŘOVÁ, B. 2012. *Přístrojové vyšetřovací metody k hodnocení pohybu v klinické praxi*. 1. vydání. Olomouc: EZ Centrum, 2012. ISBN 978-80-260-1645-8.

LANGMEIER, M. 2009. *Základy lékařské fyziologie*. 1. vydání. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2526-0.

LEMENTOWSKI, P., ZELICOF, S. 2008. Obesity and Osteoarthritis, *The American Journal of Orthopedics* [online]. 2008, vol. 37, pp. 148-151. [cit. 2014-03-10]. ISSN 0065-9002. Dostupné z:

http://www.obgynnews.com/fileadmin/qhi_archive/ArticlePDF/AJO/037030148.pdf.

LOURENÇO, R. V. 1969. Diaphragm Activity in Obesity, *The Journal of Clinical Investigation* [online]. 1969, vol. 48, pp. 1609-1614. [cit. 2012-12-01]. ISSN 00219738. Dostupné z:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC535732/pdf/jcinvest00215-0037.pdf>.

MATRANGOLA, S. L., MADIGAN, M. L. 2011. The effects of obesity on balance recovery using an ankle strategy, *Human Movement Science* [online]. 2011, vol. 30, pp. 584-595. [cit. 2014-05-12]. ISSN 0167-9457. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0167945711000054/1-s2.0-S0167945711000054-main.pdf?_tid=6808bdf2-da29-11e3-8adb-00000aacb35f&acdnat=1399935892_45ec569bf225f30c9af4641c7c02a222.

MENEGONI, F., GALLI, M., TACCHINI, E., VISMARA, L., CAVIGIOLI, M., CAPODAGLIO, P. 2009. Gender-specific Effect of Obesity on Balance, *Obesity* [online]. 2009, vol. 17, pp. 1951-1956. [cit. 2014-05-12]. ISSN 1930-739X. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/oby.2009.82/pdf>.

MENEGONI, F., TACCHINI, E., BIGONI, M., VISMARA, L., PRIANO, L., GALLI, M., CAPODAGLIO, P. 2011. Mechanisms underlying center of pressure displacements in obese subjects during quiet stance, *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation* [online]. 2011, vol. 8, pp. 1-6. [cit. 2014-04-10]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1743-0003-8-20.pdf>.

MIGNARDOT, J. B., OLIVIER, I., PROMAYON, E., NOUGIER, V. 2010. Obesity Impact on the Attentional Cost for Controlling Posture, *Plos One* [online]. 2010, vol. 5, pp. 1-6. [cit. 2014-05-08]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0014387>.

MILLER, E. M., MADIGAN, M., L., MATRANGOLA, S. L. [online]. *Effects of obesity on balance in response to small postural perturbations* [online]. [cit. 2014-05-08]. Dostupné z: <http://ww.asbweb.org/conferences/2008/abstracts/264.pdf>.

NANTEL, J., MATHIEU, M., PRINCE, F. 2011. Physical Activity and Obesity: Biomechanical and Physiological Key Concepts, *Journal of Obesity* [online]. 2011, vol. 2011, pp. 1-10. [cit. 2012-12-01]. ISSN 2090-0708. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/jobes/2011/650230/abs/>.

NEČAS, E., aj. 2000. *Obecná patofyziologie*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 2000. ISBN 80-246-0051-X.

NeuroCom[®] manuál. 2012. NeuroCom[®] [online]. [cit. 2014-04-28]. Dostupné z: <http://resourcesonbalance.com/neurocom/products/SMARTEquiTest.aspx>.

NURSE, M. A., NIGG, B. M. 2001. The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity, *Clinical Biomechanics* [online]. 2001, vol. 16, pp. 719-727. [cit. 2013-05-26]. ISSN 0268-0033. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003301000900>.

PODĚBRADSKÁ, R. 2011. Pohybová intervence jako součást léčení nadváhy a obezity. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně. 2011, č. 2, ss. 50 – 58. ISSN 1211-2658.

