

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
ZDRAVSTVENA FAKULTETA  
FIZIOTERAPIJA, 1. STOPNJA**

**Anita Bajramović**

**VPLIV VIBRACIJSKE VADBE CELEGA TELESA PRI  
BOLNIKI S KRONIČNO OBSTRUKTIVNO  
PLJUČNO BOLEZNIJO – pregled literature**  
diplomsko delo

**EFFECTS OF WHOLE-BODY VIBRATION TRAINING  
IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE  
PULMONARY DISEASE – a literature review**  
diploma work

**Mentor: doc. dr. Miroljub Jakovljević**

**Recenzent: izr. prof. dr. Alan Kacin**

**Ljubljana, 2020**



## ZAHVALA

Ob zaključku študijske poti, bi se rada zahvalila staršem, ki so mi le-to finančno omogočili in me ves čas podpirali. Zahvalila bi se tudi študijskim kolegom, sestrama in fantu, ki so mi ves čas stali ob strani in mi svetovali.

Posebej se zahvaljujem mentorju doc. dr. Miroljubu Jakovljeviću, ki me je usmerjal pri pisanju diplomskega dela in maksimalno pomagal ob zapletih.



## IZVLEČEK

**Uvod:** Izraz kronična obstruktivna pljučna bolezen se nanaša na bolezensko stanje, za katero je značilna obstrukcija dihalnih poti. Je pogosta, preprečljiva in ne popolnoma ozdravljiva bolezen, za katero so značilni vztrajni respiratorni simptomi in omejen pretoka zraka. Pri bolnikih sta oteženo dihanje in pogosta poslabšanja stanja, ključna dejavnika pri omejevanju vsakodnevne telesne dejavnosti. Vibracijska vadba celega telesa je nova oblika vadbe, ki se izvaja na vibrirajoči plošči in izzove številne koristne učinke. **Namen:** Na podlagi pregleda literature ugotoviti, kakšne učinke ima vibracijska vadba na bolnike s kronično obstruktivno pljučno boleznijo. **Metode dela:** Uporabljena je bila deskriptivna metoda raziskovanja. Iskali smo v podatkovnih bazah PubMed, PEDro in COBISS+. V pregled smo vključili randomizirane kontrolirane raziskave v angleškem jeziku, v katerih so preučevali vplive vibracijske vadbe na bolnike s kronično obstruktivno pljučno boleznijo in so bile objavljene od leta 2014 naprej. Kakovost člankov smo vrednotili s PEDro ocenjevalno lestvico. Primerjali smo vzorec preiskovancev, vključitvene in izključitvene kriterije, ocenjevalna in merilna orodja, lastnosti terapevtskih vadb in rezultate raziskav, učinke vibracijske vadbe in varnost same vadbe. **Rezultati:** V analizo smo vključili 6 raziskav, ki smo jih ovrednotili s povprečno oceno 5 po PEDro ocenjevalni lestvici. Ugotovljeni pozitivni učinki vibracijske vadbe so bili izboljšanje aerobne zmogljivosti (šestminutni test hoje:  $\Delta 15,4$  %; test petih vstajanj:  $\Delta 13,1$  %) ter mišične zmogljivosti (sila, moč in vzdržljivost), statičnega ravnotežja (absolutna dolžina poti:  $\Delta 20,9$  %) in izboljšanje pljučne funkcije ter posledično tudi izboljšanje kakovosti življenja. **Razprava in zaključek:** Rezultati kažejo, da je vibracijska vadba varna v vseh stopnjah bolezni. Lahko se uporablja kot dodatek k konvencionalni vadbi za izboljšanje telesne in mišične zmogljivosti ter statičnega ravnotežja. Za trdnejše dokaze o vključitvi vibracijske vadbe v rehabilitacijo bolnikov s kronično obstruktivno pljučno boleznijo, bi bilo potrebno natančno definirati parametre vibracijske vadbe. Predlagamo frekvenco vadbe vsaj 3-krat/teden z vadbena enoto, ki ni daljša od 60 minut. Frekvenca vibracij in amplituda naj bi bili na začetku nižji s kasnejšim postopnim zviševanjem parametrov.

**Ključne besede:** kronična obstruktivna pljučna bolezen, vibracijska vadba, telesna zmogljivost, pljučna rehabilitacija



## ABSTRACT

**Introduction:** The term chronic obstructive pulmonary disease refers to a condition characterized by an airway obstruction. It is a common, preventable and not completely curable disease characterized by persistent respiratory symptoms and limited air flow. In patients, increased respiratory rate and frequent exacerbations are key factors for limited daily physical activity. Whole-body vibration training is a new form of exercise, which is performed on a vibrating plate and has many beneficial effects. **Purpose:** To determine the effects of whole-body vibration training in patients with chronic obstructive pulmonary disease based on a literature review. **Methods:** A descriptive method of research was used. We searched in PubMed, PEDro, and COBISS + databases. We included randomized controlled trials in English language, published in 2014 or later and those investigating the effects of whole-body vibration in patients with chronic obstructive pulmonary disease. The quality of the articles was evaluated using the PEDro rating scale. We compared the sample of subjects, the inclusion and exclusion criteria, the assessment and measurement tools, the characteristics of therapeutic training and research results, the effects of whole-body vibration and the safety. **Results:** We included 6 studies in the analysis, which were evaluated with an average score of 5 on the PEDro rating scale. Positive effects of whole-body vibration training were found to improve exercise capacity (6-minute walk test:  $\Delta 15,4$  %; five time sit to stand test:  $\Delta 13,1$  %) and muscular performance (strength, explosive power and endurance), static balance (absolute path length:  $\Delta 20,9$  %), improvement in lung functions and, consequently, improving the quality of life. **Discussion and conclusion:** The results show that whole-body vibration training is safe in all stages of the disease. It can be used as an adjunct to conventional exercise to improve exercise capacity, muscular performance and static balance. More robust evidence of the involvement of whole-body vibration in the rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease would require the precise setting of parameters. We recommend an exercise frequency 3 times/week with an exercise unit no longer than 60 minutes. The vibration frequency and the amplitude should be lower at first, and with time gradually increased.

**Keywords:** chronic obstructive pulmonary disease, vibration training, exercise capacity, pulmonary rehabilitation





# KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Teoretična izhodišča .....	3
1.1.1	Telesna vadba .....	4
1.1.1.1	Aerobna telesna vadba .....	4
1.1.1.2	Telesna vadba proti uporabi .....	5
1.1.1.3	Mešana telesna vadba.....	6
1.1.2	Vibracijska vadba celega telesa.....	6
1.1.2.1	Vrste vibracijskih plošč in doziranje.....	7
1.1.2.2	Učinki vibracijske vadbe celega telesa.....	7
2	NAMEN .....	10
3	METODE DELA.....	11
4	REZULTATI.....	12
4.1	Vzorec preiskovancev .....	14
4.2	Vključitveni in izključitveni kriteriji .....	16
4.3	Ocenjevanje in merilna orodja.....	18
4.4	Vadbeni program .....	21
4.5	Izidi raziskav .....	24
5	RAZPRAVA.....	31
6	ZAKLJUČEK.....	39
7	LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI.....	40



## **KAZALO SLIK**

Slika 1: Horizontalna (levo) in vertikalna (desno) smer gibanja vibracij..... 7

Slika 2: Procesogram poteka iskanja literature ..... 12



## KAZALO TABEL

Tabela 1: Spirometrične stopnje KOPB. ....	3
Tabela 2: Ocena raziskav po PEDro kriterijih. ....	13
Tabela 3: Značilnosti preiskovancev (število, starost, spol, stopnja po GOLD). ....	15
Tabela 4: Vključitveni in izključitveni kriteriji. ....	17
Tabela 5: Ocenjevalna in merilna orodja za merjenje izidov. ....	20
Tabela 6: Lastnosti vadbenega programa. ....	23
Tabela 7: Nadaljevanje – lastnosti vadbenega programa. ....	24
Tabela 8: Prehojena razdalja pri šestminutnem testu hoje, pred terapijo in spremembe po koncu terapije. ....	25
Tabela 9: Čas za izvedbo testa petih vstajanj , pred terapijo in spremembe po koncu terapije. ....	26
Tabela 10: Primerjava rezultatov pri štirih ravnotežnih testih. ....	29



## SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

<b>APL</b>	Absolutna dolžina poti (angl. Absolute Path Length)
<b>BBS</b>	Bergova lestvica ravnotežja (angl. Berg Balance Scale)
<b>CAT</b>	Test za oceno simptomov KOPB (angl. COPD Assessment Test)
<b>CRQ</b>	Vprašalnik za kronične respiratorne bolezni (angl. Chronic Respiratory Questionnaire)
<b>FEV<sub>1</sub></b>	Forsirani izdihani volumen v prvi sekundi (angl. Forced Expiratory Volume in first second)
<b>FRC</b>	Funkcionalna rezidualna kapaciteta (angl. Functional Residual Capacity)
<b>FVC</b>	Forsirana vitalna kapaciteta (angl. Forced Vital Capacity)
<b>GOLD</b>	Globalna pobuda za kronično obstruktivno pljučno bolezen (angl. Global Initiative for chronic Obstructive Lung Disease)
<b>KOPB</b>	Kronična obstruktivna pljučna bolezen
<b>PS</b>	Primerjalna skupina
<b>MID</b>	Minimalno pomembna razlika (angl. Minimal Important Difference)
<b>SGRQ</b>	Vprašalnik St. George (angl. St. George Respiratory Questionnaire)
<b>VVCT</b>	Vibracijska vadba celega telesa
<b>VO<sub>2maks</sub></b>	Maksimalna poraba kisika
<b>Wmaks</b>	Največja delovna obremenitev
<b>1RM</b>	Maksimum ene ponovitve (angl. One-Repetition Maximum)
<b>5STS</b>	Test petih vstajanj (angl. five time Sit to Stand test)
<b>6MWT</b>	Šestminutni test hoje (angl. 6-Minute Walk Test)





# 1 UVOD

Kronične bolezni dihal so bolezni dihalnih poti in drugih struktur pljuč. Najpogostejše so kronična obstruktivna pljučna bolezen (KOPB), astma, poklicne pljučne bolezni in pljučna hipertenzija (WHO – World Health Organization, 2007). Izraz KOPB se nanaša na bolezensko stanje, za katero je značilna obstrukcija dihalnih poti, ki je posledica kroničnega bronhitisa ali emfizema (Wilkins et al., 2009). KOPB je pogosta, preprečljiva in ne popolnoma ozdravljiva bolezen, za katero so značilni vztrajni respiratorni simptomi in omejen pretoka zraka. Zmanjšan pretok zraka lahko nastane zaradi nepravilnosti dihalnih poti in / ali alveolarnih nepravilnosti (GOLD – Global Initiative for chronic Obstructive Lung Disease, 2017) ali pa je povezan z nenormalnim vnetnim odgovorom pljuč na škodljive delce ali pline (Debeljak, 2003). Nekoč so bolnike delili v emfizemsko in bronhitično skupino, vendar se ta delitev danes ne uporablja več, ker ni podprta s patološkimi in funkcijskimi značilnostmi (Debeljak, 2003). Bronhitis je lahko akutni ali kronični. Kronični bronhitis je težavnejše stanje, ki se sčasoma lahko razvije v emfizem. Obe stanji skupaj pa imenujemo KOPB (Madell, 2016).

