

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD**

**Ústav klinické rehabilitace**

Simona Bočincová

**Pohybové komplikácie obezity**

**Bakalárska práca**

Vedúci práce: MUDr. Stanislav Horák, Ph.D., MBA

Olomouc 2024

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne a použila len uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 8. mája 2024

Simona Bočínková

Ďakujem svojmu vedúcemu práce MUDr. Stanislavovi Horákovi, Ph.D., MBA za ochotu, trpezlivosť, odborné vedenie a usmernenie pri písaní svojej práce. Tiež chcem poďakovať PhDr. Zuzane Svobodovej za jej čas, pomoc a cenné rady ohľadom formálnej stránky práce.

## **ANOTÁCIA**

**Typ záverečnej práce:** Bakalárska práca

**Téma práce:** Pohybové komplikácie obezity

**Názov práce:** Pohybové komplikácie obezity

**Názov práce v AJ:** Obesity-related mobility complications

**Dátum zadania:** 2023-11-30

**Dátum odovzdania:** 2024-05-08

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotníckych vied

Ústav klinickej rehabilitácie

**Autor práce:** Simona Bočincová

**Vedúci práce:** MUDr. Stanislav Horák, Ph.D., MBA

**Oponent práce:** doc. Mgr. Robert Vysoký, Ph.D.

**Abstrakt v SJ:** Obezita je v súčasnosti jedným z najzávažnejších zdravotných problémov, ktorý podmieňuje vznik ďalších sekundárnych komorbidít. Táto práca sa zaoberá pohybovými komplikáciami obezity. Cieľom bakalárskej práce bolo sumarizovať a poukázať na závažnosť a rozsiahle spektrum zdravotných problémov súvisiacich s funkciou pohybu následkom obezity. Pre tvorbu práce bolo použitých celkom 70 zdrojov vrátane českých publikácií a zahraničných odborných článkov a štúdií, ktoré boli vyhľadávané pomocou anglických ekvivalentov kľúčových slov: obesity, musculoskeletal system, posture, gait a respiration v databázach PubMed, EBSCO, Medvik a Google Scholar. Z výsledkov štúdií vyplynulo, že obezita má preukázateľný nežiadúci dopad na aktívnu i pasívnu zložku pohybového aparátu. Okrem toho negatívne vplyva na posturálny a respiračný systém a celkovo limituje pohybové

schopnosti jednotlivca. V prevencii a terapii obezity je nevyhnutné prevziať zodpovednosť jednotlivo aj spoločensky.

**Abstrakt v AJ:** Obesity is currently one of the most serious health issues, leading to the development of further secondary comorbidities. This thesis focuses on the musculoskeletal complications associated with obesity. The aim of the bachelor thesis was to summarize and emphasise the severity and extensive spectrum of health problems related to movement function as a consequence of obesity. A total of 70 sources were used for the creation of the thesis, including Czech publications and foreign expert articles and studies, which were searched using English equivalents of key words: obesity, musculoskeletal system, posture, gait and respiration in databases such as PubMed, EBSCO, Medvik and Google Scholar. The results of the studies showed that obesity has a demonstrable adverse impact on both the active and passive components of the musculoskeletal system. Additionally, it negatively affects the postural and respiratory systems and limits an individual's movement abilities overall. In the prevention and treatment of obesity it is essential to take responsibility individually as well as socially.

**Kľúčové slová v SJ:** obezita, pohybový systém, postúra, chôdza, dýchanie

**Kľúčové slová v AJ:** obesity, musculoskeletal system, posture, gait, respiration

**Rozsah:** 58 strán/5 príloh

## Obsah

Úvod.....	8
1 Obezita.....	10
1.1 Etiopatogenéza.....	10
1.1.1 Faktory prostredia.....	10
1.1.2 Genetické faktory .....	11
1.2 Energetická bilancia .....	11
1.2.1 Energetický príjem .....	11
1.2.2 Energetický výdaj .....	12
1.3 Diagnostika.....	13
1.4 Klasifikácia obezity .....	13
1.5 Komplikácie obezity.....	15
1.5.1 Metabolický syndróm.....	15
1.5.2 Ďalšie zdravotné komplikácie .....	17
1.6 Prevencia a liečba .....	18
2 Dopad obezity na pohybový aparát .....	20
2.1 Podporná zložka .....	20
2.1.1 Patologické zmeny kostí.....	20
2.1.2 Patologické zmeny kĺbov .....	22
2.1.3 Patologické zmeny väzov .....	23
2.1.4 Patologické zmeny šliach .....	24
2.2 Silová zložka .....	24
2.2.1 Patologické zmeny svalov .....	24
2.3 Bolesť pohybového aparátu.....	25
2.3.1 Low back pain .....	26
3 Posturálne zmeny v dôsledku obezity .....	28
3.1 Postura .....	28

3.2	Posturálna motorika.....	29
3.3	Posturálna stabilita.....	30
3.4	Odchýlky chôdze u obéznych.....	31
3.4.1	Parametre chôdze.....	32
3.4.2	Klenba nohy.....	33
4	Vplyv obezity na respiračný systém.....	36
4.1	Patologické zmeny v mechanike dýchania.....	36
4.2	Syndróm obštrukčnej spánkovej apnoe.....	37
4.3	Hypoventilačný syndróm.....	39
4.4	Ďalšie respiračné komplikácie.....	40
	Záver.....	41
	Referenčný zoznam.....	43
	Zoznam skratiek.....	50
	Zoznam tabuliek.....	51
	Zoznam grafov.....	52
	Zoznam príloh.....	53
	Prílohy.....	54

## Úvod

Obezita sa celoplošne stala nežiadúcim trendom dnešnej doby a súčasnej spoločnosti. Zatiaľ čo v minulosti bol jej výskyt menej rozšírený a obezita bola spájaná s bohatstvom a prosperitou, dnes sa čoraz častejšie stáva problémom rozvojových krajín. Nadváha, ochorenie kedysi považované za problém štátov s vysokými príjmami, sa neustále zvyšuje aj v krajinách s nižšími a strednými príjmami. Za posledných 25 rokov došlo k dramatickému nárastu obezity po celom svete, pričom postihuje čoraz viac detí a mladých ľudí. Tento trend nepochybne súvisí s moderným konzumným životným štýlom, ktorý často podporuje nezdravé stravovacie návyky a sedavý spôsob života.

Je nutné pochopiť, že obezita nie je len vizuálnou a estetickou komplikáciou, ale najmä vážnym zdravotným problémom. Aj keď si väčšina ľudí uvedomuje, že obezita so sebou prináša zdravotné riziká, menej známym ale dôležitým faktom zostáva, že jej dopad na zdravie je komplexný. Nadmerná telesná hmotnosť postihuje celý organizmus na viacerých systémových úrovniach, ovplyvňuje celý rad orgánov a tkanív a spôsobuje nielen okamžité komplikácie ale podnecuje vznik ďalších chronických ochorení.

Táto bakalárska práca sa zameriava na patologické zmeny, ochorenia pohybového aparátu a pozmenenú schopnosť motoriky v dôsledku obezity. Cieľom bolo zhrnúť recentné dohľadane poznatky o tejto problematike, bližšie popísať koreláciu medzi obezitou a konkrétnymi patologickými stavmi a poukázať na závažnosť týchto komplikácií.

Bakalárska práca je rozčlenená do štyroch kapitol. Prvá kapitola sa všeobecne zaoberá obezitou, pojednáva o jej etiológii, diagnostike, možnostiach liečby a možných zdravotných komplikáciách. Nasledujúce tri kapitoly sa špeciálne venujú vplyvu obezity na konkrétny telesný systém a jeho štruktúry či orgány. Prvá kapitola je zameraná na patologické stavy a ochorenia jednotlivých zložiek pohybového aparátu. Druhá kapitola rozoberá zmeny posturálneho systému, posturálnej stability a chôdze následkom obezity. Posledná kapitola poskytuje stručný prehľad o tom, ako obezita zasahuje do mechaniky dýchania a negatívne ovplyvňuje respiráciu.

V rámci rešeršnej činnosti bola využitá štandardná metóda vyhľadávania zdrojov cez online databázy pomocou kľúčových slov s použitím booleovských operátorov. Odborné články a štúdie boli vyhľadávané konkrétne prostredníctvom online databáz PubMed, EBSCO, Medvik a Google Scholar pomocou kľúčových slov obesity, musculoskeletal system, posture, gait a respiration. Pre tvorbu špeciálnej časti práce, boli použité ďalšie kľúčové slová v anglickom jazyku, a to konkrétne osteoarthritis, low back pain, flat foot, sleep apnoe. Články



bol vyhľadávané v plnotextovej podobe bez duplicit od roku 2000, pričom zohľadnené boli najmä najaktuálnejšie články publikované za posledných 10 rokov. Vyhľadávanie prebiehalo od októbra 2023 do apríla 2024. Pre vypracovanie tejto práce bolo celkovo použitých 6 kníh v tlačenej podobe, 1 elektronická kniha, 4 české články a 50 zahraničných odborných článkov.

Ako vstupná študijná literatúra pre základnú orientáciu v problematike boli použité monografie:

Dylevský, I. (2021). *Klinická kineziologie a patokineziologie* (1. díl). Grada Publishing.

Hainer, V. et al. (2011). *Základy klinické obezitologie* (2nd ed.). Grada Publishing.

Kolář, P. (2020). *Rehabilitace v klinické praxi* (2nd ed.). Galén.

Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2nd ed.). Triton.

# 1 Obezita

Obezita je komplexné ochorenie multifaktoriálneho charakteru. Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) definuje obezitu ako abnormálne alebo nadbytočné nahromadenie telesného tuku, ktoré predstavuje riziko pre zdravie človeka. Prevalencia nadváhy a obezity v súčasnosti neprestajne narastá (Príloha 1, 2). Bez ohľadu na vek, pohlavie a geografickú polohu postihuje čoraz viac obyvateľstva po celom svete (Chooi et al., 2019, p. 6).

## 1.1 Etiopatogenéza

Nárast telesnej hmotnosti je zapríčinený vzájomnou interakciou faktorov genetických s faktormi vonkajšieho prostredia. Obezita vzniká vplyvom pozitívnej energetickej bilancie, ktorá vedie k následnému zmnoženiu telesného tuku. V súčasnosti je známych niekoľko ďalších faktorov, ktoré sa môžu na vzniku obezity podieľať, a preto z hľadiska etiopatogenézy rozlišujeme jej niekoľko klinických kategórií (Hainer, 2016, p. 7).

Rozoznávame obezitu bežnú, ktorá je determinovaná geneticky podmienenou zvýšenou tendenciou k hromadeniu tuku, ďalej obezitu podmienenú endokrinne alebo inými patogenetickými faktormi či obezitu navodenú farmakami. Existujú aj vzácnejšie formy obezity, ku ktorým patria mendelovsky dedičné syndrómy a monogénna obezita, špecifická jej vznikom už v ranom detskom veku. Napriek rozdielnym príčinám však v závere dochádza k rovnakému výsledku (Hainer & Bendlová, 2011, p. 59).

### 1.1.1 Faktory prostredia

Tieto činitele sa rozdeľujú na demografické a behaviorálne faktory. Medzi demografické faktory radíme vek, pohlavie, rozlohu bydliska, v ktorom človek žije, úroveň dosiahnutého vzdelania a etnické vplyvy, ktoré úzko súvisia s životným štýlom (Svačina, 2013, pp. 12-15).

Štúdia údajov zhromaždených v rámci Národného prieskumu zdravia a výživy v priebehu 30 rokov v USA ukázala, že existuje korelácia medzi mierou obezity a socio-ekonomickým statusom jednotlivca. Rizikovou skupinou sú osoby s nižším vzdelaním a nižším finančným príjmom. Vyššia prevalencia obezity bola tiež zaznamenaná u žien v porovnaní s mužmi (Anekwe et al., 2020, p. 273).

Behaviorálne faktory predstavujú v širšom slova zmysle životný štýl jednotlivca. Konkrétne ide o stravovacie návyky, predovšetkým o typ a množstvo prijatých tukov. Ďalej je to miera konzumácie alkoholu, fajčenie a v neposlednom rade stupeň vykonávanej fyzickej aktivity (Svačina, 2013, p. 15).

### 1.1.2 Genetické faktory

Účasť genetických faktorov na vzniku obezity je podceňovaná. Telesné zloženie je však podmienené genetikou zo 40 – 70 % a to v súvislosti s energetickým príjmom aj výdajom. Gény, ktoré prispievajú k vzniku obezity sa označujú ako obezitogénne, naopak gény brániace jej vzniku sa nazývajú leptogénne (Hainer & Bendlová, 2011, p. 72).

Kým pri monogénnej obezite sa pri tendencii k akumulácii tuku uplatňuje mutácia jedného génu, pri bežnej obezite je táto tendencia podmienená väčším množstvom génov. Tieto kandidátne gény obezity ovplyvňujú u človeka reguláciu príjmu potravy, pocity hladu a sýtosti, preferenciu výberu potravín, vstrebávanie a spracovanie živín v gastrointestinálnom trakte, hormóny regulujúce energetickú rovnováhu a rad ďalších determinantov (Hainer, 2016, p. 4).

Fakt, že obezita sa v značnej miere v rodinách opakovane generačne dedí, je potvrdená mnohými vykonanými prieskumami u obyvateľov žijúcich v rozdielnych podmienkach v rôznych častiach sveta. Boli realizované však aj štúdie na monozygotných a dizygotných dvojčikách, ktoré jednoznačne preukázali, že medzi geneticky identickými monozygotnými dvojčikami existuje oveľa väčšia podobnosť v stupni obezity, čo naznačuje, že táto paralela súvisí viac s ich obdobnými génmi ako so spoločným prostredím. Ďalšie štúdie porovnávajúce dvojčky, ktoré boli vychovávané spolu s dvojčikami vychovávanými oddelene, potvrdila, že spoločné prostredie ma zanedbateľný vplyv na obezitu (Sørensen & Echwald, 2001, p. 630).

## 1.2 Energetická bilancia

Energetická rovnováha alebo tiež energetická bilancia zahŕňa 3 komponenty – energetický príjem, energetický výdaj a náklady na skladovanie energie. Keď sa príjem energie rovná výdaju, telo je v energetickej bilancii a telesná energia, ktorá je zvyčajne ekvivalentná telesnej hmotnosti, je stabilná. Hmotnosť sa mení za okolností, keď sa príjem energie za určité časové obdobie nerovná energetickému výdaju (Hill et al., 2012, p. 126).

A to či už zmysle, keď príjem energie preyšuje výdaj a vzniká stav pozitívnej bilancie, ktorej následkom je zvýšenie telesnej hmotnosti, z ktorej 60 až 80 % obvykle predstavuje telesný tuk. V opačnom prípade, kedy je energetický príjem nižší ako výdaj, vzniká stav negatívnej energetickej bilancie spojený s hmotnostným úbytkom (Hill et al., 2012, p. 126).

### 1.2.1 Energetický príjem

Energetický príjem koreluje so zastúpením základných živín v potrave. Ľudia prijímajú energiu z potravín vo forme bielkovín, sacharidov a tukov, prípadne z tekutín napríklad z

alkoholu. Väčšina vykonaných štúdií potvrdila kauzálnu súvislosť medzi vznikom obezity a nadmerným množstvom prijatých tukov a jednoduchých sacharidov. Metaanalýzy však vyzdvihujú predovšetkým hodnotu celkového energetického príjmu, ktorá má rozhodujúci vplyv na hromadenie tuku v organizme (Hainer & Bendlová, 2011, p. 59).

Nadmerná konzumácia tukov sa v najväčšej miere podieľa na zvýšenom energetickom príjme. Tuky majú napriek svojej vysokej energetickej denzite nízku sýtiacu schopnosť (Hainer & Bendlová, 2011, p. 60).

Energetická denzita predstavuje hustotu potravín alebo nápojov. Jej hodnota sa pohybuje od 0 do 9 kalórií na gram v závislosti na type makronutrientu. Existuje niekoľko typov redukčných diét založených na úprave pomeru makronutrientov v strave, avšak kľúčovou a spoločnou stratégiou všetkých z nich je zníženie energetickej denzity. Potraviny s nízkou denzitou pomáhajú znížiť energetický príjem tým, že zvyšujú pocit nasýtenia a sýtosti prostredníctvom psychologických a fyziologických mechanizmov (Smethers & Rolls, 2018, pp. 1-4).

Význam sacharidov v rozvoji obezity závisí od ich typu. Zvýšený príjem jednoduchých sacharidov, ako je sacharóza alebo fruktóza, má spojitosť s obezitou, zatiaľ čo komplexné sacharidy k jej rozvoju významne neprispievajú. Bielkoviny majú nízku energetickú denzitu a zároveň najvyššiu sýtiacu schopnosť zo všetkých živín. Ich nadmerná konzumácia v súvislosti s vznikom obezity nebola preukázaná (Hainer & Bendlová, 2011, pp. 60-62).