POTTIE, P., PRESLE, N., TERLAIN, B., NETTER, P., MAINARD, D., BERENBAUM, F. 2006. Obesity and osteoarthritis: more komplex than predicted!, *Annals of the Rheumatic Diseases* [online]. 2006, vol. 65, pp. 1403-1405. [cit. 2014-03-10]. ISSN 1468-2060. Dostupné z: <http://ard.bmj.com/content/65/11/1403.full.pdf+html>.

POWELL, A., TEICHTAHL, A. J., WLUKA, A. E., CICUTTINI, F. M. 2005. Obesity: a preventable risk factor for large joint osteoarthritis which may act through biomechanics factors, *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2005, vol. 39, pp. 4-5. [cit. 2014-03-10]. ISSN 1473-0480. Dostupné z: <http://bjSPORTmed.com/content/39/1/4.full.pdf+html>.

PRENTICE, A. M., JEBB, S. A. 2001. Beyond body mass index, *Obesity Reviews* [online]. 2001, vol. 2, pp. 141-147. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1467->

789x.2001.00031.x/abstract?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=.

ROKYTA, R., MAREŠOVÁ, D., TURKOVÁ, Z. 2002. *Somatologie I*. 1. vydání. Praha: Eurolex Bohemia, 2002. ISBN 80-86432-30-0.

ROTHMAN, K. J. 2008. BMI – related errors in the measurement of obesity, *International Journal of Obesity* [online]. 2008, vol. 32, pp. 56 – 59. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://www.nature.com/ijo/journal/v32/n3s/full/ijo200887a.html>.

RUSSELL, E., HAMILL, J. 2010. *Knee OA and Obesity: A cyclical clinical challenge*. 2010 [online]. [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://lowerextremityreview.com/article/knee-oa-in-obese-patients-a-cyclical-clinical-challenge>.

SINGH, D., PARK, W., LEVY, M. S., JUNG, E. S. 2009. The effects of obesity and standing time on postural sway during quiet standing, *Ergonomics* [online]. 2009, vol. 52, pp. 977-986. [cit. 2014-05-12]. ISSN 1366-5847. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00140130902777636>.

SHIRI, R., KARPPINEN, J., LEINO-ARJAS, P., SOLOVIEVA, S., VIKARI-JUNTURA, E. 2010. The Association Between Obesity and Low Back Pain: A Meta-Analysis, *American Journals of Epidemiology* [online]. 2010, vol. 171, pp. 135-154. [cit. 2014-03-11]. ISSN 1476-6256. Dostupné z: <http://aje.oxfordjournals.org>.

STADLER, D. L., McEVOY, R. D., BRADLEY, J., PAUL, D., CATCHESIDE, P. G. 2010. Changes in lung volume and diaphragm muscle activity at sleep onset in obese obstructive sleep apnea patients vs. healthy-weight controls, *Journal of Applied Physiology* [online]. 2010, vol. 109, pp. 1027-1036. [cit. 2014-03-12]. ISSN 1522-1601. Dostupné z: <http://www.jappp.org/content/109/4/1027.full.pdf+html>.

SVAČINA, Š. 2000. *Obezita a diabetes*. 1. vydání. Olomouc: Maxdorf, 2000. ISBN 80-85800-43-8.

SVAČINA, Š. 2002. *Obezita a psychofarmaka*. 1. vydání. Praha: Triton, 2002. ISBN 80-7254-253-2.

ŠPINAR, J., aj. 2008. *Propedeutika a vyšetřovací metody vnitřních nemocí* [online]. Praha: Grada, 2008. [cit. 2014-03-16]. ISBN 978-80-247-1749-4. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=Ia7TaTxIeScC&pg=PA142&dq=%C5%A1pinar+2008+CT+MRI&hl=cs&sa=X&ei=rK6FT_aQG8a90QWQ-qHZBw&sqi=2&ved=0CDgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false.