Značilna znaka- KOPB sta kašelj in tvorba sputuma, čez nekaj časa pa je prisotno še oteženo dihanje ali dispneja ob naporu (Debeljak, 2003; Rabe et al., 2007). Kronični kašelj in proizvodnja sputuma lahko že zelo zgodaj povzročita omejitev pretoka zraka. To ponuja priložnost za prepoznavanje kadilcev in drugih, ki jim grozi KOPB in s tem ukrepanje preden bolezen postane večja zdravstvena težava. Lahko pa se razvije huda omejitev pretoka zraka brez znakov kroničnega kašlja in sputuma (Rabe et al., 2007).

Najpogostejši intrinzični dejavnik tveganja za razvoj KOPB je pomanjkanje  $\alpha_1$ -antitripsina (Wilkins et al., 2009). Pomanjkanje  $\alpha_1$ -antitripsina je prirojena motnja. Gre za redko recesivno genetsko okvaro encima, ki je zaviralec serinske elastaze. Pri takih bolnik se hitro razvije emfizem in upad pljučne funkcije. Nastanek bolezni pa še dodatno pospeši kajenje (Debeljak, 2003). Ker s starostjo upada pljučna funkcija (Vodopivec, 2015), velja tudi starost kot pomemben dejavnik tveganja za nastanek KOPB (Wilkins et al., 2009). V družinah, kjer je več bolnikov s KOPB, je večja verjetnost za razvoj bolezni. Možen vzrok so genetski vplivi, lahko gre pa za vpliv dejavnikov okolja (Siafakas et al., 1995), predvsem prekomerna izpostavljenost cigaretnemu dimu (Sandford, Pare, 2000).

Med najpogostejše ekstrinzične dejavnike tveganja spada kajenje cigaret (Wilkins et al., 2009). Kadilci pogosteje kašljajo, pljujejo, imajo okvarjeno pljučno funkcijo, večji letni upad FEV<sub>1</sub> in pogosteje umirajo kot nekadilci, vendar kajenje le pospeši nastanek bolezni. Vsi kadilci ne zbolijo za KOPB. Ocenjujejo, da naj bi zbolelo le 15–20 % kadilcev (Debeljak, 2003). Ostali dejavni tveganja so prekomerna intravenozna uporaba Ritalina, hipokomplementni urtikarijski vaskulitis, okužba s HIV in onesnaženje zraka (Wilkins et al., 2009).

Po ocenah WHO (2007) ima 65 milijonov ljudi zmerno do hudo KOPB. Nekoč je bila KOPB veliko pogostejša pri moških, vendar zaradi večje uporabe tobaka med ženskami in večjega tveganja za izpostavljenost onesnaženemu zraku v zaprtih prostorih, bolezen zdaj prizadene skoraj enako moške in ženske (WHO, 2007). Na svetovni ravni je KOPB na tretjem mestu po vzroku smrti, kar je 5,3 % od vseh umrlih v letu 2016. Smrtnost zaradi KOPB se razlikuje tudi glede na spol, in sicer je večja pri moškem spolu (1.668 282) v primerjavi z ženskim spolom (1.373 164) (GHE – Global Health Estimates, 2016). V Evropi pa je KOPB na petem mestu po vzroku smrti, kar je 3,8 % od vseh umrlih v letu 2016. Tudi v Evropi je večja smrtnost pri moškem spolu (204 519) v primerjavi z ženskim spolom (144 350) (GHE, 2016).

V Sloveniji so bolezni dihal na četrtem mestu umrljivosti v letu 2018 (večja smrtnost pri ženskem spolu in 97,9% jih je bilo starejših nad 60 let). Ocena prevalence KOPB je znašala 72 200 v letu 2014. Od tega večja stopnja pri ženskem spolu (37 900) v primerjavi z moškim spolom (34 300). Število bolnikov nad 45. letom starosti znaša 77 % od vseh bolnikov s KOPB (NIJZ – Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2017).

Zmanjšan pretok zraka se meri s spirometrijo, ki je postala najbolj natančna in zanesljiva preiskava za potrditev diagnoze (GOLD, 2010). Spirometrija je metoda za oceno delovanja pljuč z merjenjem volumna zraka, ki ga bolnik izdihne ob maksimalnem vdihu. Ko dobljene vrednosti primerjamo s predvidenimi normalnimi vrednostmi, ki so določene glede na starost, višino, spol in narodnost, lahko določimo resnost ovire dihalne poti (blaga, zmerna ali huda stopnja) (GOLD, 2010).

Zaradi obstrukcije se najprej zmanjša razmerje FEV<sub>1</sub>/FVC, zmanjšata se tudi forsirani izdihani volumen v prvi sekundi (FEV<sub>1</sub>) in forsirana vitalna kapaciteta (FVC). Funkcionalna rezidualna kapaciteta (FRC) pa prične naraščati zaradi zmanjšane elastičnosti pljuč ter

predčasnega zapiranja dihalnih poti (Debeljak, 2003). Spirometrija, ki se uporablja za klasifikacijo, se opravi po aplikaciji ustreznega odmerka kratkodelujočega inhalacijskega bronhodilatatorja, z namenom zmanjšanja variabilnosti (Rabe et al., 2007). Test je pozitiven, če se FEV<sub>1</sub> zviša za vsaj 12 % izhodiščne vrednosti in za najmanj 200 ml (Škrbat et al., 2017). Glede na dosežene rezultate FEV<sub>1</sub> se razvrsti posameznika v eno od štirih spirometričnih razvojnih stopenj KOPB.

*Tabela 1: Spirometrične stopnje KOPB (Šuškovič, Košnik, 2013).*

<b>Spirometrična stopnja GOLD</b>	<b>Skupno vsem: FEV<sub>1</sub>/FVC &lt; 70 %</b>
GOLD I: BLAGA	FEV <sub>1</sub> ≥ 80 % norme
GOLD II: ZMERNA	50 % ≤ FEV <sub>1</sub> ≤ 80 % norme
GOLD III: HUDA	30 % ≤ FEV <sub>1</sub> < 50 % norme
GOLD IV: ZELO HUDA	FEV <sub>1</sub> < 30 % norme

*FEV<sub>1</sub>: forsirani izdihani volumen v prvi sekundi, FVC: forsirana vitalna kapaciteta.*

## 1.1 Teoretična izhodišča

Kronično obstruktivno pljučno bolezen (KOPB) označuje vnetje bronhijev, ki je drugačno od vnetja pri astmi. Ne poznamo zdravila, ki bi to vnetje pomembno trajno zmanjšalo. Z nobenim zdravilom ne moremo upočasniti upadanja pljučne funkcije, vendar z bronhodilatatorji uspešno zmanjšujemo simptome (Šuškovič et al., 2002). Za zdravljenje KOPB se tako uporabljajo bronhodilatatorji iz skupin kratko- ali dolgodelujočih agonistov receptorjev β<sub>2</sub>, antiholinergiki ali teofilinom v obliki s počasnejšim sproščanjem (Morgan, Šuškovič, 2005).

Temelj zdravljenja KOPB danes predstavlja aplikacija zdravil v obliki inhalacij. Sisteme za aplikacijo teh zdravil ločimo v dve veliki skupini, in sicer na vdihovalnike na potisni plin (pršilniki) ter na vdihovalnike brez potisnega plina. Glavna razlika med skupinama je tehnika inhalacije (Morgan, Šuškovič, 2005).

Ukrepi za izboljšanje pljučne funkcije ob akutnem poslabšanju KOPB pa v glavnem vključujejo inhalacijo bronhodilatatorjev (predvsem β<sub>2</sub>-agonisti), antibiotike in sistemske

kortikosteroide (Wilkins et al., 2009). Najpogostejši vzrok poslabšanja KOPB je bakterijska okužba dihal. Ob poslabšanju se aplicira velike odmerke bronhodilatatorjev, ob hujšem poslabšanju pa tudi glukokortikosteroide. Antibiotiki pridejo v poštev, če bolnik izkašljuje gnojni sputum. Edini do sedaj znani ukrep, ki upočasni napredovanje KOPB je izogibanje dražljaju, ki sproža vnetje (kajenju, prašnim delcem,...) (Morgan, Šuškovič, 2005).

### **1.1.1 Telesna vadba**

Pri bolnikih s KOPB sta oteženo dihanje in pogosta poslabšanja stanja, ključna dejavnika pri omejevanju vsakodnevne telesne dejavnosti, neodvisno od izgube mišične mase in moči. Tako povezava med oteženim dihanjem in zmanjšano telesno dejavnostjo, kaže na to, da lahko izboljšanje dojemanja oteženega dihanja, izboljša tudi stopnjo telesne dejavnosti (Albarrati, 2020). Redna telesna dejavnost ima veliko pozitivnih učinkov na paciente s KOPB. Te spremembe so: kardiovaskularno rekondicioniranje, izboljšana ventilatorna učinkovitost, izboljšanje laktatnega in ventilatornega praga, zmanjšana občutljivost za dispnejo in strahom pred naprežanjem, izboljšana mišična sila in vzdržljivost, izboljšanje gibljivosti in ravnotežja, izboljšana sestava telesa, izboljšana samopodoba, izboljšanje občutljivosti na inzulin (Moore et al., 2016), izboljšanje sposobnosti opravljanja vsakodnevnih dejavnosti, izboljšanje kakovosti življenja, zmanjšanje hospitalizacij itd. (Garrod, Wedzicha, 2002).

Vrsta vadbe, ki je najbolj primerna za bolnike s KOPB, je odvisna od njihovih fizioloških in individualnih potreb. Lahko vključuje vadbo hoje, kolesarjenje, vadbo proti uporu, vadbo v vodi, Tai Chi in tako naprej (Zeng et al., 2018). Armstrong in Vogiatzis (2019) sta povzela, da je za bolnike s KOPB priporočljiva aerobna telesna vadba (neprekinjena ali intervalna) in vadba proti uporu.

#### **1.1.1.1 Aerobna telesna vadba**

Ker je večina bolnikov s KOPB starejših odraslih, se večinoma uporabljajo smernice, ki veljajo za splošno populacijo (ACSM – American College of Sports Medicine, 2013). Ameriško združenje za medicino športa (angl. The American College of Sports Medicine – ACSM, 2013) priporoča aerobno telesno dejavnost zmerne intenzivnosti (metabolični

ekvivalent  $\geq 3$  MET) vsaj 30 min, in sicer vsaj 5-krat/teden ali 20 minut intenzivnejše aerobne dejavnosti (metabolični ekvivalent  $\geq 6$  MET) vsaj 3-krat/teden. Lahko pa se izvaja kombinacija obojega. Priporočena intenzivnost aerobne vadbe pri bolnikih s KOPB se giblje od 30 % do 80 % največje delovne obremenitve. Priporočilo na podlagi prehojenih korakov velja vsaj 7000 korakov na dan (Hartman et al., 2013). Za načrtovanje in izvajanje varnega, učinkovitega in prijetnega programa vadbe priporočajo upoštevanje načela FITT, kjer posamezne črke pomenijo naslednje: F = frekvenca, I = intenzivnost, T = čas in T = tip (Pescatello in sod., 2013). Vadba z nizko intenzivnostjo izboljša simptome bolezni in kakovost življenja, medtem ko z intenzivnejšo vadbo dosežemo večje fiziološko izboljšanje (npr. zmanjšanje minutnega iztisnega volumna srca in frekvence srčnega utripa pri določeni obremenitvi). Največkrat priporočena vrsta aerobne vadbe sta hoja in kolesarjenje (ACSM, 2013).