### **1.2.2 Energetický výdaj**

Výdaj energie závisí nielen na svalovej práci, ale na všetkých metabolických dejoch prebiehajúcich v organizme. A to najmä na procesoch, ktoré sa odohrávajú v svaloch, pečeni, mozgu a tukovom tkanive. Dôležitá je tiež účinnosť energetickej premeny v tkanivách (Kopecký & Flachs, 2011, p. 117).

Existujú 3 formy výdaja energie – pokojová rýchlosť metabolizmu (RMR = resting metabolic rate), tepelný účinok potravín (TEF = thermic effect of food) a energia vydaná prostredníctvom fyzickej aktivity (EEPA = energy expended through physical activity). RMR predstavuje množstvo energie nevyhnutnej pre optimálne fungovanie organizmu v stave pokoja. TEF sú energetické náklady potrebné na spracovanie, absorpciu a metabolizmus prijatých kalórií. Sú závislé na skladbe jedálnička a tvoria 8 – 10 % celkovej spotreby energie. EEPA je najvariabilnejšou zložkou, pretože pozostáva z množstva vynaloženej fyzickej aktivity vynásobenej nákladmi na energiu tejto činnosti (Hill et al., 2012, p. 126).

### 1.3 Diagnostika

Vstupné vyšetrenie pacienta s podozrením na obezitu začína podrobnou anamnézou, nasleduje fyzikálne a laboratórne vyšetrenie. K diagnóze obezity je nevyhnutné stanoviť zloženie tela, teda obsah tukového a beztukového tkaniva v organizme a tiež lokálne rozloženie tukovej hmoty (Kunešová, 2016, p. 9).

Pri odbere anamnézy je nutné venovať pozornosť výskytu obezity v rodine, pôrodnej hmotnosti, vývoju a výrazným zmenám hmotnosti v priebehu života. Taktiež je podstatné oboznámiť sa so stravovacími návykmi a úrovňou fyzickej aktivity jednotlivca v minulosti a v súčasnosti. V neposlednom rade je dôležité opýtať sa pacienta, či už v minulosti podstúpil nejakú formu liečby obezity (Kunešová, 2011, p. 163).

Fyzikálne vyšetrenie sa dokáže zamerať a upozorniť na symptómy a stavy, ktoré sú alebo v budúcnosti môžu byť komplikáciou obezity. Jednotlivé vyšetrenia pomáhajú lekárom a zdravotníkom identifikovať tie stavy, ktoré pre pacienta predstavujú najväčšie riziko (Aronne, 2002, p. 105).

Metód, ktoré sa využívajú k stanoveniu zloženia tela a rozloženiu tukového tkaniva, je niekoľko. Medzi najjednoduchšie a najčastejšie používané patria antropometrické metódy, ktoré zahŕňajú meranie telesných obvodov, meranie množstva podkožného tuku pomocou kalipera a meranie pelvimetrom. Výhodou antropometrických meraní sú nižšie náklady na vybavenie, nevýhodou nutnosť dostatočných skúseností vyšetrujúceho a vyššia časová náročnosť (Kunešová, 2016, pp. 11-12).

K presnejšej diagnostike zloženia tela je nutné použiť prístrojové merania napríklad prostredníctvom bioelektrickej impedancie založenej na meraní vodivosti tela. Z ďalších zobrazovacích metód je využívaná duálna röntgenová absorpciometria, prípadne hydrodenzitometria, počítačová tomografia a nukleárna magnetická rezonancia. K úplnému vyšetreniu obézneho pacienta patrí zhodnotenie príjmu potravy a stravovacích návykov (Kunešová, 2011, pp. 172-176).

### 1.4 Klasifikácia obezity

Prvým krokom pri hodnotení obezity je štandardne výpočet indexu telesnej hmotnosti – BMI (body mass index). BMI sa vypočíta vydelením hmotnosti (v kilogramoch) výškou (v metroch) umocnenou na druhú. Podľa BMI tabuľky (Tabuľka 1) môžu lekári jednoducho porovnať pacientovu reálnu hmotnosť s hmotnosťou, ktorá je optimálna vzhľadom k jeho výške (Aronne, 2002, p. 106).

Index telesnej hmotnosti sa zvyčajne používa pre definovanie nadváhy a obezity v epidemiologických štúdiách. Jeho nedostatkom je, že existuje veľká individuálna variabilita v percente telesného tuku, ktorá súvisí s vekom, pohlavím a etnickou príslušnosťou jednotlivca. Napríklad príslušníci mongoloidnej rasy majú väčšie percento telesného tuku v porovnaní s rasou európskou pri rovnakej hodnote BMI (Chooi et al., 2019, p. 6).

Hodnotenie len na základe BMI môže viesť k falošne pozitívnej diagnóze obezity u osôb s vysoko vyvinutou svalovou hmotou a naopak, k falošnej negatívnej diagnóze osôb s relatívne vysokým zastúpením tukového tkaniva, tzv. frustná obezita (Kunešová, 2011, p. 167).

### Tabuľka 1

*Klasifikácia obezity na základe BMI – podľa WHO, 1997 (Kunešová, 2011, p. 166)*

Klasifikácia	BMI	Riziko komplikácií obezity
Podváha	< 18,5	nízke (riziko iných chorôb)
normálna hmotnosť	18,5 – 24,9	priemerné
zvýšená hmotnosť	≥ 25	zvýšené
Nadváha	25 – 29,9	mierne zvýšené
obezita I. stupňa	30 – 34,9	stredne zvýšené
obezita II. stupňa	35 – 39,9	veľmi zvýšené
obezita III. stupňa	≥ 40	vysoké

Ďalšou dôležitou klasifikáciou je kvalitatívna kategorizácia obezity na androidný a gynoidný typ na základe merania obvodu pásu. Práve androidná obezita s vyšším obvodom pásu prináša väčšie riziko metabolických komplikácií (Tabuľka 2) vrátane rozvoja DM a aterosklerózy. Gynoidná obezita býva najmä kozmetickým problémom a väčšie zdravotné riziká pri nej nehrozia (Svačina, 2013, p. 21).

Obvod pásu je praktický ukazovateľ rozloženia viscerálneho abdominálneho tuku. Nakoľko dôkazy preukázali, že tuk uložený v oblasti brušnej dutiny nesie väčšie zdravotné riziká ako periférny tuk, je tento parameter dôležitým ukazovateľom potenciálneho rizika obezity. Obvod pásu sa meria v úrovni hornej časti crista iliaca pri normálnom pokojovom dýchaní (Aronne, 2002, p. 107).

Pre jednoduchšiu klasifikáciu bol niekoľko rokov používaný WHR index (waist to hip ratio), ktorý predstavuje pomer obvodu pásu k obvodu bokov. Obvod bokov sa meria nad veľkým trochanterom alebo v mieste najväčšieho vykľutia gluteálneho svalstva. Za riziková

hodnotu je považovaný WHR index nad 1 u mužov a nad 0,8 u žien. Postupne sa v praxi však začalo od tohto indexu upúšťať, nakoľko sa ako presnejšie ukázalo meranie iba hodnoty obvodu pásu, ktoré najlepšie korelovalo s potenciálnym rizikom metabolických problémov v súvislosti s intraabdominálnym tukom (Svačina, 2013, p. 21).

## Tabuľka 2

*Riziko metabolických komplikácií podľa obvodu pásu – podľa WHO, 1997 (Kunešová, 2011, p. 171)*

	Zvýšené riziko	Vysoké riziko
Muži	≥ 94	≥ 102
Ženy	≥ 80	≥ 88

## 1.5 Komplikácie obezity

Obezita podmieňuje nespočetné množstvo nadväzujúcich zdravotných ťažkostí, ktoré zvyšujú riziko mortality a znižujú kvalitu života obéznych. Svačina uvádza, že existujú mechanické a metabolické komplikácie obezity. Za mechanické sa označujú tie, ktoré súvisia s vysokou hmotnosťou tela, napríklad bolesti chrbta, bolesti kĺbov a svalov, častejšie riziko úrazov, artróza, dušnosť a pod. Metabolické komplikácie sú viazané na metabolický syndróm (Svačina, 2013, p. 50).

### 1.5.1 Metabolický syndróm

Metabolický syndróm (MetS) je v posledných desaťročiach veľmi diskutovaná téma. Tento v odbornej literatúre zaužívaný termín bol prvýkrát použitý v roku 1988 profesorom Geraldom Reavenom. Z pôvodných pojmov ako syndróm inzulínovej rezistencie, Reavenom syndróm či syndróm X, ktoré slúžili pre jeho označenie sa definícia metabolického syndrómu postupne formovala a upravovala (Svačina, 2013, pp. 182-191).

V súčasnosti je MetS definovaný ako súbor niekoľkých vzájomne súvisiacich metabolických porúch zahŕňajúcich abdominálnu obezitu, inzulínovú rezistenciu, dysglykémiu, aterogénnu dyslipidémiu a hypertenziu. K stanoveniu diagnózy je nutná prítomnosť minimálne troch z vyššie zmienených kritérií (Mohamed et al., 2023, pp. 1-2).

K diagnostickým metódam patrí meranie obvodu pásu, meranie krvného tlaku a laboratórne vyšetrenie krvi, pri ktorom sú sledované hodnoty – hladina glykémie na lačno, hladina triglyceridov a celková hladina cholesterolu, najmä HDL cholesterol. MetS predstavuje

závažný rizikový faktor pre rozvoj kardiovaskulárnych ochorení a DM 2. typu (Fahed et al., 2022, p. 1).

Existuje celý rad zložiek MetS, ktoré podmieňujú ďalšie ochorenia – napríklad: syndróm polycystických ovárií, určité nádory, chronickú obštrukčnú chorobu pľúc (CHOCHP) či kožné ochorenia ako psoriáza. Tieto zložky sú významnými prediktormi taktiež pre progresiu cholelitiázy, nealkoholovej steatózy pečene, neurologicko-psychiatrických porúch ako depresia, bipolárne afektívne poruchy a pod. (Svačina, 2013, p. 50; Žák, 2016, p. 34).

Prevalencia MetS často koreluje s prevalenciou obezity a DM 2. typu. Podľa najnovších štúdií trpí metabolickým syndrómom 25 % celosvetovej dospelaj populácie (Mohamed et al., 2023, p. 2).

Patofyziológia MetS zahŕňa niekoľko mechanizmov (Príloha 3), ktoré doteraz neboli úplne objasnené. Stále sa vedie diskusia o tom, či jednotlivé zložky MetS tvoria samostatné patologické stavy alebo vytvárajú komplexný patogénny proces. Okrem genetických vplyvov patria medzi hlavné rizikové faktory progresie MetS, podobne ako pri obezite, vysoký kalorický príjem a nedostatok fyzickej aktivity. Predpokladá sa, že inzulínová rezistencia, chronický zápal a neurohormonálna aktivácia sú kľúčovými činiteľmi v rozvoji MetS (Fahed et al., 2022, p. 3).

Inzulínová rezistencia je podporovaná zápalovým procesom, ktorý prebieha v organizme. Obezita je v svojej podstate chronické zápalové ochorenie nízkej intenzity. Vyššia miera zápalu tukového tkaniva je úzko spojená so zvýšeným metabolickým rizikom, zatiaľ čo obézne osoby bez prítomného zápalu, tzv. metabolicky zdravá obezita, vykazujú nižšie metabolické riziko a priaznivejší zápalový profil (Gonçalves et al., 2016, pp. 16-17).

Tukové tkanivo u obézneho pacienta funguje ako endokrinný orgán, ktorý vylučuje množstvo faktorov, tzv. adipokínov. Secernované adipokíny zahŕňajú hormóny – leptín, adiponektín; peptidy – angiotenzinogén, apelín, rezistín, inhibítor aktivátora plazminogénu a zápalové cytokíny – interleukín , tumor nekrotizujúci faktor  $\alpha$  , visfatín, omentín, chemerín. Následná infiltrácia imunitných buniek, ako sú makrofágy, do tukového tkaniva spôsobuje prozápalové zmeny v tkanive. Adipokínov existuje veľké množstvo, v súčasnosti je ich identifikovaných viac ako 600. Zmienené adipokíny zohrávajú podstatnú úlohu v patofyziológii inzulínovej rezistencie a MetS (Fahed et al., 2022, p. 5; Gonçalves et al., 2016, p. 16; Taylor, 2021, p. 731).

Adipokíny regulujú široké spektrum fyziologických procesov vrátane regulácie príjmu potravy, energetického metabolizmu, glukózovej a lipidovej homeostázy, zápalového procesu či angiogenézy (Žák, 2016, p. 33).



Kľúčovým zistením je, že väčšina adipokínov má prozápalové alebo protizápalové vlastnosti. V súvislosti medzi endokrinnou dysfunkciou tukového tkaniva a metabolickými komplikáciami obezity je podstatné, že nárast telesnej hmotnosti vedie k zvýšenej sekrécii prozápalových faktorov vyvolávajúcich inzulínovú rezistenciu nad faktormi protizápalovými. V prevencii a liečbe MetS všeobecne platí, že zníženie hmotnosti zlepšuje prozápalový a negatívny charakter endokrinnnej produkcie tukového tkaniva (Haluzík, 2016, p. 26; Taylor, 2021, p. 742).

Hlavným prozápalovým adipokínom je leptín. Štúdie preukázali, že zvýšené hladiny leptínu sú priamo úmerné množstvu telesného tuku a stupňu obezity. V prípade, že zásoby energie v organizme sú dostatočné, leptín potláča chuť do jedla, stimuluje výdaj energie a zároveň kontroluje homeostázu glukózy a citlivosť na inzulín. Avšak vysoká hladina leptínu pozorovaná pri obezite vedie k leptínovej rezistencii tkanív (Fahed et al., 2022, p. 5).

Protichodné účinky ako leptín má adiponektín, ktorý je preukázateľným protizápalovým adipokínom. Adiponektín znižuje inzulínovú rezistenciu. Niekoľko výskumov zaznamenalo zníženú hladinu adiponektínu u pacientov s koronárnou chorobou srdca, DM 2. typu a hypertenziou v porovnaní so zdravými jedincami, z čoho vyplynulo, že adiponektín plní ochrannú úlohu proti progresii inzulínovej rezistencie, hypertenzie a kardiovaskulárnych ochorení (Fahed et al., 2022, p. 5; Taylor, 2021, pp. 736-737).

### **1.5.2 Ďalšie zdravotné komplikácie**

Obezita je spojená najmä so zvýšeným výskytom kardiovaskulárnych, metabolických, respiračných, gastrointestinálnych ochorení a rozvojom určitých nádorov. Najčastejšími nádorovými ochoreniami sú rakovina prsníka, endometria a žľzníka. Zdravotný stav obéznych výrazne komplikujú aj ortopedické, gynekologické a kožné ochorenia. Zvýšené riziko vzniku chronických ochorení bolo zaznamenané pri ochoreniach obličiek v terminálnom štádiu či kongestívnom zlyhaní srdca. U osôb s obezitou bolo preukázané dvojnásobne zvýšené riziko vzniku hypertenzie a takmer sedemnásobne zvýšené riziko vzniku DM 2. typu (Anekwe et al., 2020, p. 275; Kunešová et al., 2011, p. 32).

Kardiovaskulárne komplikácie následkom obezity predstavujú široké spektrum ochorení vrátane ischemickej choroby srdca (IChS), srdcového zlyhania, hypertenzie, cerebrovaskulárnych ochorení, fibrilácií predsiení, komorových arytmií a náhlejšej smrti. Obezita zvyšuje morbiditu a mortalitu následkom týchto ochorení. Okrem toho je tiež spojená s obštrukčnou spánkovou apnoe a inými hypoventilačnými syndrómami, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú kardiovaskulárne funkcie (Koliaki et al., 2019, p. 99).

Psychosociálna záťaž je ďalším z problémov súvisiacim s obezitou. Obézni jedinci často trpia poruchami nálad, zníženou sebaúctou a negatívnym vnímaním svojho vzhľadu. Medzi najčastejšie psychické poruchy v spojitosti s obezitou patria stavy depresie a úzkosti, poruchy príjmu potravy, prípadne abúzus návykových látok. Redukcia hmotnosti je zvyčajne spojená so zlepšením psychosociálneho stavu a funkčnosti jednotlivca. Tieto zmeny sú najvýraznejšie pri pacientoch, ktorí stratili veľké percento pôvodnej hmotnosti, najčastejšie bariatrickým zákrokom (Sarwer & Polonsky, 2016, pp. 1-4).

## 1.6 Prevencia a liečba

Vzhľadom nielen k stúpajúcej prevalencii obezity, ale aj rýchlosti, ktorou dospelí a tiež deti priberajú na váhe, je dôležité obezitu nielen liečiť, ale jej takisto vhodnými preventívnymi opatreniami predchádzať. Výskumy preukázali, že z hľadiska energetickej bilancie by malo byť jednoduchšie predchádzať obezite ako jej dopad zvrátiť až po jej existujúcej prítomnosti (Hill et al., 2012, p. 129).