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* [online]. 2007, vol. 31, pp. 153-160. ISSN 1476-5497. Dostupné z: <http://www.nature.com/ijo/journal/v31/n1/pdf/0803360a.pdf>.

TRIPATHI, P., MALIK, JK, JOSHI S. 2013. Role of Obesity in Low Back Pain related Disability in Female Adults, *International Journal of Physiotherapy and Research* [online]. 2013, vol. 3, pp. 93-98. [cit. 2014-03-10]. ISSN 2321-1822. Dostupné z: http://www.ijmhr.org/ijpr_articles_vol1_03/324.pdf.

TZAMALOUKAS, A. H., MURATA, G. H., VANDERJAGT, D. J. in FERRERA, L. A. 2005. *Body Mass Index and Health* [online]. New York: Nova Science Publisher, 2005. [cit. 2014-03-16]. ISBN 1-59454-281-3. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=LV8gvxsHnLAC&printsec=frontcover&dq=body+mass+index+and+health&hl=cs&sa=X&ei=r3mST5f2GMyc-wblgtW2BA&ved=0CDgQ6AEwAA#v=onepage&q=body%20mass%20index%20and%20health&f=false>.

VALENTA, M. 2008. *Základy výživy II*. Kurz pro výživové poradce: Praha, 2008.

VISSCHER, T. L. S., SEIDELL, J. C., MOLARIUS, A., van der KUIP, D., HOFMAN, A., WITTEMAN, J. C. M. 2001. A comparison of body mass index, waist – hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study, *International Journal of Obesity* [online]. 2001, vol. 25, pp. 1730–1735. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://www.nature.com/ijo/journal/v25/n11/full/0801787a.html>.

VISMARA, L. MENEGONI, F., ZAINA, F., GALLI, M., NEGRINI, S., CAPOGDALIO, P. 2010. Effect of obesity and low back pain on spinal mobility: a cross sectional study in women, *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation* [online]. 2010, vol. 7., pp. 1-8. [cit. 2012-12-01]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://www.jneuroengrehab.com/content/7/1/3>.

VORVICK, Linda J. [online]. *Body mass index*. Update: 2010-07-23. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/007196.htm>.

WALLACE, C., REIBER, G. E., LeMASTER, J., SMITH, D. G., SULLIVAN, K., HAYES, S., VATH, C. 2002. Incidence of Falls, Risk Factors for Falls, and Fall-Related Fractures in Individuals With Diabetes and a Prior Foot Ulcer, *Diabetes Care* [online]. 2002, vol. 25, pp. 1983-1986. [cit. 2013-05-26]. ISSN 1935-5548. Dostupné z: <http://care.diabetesjournals.org/content/25/11/1983.short>.

WEARING S. C., HENNING E. M., BYRNE N. M., STEELE J. R., HILLS A. P. 2006. The biomechanics of restricted movement in adult obesity, *Obesity Reviews* [online]. 2006, vol. 7, pp. 13-24. [cit. 2013-05-26]. ISSN 1467-789X. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16436099>.

WOLIN, K. Y., PETRELLI, J. M. 2009. *Obesity* [online]. Santa Barbra: Greenwood Publishing Group, 2009. [cit. 2014-03-16]. ISBN 978-0-313-35276-8. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=SLJ0c4a0ez4C&pg=PA97&dq=obesity+body+mass+index+wolin&hl=cs&sa=X&ei=zHuST6qhIoiT-waTyayiBA&ved=0CDwQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>.

YAMAKAWA K., TSAI C. K., HAIG A. J., MINERI J. A., HARRIS M. J. 2004. Relationship between ambulation and obesity in older persons with and without low back pain, *International Journal of Obesity* [online]. 2004, vol. 28, pp. 137-143. [cit. 2013-05-26]. ISSN 1476-5497. Dostupné z: <http://www.nature.com/ijo/journal/v28/n1/abs/0802478a.html>.