Armstrong, Vogiatzis (2019) predlagata intenzivnost neprekinjene vadbe 60–80 % največje delovne zmogljivosti in 100–120 % za intervalno vadbo, s trajanjem vadbenega programa 8–12 tednov. Trajanje posamezne enote 20–60 minut in s frekvenco 3 do 5-krat na teden.

Med vadbo se lahko po potrebi dodaja kisik za vzdrževanje ustrezne ravni kisika v krvi. Izogibali naj bi se ekstremnim vremenskim razmeram, saj lahko predvsem hladen zrak še dodatno zoži dihalne poti. Za bolnike, ki so bili dalj časa telesno nedejavni se na začetku priporočajo kratke seje (od 10 do 15 minut). Posamezno sejo se nato postopoma podaljšuje za 5 minut na vsaka dva do štiri tedne. Priporočila se pitje tekočine pred, med in po vadbi ter za merjenje intenzitete uporaba Borg lestvica za občutenje napora (Borg, 1982), namesto merjenja frekvence srčnega utripa. S tem se vadbo prilagaja glede na bolnikove simptome (EIM – Exercise is Medicine, 2020).

### **1.1.1.2 Telesna vadba proti uporu**

Pri bolnikih s KOPB veljajo posebni previdnostni ukrepi med vadbo proti uporu. Med dvigovanjem bremen naj bolniki s KOPB ne zadržujejo diha, saj to povzroči velike spremembe krvnega tlaka in s tem povečano tveganje za nenormalen srčni ritem in nezavest. V primeru pridruženih bolezni ali težav s sklepi se priporočila samo en set z 10–15 ponovitvami za večje mišične skupine (EIM, 2010). Ker se pri bolnikih s KOPB lahko pojavi oteženo dihanje med izvajanjem dnevnih življenjskih aktivnosti, ki vključujejo uporabo

zgornjih udov, je priporočeno v vadbo proti uporju vključiti mišice ramenskega sklepa (ACSM, 2013).

O'Shea in sodelavci (2004) so na podlagi pregleda literature zaključili, da kljub odstopanju od smernic, ni bilo neželenih učinkov vadbe v nobeni od pregledanih raziskav. To kaže na to, da je vadba proti uporju, verjetno varna in primerna v pljučni rehabilitaciji bolnikov s KOPB. Vendar je potrebna previdnost pri osebah s pridruženimi boleznimi, predvsem pri predpisovanju progresivnosti vadbenega programa.

### **1.1.1.3 Mešana telesna vadba**

Vadba je ključni sestavni del rehabilitacije pljučnih bolnikov in je sestavljena iz ocenjevanja zmožnosti za vadbo ter vadbenega programa. Ocena zmožnosti naj bi vsebovala oceno bolnikovih simptomov, telesno zmogljivost, mišično zmogljivost in kakovost življenja, povezanih z zdravjem. Po narejeni oceni je potrebno razviti podroben vadbeni program, ki lahko vključuje aerobno vadbo, vadbo proti uporju in dihalno vadbo (Zeng et al., 2018).

Telesna vadba naj bi se izvajala v območju 60–90 % predvidene maksimalne frekvence srčnega utripa (50–80 % maksimalne porabe kisika). Poleg tega je smiselno v vadbo vključiti mišice, ki jih največ uporabljamo v vsakdanjem življenju (Šuškovič et al., 2002).

Predlagan program vadbe glede na stopnjo bolezni (Garrod, Wedzicha, 2002):

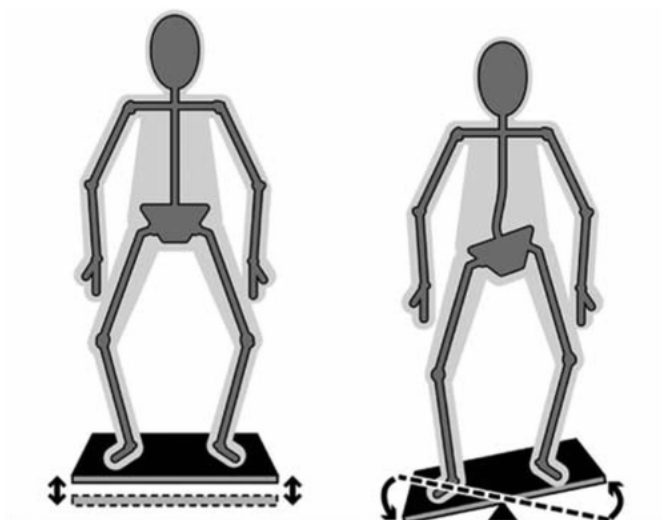
- pri  $FEV_1 < 60$  % norme, visoko-intenzivna aerobna vadba z vadbo proti uporju;
- pri  $FEV_1 40$ – $59$  % norme, zmerno-intenzivna aerobna vadba, brez ali z utežmi;
- pri  $FEV_1 < 40$  % norme, nizko-intenzivna vadba z veliko ponovitvami za velike mišice.

### **1.1.2 Vibracijska vadba celega telesa**

Vibracijska vadba celega telesa (VVCT) je novejša oblika telesne vadbe, ki se izvaja na vibrirajoči plošči, ki se giblje v sinusnih nihanjih in med katero lahko izvajamo statične in dinamične vaje (Rittweger et al., 2000).

### 1.1.2.1 Vrste vibracijskih plošč in doziranje

Poznamo dve vrsti gibanja vibracij (Rauch et al., 2010). Ena vrsta naprav sinhrono prenaša vibracije na obe nogi, tako imenovana horizontalna vibracija (slika 1 levo), druga pa uporablja izmenični način prenašanja vibracij, tako imenovana vertikalna vibracija (slika 1 desno). Tako se ti dve tehniki nanašata na dva popolnoma različna nevrofiziološka vzorca gibanja, za kateri še ni znano kateri pristop je koristnejši ali boljši (Gloeckl et al., 2015).



*Slika 1: horizontalna (levo) in vertikalna (desno) smer gibanja vibracij (Rauch et al., 2010).*

Biomehanske spremenljivke, ki določajo intenziteto vadbe sta frekvenca in amplituda. Pri večini komercialno dostopnih vibracijskih plošč lahko moduliramo frekvenco in amplitudo vibriranja. V literaturi so uporabljene frekvence vibracij od 15 do 60 Hz in amplituda od <1 mm do 10 mm (Cardinale, Wakeling, 2005). Priporočen čas posamezne vibracije celega telesa za učinkovito in neškodljivo terapijo je od 30 sekund do 10 minut (Marin, Rhea, 2010).

### 1.1.2.2 Učinki vibracijske vadbe celega telesa

VVCT lahko izzove številne koristne učinke, vključno z izboljšanjem mineralne gostote kosti, zmanjša bolečine v hrbtu, izboljša kakovost življenja, zmanjša tveganje za padce (Abercromby et al., 2007) ter izboljša statično in dinamično ravnotežje (Nepocatych et al.,

2016). Novak in sodelavci (2018) so v pregledu literature ugotovili, da so se pokazali pozitivni učinki na ravnotežje pri frekvencah 20 Hz in 35 Hz ter amplitudah, manjšimi od 4 mm. Poleg tega izboljša izometrično/dinamično zmogljivost mišic nog (Abercromby et al., 2007). Linearno povečanje učinkov zdravljenja na mišično zmogljivost je bilo dokazano s povečanjem frekvence vibracij s frekvencami med 40 Hz in 50 Hz. Pri manjših amplitudah (2–6 mm) so učinki zdravljenja v primerjavi z višjimi (8–10mm) veliko manjši (Marin, Rhea, 2010).

Podatki kažejo, da se lahko spremeni živčno-mišični odziv, če se vibracijska vadba izvaja z obutimi čevlji, saj ti lahko povzročijo dušenje vibracij (Marin, 2009). Omeniti je potrebno tudi način kontrakcije mišic. Podatki kažejo, da kombinacija izometričnih in dinamičnih kontrakcij povzroči skoraj dvakratno prilagoditev mišične zmogljivosti v primerjavi s samo izometričnimi kontrakcijami. Izometrične kontrakcije so lahko koristne kot prvi korak uvajanja na vibracijsko vadbo, vendar je kasneje smiselno vključiti tudi gibanje, da se v celoti dosežejo koristi vibracijske vadbe (Marin, Rhea, 2010).

VVCT so tako predlagali kot vadbo zaradi povečane zmogljivosti mišic za ustvarjanje sile v spodnjih udih. Najbolj znana pa je zaradi kombiniranih učinkov na nevromuskularni in neuroendokrini sistem. Predhodni rezultati pa priporočajo vadbo kot terapevtski pristop k sarkopeniji in po možnosti osteoporozi (Cardinale, Wakeling, 2005). Najpomembnejše je dejstvo, da je VVCT primerljiva s tradicionalno vadbo proti uporju v smislu pridobitve splošne mišične zmogljivosti. Poleg tega zahteva manj tehničnih sposobnosti, manj prostora in traja krajši čas (Marin, Rhea, 2010).

Dosedanje raziskave kažejo, da je VVCT učinkovita tudi pri zmanjšanju posledic staranja mišično-skeletnih struktur (Cardinale, Wakeling, 2005). Prav tako se je izkazala za učinkovit protiukrep pri daljšem ne obremenjevanju. Glede na trenutno tehnologijo je mogoče potrditi, da je postopek varen, če oseba stoji na plošči relativno kratek čas z delno upognjenimi koleni, kar omeji prenos vibracij na glavo. Vendar moramo paziti, da frekvenca ni previsoka, ker bi lahko povzročilo simptome slabosti zaradi gibanja (Cardinale, Wakeling, 2005).

Osebe s stanji kot so ledvični kamni, aritmija, nosečnost, epilepsija, epileptični napadi, rak, srčni spodbujevalnik, nezdravljena ortostatska hipotenzija, nedavni vsadki (sklep itd.), nedavna operacija, nedavno vstavljeni intrauterini vsadki, akutna tromboza, kila, akutni



revmatoidni artritis, težje bolezni srca in ožilja, hud diabetes in migrene, naj bi se izognile vadbi na vibracijski plošči (Totony et al., 2009).

Bolnikih s KOPB lahko VVCT izvajajo v vseh stopnjah bolezni, tako bolniki z blago KOPB in dobro ohranjeno telesno funkcijo, kot bolniki v končni fazi in znatno zmanjšano telesno zmogljivostjo. Vendar pa klinična praksa kaže, da obstajajo posamezniki, ki jim vadba ni prijetna in jo zato zavračajo (Gloeckl et al., 2015).

## **2 NAMEN**

Namen diplomskega dela je, s pregledom literature ovrednotiti vpliv vibracijske vadbe na bolnike s kronično obstruktivno pljučno boleznijo.

### 3 METODE DELA

Iskanje literature je potekalo v podatkovnih zbirkah PubMed, Pedro in COBISS+.