V prevencii obezity je nutné prevziať zodpovednosť celospoločensky a individuálne. To v praxi znamená, že spoločnosť by sa mala snažiť aktivovať individuálnu zodpovednosť tým, že bude poskytovať znalosti a vytvárať podmienky tak, aby zdravá voľba vo všetkých oblastiach životného štýlu bola pre obyvateľstvo jednoduchšia a dostupnejšia (Müllerová & Kunešová, 2011, p. 385).

Zásadné a nevyhnutné stratégie v liečbe obezity zahŕňajú nízkokalorickú diétu s nízkym obsahom tuku, zvýšenú fyzickú aktivitu a kognitívno-behaviorálne opatrenia prispievajúce k úprave životného štýlu. Farmakologická liečba uľahčuje redukciu hmotnosti a prispieva k ďalšiemu zlepšeniu rizík súvisiacich s obezitou. Bariatrická chirurgia je indikovaná v liečbe ťažko obézných pacientov. Liečba by mala byť prispôbená každému pacientovi individuálne vzhľadom na jeho zdravotný stav a osobnostné charakteristiky (Hainer et al., 2008, p. 269).

Je nutné si uvedomiť, že obezitu je potrebné liečiť v rámci systému zdravotnej starostlivosti komplexným prístupom. Vykonané opatrenia a zmeny životného štýlu musia byť dlhodobé. Redukcia pôvodnej hmotnosti o 5 – 10 % a udržanie tejto hmotnosti je reálnym cieľom každého pacienta. Nereálne ciele a očakávania v redukcii hmotnosti môžu naopak pacienta od liečby odrádzať (Svačina, 2013, pp. 53-54).

Americká akadémia športovej medicíny (ACSM) vydala odporúčanú preskripciu pohybovej aktivity potrebnej k úprave hmotnosti. ACSM udáva, že pre dospelé osoby s nadváhou a obezitou je potrebných minimálne 150 minút denne stredne intenzívnej fyzickej

aktivity za účelom zlepšenia zdravotného stavu, avšak k dlhodobému zníženiu hmotnosti je odporúčaných 200-300 minút denne. Vykonané štúdie zaznamenali, že fyzická aktivita strednej intenzity v rozsahu 150 až 250 minút denne je účinná v prevencii opätovného nárastu hmotnosti. Aktuálne odporúčania a parametre pohybovej aktivity vydané ACSM sú zobrazené v Prílohe 4 (Donnelly et al., 2009, p. 459).

Jedným z hlavných cieľov vyšetrenia obézneho pacienta je vyhodnotiť, či je liečba pre konkrétneho pacienta indikovaná, v daný čas bezpečná a tiež, či je pacient pripravený a motivovaný schudnúť. Redukcia hmotnosti je kontraindikovaná v prípade obéznych tehotných alebo dojčiacich žien, u pacientov v terminálnom štádiu rakoviny alebo pri závažných zdravotných stavoch, ktoré by sa mohli zhoršiť následkom obmedzenia energetického príjmu. Liečba aktívnych psychiatrických porúch, vrátane porúch príjmu potravy a liečba abúzu návykových látok, má prednosť pred redukciami hmotnosti (Aronne, 2002, pp. 112-113).

U kardiologických pacientov by sa mal najprv vyhodnotiť počet a závažnosť kardiovaskulárnych rizikových faktorov. V prípade pacientov, ktorí majú predispozície k progresii ICHS vrátane obezity, je potrebné pred začatím redukčného plánu vykonať záťažový test k stanoveniu vhodných parametrov kondičného programu. Tieto stavy často vyžadujú, aby sa liečba kardiovaskulárnych ochorení začala súčasne s postupmi na redukcii hmotnosti (Aronne, 2002, pp. 112-113).

## **2 Dopad obezity na pohybový aparát**

Obezita je v dospelosti úzko spojená s rôznymi patologickými muskuloskeletálnymi stavmi a poruchami, ktoré predstavujú neprimeranú záťaž pre pohybový aparát. S nárastom prevalencie sa zvyšuje aj spoločenská záťaž týchto chronických stavov, v spojitosti nielen s kvalitou života jednotlivca, ale aj s celkovými nákladmi na zdravotnú starostlivosť. Redukcia hmotnosti je dôležitým a v mnohých prípadoch nevyhnutným predpokladom pre zmiernenie prejavov týchto ochorení a zlepšenie funkcie (Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 211).

Pohybový systém človeka je možné rozdeliť na 4 zložky: podpornú, silovú, riadiacu a logistickú. Z hľadiska pohybových porúch majú najväčší význam prvé 2 zložky, nakoľko predstavujú výkonnú časť pohybového aparátu, na ktorý sa upriamuje pozornosť fyzioterapeuta a lekára. Nesmieme však opomenúť riadiacu zložku predstavujúcu nervovú sústavu a zložku logistickú, ktorá reprezentuje metabolické procesy, keďže sa môžu stať tiež zdrojom porúch hybného aparátu (Véle, 2006, p. 25).

### **2.1 Podporná zložka**

Tento komponent pohybového systému tvorí pevnú mechanickú oporu pohybu, predstavuje tzv. mechanickú bázu. Zaraďujeme sem kosti, kĺby a väzy. (Véle, 2006, p. 25)

Podporná zložka je tvorená prevažne spojivovými tkanivami. Šľachy predstavujú silné povrazce tuhého usporiadaného väziva, ktorými sa svaly upínajú ku kostiam. Podľa Dylevského ich zaraďujeme tiež do podpornej zložky pohybového aparátu, nakoľko z biomechanického hľadiska tvoria systém sekundárnych mechanických efektorov (Dylevský, 2021, pp. 85-88).

#### **2.1.1 Patologické zmeny kostí**

Osteoporóza patrí k najčastejším progresívnym ochoreniam kostí. Vyznačuje sa zníženou kostnou denzitou, zhoršením stavu kostného tkaniva a narušením architektiky kosti, ktoré vedú k narušeniu jej pevnosti a zvýšeniu rizika fraktúr. V mnohých prípadoch je jej priebeh bezpríznakový, dokiaľ sa nevyskytnú časté zlomeniny, ktoré vedú k závažnejším sekundárnym zdravotným problémom (Sözen et al., 2016, p. 46).

Pacienti s osteoporózou trpia častými chronickými bolesťami, insomniou, deformitami skeletu a poruchami hybnosti, ktoré výrazne obmedzujú ich schopnosť samostatnosti. Ukázalo sa, že tieto pridružené komplikácie sa môžu vyskytnúť aj u jednotlivcov, u ktorých k fraktúram ani nedošlo (Liu et al., 2023, p. 2457).

V priebehu života postupne dochádza k redukcii kostnej hmoty. Osteoporóza vzniká nerovnováhou medzi resorpciou a novotvorbou kostného tkaniva. Rozlišujú sa 2 hlavné kategórie osteoporózy na základe faktorov, ktoré ju vyvolávajú. Primárna osteoporóza typu 1, nazývaná aj ako involučná či postmenopauzálna je spôsobená nedostatkom estrogénu u žien. Primárna osteoporóza typu 2, označovaná ako senilná, súvisí s úbytkom kostnej hmoty v dôsledku starnutia. Sekundárnou osteoporózou označujeme tú, ktorú vyvolávajú iné ochorenia a vplyv liekov (Sözen et al., 2016, pp. 46-48).

Korelácia medzi obezitou a osteoporózou je neustále skúmaná. Staršie štúdie ukázali, že telesná hmotnosť úzko súvisí s minerálnou denzitou kostí a to tak, že zvýšenie telesnej hmotnosti o 10 kg sa spája s približne 1% zvýšením minerálnej kostnej denzity. Tento vzťah sa preukázal u žien aj mužov v rôznych kultúrach, aj keď vplyv hmotnosti na kostnú denzitu bol silnejší u žien ako u mužov a tiež bol silnejší u žien po menopauze ako pred ňou (Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 215).

Prieskumy, ktorých výsledky boli zverejnené v roku 2020 preukázali, že mechanická záťaž má pozitívny vplyv na zdravie kostí, ale u obéznych jedincov je situácia iná, pretože nadmerná záťaž nemusí pôsobiť priaznivo. Hromadiace sa výskumy naznačujú, že v konečnom dôsledku má obezita negatívny vplyv na zdravie kostí (Gkastaris et al., 2020, p. 377).

Vzťah medzi kostným a tukovým tkanivom je komplexný. Obe tieto tkanivá sú metabolicky veľmi aktívne, vzájomne sa ovplyvňujú prostredníctvom adipokínov, estrogénov a metabolických faktorov z kostí. Vzájomná interakcia medzi nimi je komplikovaná spätnoväzbovými mechanizmami, ktoré ovplyvňujú kostnú remodeláciu, kontrolu telesnej hmotnosti, adipogenézu, homeostázu glukózy a reguláciu svalovej hmoty. Napokon, viscerálny brušný tuk môže pôsobiť na kostné tkanivo odlišne v porovnaní s podkožným brušným tukom. Je však zrejmé, že dôsledky obezity na zdravie kostí sa líšia v závislosti od veku. Obézne deti a dospelávajúci môžu mať vyššiu pravdepodobnosť nepriaznivých účinkov na zdravie kostí (Gkastaris et al., 2020, p. 377).

Medzi ďalšie ochorenie kostí môžeme zaradiť difúziu idiopatickú skeletálnu hyperostózu (DISH) označovanú aj ako Forestierova choroba. DISH je chronické ochorenie spojené s procesom starnutia a pribúdajúcim vekom, charakteristické osifikáciou v oblasti entéz, čo je miesto pripojenia šľachy, väzu, fascie alebo kĺbneho puzdra ku kosti. Postihuje mnohé oblasti kostí, ale najčastejšie sa vyskytuje v oblasti hrudnej chrbtice. Výskum z roku 2005 priniesol zistenie, že pacienti s DISH mali častejšie zvýšený BMI ako skupina pacientov bez DISH (Anandacoomarasamy et al., 2008, pp. 215-216).

Štúdie realizované v ďalších rokoch však koreláciu medzi obezitou a DISH nepotvrdili. Zistilo sa len, že pacienti trpiaci DISH majú zvýšené riziko vzniku MetS (Mazieres, 2013, p. 466).

### 2.1.2 Patologické zmeny kĺbov

Artróza predstavuje najčastejšie degeneratívne ochorenie kĺbu, ktorej etiológia zahŕňa biomechanické, metabolické aj zápalové zložky. Obezita je už dlho považovaná za dominantný rizikový faktor, ktorý má vplyv na výskyt, závažnosť symptómov a progresiu tohto ochorenia. V súčasnosti je vplyv obezity na artrózu veľmi častou a skúmanou témou. Výskumy sa snažia zistiť, či odvrátením obezity je možné zvrátiť aj progresiu artrózy (Sampath et al., 2023, p. 309).

Artrózy nosných kĺbov nepredstavujú iba mechanickú komplikáciu obezity, ale aj komplikáciu metabolickú, pretože sa ukázalo, že vznikajú častejšie u pacientov, ktorí trpia súčasne MetS. Táto kombinácia predstavuje pre pacienta veľké riziko. Výskumy preukázali, že u pacientov, ktorí trpeli obezitou aj MetS, je riziko rozvoja artrózy takmer dvakrát vyššie s porovnaním obéznych pacientov bez MetS. Z toho je zrejmé, že metabolické ochorenia poškodzujú kĺby v podobnej miere ako hmotnosť samotná (Svačina, 2015, pp. 571-572).

Nedávne klinické zistenia potvrdzujú, že adipokíny významne prispievajú nielen k rozvoju zápalu, ale aj degradácii tkaniva a patogenéze artrózy. U pacientov s artrózou boli zaznamenané vyššie hladiny leptínu v porovnaní so zdravými jedincami, čo z neho robí potenciálny biomarker artrózy (Sampath et al., 2023, pp. 308-314).

Nadmerná telesná hmotnosť nielenže zvyšuje zaťaženie nosných kĺbov, ale spôsobuje aj nesprávne nastavenie a nepriaznivú biomechaniku kĺbov, najmä v prípade kolenného kĺbu. Štúdia z roku 2001 ukázala, že osoby s BMI vyšším ako 30 kg/m<sup>2</sup>, mali 6,8krát vyššie riziko vzniku gonartrózy v porovnaní s jedincami s optimálnou hmotnosťou. Zvyšovanie mechanickej záťaže vedie k degradácii chrupky a následnému rozvoju artrózy (Príloha 5). Obezita je spojená aj so znížením svalovej sily, ktorá je dôležitá pre stabilizáciu kĺbov, a tým pádom aj so znížením schopnosti odolávať mechanickej záťaži v kĺboch (Sampath et al., 2023, pp. 309-310).

Údaje zverejnené Národným prieskumom zdravia a výživy ukázali, že v prípade coxartrózy bola obezita viac spojená s bilaterálnou artrózou bedrového kĺbu ako s unilaterálnou, čo potvrdzuje predpoklad, že mechanická záťaž zohráva významnú rolu v patogenéze artrózy (Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 213).

V prípade artrózy kĺbov ruky a zápästia je situácia trochu iná vzhľadom k tomu, že tieto kĺby nenesú hmotnosť celého tela. Hoci nadmerná mechanická záťaž prispieva k rozvoju artrózy, v tomto prípade je za hlavný patofyziologický mechanizmus považovaný permanentný

zápal v kĺbe vedúci k strate chrupky, tvorbe osteofytov a synovitíde (Sampath et al., 2023, pp. 309-313).

V pokročilom štádiu artrózy je v praxi často potrebná implantácia kĺbnej náhrady, a to aj u pacientov, ktorí netrpia obezitou. Pacient, ktorý túto operáciu podstupuje, by mal mať v ideálnom prípade hmotnosť do 90 kg či BMI pod 30. Pri týchto hodnotách sa totiž výrazne znižuje riziko operačných komplikácií. Pacienti s vyššími stupňami obezity redukciu hmotnosti dosahujú ťažšie, v mnohých prípadoch až za pomoci bariatrického zákroku. V súčasnosti je možné vykonať implantáciu kĺbnej náhrady aj u pacientov s vyššou hmotnosťou ako 90 kg, avšak riziko operačných komplikácií je vyššie. To ukázal aj prieskum z roku 2013, ktorý potvrdil, že BMI nad 30 zvyšuje počet transfúzií, počet asistentov pri zákroku a riziko vzniku pooperačných infekcií, krvácaní a komplikácií v operačných ranách. U týchto pacientov bola zaznamenaná častejšia progresia hlbokej žilnej trombozy, riziko dislokácie endoprotézy a dlhšia hospitalizačná doba (Svačina, 2015, pp. 571-573).

Obezita predstavuje závažný a čoraz častejší problém v ortopédii, pretože zvyšuje náklady a najmä zložitosť starostlivosti o pacientov vo všetkých fázach liečby. A to nielen pri vyššie zmienených kĺbnych náhradách, ale aj v prípade ostatných operačných výkonov. Ortopedické chirurgické zákroky u obéznych jedincov vyžadujú odlišný prístup v predoperačnom plánovaní, anestézii, operačných technikách a tiež vo fáze pooperačnej starostlivosti. Pri zákroku obézneho pacienta, môže dôjsť k väčšiemu množstvu komplikácií ako v prípade pacientov s optimálnou hmotnosťou (Bergin & Russell, 2015, pp. 11-19).

Medzi chirurgické a anesteziologické riziká sa zaraďujú kardiorespiračné komplikácie, riziko tromboembólie, zhoršený proces hojenia pooperačných rán alebo tvorba hernií v operačných jazvách (Kunešová et al., 2011, p. 26).

Uvedenie obézneho pacienta do anestézie je náročnejšie, nakoľko submentálny telesný tuk komplikuje intubáciu a zhoršuje priechodnosť dýchacích ciest. Štúdie tiež preukázali, že obézni pacienti s traumatickými poraneniami, ktoré si vyžadujú operačný zákrok, majú výrazne vyššiu mieru rizika multiorgánového zlyhania a syndrómu akútnej respiračnej tiesne (Bergin & Russell, 2015, pp. 14-17).

### **2.1.3 Patologické zmeny väzov**

Obezita býva spojená s už vyššie zmienenou difúznou idiopatickou skeletálnou hyperostózou a v tejto súvislosti aj s osifikáciou väzov chrbtice. Táto problematika je v súčasnosti stále skúmaná a nie je úplne objasnená. Štúdia z roku 2019, ktorá pomocou CT chrbtice skúmala koreláciu medzi množstvom tuku v oblasti trupu a kalcifikáciou väzov

chrbtice, priniesla výsledky, ktoré ukazujú že, kalcifikácia ligamenta flava je najviac priamo spojená s obezitou. Zatiaľ čo kalcifikácia predného a zadného pozdĺžneho väzu je značne zvýšená u starších jedincov a osôb s hypertenziou (Chaput et al., 2019, pp. 1346-1352).