SEZNAM ZKRATEK

BMI	Body Mass Index – index tělesné hmotnosti
BOS	Base of Support – báze opory
CNS	centrální nervový systém
COG	Center of Gravity
COM	Center of Mass
COP	Center of Pressure
CT	computer tomography – počítačová tomografie
DCL	Directional Control – kontrola směru
DM	diabetes mellitus
EBM	Evidence Based Medicine – medicína založená na důkazech
EPE	Endpoint Excursion – konečná výchylka
LBP	Low Back Pain
LOS	Limit of Stability
mCTSIB	Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance
MCT	Motor Control Test
MVL	Movement Velocity – rychlost pohybu
MXE	Maximum Excursion – maximální výchylka
NMR	nukleární magnetická rezonance
ROM	Range of Movement – rozsah pohybu
RT	Reaction Time – reakční čas
SOT	Sensory Organization Test
US	Unilateral Stance
VMK	volné mastné kyseliny
WHO	World Health Organization – Světová zdravotnická organizace
WHR	Waist - Hip Ratio – poměr pas/boky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Plantární tlaky během stoje u obézních a neobézních mužů a žen 13

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Hodnocení klasifikace nadváhy a podváhy na základě BMI dle WHO ...	23
Tabulka 2 Hodnocení rizika metabolických komplikací dle měření obvodu pasu	25
Tabulka 3 Klasifikace WHR pro hodnocení typu rozložení tělesného tuku	25
Tabulka 4 Popisná statistika základní údajů probandů a porovnání dvou skupin v základních údajích	38
Tabulka 5 Shrnutí statistického zpracování posledních třech podmínek v parametrech Equilibrium a Strategy testu SOT	39
Tabulka 6 Shrnutí statistického zpracování testu MCT při podtrhu dozadu	42
Tabulka 7 Shrnutí statistického zpracování testu MCT při podtrhu dopředu	43
Tabulka 8 Shrnutí statistického zpracování pro Unilateral Stance	44
Tabulka 9 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Reaction Time testu LOS	45
Tabulka 10 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Movement Velocity testu LOS	47
Tabulka 11 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Endpoint Excursion testu LOS	50
Tabulka 12 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Directional Control testu LOS	52
Tabulka 13 Shrnutí statistického zpracování pro parametr Maximum Excursion testu LOS	53

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1	Box graf statistické významnosti pro 4. podmínku parametru Equilibrium ...	40
Graf 2	Box graf statistické významnosti pro 6. podmínku parametru Equilibrium ...	40
Graf 3	Box graf statistické významnosti pro 4. podmínku parametru Strategy	41
Graf 4	Box graf statistické významnosti pro 5. podmínku parametru Strategy	41
Graf 5	Box graf statistické významnosti pro 6. podmínku parametru Strategy	42
Graf 6	Box graf statistické významnosti pro parametr Latency u MCT	43
Graf 7	Box graf pro směr dopředu doprava (2) parametru RT testu LOS	45
Graf 8	Box graf pro směr doprava (3) parametru RT testu LOS	46
Graf 9	Box graf pro směr doleva (7) parametru RT testu LOS	46
Graf 10	Box graf pro směr dopředu doleva (8) parametru RT testu LOS	47
Graf 11	Box graf pro směr dopředu doprava (2) parametru MVL testu LOS	48
Graf 12	Box graf pro směr doprava (3) parametru MVL testu LOS	48
Graf 13	Box graf pro směr dozadu doprava (4) parametru MVL testu LOS	49
Graf 14	Box graf pro směr doleva (7) parametru MVL testu LOS	49
Graf 15	Box graf pro směr dopředu doprava (2) parametru EPE testu LOS	50
Graf 16	Box graf pro směr dozadu doleva (6) parametru EPE testu LOS	51
Graf 17	Box graf pro směr dopředu doleva (8) parametru EPE testu LOS	51
Graf 18	Box graf pro směr dopředu doleva (8) parametru DCL testu LOS	52
Graf 19	Box graf pro směr dopředu doprava (2) parametru MXE testu LOS	53
Graf 20	Box graf pro směr dozadu doprava (4) parametru MXE testu LOS	54
Graf 21	Box graf pro směr dozadu doleva (6) parametru MXE testu LOS	54
Graf 22	Box graf pro směr doleva (7) parametru MXE testu LOS	55
Graf 23	Box graf pro směr dopředu doleva (8) parametru MXE testu LOS	55