Vključitveni kriteriji so bili:

- randomizirane kontrolirane raziskave,
- raziskave, v katerih so preučevali učinke vibracijske vadbe pri osebah s KOPB,
- članki, ki so napisani v angleškem ali slovenskem jeziku,
- članki, objavljeni med letom 2014 in 2020.

Izključitveni kriteriji so bili:

- pregledni članki, pisma, izvlečki s konferenc, poglavja v knjigi, poskusi na živalih, poročila o primeru,
- članki, napisani v drugih jezikih.

Za iskanje člankov smo uporabili naslednje ključne besede in kombinacije v angleškem jeziku: »whole body vibration« OR »vibration training« OR »whole body vibration therapy« AND »chronic obstructive pulmonary disease« OR »COPD«.

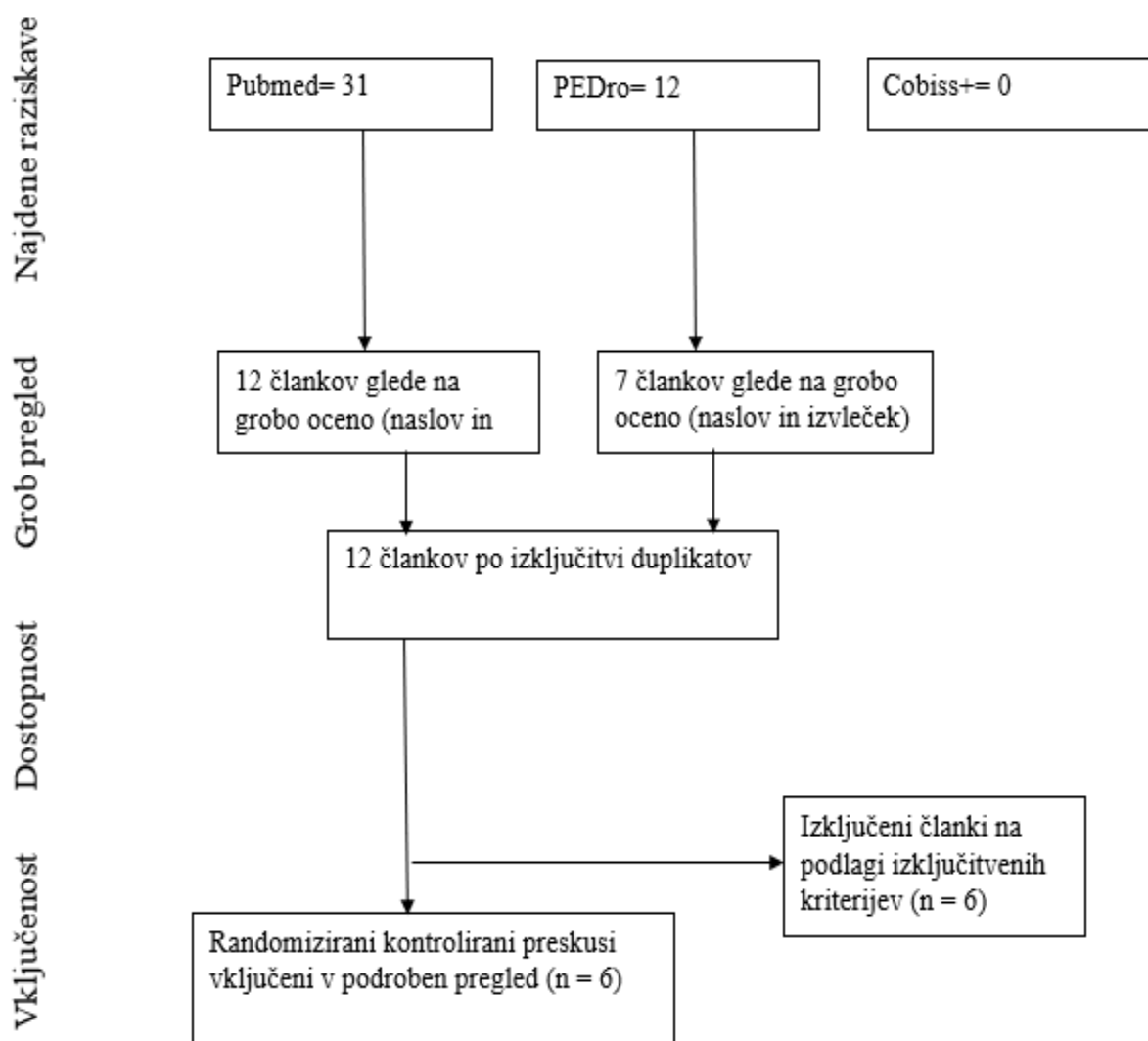
Kakovost člankov smo ovrednotili z oceno po PEDro (angl. Physiotherapy Evidence Database) ocenjevalni lestvici, ki omogoča hitrejše prepoznavanje notranje veljavnosti randomiziranih kontroliranih raziskav in ali ima poskus zadostno število informacij, da bi bilo mogoče njihove rezultate interpretirati.

Iz vsake raziskave smo analizirali vzorec preiskovancev (spol, starost, stopnjo KOPB), vključitvene in izključitvene kriterije, ocenjevalna in merilna orodja, lastnosti terapevtskih vadb (pogostnost, intenziteta, trajanje, vrsta vibracijske plošče, uporabljene parametre – frekvenca in amplituda), rezultate raziskav (uspešnost VVCT izraženo v deležih sprememb) in varnost vadbe (število pacientov z neželenimi učinki), ki so jih ugotovili pri posamezni raziskavi.

## 4 REZULTATI

S pregledom podatkovnih zbirk, glede na izbrane ključne besede je bilo najdenih vse skupaj 43 zadetkov (Slika 2). Glede na grobo oceno smo jih izločili 24 in 7 duplikatov. Po pregledu celih besedil raziskav smo izločili:

- dve raziskavi, ki nista bili randomizirani kontrolirani raziskavi,
- štiri raziskave, pri katerih niso ocenjevali niti mišične zmogljivost, niti aerobne zmogljivosti, niti kakovosti življenja.



Slika 2: Procesogram poteka iskanja literature (prirejeno po Mohar et al., 2009).

Šest raziskav je v celoti ustrezalo vključitvenim kriterijem (Slika 2). Bile so objavljene v naslednjih serijskih publikacijah: Respiratory Medicine (Gloeckl et al., 2017), Journal of Clinical Medicine Research (Spielmanns et al., 2017a), Respiratory Care (Spielmanns et al., 2017b), International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Braz Junior et al., 2015), BMC Pulmonary medicine (Greulich et al., 2014), Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Salhi et al., 2015).

Po PEDro lestvici je bila ena raziskava ocenjena z oceno 7 (Gloeckl et al., 2017), ena z oceno 6 (Greulich et al., 2014), tri so bile ocenjene z oceno 5 (Spielmanns et al., 2017b; Salhi et al., 2015; Braz Junior et al., 2015) in ena raziskava z oceno 4 (Spielmanns et al., 2017a) (Tabela 2).

Tabela 2: Ocena raziskav po PEDro kriterijih.

Avtorji	Postavke po PEDro lestvici										Skupaj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Gloeckl et al., 2017	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	7/10
Spielmanns et al., 2017a	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	4/10
Spielmanns et al., 2017b	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5/10
Braz Junior et al., 2015	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	5/10
Greulich et al., 2014	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	6/10
Salhi et al., 2015	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	5/10
Skupaj	6	5	5	0	0	2	2	0	6	6	5/10

Legenda: ✓- je izpolnjena, ✗- ni izpolnjena. Pomen postavk: 1-naključna razporeditev, 2-prikritost razporeditve, 3-izhodiščna primerljivost, 4-prikrivanje udeležencem, 5-prikrivanje terapevtom, 6-prikrivanje ocenjevalcem, 7-ustrezno spremljanje, 8-analiza namere za zdravljenje, 9-primerjava med skupinama, 10-ocenjene vrednosti in variabilnost.

Gloeckl in sodelavci (2017) so raziskovali dejavnike za izboljšanje sposobnosti za vadbo po VVCT. V eni od raziskav so preučevali vpliv VVCT na bolnike s poslabšanjem KOPB (Greulich et al., 2014), v kateri so želeli oceniti varnost VVCT in ali ta izboljša sposobnost vadbe in kakovost življenja. Spielmanns in sodelavci (2017b) so preučevali učinke VVCT na bolnike z blago in težko KOPB. Spielmanns in sodelavci (2017a) pa so preučevali vpliv nizko-frekvenčnega programa na bolnike s KOPB II–IV. stopnje. Braz Junior in sodelavci (2015) so preučevali učinke VVCT na funkcijsko zmogljivost in kakovost življenja oseb s KOPB. V eni od raziskav pa so preučevali učinke VVCT, v primerjavi z vadbo proti uporabi (Salhi et al., 2015).

#### **4.1 Vzorec preiskovancev**

Vzorec vključenih v raziskavah je bil od 11 (Braz Junior et al., 2015) do največ 74 (Gloeckl et al., 2017) preiskovancev, skupno 231 preiskovancev v šestih raziskavah. Preiskovanci v raziskavah so bili stari od 42 do 82 let (Tabela 3).

V raziskavah so bili preiskovanci obeh spolov, vendar so v vseh raziskavah prevladovali moški (Tabela 3). V analizo so Gloeckl in sodelavci (2017) vključili 50 moških in 24 žensk, Spielmanns in sodelavci (2017a) so vključili 17 moških in 11 žensk, Spielmanns in sodelavci (2017b) so vključili 14 moških in 13 žensk, Braz Junior in sodelavci (2015) so vključili 8 moških in 3 ženske ter Greulich in sodelavci (2014) so vključili 26 moških in 14 žensk. V eni od raziskav ni navedenih značilnosti preiskovancev, ki so dejansko dokončali poskus, zato so nekateri podatki (starost in spol) v Tabeli 2 predstavljeni za celoten vzorec. V raziskavo so tako vključili 44 moških in 18 žensk (od tega jih 11 ni dokončalo poskus) (Salhi et al., 2015).

Greulich in sodelavci (2014) so vključili preiskovance s poslabšanjem bolezni, ne glede na stopnjo KOPB (od tega je samo en preiskovanec imel KOPB I. stopnje). Samo v eni od raziskav (Spielmanns et al., 2017b) so vključili preiskovance z blago KOPB (I. stopnja). V štirih raziskavah (Gloeckl et al., 2017; Braz Junior et al., 2015; Salhi et al., 2015; Greulich et al., 2014) pa so vključili samo preiskovance s hudo in zelo hudo KOPB (III. in IV. stopnja). Spielmanns in sodelavci (2017a) so vključili preiskovance z največjim razponom stopnje bolezni (od II. do IV. stopnje).

V večini raziskav so VVCT skupino primerjali s primerjalno skupino. V eni od raziskav (Braz Junior et al., 2015) so 11 preiskovancev naključno razporedili v dve skupini: primerjalna skupina, v kateri preiskovanci niso izvajali nobene telesne dejavnosti in VVCT skupina, ki je izvajala vadbeni protokol na vibracijski plošči. Nato sta se skupini po treh mesecih zamenjali. Tako so vsi udeleženci sodelovali in v VVCT skupini in v primerjalni skupini. Salhi in sodelavci (2015) so VVCT skupino primerjali s skupino, ki je izvajala vadbo proti upor.