#### **2.1.4 Patologické zmeny šliach**

S obezitou bývajú často spojené chronické tendinopatie, pod ktorými rozumieme oslabenie šliach z dôvodu dlhodobého preťažovania. Prejavujú sa bolesťou pri aktivite, lokálnou zvýšenou citlivosťou a opuchom (Lui & Yung, 2021, p. 80).

V etiológii tendinopatií zohrávajú úlohu opäť zápalové procesy a zvýšené mechanické nároky, ktoré zapríčiňujú dysreguláciu v procese hojenia. Najväčšie riziká pre obéznych pacientov v súvislosti s patológiami šliach predstavujú tendinopatie na kĺboch horných a dolných končatín, riziko natrhnutia až ruptúry šľachy a pooperačné komplikácie po reparačných zákrokoch (Macchi et al., 2020, pp. 1839-1846).

Dáta z vykonaných štúdií zverejnené v roku 2020 preukázali, že riziko rozvoja tendinopatií a tiež pooperačných komplikácií u obéznych pacientov je značne vyššie ako u neobéznych, a to na šľachách horných aj dolných končatín. Najčastejšie postihnutými býva rotátorová manžeta, šľachy upínajúce sa na mediálny kondyl humeru tzv. mediálna epikondylitída a na dolnej končatine Achillova šľacha. V prípade natrhnutia a ruptúry šliach bola asociácia s obezitou preukázaná iba na šľachách horných končatín (Macchi et al., 2020, pp. 1843-1846).

## **2.2 Silová zložka**

Silovú zložku pohybového systému tvoria kostrové svaly, zložené z rôzneho počtu motorických jednotiek. Táto zložka predstavuje zdroj energie a mechanickej sily. Svaly sa prostredníctvom premeny chemickej energie na mechanicnú zúčastňujú pohybu. Pri ich činnosti dochádza k postupnej asynchrónnej aktivácii, tzv. náboru jednotlivých motorických jednotiek (Véle, 2006, pp. 25, 43-46).

### **2.2.1 Patologické zmeny svalov**

Obezita má spojitosť s funkčnými limitáciami v svalovej výkonnosti a zvyšuje pravdepodobnosť vzniku a progresie funkčného postihnutia. A to v zmysle obmedzenia svalovej sily, mobility a posturálnej či dynamickej rovnováhy (Tomlinson et al., 2016, p. 467).



V súvislosti so svalovou silou výsledky štúdií preukázali, že obezita dokáže ovplyvniť koncentrickú, excentrickú aj izometrickú silu svalovej kontrakcie. Práve izometrická sila je dôležitá pre posturálnu kontrolu. Rozlišujú sa 3 ukazovatele svalovej funkcie – absolútna svalová sila, svalová sila normalizovaná na beztukovú telesnú hmotnosť a v poslednom rade sila prislúchajúca k hmotnosti kostrového svalstva. Z toho vyplýva, že svalstvo obéznych jedincov síce dokáže produkovať väčšiu absolútnu silu, ale pri prepočte na telesnú hmotnosť je svalový výkon výrazne nižší ako u štíhlych jedincov (Tallis et al., 2018, p. 6).

Úbytok svalovej hmoty s pribúdajúcim vekom je fyziologický proces označovaný ako sarkopénia. Sarkopénia zvyšuje riziko vzniku funkčných limitácií pri chôdzi a spôsobuje ťažkosti pri vykonávaní bežných denných činností. Je spojená so zníženou fyzickou aktivitou, chronickým zápalom a neuropatickými zmenami, ktoré sú typické práve pre ľudí v staršom veku. Kombinácia sarkopénie spolu s obezitou je definovaná ako sarkopenická obezita, ktorá predstavuje ešte väčšie funkčné obmedzenia, najmä pri aktivitách vyžadujúcich silu (Tomlinson et al., 2016, p. 474).

Zmeny v telesnom zložení s pribúdajúcim vekom spôsobujú, že sarkopénia sa často vyskytuje súčasne s nárastom tukovej hmoty. Z tohto dôvodu BMI nie je dobrým ukazovateľom obezity u starších ľudí, pretože nezohľadňuje úbytok svalovej hmoty vzhľadom k pribúdajúcemu veku. Sarkopenická obezita predstavuje samostatnú kategóriu obezity u starších dospelých a je dokázané, že je spojená s vyšším množstvom kardiovaskulárnych ochorení a zvýšením rizikom mortality ako obezita či sarkopénia samotná. Preto je nutné zohľadniť podiel svalovej hmoty pri hodnotení rizík obezity u tejto vekovej skupiny pacientov (Wannamethee & Atkins, 2015, pp. 406-409).

### **2.3 Bolest' pohybového aparátu**

Akútna či chronická bolesť má negatívny dopad na množstvo aspektov fyzického fungovania jednotlivca. Ovplyvňuje nielen kvalitu vykonávania činností v priebehu dňa, ale komplikuje tiež jednotlivé pohyby. Okrem rozšírenej bolesti pohybového aparátu, najmä kĺbov, pacienti s obezitou trpia najčastejšie bolesťami hlavy, brucha, panvovej oblasti a neuropatickou bolesťou (Chin et al., 2020, p. 969).

Obezitou podmienená chronická bolesť je ovplyvňovaná mechanickým poškodením svalov a kĺbov spôsobených zvýšenou záťažou z nadmernej hmotnosti a tiež zvýšeným zápalovým statusom. Bolesť u obéznych prispieva k ďalšiemu nárastu hmotnosti kvôli zníženej fyzickej aktivite spôsobenej strachom z bolesti. Dekondícia a stupňujúca sa bolesť môže

v negatívnom zmysle ovplyvniť ich stravovacie návyky a príjem energie. Čoho dôsledkom je rozvoj obezity do ešte väčších rozmerov (Chin et al., 2020, p. 970).

Korelácia medzi obezitou a muskuloskeletálnou bolesťou je zrejmalá. Existujú však dôkazy, že telesný tuk je lepší ukazovateľ rizika vzniku bolesti ako samotná telesná hmotnosť. Táto problematika bola zhrnutá v metaanalýze, ktorej výsledky potvrdili pozitívnu asociáciu medzi zvýšeným množstvom telesného tuku a difúznou bolesťou driekovej chrbtice tzv. low back pain či jednostrannou bolesťou v oblasti kolenného kĺbu a chodidla (Walsh et al., 2018, p. 1).

Ďalšími oblasťami najčastejšie postihnutými intenzívnou bolesťou sú, okrem už spomínaných kolenných kĺbov, chodidiel a LBP; členkové kĺby a oblasť hornej driekovej chrbtice, tzv. upper back pain. Postihnutými regiónmi je aj krčná chrbtica, bedrové kĺby či oblasť stehien, avšak tieto oblasti sa líšia v intenzite bolesti u jednotlivých pacientov. Bola zistená tiež asociácia medzi bolesťou rúk a zápästí pri obéznych pacientoch trpiacich súčasne DM 2. typu (Mendonça et al., 2020, pp. 245-251).

### **2.3.1 Low back pain**

Veľmi bežným problémom, ktorým pacienti s nadváhou a obezitou trpia, je bolesť v úseku dolnej driekovej chrbtice, tzv. low back pain (LBP). Chronická LBP u obéznych pacientov je jednou z najčastejších príčin návštevy lekára (Shiri et al., 2010, p. 135).

LBP zahŕňa tri rôzne zdroje bolesti – axiálnu lumbosakrálnu, radikulárnu a prenesenú. Axiálna lumbosakrálna bolesť zodpovedá lokálnej bolesti v oblasti driekovej a krížovej chrbtice až do oblasti kostrče. Radikulárna bolesť je propagovaná do dolných končatín pozdĺž dermatomu, ktorého nerv je podráždený. Prenesená bolesť sa šíri do oblasti vzdialenej od miesta jej zdroja, ale nie pozdĺž dermatomu (Urits et al., 2019, p. 1).

Etiológiu LBP nie je jednoduché určiť. Až 85 % pacientov je po prvotnom lekárskom vyšetrení diagnostikovaných s nešpecifickou LBP. Možné príčiny môžu byť na podklade bolesti medzistavcových kĺbov, SI skĺbenia alebo myofasciálnej bolesti, často spôsobenou traumaticky alebo po neúspešnom operačnom výkone na chrbtici. Pacienti, ktorí podstúpili minimálne jeden alebo viac takýchto zákrokov majú vyššie riziko, že sa u nich objavia pretrvávajúce alebo opakované bolesti bedrovej chrbtice (Urits et al., 2019, pp. 1-5).

Jednou z ďalších príčin je diskogénna patológia. LBP môže byť spôsobená degeneratívnym ochorením medzistavcovej platničky a zygo-apofyzeálneho kĺbu v úseku bedrovej chrbtice či stenózou spinálneho kanála (Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 214).

Spinálna stenóza označuje stav, pri ktorom degeneratívne zmeny bedrovej chrbtice vedú k zníženiu priestoru pre nervové a cievne štruktúry v tejto oblasti. To sa môže prejavíť bolesťami v dolných končatinách alebo gluteálnych svaloch. Vnútorne narušenie disku je primárne spôsobené degradáciou jadrových komponent disku a môže byť skomplikované vznikom radiálnych trhlín šíriacich sa až do oblasti annulu. Vyššia prevalencia diskogénnej LBP je práve u obéznych jedincov (Urits et al., 2019, pp. 4-5).

Údaje prezentované v metaanalýze, ktorá skúmala vzťah medzi LBP a obezitou, ukázala, že prítomnosť obezity zvyšuje riziko LBP, a to vo väčšej miere u žien. Príčinou môžu byť zmeny v rozložení tukovej telesnej hmoty, pretože u mužov môže vysoké BMI indikovať vysoký podiel svalovej hmoty, zatiaľ čo u žien zvýšený podiel tukového tkaniva. Ďalšou príčinou môže byť rozdiel medzi senzitivitou na bolesť v prípade žien. Štúdie vo výsledku však potvrdili pozitívnu asociáciu medzi obezitou a značným rizikom vzniku LBP (Shiri et al., 2010, pp. 143-151).

Z hľadiska trvania bolesti sa LBP delí na akútnu, ktorá trvá kratšie ako 6 týždňov; subakútnu, kedy bolesti pretrvávajú v rozmedzí 3 – 6 týždňov a chronickú; s pretrvávajúcimi ťažkosťami po dobu dlhšiu ako 6 týždňov (Urits et al., 2019, p. 2).

Liečba obézneho pacienta s LBP sa u jednotlivých pacientov líši, pretože nie všetci pacienti reagujú na rovnaký liečebný prístup a liečba sa tiež sa odvíja aj od chronicity LBP. Komplexný liečebný postup zahŕňa prvky rehabilitačnej, fyzikálnej, farmakologickej, psychologickéj liečby a v minimálnej miere invazívne perkutánne prístupy (Urits et al., 2019, p. 5).

Na základe súčasných poznatkov je redukcia hmotnosti, či už chirurgická alebo nechirurgická, najvhodnejšou stratégiou k zmierneniu bolesti a to najmä u morbidne obéznych pacientov s BMI vyšším ako 40. Všetky formy fyzioterapie a fyzického tréningu sú u týchto pacientov indikované a dokážu byť veľmi prospešné bez výrazne zvýšených obáv zo zranenia (Atchison & Vincent, 2012, p. 79).

Najpoužívanejšími liekmi proti LBP sú nesteroidné antiflogistiká, myorelaxanciá, antidepresíva a opioidy. Medikamentóznou liečbu možno použiť pri akútnych aj chronických pacientoch s LBP avšak je nutné podotknúť, že farmaká síce dokážu zmierniť intenzitu bolesti, ale neriešia primárny zdroj bolesti (Atchison & Vincent, 2012, pp. 83-84).

### 3 Posturálne zmeny v dôsledku obezity

Posturálne odchýlky vznikajú pri nesprávnom nastavení telesných segmentov, v dôsledku čoho dochádza k zvýšenému svalovému napätiu potrebnému na udržanie rovnováhy. Nadmerná telesná hmotnosť vedie k zníženiu stability a zvýšeniu mechanických nárokov, ktoré sú nutné pre adaptáciu organizmu na záťaž (Fabris de Souza et al., 2005, p. 1013).

#### 3.1 Postura

Postura predstavuje základnú podmienku pohybu. Ako uvádza Kolář (2020, p. 38), pod pojmom postura rozumieme „aktívne držanie pohybových segmentov tela proti pôsobeniu vonkajších síl, z ktorých má v bežnom živote najväčší význam sila tiažová.“ Teda nejde len o vzpriamený stoj alebo sed, ale postura je súčasť akejkoľvek polohy a pohybu (Kolář, 2020, p. 38).

Vzpriamené držanie tela je pre človeka druhovo špecifické a geneticky podmienené. Z hľadiska kineziológie ide o dynamický proces, v ktorom zohráva najväčšiu úlohu svalová aktivita. Cieľom je udržanie tela vo vertikále. Deformácia vzpriameného držania tela alebo zlé usporiadanie segmentov značí zdravotnú poruchu (Véle, 2006, pp. 102-103).

Udržovanie stabilizovanej počiatočnej polohy segmentu zabezpečuje osový orgán prostredníctvom flexibilnej – pružnej segmentovej stabilizácie chrbtice. Pohybový segment je základnou funkčnou jednotkou chrbtice. Podľa Junghansa ho na chrbtici tvorí pružné spojenie dvoch susediacich stavcov spojených medzistavcovou platničkou, medzistavcové kĺby, prislúchajúce väzivové štruktúry a svaly spájajúce susedné stavce (Véle, 2006, p. 99).

Kinematika chrbtice sa v dôsledku obezity mení u dospelých aj dospievajúcich jedincov. Výskumy preukázali, že existujú signifikantné rozdiely v pohyblivosti a zakrivení chrbtice medzi obéznymi jedincami a jednotlivcami s normálnou hmotnosťou. Najväčšie rozdiely boli zaznamenané v oblasti hrudnej chrbtice. Obézni jedinci majú zvýšenú hrudnú kyfózu najmä v proximálnej časti, distálna hrudná kyfóza bola u obéznych osôb naopak menšia. Najväčšie rozdiely pozorované v mobilite chrbtice boli v prípade hrudnej a driekovej lateroflexie. Laterálna flexia v oblasti hrudnej chrbtice bola u obéznych jedincov väčšia, zatiaľ čo lateroflexia v driekovej chrbtici bola menšia (Bayartai et al., 2023, pp. 2-3).

Zistené boli aj ďalšie posturálne zmeny v dôsledku obezity, ktoré môžu prispievať k zvýšeniu mechanického zaťaženia chrbtice. A to konkrétne, že práve zvýšená flexia trupu u obéznych jedincov vedie k zníženiu rozsahu flexie v oblasti thorakálnych a thoracolumbálnych segmentov. Okrem toho, bola u ľudí trpiacich obezitou zaznamenaná zvýšená

drieková lordóza a zvýšený predný sklon panvy, tzv. anterior pelvic tilt (Atchison & Vincent, 2012, p. 80).

Štúdia, ktorá skúmala zmeny postury u morbidne obéznych pacientov, dospela k záveru, že okrem už vyššie spomenutých zmien, sa u týchto pacientov môže vyskytnúť tiež kompenzačná skolióza, anteverzia a lateroverzia hlavy a asymetria v postavení ramenných a bedrových kĺbov. Širšia oporná báza v dôsledku preťaženia dolných končatín vedie k deformitám ako genua valga, pedes plani a k vonkajšej rotácii chodidiel (Fabris de Souza et al., 2005, pp. 1015-1016).

Keďže chrbtica je jadrom opory tela proti pôsobeniu tiažovej sily, mnohé poruchy vznikajú práve v tomto mieste. Posturálne zmeny vedú k sledu adaptačných procesov, ktorými organizmus kompenzuje nadmerné preťaženie, čoho dôsledkom môže byť vznik ďalších deformácií. Tieto novovzniknuté abnormálne stavy sú častokrát závažnejšie ako samotné deformácie chrbtice. Obézni pacienti si posturálne odchýlky zväčša neuvedomujú a svoje bolesti a únavu pripisujú samotnej nadmernej hmotnosti (Fabris de Souza et al., 2005, pp. 1015-1016).

### **3.2 Posturálna motorika**

Posturálna motorika spolu s lokomočnou motorikou predstavujú 2 hlavné zložky celkovej pohybovej schopnosti organizmu. Lokomočná motorika spôsobuje zmenu polohy, zatiaľ čo posturálna motorika zabraňuje neriadenej zmene polohy. Vzhľadom k ich protichodnej funkcii je k správnej motorike nutná vzájomná spolupráca oboch systémov. Princíp posturálnej motoriky spočíva v dlhodobom udržovaní svalového tonu určitých svalov a svalových skupín (Dylevský, 2021, p. 219).