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Informovaný souhlas	85
Příloha 2 Komplexní tabulka statistického zpracování pro SOT	86
Příloha 3 Komplexní tabulka statistického zpracování pro MCT podtrhu dozadu ...	87
Příloha 4 Komplexní tabulka statistického zpracování pro MCT podtrhu dopředu ...	88
Příloha 5 Komplexní tabulka statistického zpracování pro test US	89
Příloha 6 Komplexní tabulka statistického zpracování pro test LOS v parametru Reaction Time	90
Příloha 7 Komplexní tabulka statistického zpracování pro test LOS v parametru Movement Velocity	91
Příloha 8 Komplexní tabulka statistického zpracování pro test LOS v parametru Endpoint Excursion	92
Příloha 9 Komplexní tabulka statistického zpracování pro test LOS v parametru Directional Control	93
Příloha 10 Komplexní tabulka statistického zpracování pro test LOS v parametru Maximum Excursion	94

PŘÍLOHY

Příloha 1 Informovaný souhlas



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Etická komise

Tř. Svobody 8, 771 11 Olomouc

Tel./fax: +420 585 632 858, E-mail: lenka.stloukalova@upol.cz

Informovaný souhlas

pro výzkumný projekt: Diplomová práce: Obezita a její posturální následky
období realizace: březen 2013 – duben 2014
řešitelé projektu: MUDr. Stanislav Horák, Bc. Renata Nalezencová

Vážená paní, vážený pane,

obracím se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném projektu, jehož cílem je zhodnocení posturální kontroly u osob s různou tělesnou konstitucí pomocí přístroje posturografu v kineziologické laboratoři fakultní nemocnice v Olomouci. Tento přístroj obsahuje silovou plošinu s kabinou pro hodnocení různých podmínek stoje. Z účasti na projektu pro Vás nevyplývají žádná známá zdravotní rizika. Během měření na přístroji budete pod neustálým dohledem a v případě jakéhokoliv problému bude experiment okamžitě zastaven. Během měření můžete kdykoliv vyjádřit nesouhlas s jeho průběhem a měření bude ukončeno. Pokud s účastí na projektu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném projektu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na projektu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na projektu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží moje osoba (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: _____
V _____ dne: _____

Jméno, příjmení a podpis účastníka v projektu (zákonného zástupce): _____

V _____ dne: _____

Příloha 2

Komplexní tabulka statistického zpracování pro Sensory Organization Test

	Neobézní (n = 10)					Obézní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
4. podmínka equilibrium	90,0	87,2	92,3	82,3	93,3	80,2	70,5	83,1	65,0	89,7	7,000	0,0011
4. podmínka strategy	92,2	90,3	93,2	88,7	94,0	79,7	73,1	83,8	70,3	88,3	0,000	0,0002
5. podmínka equilibrium	74,8	67,6	81,8	62,3	83,7	67,7	57,7	74,8	49,7	76,7	26,000	0,0694
5. podmínka strategy	84,3	81,3	86,7	77,7	90,7	70,0	63,8	74,3	60,7	84,0	4,500	0,0006
6. podmínka equilibrium	82,5	71,1	87,8	56,7	96,0	57,7	50,8	69,4	45,5	78,3	12,000	0,0041
6. podmínka strategy	85,7	83,7	91,5	79,7	100,0	64,2	58,4	75,6	25,3	80,0	1,000	0,0002

Příloha 3

Komplexní tabulka statistického zpracování pro Motor Control Test podtrhu dozadu

Podtrh dozadu	Neobézni (n = 10)					Obézni (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
Small B (msec)	140	130	141	125	150	142,5	130	153,8	125	165	37	0,312
Medium B (msec)	130	123,8	130	115	135	130	118,8	142,5	110	150	45,5	0,725
Large B (msec)	120	118,8	130	110	130	122,5	110	132,5	100	140	47	0,818