V dveh raziskavah so se demografske značilnosti preiskovancev v VVCT skupini in primerjalni skupini statistično pomembno razlikovale. V VVCT skupini je bilo tako 12 preiskovancev s srčno-žilnimi boleznimi, v primerjalni skupini pa za polovico manj (Spielmanns et al., 2017a). V raziskavi (Salhi et al., 2015) pa je bila razlika pri indeksu telesne mase preiskovancev ( $P = 0,01$ ).

Tabela 3: Značilnosti preiskovancev (število, starost, spol, stopnja po GOLD).

Avtorji	VVCT skupina				Primerjalna skupina			
	N	Starost (leta)	Spol (M/Ž)	GOLD	N	Starost (leta)	Spol (M/Ž)	GOLD
Gloeckl et al., 2017	37	65,0±8,0	27/10	III–IV	37	63±9	23/14	III–IV
Spielmanns et al., 2017a	12	62,4±2,0	8/4	II–IV	16	68±9,1	9/7	II–IV
Spielmanns et al., 2017b	14	69,2±3,9	7/7	I–III	13	72±6	7/6	I–III
Braz Junior et al., 2015	11	62,9±8,8	8/3	IV				
Greulich et al., 2014	20	66,4±9,9	12/8	I–IV	20	70,4±10	14/6	II–IV
Salhi et al., 2015	26	64±9	21/10	III–IV	25	62,5±5,5	23/8	III–IV
Skupaj	120	64,9±2,5	83/42	I–IV	111	67,2±4,3	76/41	I–IV

Legenda: N: število, M: moški, Ž: ženske, VVCT: vibracijska vadba celega telesa.

## 4.2 Vključitveni in izključitveni kriteriji

Vključitveni kriterij, ki je bil enak v vseh navedenih raziskavah, je bila klinično potrjena diagnoza KOPB, in sicer v eni od raziskav KOPB III. ali IV. stopnje (Gloeckl et al., 2017), v eni KOPB od II. do IV. stopnje (Spielmanns et al., 2017a), Spielmanns in sodelavci (2017b) so vključili osebe s KOPB od I. do III. stopnje, Braz Junior in sodelavci (2015) so vključili osebe s  $FEV_1 < 30\%$  norme, Salhi in sodelavci (2015) so vključili vse s  $FEV_1 < 50\%$  norme ter Greulich in sodelavci (2014) so vključili paciente hospitalizirane zaradi poslabšanja KOPB. Samo v eni raziskavi so kot vključitveni kriterij upoštevali starost preiskovancev, in sicer starost od 50 do 80 let (Gloeckl et al., 2017). V dveh raziskavah so vključili preiskovance, ki so podpisali pisno soglasje (Spielmanns et al., 2017a; Spielmanns et al., 2017b). Spielmanns in sodelavci (2017b) so v raziskavo vključili preiskovance, ki se niso vključevali v drugo vadbo v zadnjih treh mesecih pred vključitvijo v raziskavo. Salhi in sodelavci (2015) so kot vključitveni kriterij navedli, da morajo imeti preiskovanci izpolnjena vsaj dva od naslednjih meril: največja delovna obremenitev ( $W_{maks}$ )  $< 90$  W, šestminutni test hoje (6MWT)  $< 70\%$  norme, manj kot 100 točk na vprašalniku o kakovosti življenja – vprašalnik za kronične respiratorne bolezni (CRQ) ali manj kot 20 točk v podkategoriji dispneje na istem vprašalniku, sila mišice quadriceps  $< 70\%$  norme ali izmerjena sila dihalnih mišic  $< 70\%$  norme. V eni od raziskav so bili vključitveni kriteriji stabilno stanje (brez poslabšanja, hospitalizacije ali spremembe zdravstvenega stanja v zadnjih treh mesecih), zgodovina kajenja in okoljska/poklicna izpostavljenost škodljivim delcem, nekdanji kadilci vsaj eno leto, sedeč način življenja in ohranjeno kognitivno delovanje (Braz Junior et al., 2015).

Izključitveni kriterij v večini raziskav so bile prisotne kontraindikacije za VVCT, in sicer so Spielmanns in sodelavci (2017a) navedli za kontraindikacijo: nedavno operacijo, zamenjavo sklepa, globoko vensko trombozo in aortno anevrizmo ter Salhi in sodelavci (2015) so za kontraindikacije navedli: endoprotezo kolka/kolena in vstavljene kovinske ploščice. V treh raziskavah so izključili osebe s akutnim poslabšanjem KOPB v zadnjih štirih tednih (Gloeckl et al., 2017; Spielmanns et al., 2017a; Spielmanns et al., 2017b). V dveh raziskavah so izključili osebe z osteoporozo (Braz Junior et al., 2015; Salhi et al., 2015) in z zlomi vretenc zaradi le-te (Salhi et al., 2015). Braz Junior in sodelavci (2015) so izključili osebe z hemodinamičnim neravnovesjem, labirintitisom in vstavljenimi kovinskimi ploščicami. V dveh raziskavah so izključili osebe z vgrajenim srčnim spodbujevalnikom (Braz Junior et



al., 2015; Salhi et al., 2015). Salhi in sodelavci (2015) so izključili še osebe z epilepsijo, s prisotnimi malignimi tumorji in osebe z globoko stimulacijo možganov in hrbtenjače. Spielmanns in sodelavci (2017b) so izključili osebe s kliničnimi znaki srčnega popuščanja, osebe s hudo arterijsko hipertenzijo, osebe s hudimi psihiatričnimi/kognitivnimi obolenji, osebe z nevrološkimi motnjami in osebe z ortopedskimi komorbidnostmi. Osebe, ki so imele ortopedska obolenja, ki bi preprečevala izvajanje počepov, so izključili tudi Gloeckl in sodelavci (2017). V eni od raziskav so kot edini izključitveni kriterij navedli pljučnico potrjeno z rentgenom prsnega koša (Greulich et al, 2014) (Tabela 4).

*Tabela 4: Vključitveni in izključitveni kriteriji.*

<b>Avtorji</b>	<b>Vključitveni kriteriji</b>	<b>Izključitveni kriteriji</b>
<b>Gloeckl et al., 2017</b>	Starost 50–80 let KOPB III–IV. stopnje	Večja operacija, zlom kosti, globoka venska tromboza, aortna aneurizma, akutno poslabšanje KOPB, ortopedske patologije.
<b>Spielmanns et al., 2017a</b>	KOPB II–IV. stopnje Pisno soglasje	Akutno poslabšanje Kontraindikacije za VVCT
<b>Spielmanns et al., 2017b</b>	Stabilna KOPB I–III stopnje Pisno soglasje Brez vključenosti v drugo vrsto vadbe	Srčno popuščanje, AH, huda psihiatrična/kognitivna obolenja, ortopedske patologije, nevrološke motnje, akutno KOPB poslabšanje.
<b>Braz Junior et al., 2015</b>	FEV <sub>1</sub> < 30 % norme Stabilno stanje Zgodovina kajenja, sedeč način življenja, ustrezno kognitivno delovanje	Srčni spodbujevalnik, osteoporoza, kovinske ploščice, labirintitis, hemodinamično neravnovesje.
<b>Greulich et al., 2014</b>	Hospitalizacija zaradi poslabšanja	Pljučnica
<b>Salhi et al., 2015</b>	FEV <sub>1</sub> < 50 % norme Vsaj dva od: - Wmaks < 90 W - 6MWT < 70 % norme - < 100 točk na CRQ - sila m. quadriceps < 70 % norme - sila dihalnih mišic < 70 % norme	Kontraindikacije za VVCT Osteoporoza (zlomi) Srčni spodbujevalnik Epilepsija Maligni tumorji Globoka stimulacija možganov in hrbtenjače

*Legenda: KOPB: kronična obstruktivna pljučna bolezen, VVCT: vibracijska vadba celega telesa, FEV<sub>1</sub>: forsirani izdihani volumen v prvi sekundi, Wmaks: največja delovna obremenitev, 6MWT: šestminutni test hoje, CRQ: vprašalnik za kronične respiratorne bolezni, AH: arterijska hipertenzija.*

### 4.3 Ocenjevanje in merilna orodja

V vseh raziskavah so ocenjevali telesno zmogljivost s 6MWT po smernicah Ameriškega torakalnega združenja (American Thoracic Society – ATS, 2002). Test se izvaja v notranjem prostoru, po ravnem ne zaprtem hodniku s trdo površino, kjer ni toliko ljudi. Izvaja se po vsaj 30 m dolgi ravni progi – hodniku, da hoja vključuje čim manj obratov. Poleg tega je potrebno progo označiti na vsake 3 metre in na točki obrata mora biti postavljen stožec (ATS, 2002). Gloeckl in sodelavci (2017) so test ponovili dvakrat v razmaku ene ure in zabeležili najboljši rezultat. Salhi in sodelavci (2015) so med testom merili še saturacijo (SpO<sub>2</sub>). Braz Junior in sodelavci (2015) so med testom poleg saturacije merili tudi srčni utrip. Na koncu so zabeležili prehojeno razdaljo, čas in občutenje napora s pomočjo Borgove lestvice zaznavanja napora. Sestavljena je iz lestvice od »zelo, zelo lahko« do »zelo, zelo težko«, s točkami od 6 do 20, kjer večje število kaže na večji napor med izvedbo testa (Borg, 1982).

Poleg 6MWT so v štirih raziskavah (Gloeckl et al., 2017; Spielmanns et al., 2017a; Spielmanns et al., 2017b; Greulich et al., 2014) naredili test petih vstajanj (angl. five time Sit to Stand test, 5STS) za oceno mišične zmogljivosti spodnjih udov, kjer se meri čas, ki ga oseba potrebuje, da petkrat vstane s stola in sede nazaj (Guralnik et al., 1995). V dveh raziskavah (Gloeckl et al., 2017; Spielmanns 2017a) so izvedli še 30–sekundni STS (Koufaki et al., 2002), kjer so izmerili koliko ponovitev opravi preiskovanec v eni minuti.

V vseh raziskavah, razen v eni (Gloeckl et al., 2017), so uporabili vsaj en vprašalnik za oceno kakovosti življenja. Kakovost življenja so merili v treh raziskavah (Spielmanns et al., 2017b, Braz Junior et al., 2015, Greulich et al., 2014) z vprašalnikom St. George (angl. St. George Respiratory Questionnaire, SGRQ) (Jones et al., 1992), katerega preiskovanec izpolni sam. Vprašalnik se ocenjuje s točkami od 0 do 100, kjer kaže večje število točk na slabšo kakovost življenja. V treh raziskavah (Spielmanns et al., 2017a; Spielmanns et al., 2017b; Greulich et al., 2014) so kakovost življenja ocenjevali s testom za oceno simptomov KOPB (angl. COPD Assessment Test, CAT) (Jones et al., 2009). Vprašalnik preiskovanci izpolnijo sami, kjer ocenjujejo vpliv KOPB (npr. kašelj, izkašljevanje, dispneja, stenokardija) na zdravstveno stanje. Vsako od osmih vprašanj se oceni z oceno od 0 do 5, z največjim možnim skupnim seštevkom 40. Ocena 0 je najboljši možni rezultat, višji rezultati pa kažejo na negativne vplive KOPB na kakovost življenja (Poplas Susič et al., 2010). V dveh raziskavah (Spielmanns et al., 2017a; Salhi et al., 2015) so uporabili vprašalnik za kronične respiratorne bolezni (angl. Chronic Respiratory Questionnaire, CRQ (Wijkstra et al., 1994). Z

vprašalnikom se posamezno ocenjuje štiri področja (dispneja, utrujenost, čustveni odnos in premagovanje težav). Preiskovanec vsako od 20 vprašanj oceni z oceno od 1 (največja oslabitev) do 7 (brez oslabitve) (Puhan et al., 2004).