Variabilita pohybu je daná typom používaných svalov. Posturálna motorika pracuje hlavne s tonickými svalmi, ktoré sú schopné vyvíjať síce menšiu silu, avšak po dlhšiu dobu. Naopak lokomočná motorika využíva viac svaly fázické, ktoré sú schopné väčšej sily ale v kratšom časovom úseku. Posturálny a lokomočný systém zahŕňa obidva typy svalov (Véle, 2006, pp. 98-99).

Tonické svaly sú krátke, hlboko uložené svaly s malou schopnosťou svalovej sily. Nachádzajú sa v tesnej blízkosti kĺbov a slúžia k udržaniu polohy v kĺbe, preto sa označujú ako stabilizačné svaly. Svaly fázické sú naopak v porovnaní s tonickými svalmi dlhšie, silnejšie a uložené viac povrchovo. Predstavujú hlavný zdroj sily pre pohyb, vzhľadom na to, že pôsobia

ťahom kolmo k osi pohyblivého segmentu. Z tohto dôvodu sú označované aj ako záberové svaly (Véle, 2006, p. 103).

Fakt, že fázické svaly majú tendenciu k útlmovým prejavom ako hypotónia, oslabenie a naopak svaly tonické inklinujú k hypertónii a skrúteniu, je známy niekoľko desiatok rokov. Takto vzniknuté svalové dysbalancie popísal Janda už v roku 1965, kedy hovorí o tzv. dolnom a hornom skrútenom syndróme a vrstvovom syndróme. Z vývojového hľadiska je podstatné, že hlavný rozdiel medzi týmito dvoma skupinami svalov spočíva v posturálnej integrácii, teda v ich časovom zaradení do procesu držania tela. Fázické svaly sú z fylogenetického hľadiska mladšie v porovnaní s tonickými, ktoré sú naopak staršie (Kolář, 2002, pp. 106-107).

V priebehu posturálnej ontogenézy dozrieva držanie tela. Človek sa rodí centrálné aj morfológicky značne nezrelý, až v priebehu vývoja postupne dozrieva CNS a funkcie svalov. Pre vývoj fyziologického držania tela je podstatných prvých šesť mesiacov po narodení, kedy sa formujú základné svalové synergie pre držanie osového orgánu, ktorý je dôležitý pre ďalší posturálny vývoj. Svaly sa počas vývoja do držania tela zapájajú automaticky. Spolu s posturálnou aktiváciou svalstva je súčasne dokončovaný aj morfológický vývoj skeletu (Kolář, 2002, pp. 106-107).

Výskumy preukázali, že obezita ovplyvňuje schopnosť motorickej kontroly. Deti s obezitou alebo nadváhou majú horšiu kontrolu hrubej a jemnej motoriky a oneskorený motorický vývoj. Vysoké BMI u detí spôsobuje, že majú zníženú úroveň schopnosti behu - základnej motorickej zručnosti, na základe ktorej sa učia komplexnejšie motorické zručnosti. Taktiež majú ťažkosti s posturálnou koordináciou a počas lokomócie sú viac závislé od zrakovej kontroly, ktorá je u neobéznych detí automatická. U dospelých obéznych kombinácia nadváhy a hypertenzie súvisí s nižšou rýchlosťou pohybu a manuálnou zručnosťou (Wang et al., 2016, p. 2).

### **3.3 Posturálna stabilita**

Posturálna stabilita je schopnosť organizmu zaistiť a udržiavať vzpriamené držanie tela a reagovať na zmeny vonkajších a vnútorných síl tak, aby nedošlo k neriadenému pádu. Rovnováha alebo balans predstavuje súbor statických a dynamických stratégií, ktoré sa podieľajú na zaisťovaní posturálnej stability (Vařeka, 2002, p. 116).

V procese udržiavania posturálnej stability je nutný neustály prísun informácií do CNS prostredníctvom rôznych typov receptorov. Najdôležitejšími sú zrková, vestibulárna a propioceptívna zložka. Častokrát býva prehliadaný význam exterocepcie a podceňovaný

vplyv psychiky. Psychika výrazne ovplyvňuje nielen celkové držanie tela, ale tiež proces voľby vhodného programu k udržaniu alebo obnoveniu posturálnej stability. Tento vplyv prebieha na úrovni vedomej, ale tiež podvedomej. Nadmerná psychická tenzia zhoršuje stabilitu, pretože obava z nezvládnutia situácie vedie k nadmernému svalovému napätiu, ktoré narúša potrebnú koordináciu (Vařeka, 2002, pp. 122, 126).

Obezita sa negatívnym vplyvom značne podieľa na schopnosti zaistenia posturálnej stability. Bolo dokázané, že obézni jedinci v rámci posturálnej kontroly potrebujú vynaložiť väčšie sústredenie a venovať väčšiu pozornosť na udržanie rovnováhy počas unipedálneho stoja. To znamená, že ľudia s obezitou spotrebúvajú zdroje pozornosti na kompenzáciu svojich motorických deficitov (Wang et al., 2016, p. 2).

Doterajšie štúdie, ktoré skúmali túto koreláciu, síce dospeli k záveru, že obézni pacienti majú zhoršenú stabilitu, ale primárnu príčinu nebolo jednoduché určiť. Predpokladá sa, že znížená statická posturálna stabilita je dôsledkom telesnej konštitúcie obéznych – tvarom a veľkosťou tela, čo spôsobuje zmenu polohy ťažiska. Výskum z roku 2001, ktorý sledoval účinky obezity na anteroposteriornu stabilitu počas bipedálneho stoja ukázal, že s anteriórnym posunom ťažiska tela sa priamo úmerne zvýšil aj otáčavý moment členkového kĺbu, ktorý bol potrebný k stabilizácii tela. Z toho vyplýva, že zvýšené anteroposteriórne kolísanie tela je spojené viac s vyššou hmotnosťou telesného tuku, než by bol narušený samotný systém posturálnej kontroly (Wearing et al., 2006, p. 15).

Štúdia z roku 2016 porovnávala mieru posturálnej stability medzi skupinou mladých obéznych ľudí s osobami s normálnou hmotnosťou. Merania boli vykonávané v štyroch variáciách – s otvorenými alebo zatvorenými očami a na pevnom alebo penovom povrchu. Takýmto spôsobom bola určená rýchlosť a celková vzdialenosť posunu ťažiska tela. Výsledky ukázali, že u obéznych jedincov bola na oboch typoch povrchu so zatvorenými očami rýchlosť a celková oscilácia ťažiska signifikantne vyššia. Avšak pri meraniach na pevnej či penovej podložke s otvorenými očami nebol zaznamenaný markantný rozdiel medzi skupinami. Tieto výsledky naznačujú, že obézni jedinci majú menšiu schopnosť udržať posturálnu stabilitu v porovnaní s jedincami s normálnou hmotnosťou (Son, 2016, pp. 378-380).

### **3.4 Odchýlky chôdze u obéznych**

Chôdza predstavuje komplexnú pohybovú funkciu. Ide o základný lokomočný stereotyp, ktorý vzniká na fylogeneticky fixovanom podklade špecifickom pre každého jednotlivca (Kolář, 2020, p. 48).

Ľudská lokomócia zahŕňa zložitú súhru svalových a zotrvačných síl, ktorej výsledkom je plynulý pohyb tela v priestore pri minimalizácii nárokov na výdaj mechanickej a fyziologickej energie. Energetické náklady chôdze závisia od rýchlosti pohybu. Pomalšie alebo rýchlejšie tempo ako je preferované tempo rýchlosti chôdze daného jedinca, zvyčajne vyžaduje vyššie energetické náklady. Hmotnosť je ďalším hlavným determinantom energetického výdaja, keďže obézni jedinci zvyčajne spotrebujú väčšie množstvo energie pri ľubovoľne zvolenej rýchlosti chôdze. Ukázalo sa, že u dospelých obéznych efektívnosť chôdze negatívne koreluje viac s telesnou adipozitou ako s hmotnosťou ako takou, pričom zvýšené energetické náklady sú pripisované práve zvýšenej vnútornej práci, ktorú zapríčiňujú neúmerne ťažšie končatiny (Wearing et al., 2006, pp. 15-16).

### **3.4.1 Parametre chôdze**

Chôdza je zložitý sekvenčný fázový pohyb prebiehajúci cyklicky podľa určitej časovej postupnosti. Véle uvádza, že chôdza má 3 základné zreteľne oddelené fázy – opornú, švihovú a fázu dvojitej opory, ktorá tvorí prechod medzi týmito dvomi fázami a je spojená s propulzným pohybom (Véle, 2006, pp. 348-350).

V praxi sa veľakrát používa detailnejšie rozfázovanie chôdze. Dvomi základnými fázami chôdze sú stojná a švihová fáza, pričom stojná fáza predstavuje 60 % a švihová 40 % krokového cyklu. Stojná fáza zahŕňa fázu počiatočného kontaktu, štádium zaťažovania, medzistoj, konečný stoj a predšvihovú fázu. Nasleduje švihová fáza, do ktorej patrí počiatočný švih, medzišvih a konečný švih. Pri objektívnom hodnotení chôdze sú základnými hodnotenými aspektmi, tzv. priestorovo-časové parametre chôdze, medzi ktoré patrí dĺžka kroku, šírka kroku, dĺžka dvojkroku, rýchlosť a kadencia chôdze, došľap päty, odvíjanie špičky a charakter chodidla (Sethi et al., 2022, pp. 2-5).

Priestorovo-časové atribúty chôdze u obéznych jedincov sa líšia v porovnaní s chôdzou ľudí s normálnou hmotnosťou. Preferovaná rýchlosť chôdze obéznych je nižšia a súčasne sa znižuje aj dĺžka a frekvencia počtu krokov. Okrem toho bola u obéznych zaznamenaná aj väčšia šírka kroku a najmä dlhšie trvanie stojnej fázy, kratšia švihová fáza a dlhšia doba fázy dvojitej opory. Tieto zmeny sú vysvetľované ako reakcia na nestabilitu, pričom pomalšia chôdza a dlhšia fáza dvojitej opory pomáhajú udržiavať dynamickú rovnováhu (Wearing et al., 2006, pp. 16-17).

V rámci trojrozsmernej analýzy kĺbnych pohybov dolných končatín počas chôdze výskumy ukázali, že neexistujú významnejšie rozdiely v sagitálnej a transverzálnej rovine medzi skupinou obéznych jedincov v porovnaní s ľuďmi s optimálnou hmotnosťou. Najväčšie



rozdiely boli zaznamenané vo frontálnej rovine. Obézni majú väčšiu addukciu v bedrovom kĺbe počas terminálnej fázy stoja a v predšvihovej fáze. Predpokladá sa, že obézni prispôsobujú silu svojich bedrových adduktorov, aby kontrolovali kolísanie tela a následne tak udržali stabilitu. Zvýšená aktivita adduktorov by taktiež mohla brániť extenzii bedrového kĺbu v terminálnej fáze stoja. Preukázaný bol aj zvýšený maximálny addukčný uhol v kolennom kĺbe a zvýšená everzia členku, ktorá bola najvyššia v momente od fázy medzistojia až do predšvihovej fázy (Lai et al., 2008, pp. 2-5).

V kontexte zmenenej kinetiky a kinematiky chôdze v dôsledku obezity boli zaznamenané zvýšené vnútorné sily a kĺbne momenty u obéznych osôb, čo svedčí o väčšom zaťažení kĺbov, ktoré následne môže prispievať k rozvoju a progresii osteoartrózy. Okrem toho je u obéznych zvýšené riziko pádu a vzniku muskuloskeletálnych poranení (Kim et al., 2021, pp. 2, 10).

### **3.4.2 Klenba nohy**

Obezita je spätá so štrukturálnymi zmenami, medzi ktoré patrí aj oploštenie klenby chodidla. Dochádza k tomu, že telesná konštitúcia negatívne ovplyvňuje hodnoty indexu klenby. U obéznych osôb sa v priebehu chôdze zvyšuje pohyb v zadnej časti chodidla, a tým sa výrazne zvyšuje abdukcia v prednej časti chodidla (Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 215).

Štúdia, ktorá skúmala výšku klenby chodidla u mladých obéznych, použila na meranie funkčný test poklesu navikulárnej kosti, pri ktorom sa merala vzdialenosť medzi podložkou a tuberositas ossis navicularis. Prvé meranie bolo vykonané v sede, kedy účastníci výskumu sedeli na stoličke s chodidlami voľne položenými na podložke, bez zaťaženia. Druhé meranie prebehlo v stojci so zaťažením oboch dolných končatín. Tieto dve merania boli porovnané a bol zaznamenaný rozdiel vo výške klenby. Priemerný pokles výšky klenby bol u obéznych vyšší ako u jedincov s normálnou hmotnosťou. Rozdiel predstavoval 9,23 mm, čo bolo blízko diagnostickej hranice 10 mm pre plochú nohu. Tento výsledok sa zhoduje so zisteniami predchádzajúcich štúdií, ktoré poukazujú na štrukturálne a funkčné abnormality mediálnej pozdĺžnej klenby u obéznych pacientov (Park & Park, 2019, pp. 103-106).

U obéznych boli zistené aj problémy v mechanoreceptoroch chodidla, čo zapríčiňuje zníženú plantárnu citlivosť. Štúdia z roku 2010 uvádza, že zvýšená hmotnosť môže znižovať kvalitu propioceptívnych informácií potrebných na udržanie rovnováhy tým, že nadmernou hmotnosťou je prekročený detekčný prah mechanoreceptorov chodidla (Park & Park, 2019, p. 106).

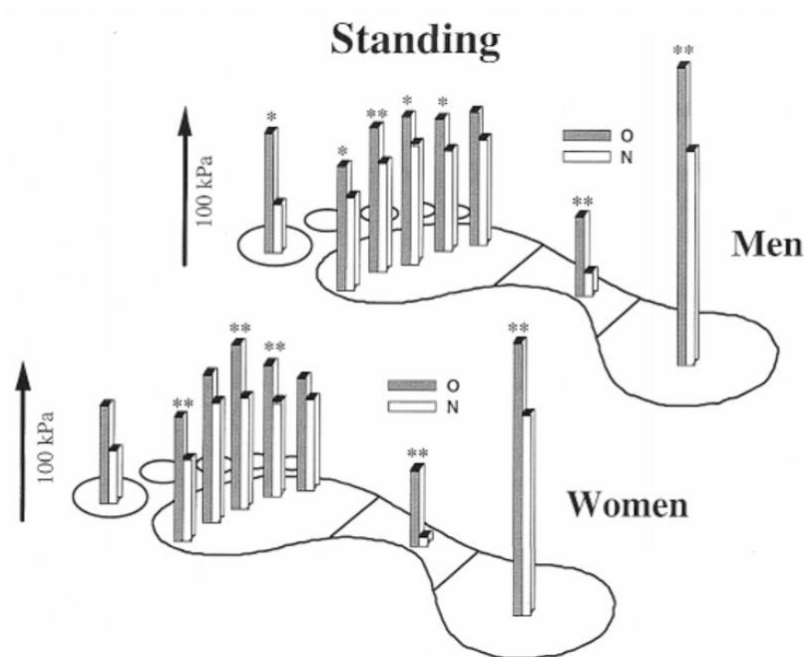
Znížená citlivosť chodidiel bola zaznamenaná hlavne u obéznych diabetikov spolu s rozpadom pokožky a zvýšenou tendenciou k vzniku vredov na chodidlách spojených s

neuropatiou, a to práve v dôsledku zvýšeného statického tlaku pod ploskami (Hills et al., 2001, p. 1678).

Existujú výrazné rozdiely v rozložení a miere plantárneho tlaku u obéznych osôb. Tlak chodidla je v prípade ľudí s obezitou výrazne zvýšený, a to počas stoja i chôdze. V meraniach pomocou tlakovej platformy obézni muži aj ženy vykazovali vyššie hodnoty plantárneho tlaku vo všetkých anatomických bodoch počas stoja jednou dolnou končatinou na meracej platforme, teda s polovicou záťaže telesnej hmotnosti. Výrazne zvýšený tlak bol pod pätou, strednou časťou chodidla a pod hlavičkami metatarzov (Graf 1). Plantárny tlak počas stoja bol v oblasti strednej a čiastočne aj prednej časti chodidla vyšší u obéznych žien v porovnaní s obéznymi mužmi (Hills et al., 2001, pp. 1674-1678).

### Graf 1

*Distribúcia plantárneho tlaku (kPa) počas stoja u obéznych (O) a neobéznych (N) mužov a žien (Hills et al., 2001, p. 1676)*



Obezita je rizikovým faktorom pre vznik jednostrannej plantárnej fasciitídy, ktorá patrí k častým ochoreniam mäkkých tkanív nohy (Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 215).

Plantárna fascia udržiava tvar mediálnej pozdĺžnej klenby a poskytuje mechanickú oporu pre chodidlo. Ukázalo sa, že obézne osoby majú relatívne zvýšenú hrúbku plantárnej fascie. Predpokladá sa, že k tomuto javu dochádza z dôvodu zvýšenej aktivity plantárnej fascie v dôsledku nadmernej záťaže a nutnej opory (Park & Park, 2019, p. 106).