Příloha 4

Komplexní tabulka statistického zpracování pro Motor Control Test podtrhu dopředu

Podtrh dopředu	Neobézní (n = 10)					Obézní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
Small F (msec)	120	117,5	131,3	110	160	147,5	133,8	163,8	120	235	14,5	0,007
Medium F (msec)	130	123,8	135	120	140	137,5	127,5	140	115	195	29,5	0,115
Large F (msec)	117,5	110	126,3	110	135	112,5	108,8	120	100	155	36,5	0,297

Příloha 5

Komplexní tabulka statistického zpracování pro test Unilateral Stance

	Neobézní (n = 10)					Obézní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
Pády při zavřených očích	2,5	1	4,25	1	5	4	1,75	5	0	6	37	0,317

Příloha 6

Komplexní tabulka statistického zpracování pro test Limits of Stability v parametru Reaction Time

LOS - Reaction time	Neoběžní (n = 10)					Oběžní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
RT 1 [s]	0,64	0,46	0,93	0,46	0,93	1,09	0,50	1,24	0,37	1,71	26,500	0,1306
RT 2 [s]	0,46	0,39	0,57	0,39	0,57	0,59	0,53	0,82	0,44	1,09	21,500	0,0311
RT 3 [s]	0,41	0,36	0,48	0,36	0,48	0,57	0,50	0,90	0,43	1,47	10,000	0,0025
RT 4 [s]	0,51	0,42	0,59	0,42	0,59	0,68	0,50	1,09	0,38	1,43	24,500	0,0537
RT 5 [s]	0,43	0,38	0,55	0,38	0,55	0,47	0,41	0,57	0,27	0,65	37,500	0,3440
RT 6 [s]	0,53	0,43	0,61	0,43	0,61	0,57	0,50	1,27	0,30	1,29	35,000	0,2565
RT 7 [s]	0,43	0,40	0,50	0,40	0,50	0,68	0,56	1,17	0,37	1,35	9,000	0,0019
RT 8 [s]	0,47	0,40	0,52	0,40	0,52	0,65	0,54	1,11	0,47	1,38	7,000	0,0011

Příloha 7

Komplexní tabulka statistického zpracování pro test Limits of Stability v parametru Movement Velocity

LOS - Movement Velocity	Neoběžní (n = 10)					Oběžní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
MVL1 [°/s]	4,3	3,1	6,2	1,8	7,5	3,0	2,1	4,6	0,0	7,3	33,000	0,1988
MVL2 [°/s]	8,9	6,0	11,6	5,0	13,9	4,3	2,5	5,5	1,7	8,5	10,000	0,0025
MVL3 [°/s]	8,2	6,0	13,3	3,0	14,1	5,0	3,5	7,0	2,4	9,1	22,500	0,0376
MVL4 [°/s]	5,7	5,0	6,7	4,3	12,3	3,7	3,0	5,6	1,7	5,7	16,500	0,0112
MVL5 [°/s]	4,5	2,9	7,1	1,7	8,9	3,2	2,6	4,5	2,2	5,3	33,500	0,2118
MVL6 [°/s]	5,3	4,4	9,2	3,9	12,6	4,5	3,6	5,8	2,4	7,4	31,000	0,1499
MVL7 [°/s]	10,4	4,8	12,4	3,3	12,9	5,3	3,1	6,0	2,3	10,4	21,000	0,0284
MVL8 [°/s]	7,1	4,5	11,7	2,9	13,1	4,8	3,2	6,0	2,1	8,3	28,500	0,1040

Příloha 8

Komplexní tabulka statistického zpracování pro test Limits of Stability v parametru Endpoint Excursion