Gloeckl in sodelavci (2017) so merili mišično moč s sonožnim skokom na ploščo za merjenje sile. Preiskovance so prosili, da skočijo čim višje z zamahom rok. Zabeležili so višino skoka in vrednost v vatih izračunano s ploščo. Test so ponovili trikrat in uporabili najboljši rezultat. V isti raziskavi so merili tudi silo maksimalne izometrične kontrakcije mišice quadriceps. Največjo izometrično silo iztega kolena so izmerili pod kotom 90° z uporabo ročnega dinamometra (MicroFET2, Hoggan Scientific LCC, Utah, ZDA), ki je bil pritrjen na vadbeno napravo za izteg kolena. Spielmanns in sodelavci (2017b) so merili en ponovitveni maksimum (angl. One-repetition maximum, 1RM) potiska spodnjih udov na napravi (Funktionsstemma Reha, MedLife, Avstrija). 1RM so izračunali po formuli:  $1RM = (\text{premagana teža}) / [1.0278 - (\text{št. ponovitev} \times 0,0278)]$ .

V dveh raziskavah so merili površino preseka mišice quadriceps z ultrazvokom, in sicer so Spielmanns in sodelavci (2017b) merili presek dveh glav (m. rectus femoris in m. intermedius), Greulich in sodelavci (2014) pa so merili samo presek ene glave (m. rectus femoris) na vnaprej določenih točkah.

Ravnotežje v stoječem položaju so ocenjevali v dveh raziskavah (Gloeckl et al., 2017; Spielmanns 2017b). Gloeckl in sodelavci (2017) so ravnotežje ocenjevali s pritiskovno ploščo (Leonardo Meghanograph, Novotec Medical, Nemčija), ki uporablja osem integriranih senzorjev za zanesljiv izračun središča sile. Test so ponovili trikrat in nato uporabili najboljši rezultat. Test so izvedli tako, da so preiskovance prosili naj stojijo čim bolj pri miru (10 sekund) v naslednjih položajih: stopali skupaj z zaprtimi očmi (Rombergova drža), stopalo pred stopalom z zaprtimi in odprtimi očmi (tandemska stoja) in stoja na eni nogi z odprtimi očmi. Med testom so merili absolutno dolžino poti (angl. Absolute path length, APL) središča sile. APL pokaže koliko preiskovanec niha med stojo in njegovo sposobnost, da stabilizira določen položaj (manjši kot je APL, boljše je ravnotežje). Spielmanns in sodelavci (2017b) so ravnotežje ocenjevali z Bergovo lestvico ravnotežja (angl. Berg Balance Scale – BBS) (Berg et al., 1992), ki vsebuje 14 nalog (npr. vstajanje s stola, stoja na eni nogi, pobiranje predmeta iz tal) za ocenjevanje statičnega in dinamičnega ravnotežja. Posamezna naloga se oceni z točkami od 0 (ni opravil nalogo) do 4 (brez problema opravil nalogo). Skupek vseh točk je lahko največ 56 točk (Rugelj, Palma,

2013). Poleg BBS so uporabili še test stoje na eni nogi. Test se je končal, ko se je preiskovanec z drugo nogo dotaknil tal.

V treh raziskavah so testirali tudi pljučno funkcijo (Spielmanns 2017b; Greulich et al., 2014; Salhi et al., 2015) po ATS smernicah. Poleg meritev so Greulich in sodelavci (2014) opravili laboratorijsko analizo krvi, kjer so analizirali markerje mišične aktivnosti (PGC1- $\alpha$  in irisin), C-reaktivni protein (CRP), število belih krvnih celic,  $\alpha$ -1-antitripsin in interleukin-8.

Tabela 5: Ocenjevalna in merilna orodja za merjenje izidov.

Avtorji	Telesna zmogljivost	Kakovost življenja	Mišična zmogljivost	Ravnotežje	Pljučna funkcija
Gloeckl et al., 2017	6MWT 5STS		Moč: skok na pritiskovno ploščo ( <i>Leonardo Mechanograph</i> ) Sila: dinamometer ( <i>MicroFET2</i> )	Stoja v različnih položajih ( <i>Leonardo Mechanograph</i> )	
Spielmanns et al., 2017a	6MWT 5STS	CRQ CAT			
Spielmanns et al., 2017b	6MWT 5STS	SGRQ CAT	1RM potiska nog ( <i>FunktionsstemeReha</i> ) Mišični presek: UZ	Bergov test ravnotežja Stoja na eni nogi	Spirometrija Pletizmografija
Braz Junior et al., 2015	6MWT	SGRQ			
Greulich et al., 2014	6MWT 5STS	SGRQ CAT	Mišični presek: UZ		Spirometrija
Salhi et al., 2015	6MWT CRQ		Sila: dinamometer ( <i>MicroFET</i> )		Ventilator ( <i>Viasys Sensor medics</i> )

Legenda: 1RM: 1 ponovitveni maksimum, 6MWT: 6-Minute Walking Test, 5STS: 5-repetition Sit-to-Stand Test, SGRQ: St. George Respiratory Questionnaire, CAT: COPD Assessment Test, CRQ: Chronic Respiratory Questionnaire, UZ: ultrazvok.

## 4.4 Vadbeni program

Vadbeni program je v vseh raziskavah trajal 12 tednov, razen v eni (Greulich et al., 2014), kjer je bilo trajanje programa odvisno od časa hospitalizacije (Tabela 6). Poleg tega so v vseh raziskavah uporabili napravo z vertikalno obliko vibracij. V štirih raziskavah (Gloeckl et al., 2017; Spielmanns et al., 2017a; Spielmanns et al., 2017b; Greulich et al., 2014) so uporabili vibracijsko napravo Galileo (Novotec Medical, Nemčija). Braz Junior in sodelavci (2015) so uporabili napravo model MY3 (Power plate, Velika Britanija) ter Salhi in sodelavci so uporabili napravo model FITVIBE (Gymna, Belgija).

Gloeckl in sodelavci (2017) so preiskovance naključno razdelili v dve skupini. Vsi preiskovanci so bili vključen v multidisciplinarni program pljučne rehabilitacije, sestavljenega iz zdravstvene oskrbe, respiratorne terapije, učenja ter prehranskega in psihološkega svetovanja. Vsi preiskovanci so se udeleževali konvencionalnega vadbenega programa 5-krat tedensko, ki je vseboval aerobno vadbo (15 minut kolesarjenja pri 60 % največje moči) in vadbo proti uporju (4 do 6 vaj na fitnes napravah, s tremi seti po 15 do 20 ponovitev). Obe skupini sta nato izvajali enake počepe, z razliko, da je intervencijska skupina izvajala počepe na vibracijski plošči, primerjalna skupina pa na tleh. Preiskovanci v VVCT skupini so vadbo izvajali obuti z visoko frekvenco vibracij (Tabela 6). Vadba je bila sestavljena iz počepov (fleksija v kolenu in kolku 90–120°), in sicer iz štiri setov s trajanjem 2 minuti. Nadzornik je na koncu zabeležil število ponovitev v dodeljenem času (8 min/vadbeno enoto).

Spielmanns in sodelavci (2017a) so v svoji raziskavi preiskovance naključno razdelili v dve skupini. VVCT se je izvajala na vibracijski plošči, z zelo majhno tedensko frekvenco. Izvedli so tri sete po 20 ponovitev pri določeni frekvenci in amplitudi (Tabela 6). Preiskovanci so bili bosi in izvajali so vajo v naslednjem vrstnem redu: iz stoje z rahlo pokrčenimi koleno (10–12°) v stojo s pokrčenimi koleno (30–40°), in sicer brez oprijema z rokami. PS je program izvedla enako, vendar na trdih tleh. Preostala vsebina vadbe obeh skupin je vsebovala vaje z utežmi in z vadbenimi elastikami, različne modalitete hoje, vadba na ergometru, hojo po stopnicah, ples in ostalo. Večinoma je vadba vsebovala vaje za aerobno vzdržljivost in hojo z rolatorjem.

Spielmanns in sodelavci (2017b) so preiskovance razdelili v dve skupini. Preiskovanci v VVCT skupini so vadbo izvajali na vibracijski plošči 2-krat na teden z določeno frekvenco

in amplitudo (Tabela 6). Vadba je bila sestavljena iz ogrevanja (10 minut na tekalni stezi ali kolesarjenje z nizko intenziteto) in raztezanja. Sledile so vaje na vibracijski plošči, in sicer so statično zadrževali položaj (rahlo pokrčena kolena 30° z rokami ob telesu ali na napravi). Položaj so zadrževali 3-krat po 2 minuti, ter s pavzo 2 minuti med vsako ponovitvijo. Frekvenca je bila prve štiri tedne 6 Hz do 10 Hz in amplituda 4 mm do 10 mm, nato so frekvenco progresivno zviševali. Vadba se je zaključila s 5 minutnim ohlajanjem. V PS je vadba vključevala 30 minut relaksacije in dihalne vaje s kombinacijo vaj z lastno težo.

Samo v eni od raziskav (Braz Junior et al., 2015) v PS niso izvajali dodatne telesne dejavnosti, v času raziskave. Vsaka vadbena enota se je začela z raztezanjem spodnjih in zgornjih udov. VVCT skupina je izvajala statične vaje (visok počep s stopali 200 milimetrov narazen) na vibracijski napravi. Prve štiri tedne je bila celotna vadba nizko-intenzivna, nadaljnjih osem tednov pa visoko-intenzivna. Prve tedne je trajala 10 minut, s trajanjem posamezne vaje 30 sekund z amplitudo 2 milimetra in s pavzami dolgimi 60 sekund. Od petega do osmega tedna je trajala 15 minut in od devetega do dvanajstega tedna 20 minut (60 sekund z amplitudo 4 mm in z vmesno pavzo 30 sekund). Frekvenca vibracij je bila ves čas ista, spreminjali so samo amplitudo (Tabela 6).

Greulich in sodelavci (2014) so bolnike s poslabšanjem KOPB razdelili v dve skupini. Preiskovanci v obeh skupinah so imeli standardno fizioterapevtsko obravnavo, ki je vključevala 5 minut mobilizacije (vstajanje iz postelje in stoja), 5 minut pasivnega razgibavanja in 10 minut dihalnih vaj. V intervencijski skupini so poleg standardne fizioterapevtske obravnave izvajali še VVCT, in sicer 3-krat po 2 minuti na dan. Preiskovanci so samo stali na plošči z rahlo upognjenimi kolena. Parametre vibracij so ustrezno spreminjali (Tabela 6).