Následkom zníženej klenby u obéznych jedincov sa môžu vyvinúť ďalšie zdravotné komplikácie. Chodidlá s nižšou klenbou bývajú v priebehu propulzívnej fázy chôdze viac pružnejšie, čo vedie k hyperpronácii členku. U obéznych ľudí s pronáčnym postavením chodidiel existuje väčšia pravdepodobnosť, že následné nesprávne nastavenie dolných končatín má za následok zväčšenie uhla vybočenia špičky počas chôdze. To môže spôsobovať bolesti chodidiel, ako napríklad chronickú bolesť päty. Kombinácia zmien v mechanike chôdze a výške klenby prispieva k muskuloskeletálnym poraneniam v dôsledku poškodenia mäkkých tkanív, akými sú napríklad dysfunkcia šlachy m. tibialis posterior, častejšie distorzie členkových kĺbov alebo už spomínaná plantárna fascitída (Kim et al., 2021, p. 2).

## 4 Vplyv obezity na respiračný systém

Obezita podstatne prispieva k chorobnosti dýchacích ciest tým, že kladie väčšie nároky na dýchací systém následkom zrnnozenia tukového tkaniva a vznikom systémového zápalu. Zvýšená hodnota BMI má nepriaznivé účinky na objem pľúc a spôsobuje obmedzenie prietoku a zvýšenie senzitivity dýchacích ciest. Obezita zvyšuje riziko pľúcnej hypertenzie, pľúcnej embólie, infekcií dýchacích ciest a následného hypoxického respiračného zlyhania a ventilačného zlyhania (Shah & Kaltsakas, 2023, p. 7).

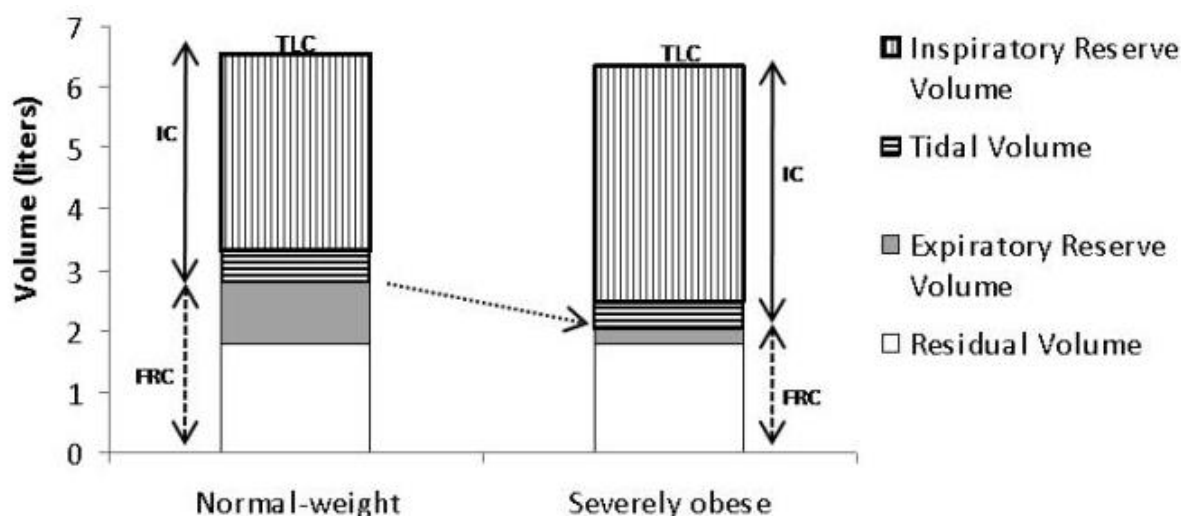
### 4.1 Patologické zmeny v mechanike dýchania

Obezita ovplyvňuje rôzne fyziologické pokojové parametre dýchania, ako napríklad poddajnosť pľúc, neuromuskulárnu silu, dýchaciu prácu, spirometrické parametre, respiračný odpor, difúziu kapacitu, proces výmeny dýchacích plynov a pod. (Sood, 2009, p. 1).

Nárast hmotnosti a zvyšujúca sa hodnota BMI sú spojené so znížením statických aj dynamických pľúcnych objemov (Graf 2), čo sa prejavuje reštriktívnejším ventilačným vzorcom pri spirometrii. Štúdie preukázali, že nárast BMI znižuje usilovný expiračný objem za prvú sekundu ( $FEV_1$ ), usilovnú vitálnu kapacitu (FVC), funkčnú reziduálnu kapacitu (FRC) a expiračný rezervný objem (ERV). Pri morbidnej obezite dochádza aj k miernemu zníženiu reziduálneho objemu (RV) a celkovej pľúcnej kapacity (TLC) (Zammit et al., 2010, p. 336).

#### Graf 2

Porovnanie pľúcnych objemov u osoby s optimálnou hmotnosťou a morbidne obézneho jedinca (Sood, 2009, p. 11)



Legenda: Expiratory reserve volume (ERV) – expiračný rezervný objem, FRC – funkčná

reziduálna kapacita, IC – inspiračná kapacita, Inspiratory reserve volume (IRV) – inspiračný rezervný objem, Residual volume (RV) – reziduálny objem, Tidal volume (TV) – dychový objem, TLC – celková pľúcna kapacita

Objem pľúc je dôležitým faktorom určujúcim priemer dýchacích ciest. U obéznych jedincov dochádza k zúženiu a bezprostrednému zvýšeniu rezistencie dýchacích ciest. Telesná pletyzmografia preukázala, že nárast odporu dýchacích ciest je priamo úmerný zvyšujúcemu sa BMI. Keďže obézni jedinci majú tendenciu dýchať pri nižšej FRC, hladké svaly dýchacích ciest nie sú plne zaťažené, čo im umožňuje nadmerné skrátenie spôsobujúce zúženie dýchacích ciest (Shah & Kaltsakas, 2023, pp. 3-4).

Nadmerná hmotnosť na prednej stene hrudníka spôsobená obezitou znižuje poddajnosť hrudnej steny a vytrvalosť dýchacích svalov, čím sa zvyšujú nároky na dýchanie. Okrem toho nahromadenie tukového tkaniva v prednej brušnej stene a v intraabdominálnom viscerálnom tkanive bráni pohybu bránice, znižuje bazálnu expanziu pľúc počas nádychu a spôsobuje ventilačno-perfúzne abnormality a arteriálnu hypoxémiu. Tieto zmeny prispievajú k zvýšenému výskytu respiračných problémov u obéznych osôb, najmä pri záťaži a v polohe na chrbte, napríklad počas spánku či v priebehu operácií počas anestézie (Zammit et al., 2010, p. 336).

## 4.2 Syndróm obštrukčnej spánkovej apnoe

Obštrukčná spánkova apnoe (OSA) je stav, ktorý sa vyznačuje opakovanými epizódami čiastočného alebo úplného uzavretia horných dýchacích ciest počas spánku. Reakcia organizmu na obštrukciu dýchania vedie k aktivácii mozgu, sympatiku a k poklesu hladiny kyslíka v krvi (Senaratna et al., 2017, p. 70).

Medzi symptómy OSA patrí zlá kvalita spánku, ktorý je sprevádzaný chrápaním, opakované prebúdzanie počas noci, prípadne zvýšené nočné potenie a nyktúria. V priebehu dňa následne ľudia s OSA trpia spavosťou, zvýšeným pocitom únavy, rannými bolesťami hlavy a poruchami pamäte a koncentrácie (Kunešová et al., 2011, p. 29).

Hlavnou diagnostickou metódou OSA je apnoe - hypopnoe index (AHI), ktorý vyjadruje priemerný počet zástav dýchania – apnoí či hypopnoí za hodinu spánku. AHI sa meria pomocou polysomnografie laboratórne alebo v domácom prostredí (Senaratna et al., 2017, p. 70).

Okrem negatívneho vplyvu na dennú bdelosť a kognitívne funkcie, v dôsledku čoho sa zvyšuje riziko dopravných nehôd a nehôd na pracovisku, má OSA dopad aj na nárast vzniku kardiovaskulárnych ochorení a metabolických porúch. Je spojená tiež so zvýšenou mortalitou

najmä z kardiovaskulárnych príčin. Medzi predispozičné faktory OSA patrí vyšší vek, mužské pohlavie, kraniofaciálne abnormality a hlavne nadmerná adipozita. Bolo preukázané, že 10 % nárastu hmotnosti je spojených s 32% zvýšením AHI, pričom naopak 10 % úbytku hmotnosti je spojených s 26% znížením AHI (Araghi et al., 2013, p. 1553).

Vzhľadom k enormnému nárastu obezity sa zvyšuje aj prevalencia OSA. Systematická štúdia z roku 2016, ktorá ako prvá sledovala a porovnávala výskyt OSA u dospeljej populácie vo všetkých regiónoch sveta ukázala, že celková prevalencia OSA sa pohybuje od 9 % do 38 % a je vyššia u mužov v porovnaní so ženami. Prevalencia bola značne vyššia u obéznych ľudí a u starších osôb. Tento systematický prehľad teda potvrdzuje, že vyšší vek, mužské pohlavie a vyššie BMI zvyšujú prevalenciu OSA (Senaratna et al., 2017, pp. 70-79).

Predpokladá sa, že obezita prispieva k vzniku OSA dvomi mechanizmami. Prvým je, že ukládanie tukového tkaniva na prednej strane krku vedie k obštrukcii už aj tak dost' ochabnutých dýchacích ciest počas spánku. Druhou, už spomínanou, príčinou je, že obézni jedinci dýchajú pri zníženom pľúcnom objeme, čo spôsobuje zúženie dýchacích ciest. Znížený priemer dýchacích ciest má za následok zvýšenú pravdepodobnosť kolapsu dýchacích ciest v priebehu spánku (Shah & Kaltsakas, 2023, p. 6).

Existuje niekoľko možností liečby OSA za účelom zlepšenia priechodnosti dýchacích ciest počas spánku. Najčastejšie používanou liečebnou metódou je udržiavanie nepretržitého pozitívneho tlaku v dýchacích cestách, ktorá účinne znižuje počet AHI a tiež dennú spavosť (Araghi et al., 2013, p. 1553).

Udržiavanie kontinuálneho pozitívneho tlaku spočíva v aplikácii pretlakového prístroja CPAP (continuous positive airway pressure). Štúdie však poukazujú na to, že aplikácia CPAP neovplyvňuje abdominálnu obezitu, chronický zápal ani inzulínovú rezistenciu. Preto v liečbe OSA u obéznych jedincov je najvýhodnejšou stratégiou redukcia hmotnosti, či už úpravou stravovacích návykov alebo pri ťažších formách obezity prostredníctvom bariatrických zákrokov (Kunešová et al., 2011, p. 30).

Metaanalýza z roku 2013 sledovala a hodnotila účinok nechirurgických a nefarmaceutických prístupov v liečbe OSA. Výsledky ukázali, že liečebné postupy, ktoré využívali len fyzickú aktivitu, neboli až tak úspešné pri znižovaní AHI v porovnaní s diétnymi prístupmi. Kombinácia diéty a fyzickej aktivity však viedla k významnému zníženiu AHI. Na záver možno konštatovať, že zníženie hmotnosti prostredníctvom intervencií v oblasti zdravšieho životného štýlu a stravovania vedie k zlepšeniu parametrov OSA. Avšak tieto postupy nie sú dostatočné na normalizáciu parametrov OSA a nemožno ich akceptovať ako liečebnú metódu (Araghi et al., 2013, pp. 1553-1561).

Rozsiahla metaanalýza z roku 2018, ktorá skúmala vzťah medzi chirurgickým znížením hmotnosti a závažnosťou OSA, dospela k záveru, že zníženie hmotnosti bariatrickým zákrokom výrazne zlepšuje závažnosť OSA a jej symptómy. Okrem toho, chirurgické zníženie hmotnosti je účinnejšie pri znižovaní AHI aj BMI v porovnaní s nechirurgickými stratégiami. Avšak nebola zistená žiadna lineárna korelácia medzi množstvom hmotnostného úbytku a zlepšením AHI a značná časť pacientov mala po operácii stále reziduálnu OSA, napriek zlepšeniu klinických symptómov (Wong et al., 2018, pp. 85-97).

### **4.3 Hypoventilačný syndróm**

Hypoventilačný syndróm pri obezite (OHS) je definovaný ako kombinácia ťažkej obezity s hodnotou BMI nad 40, dennej hypoventilácie a prítomnej hyperkapnie a hypoxémie, následkom čoho dochádza k poruche dýchania počas spánku. OHS vzniká ako respiračný dôsledok morbidnej obezity, ktorý je charakterizovaný alveolárnou hypoventiláciou počas spánku aj bdenia (Shetty & Parthasarathy, 2015, p. 42).

Pacienti s OHS majú viacero fyzických podobností ako pacienti s OSA vrátane obezity a zvýšeného obvodu krku a pásu. Podobne ako pri OSA, mnohí pacienti s OHS trpia poruchami dýchania v spánku s častým výskytom chrápania a apnoí (Zammit et al., 2010, p. 338).

Preto sa pacienti trpiaci OHS delia na osoby bez OSA a osoby s pridruženou OSA, ktorých je väčšina. Samotný OHS je spôsobený neschopnosťou kompenzovať zvýšenú záťaž dýchacieho systému, čo vedie k alveolárnej hypoventilácii. U pacientov s OSA môže prerušované zastavenie ventilácie, pokračujúca metabolická produkcia oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) a zvýšená práca dýchania oproti uzavretým dýchacím cestám vyústiť do hyperkapnie. Tento stav je však za normálnych okolností kompenzovaný zvýšením alveolárnej ventilácie. Avšak u pacientov trpiacich OSA aj OHS sa časový interval medzi apnoickými epizódami skracuje, čo vedie k nedostatočnej eliminácii CO<sub>2</sub> z tela a následnej hyperkapnii. Hyperkapnia počas spánku spôsobuje zvýšenie bikarbonátov k vyrovnaniu CO<sub>2</sub>. Ide o pomalý proces, zvýšená hladina bikarbonátov pretrváva aj počas bdelého stavu, následkom čoho dochádza k dennej hyperkapnii (Shah & Kaltsakas, 2023, p. 7).

Pri OHS je dôležitá včasná diagnostika, pretože oneskorenie liečby je spojené s výraznou morbiditou a mortalitou. Liečba OHS je zameraná na základné patofyziologické faktory, ktoré prispievajú k hypoventilácii. Medzi dostupné možnosti liečby patrí neinvazívna terapia pozitívnym tlakom v dýchacích cestách (PAP), zníženie hmotnosti prostredníctvom úpravy životného štýlu alebo bariatrickým zákrokom a farmakoterapia. PAP terapia má podobu terapie

kontinuálnym pozitívnym tlakom v dýchacích cestách (CPAP) alebo neinvazívnej pozitívnej tlakovej ventilácie (NIPPV) (Shetty & Parthasarathy, 2015, pp. 42-45).

OHS aj OSA možno označiť ako stavy respiračného zlyhania v dôsledku obezity. Je však dôležité ich rozlišovať, pretože liečba je rozdielna. Neinvazívna ventilácia sa používa na liečbu pacientov s hyperkapnickým respiračným zlyhaním v dôsledku OHS a pacientov, ktorí nedosahujú dostatočnú ventiláciu pomocou CPAP. Chronická denná hypoxémia a hyperkapnia u pacientov s OHS je spojená s vysokým rizikom rozvoja pľúcnej hypertenzie, pravostranného srdcového zlyhania a cor pulmonale. Bolo preukázané, že morbidita a mortalita v dôsledku OHS je oveľa vyššia ako následkom OSA a samotnej obezity (Zammit et al., 2010, p. 339).

#### **4.4 Ďalšie respiračné komplikácie**

Okrem už vyššie spomenutých respiračných ochorení, má obezita vplyv na astmu a CHOCHP. Bolo preukázané, že prevalencia aj závažnosť astmy sa zvyšuje so stúpajúcou hodnotou BMI. Navyše sú obézni jedinci častejšie hospitalizovaní s exacerbáciou astmy a existuje u nich menšia pravdepodobnosť, že budú reagovať na konvenčnú inhalačnú liečbu kortikosteroidmi (Shah & Kaltsakas, 2023, p. 4).

Pacienti s nadváhou a obezitou častejšie trpia respiračnými symptómami, a to aj bez prítomnosti preukázateľného pľúcneho ochorenia. Štúdie ukázali zvýšený výskyt dyspnoe a stridoru v pokojovom aj záťažovom stave u obéznych osôb v porovnaní s jedincami s optimálnou hmotnosťou (Zammit et al., 2010, p. 337).