LOS - Endpoint Excursion	Neoběžní (n = 10)					Oběžní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
EPE1 [%]	81,0	70,8	87,3	56,0	91,0	79,5	50,8	87,3	0,0	96,0	43,500	0,6227
EPE2 [%]	89,0	83,3	95,8	80,0	106,0	78,5	72,8	86,0	65,0	92,0	17,500	0,0138
EPE3 [%]	84,0	80,8	92,0	79,0	95,0	83,5	74,0	87,5	36,0	93,0	37,500	0,3434
EPE4 [%]	88,5	78,0	99,3	45,0	109,0	75,0	65,8	91,5	31,0	102,0	30,000	0,1300
EPE5 [%]	57,0	51,0	63,0	47,0	75,0	50,5	47,8	73,3	33,0	91,0	42,500	0,5693
EPE6 [%]	97,0	91,5	102,3	67,0	112,0	84,0	79,3	91,0	39,0	96,0	16,000	0,0101
EPE7 [%]	81,0	76,8	96,5	73,0	100,0	83,5	77,3	85,8	65,0	90,0	48,500	0,9095
EPE8 [%]	92,5	87,8	103,0	73,0	109,0	79,0	72,8	84,5	59,0	99,0	18,000	0,0154

Příloha 9

Komplexní tabulka statistického zpracování pro test Limits of Stability v parametru Directional Control

LOS - Directional Control	Neoběžní (n = 10)					Oběžní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
DCL1 [%]	91,0	86,5	94,0	83,0	95,0	93,0	83,3	95,3	0,0	96,0	39,000	0,4035
DCL2 [%]	87,5	82,3	92,3	56,0	94,0	80,5	67,0	86,8	56,0	93,0	28,000	0,0959
DCL3 [%]	89,0	83,8	92,0	81,0	94,0	92,0	88,8	95,0	85,0	95,0	27,000	0,0807
DCL4 [%]	79,0	67,3	80,3	55,0	90,0	75,5	68,8	82,0	62,0	89,0	48,500	0,9096
DCL5 [%]	82,5	67,0	90,3	60,0	93,0	82,0	69,0	87,3	48,0	88,0	47,000	0,8204
DCL6 [%]	67,5	60,0	76,8	49,0	79,0	71,0	63,8	78,3	58,0	82,0	42,000	0,5444
DCL7 [%]	88,0	82,5	91,3	80,0	95,0	93,5	89,0	94,3	80,0	95,0	30,500	0,1378
DCL8 [%]	86,5	78,0	89,3	52,0	93,0	76,0	69,3	82,3	64,0	86,0	23,500	0,0448

Příloha 10

Komplexní tabulka statistického zpracování pro test Limits of Stability v parametru Maximum Excursion

LOS - Maximum Excursion	Neoběžní (n = 10)					Oběžní (n = 10)					U-test	p hodnota
	medián	1. kv.	3. kv.	min	max	medián	1. kv.	3. kv.	min	max		
MXE1 [%]	87,5	83,0	91,0	77,0	94,0	86,5	73,8	91,0	0,0	96,0	40,500	0,4715
MXE2 [%]	97,5	88,0	100,0	85,0	106,0	81,5	73,5	93,0	68,0	97,0	13,500	0,0057
MXE3 [%]	92,0	90,0	95,8	83,0	99,0	85,5	74,8	95,0	69,0	100,0	29,000	0,1119
MXE4 [%]	99,5	87,0	105,0	82,0	109,0	83,0	77,0	100,0	49,0	106,0	23,500	0,0448
MXE5 [%]	70,5	64,0	78,3	56,0	84,0	67,5	54,8	78,0	45,0	91,0	39,000	0,4044
MXE6 [%]	102,0	94,5	104,0	88,0	112,0	90,0	80,3	99,8	43,0	103,0	20,000	0,0230
MXE7 [%]	92,5	89,0	98,3	79,0	100,0	86,0	80,0	90,3	69,0	92,0	19,500	0,0206
MXE8 [%]	103,0	91,3	104,3	85,0	109,0	80,0	74,0	89,0	69,0	99,0	9,500	0,0022