Salhi in sodelavci (2015) so preiskovance razdelili v dve intervencijski skupini, kjer so v eni izvajali vadbo proti uporju in v drugi VVCT. Obe vadbi sta se začeli z 15 minutnim ogrevanjem. Pri eni skupini je sledila vadba proti uporju, ki je vsebovala vaje na vadbениh napravah za naslednje mišice: m. quadriceps, fleksorje kolena, m. deltoideus, m. biceps in m. triceps brachii ter pektoralne mišice). Vsaka vaja je bila sestavljena iz treh setov z 10-imi ponovitvami. Intenziteta posamezne vaje je bila 70 % 1RM, katerega so po 6 tednih še enkrat določili. Vadbo so progresivno stopnjevali na podlagi Borgove lestvice napora (Tabela 6). VVCT skupina je izvajala vadbo na vibracijski plošči s parametri vibracij, ki jih tekom raziskave niso spreminjali (Tabela 6). Vadba je bila sestavljena iz naslednji vaj za spodnji

del telesa: visok počep (120–130°), globok počep (90°), širok počep in izpadni korak. Poleg tega so preiskovanci izvajali štiri vaje za zgornji del telesa, in sicer: dvig rok naprej, dvig rok na stran, upogib roke v komolcu in gibanje rok navzkrižno naprej. Vadbo so progresivno stopnjevali s spreminjanjem trajanja posamezne vibracije (iz 30 sekund na 1 minuto), števila ponovitev (iz 1 na 3 ponovitve) in s krajšanjem trajanja pavze. Po 6-ih tednih so statične vaje zamenjali z dinamičnimi. Vsi preiskovanci so poleg vadbe imeli še delovno terapijo, svetovanje o prehrani in boleznih ter psihosocialne teme. V nobeni raziskavi niso zabeležili nobenega neželenega učinka povezanega z VVCT.

Tabela 6: Lastnosti vadbenega programa.

Avtorji	VVCT skupina		Primerjalna skupina
	Parametri vibracije	Vadbeni protokol	Vadbeni protokol
<b>Gloeckl et al., 2017</b>	F: 25–26 Hz A: 5 mm	OG: Da (15 min) OH: Ne P: 3-krat/teden I: / V: Počepi na vibracijski plošči (8 min) + aerobna vadba in vadba proti upor. Č: > 30 min T: 12 tednov	OG: Da (15 min) OH: Ne P: 3-krat/teden I: / V: Počepi na tleh (8 min) z aerobno vadbo in vadbo proti upor. Č: > 30 min T: 12 tednov
<b>Spielmanns et al., 2017a</b>	F: 24–26 Hz A: 3 mm	OG: Da OH: Ne P: 1-krat/teden I: / V: Počepi na vibracijski plošči + aerobna vadba in vadba proti upor. Č: VVCT + 90 min ostalo T: 12 tednov	OG: Da OH: Ne P: 1-krat/teden I: / V: Počepi na tleh + aerobna vadba in vadbo proti upor. Č: Počepi + 90 min ostalo T: 12 tednov
<b>Spielmanns et al., 2017b</b>	F: 6–24Hz A: 4–6 mm	OG: Da (10 min) OH: Da (5 min) P: 2-krat/teden I: / V: Statično zadrževanje položaja na vibracijski plošči Č: 30 min (15 min VVCT) T: 12 tednov	OG: / OH: / P: 2-krat/teden I: / V: Relaksacija in dihalne vaje ter vadba z lastno težo. Č: 30 min T: 12 tednov

Legenda: F: frekvenca, A: amplituda, OG: ogrevanje, OH: ohlajanje, P: pogostost, I: intenziteta, V: vrsta vadbe, Č: čas vadbene enote, T: trajanje raziskave, FT: fizioterapija.

Tabela 7: Nadaljevanje – lastnosti vadbenega programa.

Avtorji	VVCT skupina		Primerjalna skupina
	Parametri vibracije	Vadbeni protokol	Vadbeni protokol
<b>Braz Junior et al., 2015</b>	F: 35 Hz A: 2–4 mm	OG: Da (10 min) OH: Ne P: 3-krat/teden I: / V: Statično zadrževanje položaja na vibracijski plošči Č: 15–30 min T: 12 tednov	
<b>Greulich et al., 2014</b>	F: 12–26 Hz A: 1,5–3mm	OG: Da OH: Ne P: Vsak dan I: / V: Statično zadrževanje položaja na vibracijski plošči + standardna FT obravnava Č: 26 min (20 min FT + 6 min VVCT) T: Odvisno od časa hospitalizacije	OG: / OH: / P: Vsak dan I: / V: Samo standardna FT obravnava Č: 20 min T: Odvisno od časa hospitalizacije
<b>Salhi et al., 2015</b>	F: 27 Hz A: 2 mm	OG: Da (15 min) OH: Ne P: 3-krat/teden I: / V: Vaje za spodnji in zgornji del telesa na vibracijski plošči. Č: / T: 12 tednov	OG: Da (15 min) OH: Ne P: 3-krat/teden I: Borg 4-6, 70 % 1RM V: Vadba proti uporabi napravah Č: / T: 12 tednov

Legenda: *F*: frekvenca, *A*: amplituda, *OG*: ogrevanje, *OH*: ohlajanje, *P*: pogostost, *I*: intenziteta, *V*: vrsta vadbe, *Č*: čas vadbene enote, *T*: trajanje raziskave, *FT*: fizioterapija, *1RM*: 1-ponovitveni maksimum.

#### 4.5 Izidi raziskav

V petih raziskavah (Gloeckl et al., 2017; Spielmanns et al 2017a; Braz Junior et al., 2015; Salhi et al., 2015; Greulich et al., 2014) so v VVCT skupini ugotovili statistično značilno povečanje prehojene razdalje, izmerjene s 6MWT. Gloeckl in sodelavci (2017) so pri ocenjevanju submaksimalne vzdržljivosti ugotovili statistično pomembno zvišanje



prehojene razdalje, tako v poskusni skupini kot v PS. V treh raziskavah (Spielmanns et al., 2017b; Braz Junior et al., 2015; Greulich et al., 2014) pa so ugotovili statično pomembno izboljšanje prehojene razdalje samo v VVCT skupini. Samo v eni raziskavi (Spielmanns et al., 2017a) niso ugotovili statistične razlike v prehojeni razdalji v nobeni od skupin. V raziskavi (Salhi et al., 2015), kjer so preučevali učinke VVCT v primerjavi z vadbo proti uporabi so ugotovili statistično pomembno izboljšanje v obeh skupinah. Razlike med skupinama in podatki o prehojeni razdalji na 6MWT so predstavljeni v Tabeli 7.

*Tabela 8: Prehojena razdalja pri šestminutnem testu hoje, pred terapijo in spremembe po koncu terapije.*

Avtorji	VVCT skupina		P	Primerjalna skupina		P	P (MS)
	Pred $\bar{x}$ (SD) (m)	Sprememba po (%)		Pred $\bar{x}$ (SD) (m)	Sprememba po (%)		
Gloeckl et al., 2017	335 (107)	16,4	<b>0,001</b>	350 (104)	9,1	<b>0,001</b>	<b>0,020</b>
Spielmanns et al., 2017a	553 (67)	1,4	0,574	481 (121)	1,9	0,484	0,798
Spielmanns et al., 2017b	517 (79)	19,5	<b>0,001</b>	509 (99)	9,0	0,10	<b>0,001</b>
Braz Junior et al., 2015	349 (105)	18,3	<b>0,005</b>	353 (124)	-4,2	0,773	<b>0,003</b>
Greulich et al., 2014	168 (117)	55,9	<b>0,001</b>	204 (126)	-2,5	>0,05	<b>0,007</b>
Salhi et al., 2015	418 (62)	15,4	<b>0,003</b>	402 (101)	6,8	<b>0,001</b>	>0,05
Skupaj	390 (140)	15,4		383 (109)	6,8		

*Legenda:  $\bar{x}$ : povprečje, SD: standardni odklon, VVCT: vibracijska vadba celega telesa, P: verjetnost, MS: med skupinama.*

V treh raziskavah (Gloeckl et al., 2017; Spielmanns et al., 2017b; Greulich et al., 2014) so ugotovili statistično značilno znižanje časa pri izvedbi 5STS v VVCT skupini. Samo Spielmanns in sodelavci (2017a) niso dobili statistično značilnega izboljšanja v VVCT skupini. Pri PS niso v nobeni raziskavi dobili statistično značilno izboljšanje. Razlike med skupinama in podatki o času potrebnem za izvedbo 5STS so predstavljeni v tabeli 8.

Gloeckl in sodelavci (2017) so ocenjevali tudi 30-sekundni STS, pri katerem so ugotovili statistično pomembno izboljšanje v VVCT skupini (iz  $17,2 \pm 6,6$  ponovitev na  $22,1 \pm 1,4$  ponovitev,  $P < 0,001$ ) in v PS (iz  $19,7 \pm 7$  ponovitev na  $22,6 \pm 21,2$  ponovitev,  $P = 0,004$ ). Med skupinama pa ni bilo statistično pomembne razlike ( $P = 0,060$ ). Tudi Spielmanns in sodelavci (2017a) so ocenjevali 30-sekundni STS, vendar niso ugotovili statistično pomembne razlike niti v VVCT skupini (iz  $20,8 \pm 6$  ponovitev na  $20,9 \pm 8,4$  ponovitev,  $P = 0,937$ ), niti v PS (iz  $16,8 \pm 6,3$  ponovitev na  $18,1 \pm 7,5$  ponovitev,  $P = 0,420$ ). Prav tako tudi med skupinama ni bilo statistično pomembne razlike ( $P = 0,852$ ).

*Tabela 9: Čas za izvedbo testa petih vstajanj, pred terapijo in spremembe po koncu terapije.*

Avtorji	VVCT skupina		P	Primerjalna skupina		P	P (MS)
	Pred $\bar{x}$ (SD) (m)	Sprememba po (%)		Pred $\bar{x}$ (SD) (m)	Sprememba po (%)		
Gloeckl et al., 2017	17,2±6,9	-31,4	<b>0,001</b>	13±5,1	-10,8	0,053	<b>0,001</b>
Spielmanns et al., 2017a	11,9±2,1	12,6	0,272	13,9±4,8	-4,3	0,326	0,378
Spielmanns et al., 2017b	12,8±1,2	-14,8	<b>0,001</b>	15,2±0,2	-3,3	0,78	<b>0,008</b>
Greulich et al., 2014	19,2±7,4	-11,5	<b>0,02</b>	18,5±7,3	54,1	0,14	<b>0,003</b>
Skupaj	15,3±3,5	-13,1		15,2±2,4	11,8		

*Legenda:  $\bar{x}$ : poprečje, SD: standardni odklon, VVCT: vibracijska vadba celega telesa, P: verjetnost, MS: med skupinama.*

V dveh raziskavah, ki sta ocenjevali kakovost življenja s SGRQ, ni bilo statistično pomembne razlike v nobeni od skupin (Speilmanns et al., 2017b; Greulich et al., 2014). Braz Junior in sodelavci (2015) pa so pri istem vprašalniku zaznali statistično pomembne razlike v VVCT skupini in PS skupini na skoraj vseh področjih. Edino na področju »vplivi« ni bilo statistično značilne spremembe niti v VVCT skupini (iz  $32,8 \pm 18,8$  točk na  $21,4 \pm 17,3$  točk,  $P = 0,052$ ), niti v PS (iz  $36,3 \pm 15,8$  točk na  $32,8 \pm 18,8$  točk,  $P = 0,052$ ). Na področju »simptomi«

so Braz Junior in sodelavci (2017) dobili statistično značilno izboljšanje v VVCT skupini (iz  $36,9 \pm 20,7$  točk na  $21,0 \pm 15,24$ ,  $P = 0,016$ ), za razliko od PS, kjer so dobili statistično značilno poslabšanje (iz  $34,2 \pm 20,4$  točk na  $36,8 \pm 20,7$  točk,  $P = 0,016$ ).