Na respiračné komorbidity má vplyv aj typ obezity. Jedinci s androidnou obezitou, u ktorých dominuje tuk v abdominálnej oblasti, sú náchylnejší na rozvoj respiračných komplikácií v porovnaní s osobami s gynoidnou obezitou. Príčinou je práve fyzické obmedzenie, ktoré kladie centrálné tukové tkanivo na bránicu (Shah & Kaltsakas, 2023, p. 2).

Obezita výrazne komplikuje celý proces anestézie. Zvýšený obvod krku a zúžené horné dýchacie cesty sťažujú intubáciu, extubáciu a mechanickú ventiláciu. U obéznych pacientov dochádza tiež rýchlejšie k desaturácii. Bolo preukázané, že menší objem pľúc u obéznych zvyšuje pravdepodobnosť vzniku kompresívnej atelektázy a kolapsu horných dýchacích ciest. Obezita predstavuje vážne hrozby bezprostredne v pooperačnej fáze pri presune pacienta a jeho monitorovaní. Obézni pacienti sú náchylnejší na rozvoj pooperačných kardiálnych a pľúcnych komplikácií vrátane pneumónie a tromboembolickej choroby a často je v ich prípade nutný dlhší pobyt v nemocnici (Zammit et al., 2010, pp. 340-342).



## Záver

Prevalencia obezity má v dnešnej dobe neustále stúpajúcu tendenciu. Je prítomná vo všetkých vrstvách populácie a za posledné roky dosiahla globálne rozmery epidémie. Podľa najnovších štatistík vydaných WHO sa celosvetovo od roku 1990 obezita u dospelaj populácie viac ako zdvojnásobila, a čo je ešte viac alarmujúce, obezita detí a dospelajúcich sa zvýšila štvornásobne.

Je nutné si uvedomiť, že obezita nie je len problémom estetickým, ale prináša so sebou závažné zdravotné dôsledky, ktoré sekundárne môžu vyústiť do život ohrozujúcich komplikácií. Cieľom mojej práce bolo poukázať a objasniť, ako obezita negatívne ovplyvňuje viaceré telesné sústavy so zameraním najmä na pohybový aparát a motorické schopnosti.

Obezita spôsobuje nadmerné mechanické zaťaženie podpornej aj silovej zložky pohybového aparátu. Následkom tohto preťaženia dochádza u obéznych ľudí často k progresii osteoartrózy nosných kĺbov, k zápalovým procesom či zníženiu kostnej denzity. Obezita vedie k úbytku svalovej hmoty a následnému zníženiu svalovej sily. Obézni jedinci mnohokrát trpia kvôli mechanickému narušeniu pohybového aparátu chronickými bolesťami, napríklad LBP.

Nežiadúci dopad obezity na posturálny systém v dôsledku nesprávneho biomechanického nastavenia telesných segmentov a zvýšeného svalového tonu vedie k posturálnym odchýlkam a štrukturálnym zmenám, ako napríklad pes planus. Dochádza tiež k zníženiu stability, čo má za následok zníženú kontrolu pohybu a vyššiu náchylnosť k pádom. Obezita ovplyvňuje krokový cyklus a parametre chôdze, čím značne limituje motoriku.

Respiračný systém a samotný proces dýchania je obezitou postihnutý takisto. Patologické zmeny v mechanike dýchania, obmedzenie pľúcnych objemov a priechodnosti dýchacích ciest prispievajú k rozvoju respiračných komplikácií a ochorení dýchacieho systému. Medzi najčastejšie patrí OSA a OHS.

Všetky spomínané komplikácie nielenže obmedzujú pohybové schopnosti pacienta a znižujú kvalitu jeho života, ale v širšom ponímaní tiež negatívne vplyvajú na duševné zdravie. Ľudia s nadváhou a obezitou často trpia nízkym sebavedomím, depresiami, úzkosťami či inými psychickými ťažkosťami. Stigmatizácia, diskriminácia a marginalizácia obéznych len prehĺbuje ich zhoršené psychické rozpoloženie. Preto je dôležité, aby prevencia a liečba zahŕňala komplexný prístup zameraný nielen na zmenu životného štýlu, ale poskytovala tiež podporu a motiváciu k zlepšeniu celkového zdravia obézneho pacienta.

Obezita predstavuje problém s rozsiahlymi následkami pre jednotlivca aj spoločnosť ako celok. V boji proti obezite je preto podstatné prebrať zodpovednosť individuálne aj spoločensky

a zaviesť súborné opatrenia na úrovni politiky, vzdelávania, verejného zdravotníctva a sociálneho prostredia. Je nevyhnutné poskytnúť obyvateľstvu dostupnejší prístup k zdravej strave a podporovať jednotlivcov, aby prevzali iniciatívu a fyzická aktivita sa stala súčasťou ich každodenného života.

Fyzioterapeuti by mali byť spolu s lekármi, dietológmi a psychológmi súčasťou multidisciplinárneho tímu, ktorý sa podieľa na liečbe obézneho pacienta. Fyzioterapeutické intervencie v terapii obezity môžu zahŕňať cvičenia na zlepšenie pohyblivosti, stability a svalovej sily či poradenstvo ohľadom správnej techniky cvičenia. Integrovaný prístup využívajúci fyzioterapiu, výživové poradenstvo a psychologickú podporu dokáže účinne viesť k dlhodobo udržateľnej zmene životného štýlu a zlepšeniu zdravia obézneho jedinca.

Rovnako podstatnými opatreniami je investícia do osvedy, zvýšenie povedomia verejnosti o dopadoch obezity na zdravie a podpora výskumu, ktoré môžu pomôcť účinnejšie bojovať proti tejto epidémii, znížiť náklady na zdravotnú starostlivosť a zlepšiť zdravotný stav populácie.

## Referenčný zoznam

- Anandacoomarasamy, A., Caterson, I., Sambrook, P., Fransen, M., & March, L. (2008). The impact of obesity on the musculoskeletal system. *International Journal of Obesity*, 32(2), 211-222. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803715>
- Anekwe, C. V., Jarrell, A. R., Townsend, M. J., Gaudier, G. I., Hiserodt, J. M., & Stanford, F. C. (2020). Socioeconomics of Obesity. *Current obesity reports*, 9(3), 272-279. <https://doi.org/10.1007/s13679-020-00398-7>
- Araghi, M. H., Chen, Y. F., Jagielski, A., Choudhury, S., Banerjee, D., Hussain, S., Thomas, G. N., & Taheri, S. (2013). Effectiveness of lifestyle interventions on obstructive sleep apnea (OSA): Systematic review and meta-analysis. *Sleep: Journal of Sleep and Sleep Disorders Research*, 36(10), 1553-1562. <https://doi.org/10.5665/sleep.3056>
- Aronne, L. J. (2002). Classification of Obesity and Assessment of Obesity-Related Health Risks. *Obesity Research*, 10(S2), 105-115. <https://doi.org/10.1038/oby.2002.203>
- Atchison, J. W., & Vincent, H. K. (2012). Obesity and low back pain: relationships and treatment. *Pain management*, 2(1), 79–86. <https://doi.org/10.2217/pmt.11.64>
- Bayartai, M. E., Luomajoki, H., Tringali, G., De Micheli, R., Abbruzzese, L., & Sartorio, A. (2023). Differences in spinal posture and mobility between adults with obesity and normal weight individuals. *Scientific Reports*, 13(1), 13409. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40470-5>
- Bergin, P. F., & Russell, G. V. (2015). The effects of obesity in orthopaedic care. *Instructional course lectures*, 64, 11-24. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25745891>
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(2), 459-471. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181949333>
- Dylevský, I. (2021). *Klinická kineziologie a patokineziologie* (1. díl). Grada Publishing.
- Fabris de Souza, S. A., Faintuch, J., Valezi, A. C., Sant'Anna, A. F., Gama-Rodrigues, J. J., de Batista Fonseca, I. C., & de Melo, R. D. (2005). Postural Changes in Morbidly Obese Patients. *Obesity Surgery*, 15(7), 1013-1016. <https://doi.org/10.1381/0960892054621224>

- Fahed, G., Aoun, L., Bou Zerdan, M., Allam, S., Bou Zerdan, M., Bouferraa, Y., & Assi, H. I. (2022). Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(2), 1-38. <https://doi.org/10.3390/ijms23020786>
- Gkastaris, K., Goulis, D. G., Potoupnis, M., Anastasilakis, A. D., & Kapetanios, G. (2020). Obesity, osteoporosis and bone metabolism. *JOURNAL OF MUSCULOSKELETAL*, 20(3), 372-381. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32877973/>
- Gonçalves, C. G., Glade, M. J., & Meguid, M. M. (2016). Metabolically healthy obese individuals: Key protective factors. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 32(1), 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.07.010>
- Hainer, V. (2016). Etiopatogeneze obezity. In M. Kunešová et al., *Základy obezitologie* (pp. 3-7). Galén.
- Hainer, V., & Bendlová, B. (2011). Etiopatogeneze obezity. In V. Hainer et al., *Základy klinické obezitologie* (2nd ed., pp. 59-90). Grada Publishing.
- Hainer, V., Toplak, H., & Mitrakou, A. (2008). Treatment modalities of obesity: what fits whom? *Diabetes care*, 31(S2), 269-277. <https://doi.org/10.2337/dc08-s265>
- Haluzík, M. (2016). Obezita a diabetes mellitus 2.typu. In M. Kunešová et al., *Základy obezitologie* (pp. 25-30). Galén.
- Hill, J. O., Wyatt, H. R., & Peters, J. C. (2012). Energy balance and obesity. *Circulation*, 126(1), 126-132. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.087213>
- Hills, A. P., Hennig, E. M., McDonald, M., & Bar-Or, O. (2001). Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International Journal of Obesity*, 25(11), 1674-1679. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801785>
- Chaput, C. D., Siddiqui, M., & Rahm, M. D. (2019). Obesity and calcification of the ligaments of the spine: a comprehensive CT analysis of the entire spine in a random trauma population. *The spine journal: official journal of the North American Spine Society*, 19(8), 1346-1353. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2019.03.003>
- Chin, S. H., Huang, W. L., Akter, S., & Binks, M. (2020). Obesity and pain: A systematic review. *International journal of obesity*, 44(5), 969–979. <https://doi.org/10.1038/s41366-019-0505-y>

- Chooi, Y. C., Ding, C., & Magkos, F. (2019). The epidemiology of obesity. *Metabolism: clinical and experimental*, 92, 6-10. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.09.005>
- Kim, D., Lewis, C. L., & Gill, S. V. (2021). Effects of obesity and foot arch height on gait mechanics: A cross-sectional study. *PloS one*, 16(11), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260398>
- Kolář, P. (2002). Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze. *Pediatric pro praxi*, 3(3), 106-109. <https://www.medvik.cz/link/bmc03017228>
- Kolář, P. (2020). *Rehabilitace v klinické praxi* (2nd ed.). Galén.
- Koliaki, C., Liatis, S., & Kokkinos, A. (2019). Obesity and cardiovascular disease: revisiting an old relationship. *Metabolism: clinical and experimental*, 92, 98-107. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.10.011>
- Kopecký, J., & Flachs, P. (2011). Tkáňový metabolismus a obezita. In V. Hainer et al., *Základy klinické obezitologie* (2nd ed., pp. 117-146). Grada Publishing.
- Kunešová, M. (2011). Vyšetření v obezitologii. In V. Hainer et al., *Základy klinické obezitologie* (2nd ed., pp. 163-179). Grada Publishing.
- Kunešová, M. (2016). Klasifikace a diagnostika obezity. In M. Kunešová et al., *Základy obezitologie* (pp. 9-16). Galén.
- Kunešová, M., Müllerová, D., & Hainer, V. (2011). Epidemiologie a zdravotní rizika obezity. In V. Hainer et al., *Základy klinické obezitologie* (2nd ed., pp. 15-34). Grada Publishing.
- Lai, P. P., Leung, A. K., Li, A. N., & Zhang, M. (2008). Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 23(S1), 2-6. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.02.004>
- Liguori, G., Feito, Y., Fountaine, C., & Roy, B. (Eds.). (2022). *ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (11th ed.). Wolters Kluwer.
- Liu, Y., Liu, Y., Huang, Y., Le, S., Jiang, H., Ruan, B., Ao, X., Shi, X., Fu, X., & Wang, S. (2023). The effect of overweight or obesity on osteoporosis: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 42(12), 2457-2467. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.10.013>

- Lui, P. P. Y., & Yung, P. S. H. (2021). Inflammatory mechanisms linking obesity and tendinopathy. *Journal of Orthopaedic Translation*, 31, 80-90. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2021.10.003>
- Macchi, M., Spezia, M., Elli, S., Schiaffini, G., & Chisari, E. (2020). Obesity Increases the Risk of Tendinopathy, Tendon Tear and Rupture, and Postoperative Complications: A Systematic Review of Clinical Studies. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 478(8), 1839–1847. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000001261>
- Mazieres, B. (2013). Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (Forestier-Rotes-Querol disease): What's new? *Joint Bone Spine*, 80(5), 466-470. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2013.02.011>
- Mendonça, C. R., Noll, M., Santos, A. S. A. de C., Rodrigues, A. P. dos S., & Silveira, E. A. (2020). High prevalence of musculoskeletal pain in individuals with severe obesity: sites, intensity, and associated factors. *Korean Journal of Pain*, 33(3), 245-257. <https://doi.org/10.3344/kjp.2020.33.3.245>
- Mohamed, S. M., Shalaby, M. A., El-Shiekh, R. A., El-Banna, H. A., Emam, S. R., & Bakr, A. F. (2023). Metabolic syndrome: risk factors, diagnosis, pathogenesis, and management with natural approaches. *Food Chemistry Advances*, 3, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100335>
- Müllerová, D., & Kunešová, M. (2011). Prevence obezity – základní strategie současných preventivních programů boje s obezitou. In V. Hainer et al., *Základy klinické obezitologie* (2nd ed., pp. 385-400). Grada Publishing.
- Park, S. Y., & Park, D. J. (2019). Comparison of Foot Structure, Function, Plantar Pressure and Balance Ability According to the Body Mass Index of Young Adults. *Osong public health and research perspectives*, 10(2), 102-107. <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2019.10.2.09>
- Raud, B., Gay, C., Guiguet-Auclair, C., Bonnin, A., Gerbaud, L., Pereira, B., Duclos, M., Boirie, Y., & Coudeyre, E. (2022). *Obesity Impacts Clinical/Functional Consequences of Knee Osteoarthritis*. Lower Extremity Review Magazine. Retrieved April 15, 2024, from [https://lermagazine.com/cover\\_story/obesity-impacts-clinical-functional-consequences-of-knee-osteoarthritis](https://lermagazine.com/cover_story/obesity-impacts-clinical-functional-consequences-of-knee-osteoarthritis)
- Sampath, S. J. P., Venkatesan, V., Ghosh, S., & Kotikalapudi, N. (2023). Obesity, Metabolic Syndrome, and Osteoarthritis—An Updated Review. *Current Obesity Reports*, 12(3), 308-331. <https://doi.org/10.1007/s13679-023-00520-5>

Santos, R. (2022). *Over 1 Billion People Projected To Live With Obesity By 2030, Warns New World Obesity Atlas*. Health Policy Watch. Retrieved April 15, 2024, from <https://healthpolicy-watch.news/world-obesity-atlas/>

Sarwer, D. B., & Polonsky, H. M. (2016). The Psychosocial Burden of Obesity. *Endocrinology and metabolism clinics of North America*, 45(3), 677-688. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2016.04.016>

Senaratna, C. V., Perret, J. L., Lodge, C. J., Lowe, A. J., Campbell, B. E., Matheson, M. C., Hamilton, G. S., & Dharmage, S. C. (2017). Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 34, 70-81. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.07.002>

Sethi, D., Bharti, S., & Prakash, C. (2022). A comprehensive survey on gait analysis: History, parameters, approaches, pose estimation, and future work. *Artificial intelligence in medicine*, 129, 1-28. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2022.102314>

Shah, N. M., & Kaltsakas, G. (2023). Respiratory complications of obesity: from early changes to respiratory failure. *Breathe (Sheffield, England)*, 19(1), 220263. <https://doi.org/10.1183/20734735.0263-2022>

Shetty, S., & Parthasarathy, S. (2015). Obesity Hypoventilation Syndrome. *Current pulmonology reports*, 4(1), 42-55. <https://doi.org/10.1007/s13665-015-0108-6>

Shiri, R., Karppinen, J., Leino-Arjas, P., Solovieva, S., & Viikari-Juntura, E. (2010). The Association Between Obesity and Low Back Pain: A Meta-Analysis. *American Journal of Epidemiology*, 171(2), 135-154. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp356>

Smethers, A. D., & Rolls, B. J. (2018). Dietary Management of Obesity: Cornerstones of Healthy Eating Patterns. *The Medical clinics of North America*, 102(1), 107-124. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2017.08.009>

Son, S. M. (2016). Influence of Obesity on Postural Stability in Young Adults. *Osong public health and research perspectives*, 7(6), 378-381. <https://doi.org/10.1016/j.phrp.2016.10.001>

Sood, A. (2009). Altered Resting and Exercise Respiratory Physiology in Obesity. *Clinics in Chest Medicine*, 30(3), 445-454. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2009.05.003>

Sørensen, T. I., & Echwald, S. M. (2001). Obesity genes. *BMJ (Clinical research ed.)*, 322(7287), 630-631. <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7287.630>

- Sözen, T., Özışık, L., & Başaran, N. Ç. (2016). An overview and management of osteoporosis. *European Journal of Rheumatology*, 3(4), 193-204. <https://doi.org/10.5152/eurjrheum.2016.048>
- Svačina Š. (2015). Obezita a ortopedické operace aneb existují mechanické komplikace obezity? [Obesity and orthopedic surgery, or else do mechanical complications of obesity exist?]. *Vnitřní lékařství*, 61(6), 571–573. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26258974/>
- Svačina, Š. (2013). *Obezitologie a teorie metabolického syndromu*. Triton.
- Tallis, J., James, R. S., & Seebacher, F. (2018). The effects of obesity on skeletal muscle contractile function. *Journal of Experimental Biology*, 221(13), 1-14. <https://doi.org/10.1242/jeb.163840>
- Taylor, E. B. (2021). The complex role of adipokines in obesity, inflammation, and autoimmunity. *Clinical Science*, 135(6), 731-752. <https://doi.org/10.1042/CS20200895>
- Tomlinson, D. J., Erskine, R. M., Morse, C. I., Winwood, K., & Onambélé-Pearson, G. (2016). The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology*, 17(3), 467-483. <https://doi.org/10.1007/s10522-015-9626-4>
- Urits, I., Burshtein, A., Sharma, M., Testa, L., Gold, P. A., Orhurhu, V., Viswanath, O., Jones, M. R., Sidransky, M. A., Spektor, B., & Kaye, A. D. (2019). Low Back Pain, a Comprehensive Review: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Current Pain and Headache Reports*, 23(3), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11916-019-0757-1>
- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (I. část): Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 115-121. <https://www.medvik.cz/link/bmc03000341>
- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (II. část): Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 122-129. <https://www.medvik.cz/link/bmc03000342>
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2nd ed.). Triton.
- Walsh, T. P., Damarell, R. A., Shanahan, E. M., Arnold, J. B., Evans, A. M., & Yaxley, A. (2018). The association between body fat and musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 19(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2137-0>



Wang, C., Chan, J. S. Y., Ren, L., & Yan, J. H. (2016). Obesity Reduces Cognitive and Motor Functions across the Lifespan. *Neural Plasticity*, 2016, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2016/2473081>

Wannamethee, S. G., & Atkins, J. L. (2015). Muscle loss and obesity: the health implications of sarcopenia and sarcopenic obesity. *PROCEEDINGS OF THE NUTRITION SOCIETY*, 74(4), 405-412. <https://doi.org/10.1017/S002966511500169X>

Wearing, S. C., Hennig, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R., & Hills, A. P. (2006). The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 7(1), 13-24. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2006.00215.x>

Wong, A. M., Barnes, H. N., Joosten, S. A., Landry, S. A., Dabscheck, E., Mansfield, D. R., Dharmage, S. C., Senaratna, C. V., Edwards, B. A., & Hamilton, G. S. (2018). The effect of surgical weight loss on obstructive sleep apnoea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 42, 85-99. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2018.06.001>

Zammit, C., Liddicoat, H., Moonsie, I., & Makker, H. (2010). Obesity and respiratory diseases. *International journal of general medicine*, 3, 335-343. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S11926>

Žák, A. (2016). Obezita a poruchy lipidového metabolismu. In M. Kunešová et al., *Základy obezitologie* (pp. 31-47). Galén.

## Zoznam skratiek

ACSM	Americká akadémia športovej medicíny
AHI	apnoe – hypopnoe index
BMI	body mass index – index telesnej hmotnosti
CNS	centrálny nervový systém
CO <sub>2</sub>	oxid uhličité
CPAP	continuous positive airway pressure – pretlakový prístroj
DISH	difúzna idiopatická skeletálna hyperostóza
DM	diabetes mellitus
EEPA	energy expended through physical activity
ERV	expiračný rezervný objem
FEV <sub>1</sub>	usilovný expiračný objem za prvú sekundu
FRC	funkčná reziduálna kapacita
FVC	usilovná vitálna kapacita
CHOCHP	chronická obštrukčná choroba pľúc
IC	inspiračná kapacita
ICHS	ischemická choroba srdca
IRV	inspiračný rezervný objem
LBP	low back pain
MetS	metabolický syndróm
NIPPV	neinvazívna pozitívna tlaková ventilácia
OHS	hypoventilačný syndróm pri obezite
OSA	obštrukčná spánková apnoe
PAP	positive airway pressure – pozitívny tlak v dýchacích cestách
RMR	resting metabolic rate
RV	reziduálny objem
SI	sacroiliakálny
TEF	thermic effect of food
TLC	celková pľúcna kapacita
TV	dychový objem
WHO	Svetová zdravotnícka organizácia
WHR	waist to hip ratio – pomer pás/boky

## **Zoznam tabuliek**

<b>Tabuľka 1</b> Klasifikácia obezity na základe BMI – podľa WHO, 1997 (Kunešová, 2011, p. 166) .....	14
<b>Tabuľka 2</b> Riziko metabolických komplikácií podľa obvodu pásu – podľa WHO, 1997 (Kunešová, 2011, p. 171) .....	15

## **Zoznam grafov**

<b>Graf 1</b> Distribúcia plantárneho tlaku (kPa) počas stoja u obéznych (O) a neobéznych (N) mužov a žien (Hills et al., 2001, p. 1676) .....	34
<b>Graf 2</b> Porovnanie pľúcnych objemov u osoby s optimálnou hmotnosťou a morbidne obézneho jedinca (Sood, 2009, p. 11) .....	36

## Zoznam príloh

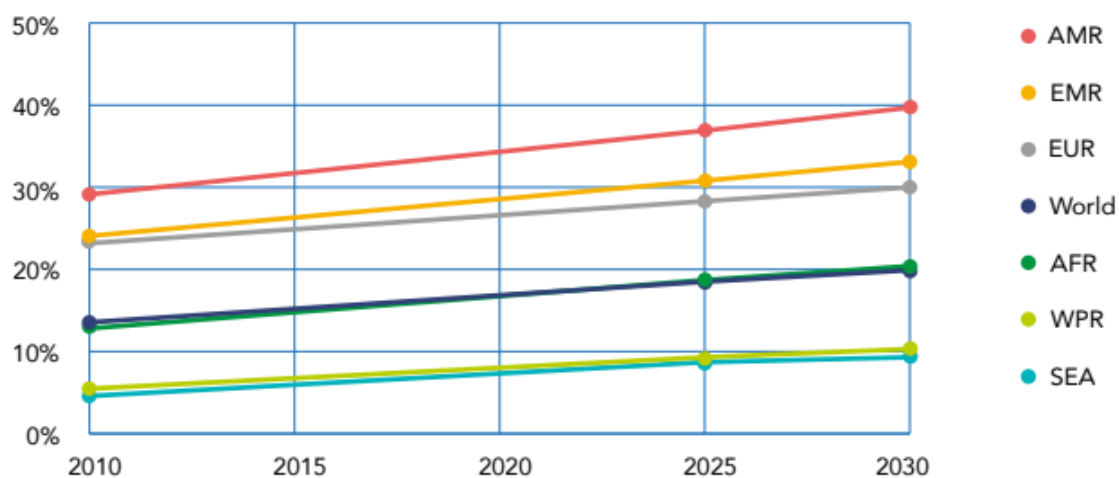
<b>Príloha 1</b> Vývoj a predikcia prevalencie obezity podľa svetových regiónov v rokoch 2010-2030 u žien (Santos, 2022) .....	54
<b>Príloha 2</b> Vývoj a predikcia prevalencie obezity podľa svetových regiónov v rokoch 2010-2030 u mužov (Santos, 2022) .....	55
<b>Príloha 3</b> Komplexný pohľad na patofyziológiu Mets v spojitosti s artrózou následkom obezity (Sampath et al., 2023, p. 323).....	56
<b>Príloha 4</b> Odporúčaná preskripcia pohybovej aktivity podľa ACSM pre osoby s nadváhou a obezitou (Liguori et al., 2022) .....	57
<b>Príloha 5</b> Zúžená kĺbna štrbina zapríčinená nadmernou telesnou hmotnosťou (Raud et al., 2022).....	58

# Prílohy

## Príloha 1

*Vývoj a predikcia prevalence obezity podľa svetových regiónov v rokoch 2010-2030 u žien*  
(Santos, 2022)

**Figure 2.0:** Prevalence of obesity (BMI  $\geq 30\text{kg/m}^2$ ) amongst women by regions in 2010–2030

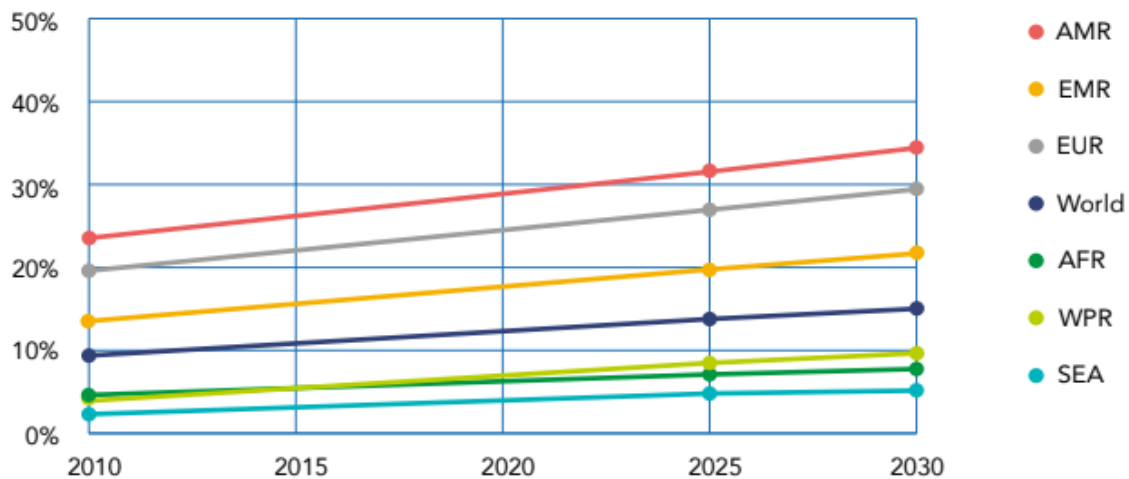


Legenda: AFR = Afrika, AMR = Amerika, EMR = východné Stredomorie, EUR = Európa, SEA = juhovýchodná Ázia, World = celosvetová prevalencia, WPR = západné Tichomorie

## Príloha 2

*Vývoj a predikcia prevalence obezity podľa svetových regiónov v rokoch 2010-2030 u mužov*  
(Santos, 2022)

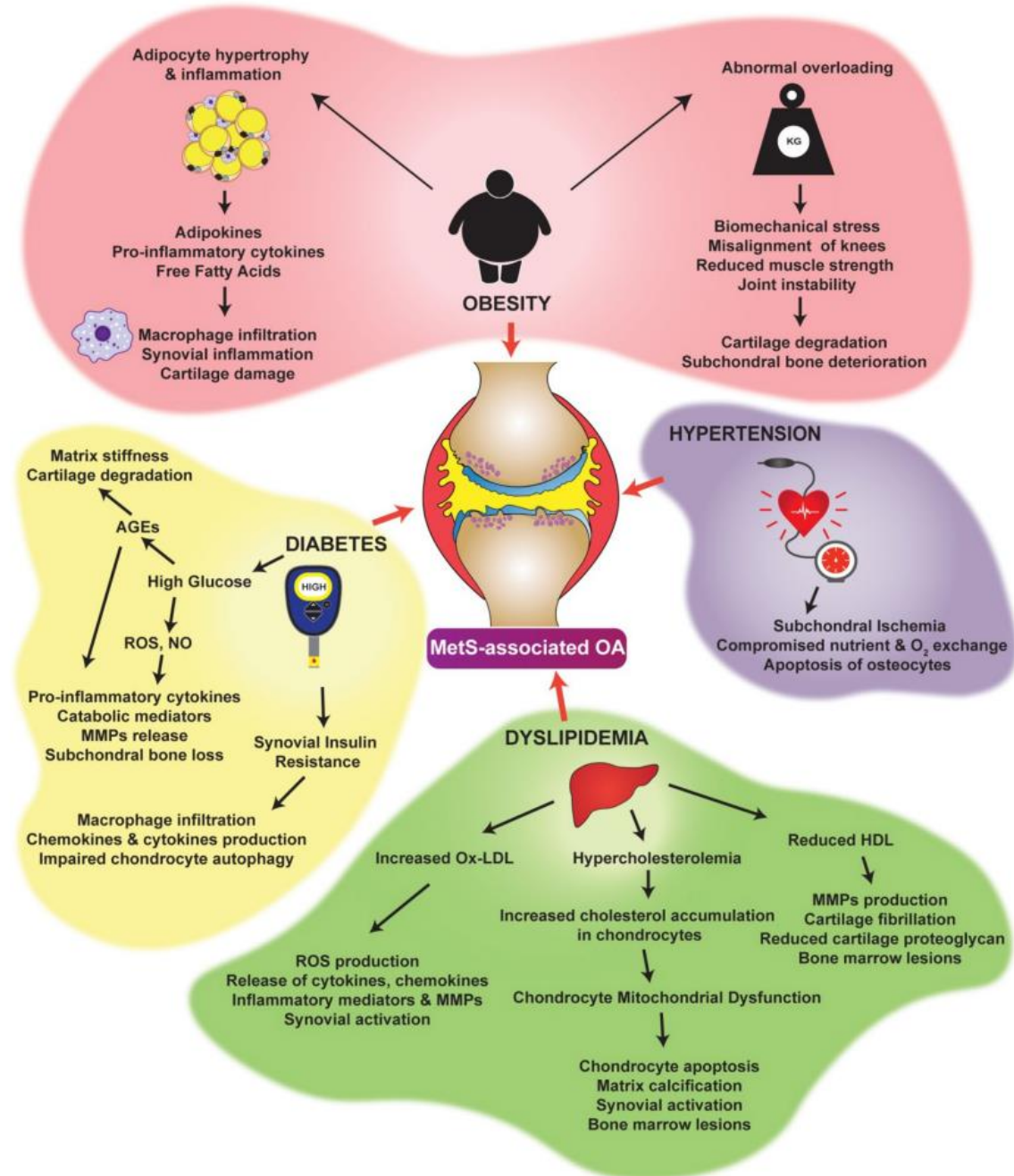
**Figure 2.1: Prevalence of obesity (BMI  $\geq 30\text{kg/m}^2$ ) amongst men by regions in 2010–2030**



Legenda: AFR = Afrika, AMR = Amerika, EMR = východné Stredomorie, EUR = Európa, SEA = juhovýchodná Ázia, World = celosvetová prevalence, WPR = západné Tichomorie

### Príloha 3

*Komplexný pohľad na patofyziológiu Mets v spojitosti s artrózou následkom obezity (Sampath et al., 2023, p. 323)*





## Príloha 4

Odporúčaná preskripcia pohybovej aktivity podľa ACSM pre osoby s nadváhou a obezitou

(Liguori et al., 2022)

<b>FITT</b>	<b>FITT RECOMMENDATIONS FOR INDIVIDUALS WITH OVERWEIGHT AND OBESITY (35,125)</b>		
	<b>Aerobic</b>	<b>Resistance</b>	<b>Flexibility</b>
Frequency	≥5 d · wk <sup>-1</sup>	2–3 d · wk <sup>-1</sup>	≥2–3 d · wk <sup>-1</sup>
Intensity	Initial intensity should be moderate (40%–59% $\dot{V}O_2R$ or HRR); progress to vigorous (≥60% $\dot{V}O_2R$ or HRR) for greater health benefits.	60%–70% of 1-RM; gradually increase to enhance strength and muscle mass.	Stretch to the point of feeling tightness or slight discomfort.
Time	30 min · d <sup>-1</sup> (150 min · wk <sup>-1</sup> ); increase to 60 min · d <sup>-1</sup> or more (250–300 min · wk <sup>-1</sup> ).	2–4 sets of 8–12 repetitions for each of the major muscle groups	Hold static stretch for 10–30 s; 2–4 repetitions of each exercise
Type	Prolonged, rhythmic activities using large muscle groups (e.g., walking, cycling, swimming)	Resistance machines and/or free weights	Static, dynamic, and/or PNF
1-RM, one repetition maximum; HRR, heart rate reserve; $\dot{V}O_2R$ , oxygen uptake reserve; PNF, proprioceptive neuromuscular facilitation.			

## Príloha 5

*Zúžená kĺbna štrbina zapríčinená nadmernou telesnou hmotnosťou (Raud et al., 2022)*