Speilmanns in sodelavci (2017a) so za oceno kakovosti življenja uporabili dva vprašalnika, in sicer CRQ in CAT. Pri testu CRQ so ugotovili statistično pomembne razlike v VVCT skupini na vseh področjih, z izjemo področja »dispneja« ( $P = 0,022$ ). V PS ni bilo statistično značilne spremembe na nobenem področju. Med skupinama je bila statistično pomembna sprememba samo na čustvenem področju ( $P = 0,041$ ). CAT pa je pokazal izboljšanje, vendar razlika ni bila statistično pomembna niti v VVCT skupini (iz  $20,3 \pm 7,7$  točk na  $17,8 \pm 7,2$  točk,  $P = 0,073$ ), niti v PS (iz  $20,8 \pm 5,5$  točk na  $19,9 \pm 7$  točk,  $P = 0,321$ ). Tudi med skupinama ni bilo statistično pomembne razlike ( $P = 0,139$ ). Kakovost življenja s CAT so ocenjevali tudi Spielmanns in sodelavci (2017b) in prav tako niso dobili statistično pomembne razlike niti v VVCT skupini (iz  $17,5 \pm 2,5$  točk na  $17,5 \pm 6,5$  točk,  $P = 0,14$ ), niti v PS (iz  $16,5 \pm 4,5$  točk na  $16 \pm 2$  točk,  $P = 0,31$ ). Bila pa je statistično pomembna razlika med skupinama ( $P = 0,02$ ). Za razliko od prejšnjih dveh raziskav, ki so kakovost življenja ocenjevale s CAT, so Greulich in sodelavci (2014) pri istem ugotovili statistično pomembno izboljšanje v VVCT skupini (iz  $29,05 \pm 6,45$  točk na  $25,1 \pm 5,65$  točk,  $P = 0,02$ ). Med skupinama pa ni bilo statistično značilne razlike ( $P = 0,1$ ). Salhi in sodelavci (2015) so ugotovili statistično pomembno izboljšanje s CRQ v VVCT skupini za 13 (4–25) točk ( $P < 0,05$ ). Statistično pomembna sprememba je bila tudi v skupini z vadbo proti uporju za 11 (3–16) točk ( $P < 0,05$ ). Med skupinama ni bilo statistično značilne razlike ( $P = 0,92$ ).

Gloeckl et al., 2017 so mišično moč merili s pomočjo plošče za merjenje sile. Zabeležili so višino sonožnega skoka in pa moč s katero so pristali na plošči. V VVCT skupini sta bila statistično značilno izboljšana oba parametra (Višina:  $\Delta 3,7$  (2–5,4) cm; Moč:  $\Delta 3,07$  (2,09–4,05) W/kg). V PS so izvajali iste počepe na tleh, pri kateri je bilo statistično značilno samo povečanje izmerjene moči za 1,66 (0,72–2,60) W/kg. Tudi med skupinama je bila statistično značilna razlika v obeh parametrih (Moč;  $P = 0,042$ , Višina;  $P = 0,0001$ ). V isti raziskavi so merili tudi največjo silo mišice quadriceps. Statistično značilno se je povečala v obeh skupinah. V VVCT skupini za 24,7 (10–37,4) N in v PS skupini za 23,7 (10–37,4) N. Med skupinama ni bilo statistično pomembne razlike ( $P = 0,912$ ). V eni od raziskav so merili mišično moč potiska nog (Spielmanns et al., 2017b) z računanjem 1RM na fitnes napravi. Ugotovili so povečanje 1RM bremena v VVCT skupini za

28,7 (16,7–33,3) kg, kar je bilo statistično značilno ( $P = 0,001$ ). V PS, kjer so izvajali vadbo z lastno težo ni bilo statistično pomembnega izboljšanja ( $P = 0,44$ ), in sicer se je teža bremena povečala za 3 (–2,5 do 5,8) kg. Salhi in sodelavci (2015) so merili silo mišice quadriceps in ugotovili statistično pomembno izboljšanje v skupini z vadbo proti uporju ( $P = 0,009$ ), za razliko od VVCT skupine, kjer ni bilo statistično pomembnega izboljšanja ( $P = 0,23$ ). V skupini z vadbo proti uporju je bila sprememba za 12 (–3 do 44) Nm in v VVCT skupini za 9 (–16 do 29) Nm. Med skupinama ni bilo statistično značilne razlike ( $P = 0,33$ ).

Mišični presek m. rectus femoris in m. intermedius se je v obeh skupinah povečal, vendar razlika ni bila statistično pomembna (Speilmanns et al., 2017b). V VVCT skupini je bila sprememba mišičnega preseka m. rectus femoris za 0,9 (–0,4 do 2,2) cm<sup>2</sup> in v PS za 0,2 (–0,6 do 1,9) cm<sup>2</sup>. Mišični presek M. intermedius se je spremenil v VVCT skupini za 0,6 (–0,3 do 1,5) cm<sup>2</sup> in v PS za 1,1 (0,3 do 2,1) cm<sup>2</sup>. Statistično pomembne razlike med skupinama ni bilo ( $P = 0,09$ ).

V dveh raziskavah so ocenjevali tudi ravnotežje. V eni raziskavi (Gloeckl et al., 2017) so uporabili štiri ravnotežne teste (Rombergov položaj z zaprtimi očmi, stopalo pred stopalom z zaprtimi in odprtimi očmi in stoja na eni nogi z odprtimi očmi), pri katerih so na podlagi APL(mm) ugotovili statistično pomembno izboljšanje ravnotežja v VVCT skupini, pri vseh štirih testih (Tabela 9). V drugi raziskavi (Spielmanns et al., 2017b) so ravnotežje ocenjevali s BBS in prav tako ugotovili statistično pomembno izboljšanje ravnotežja samo v VVCT skupini, kjer so pred terapijo preiskovanci dobili 54 (49–55) točk in na koncu 55 (52–56) točk ( $P = 0,05$ ). V PS so preiskovanci na začetku dobili 50 (47–51) točk in na koncu 51 (47–52) točk ( $P = 0,22$ ), kar ni bilo statistično značilno. Tudi med skupinama ni bilo statistično pomembne razlike ( $P = 0,37$ ). V isti raziskavi so ravnotežje ocenjevali s testom stoje na eni nogi, pri čemer niso dobili nobene statistično pomembne razlike v nobeni od skupin (VVCT;  $P = 0,07$ , PS;  $P = 0,86$ ). V VVCT skupini je bil tako izmerjen čas pred terapijo 3,9 (1,7–7,5) s in na koncu terapije 6,4 (3,2–18,3) s. V PS skupini pa je na začetku znašal 3,6 (2,5–5,2) s in na koncu 3,0 (2,6–5,5) s. Tudi med skupinama ni bilo statistično pomembne razlike ( $P = 0,07$ ).

Tabela 10: Primerjava rezultatov pri štirih ravnotežnih testih. Podatki so izraženi kot absolutna dolžina poti težišča.

Položaj	VVCT skupina		P	Primerjalna skupina		P	P (MS)
	Pred $\bar{x}$ (SD) (m)	Sprememba po (%)		Pred $\bar{x}$ (SD) (m)	Sprememba po (%)		
<b>Rombergov položaj</b>	446 (231)	-20,6	<b>0,029</b>	413 (273)	-3,9	0,67	0,14
<b>Tandemska stoja (zaprte oči)</b>	971 (457)	-28,0	<b>0,001</b>	800 (364)	8,4	0,24	<b>0,001</b>
<b>Tandemska stoja (odprte oči)</b>	382 (161)	-20,4	<b>0,005</b>	349 (180)	0,0	0,99	<b>0,046</b>
<b>Stoja na eni nogi</b>	898 (366)	-13,8	<b>0,012</b>	780 (257)	-7,6	0,27	<b>0,009</b>
<b>Skupaj</b>	674 (303)	-20,9		586 (238)	-0,2		

Legenda:  $\bar{x}$ : povprečje, SD: standardni odklon, VVCT: vibracijska vadba celega telesa, P: verjetnost, MS: med skupinama.

Greulich in sodelavci (2014) so ugotovili izboljšanje FEV<sub>1</sub> pri ocenjevanju pljučne funkcije, ki se je statistično značilno zvišal v obeh skupinah. V PS iz 37,9 ± 17,41 % norme na 43,23 ± 22,8 % norme (P = 0,03) in v VVCT skupini iz 32,71 ± 13,18 % norme na 36,71 ± 13,89 % norme (P = 0,04). Vendar med skupinama ni bilo statistično pomembne razlike. Salhi in sodelavci (2015) so pri pljučni funkciji ocenjevali Wmaks,  $\dot{V}O_2$  maks in čas vzdržljivosti med kolesarjenjem pri 75% največje delovne obremenitve. Wmaks se je statistično značilno spremenil v obeh skupinah. V VVCT skupini za 7 (2–23) W in za 12 (8–18) W v skupini z vadbo proti uporu.  $\dot{V}O_2$  maks se je spremenil v VVCT skupini za 30 (-60–200) ml/min, kar ni bilo statistično značilno, v primerjavi s primerjalno skupino, ki je bila razlika statistično značilna. Sprememba v skupini z vadbo proti uporu je znašala 130 (30–250) ml/min. Največja delovna obremenitev se je v VVCT skupini spremenila za 15 (7–20) min in v skupini z vadbo proti uporu za 10 (1–17) min. V obeh skupinah je bila sprememba statistično značilna.

Kot dodatek k poskusu so Greulich in sodelavci (2014) ocenjevali tudi ali VVCT vpliva na čas hospitalizacije bolnikov s poslabšanjem bolezni, vendar niso opazili pomembne razlike niti v PS ( $8,63 \pm 6,16$  dni), niti v VVCT skupini ( $8,58 \pm 3,81$  dni). Tudi med skupinama ni bilo statistično pomembne razlike ( $P = 0,58$ ). V isti raziskavi so opravili tudi laboratorijsko analizo krvi, kjer so merili markerje mišične aktivnosti (PGC1- $\alpha$ , irisin) in vnetne markerje. Dobili so statistično izboljšanje PGC1- $\alpha$  v VVCT skupini (iz  $460,02 \pm 262,28$  ng/ml na  $529,26 \pm 260,76$  ng/ml;  $P < 0,001$ ). V PS sprememba ni bila statistično značilna (iz  $428,17 \pm 249,99$  ng/ml na  $398,22 \pm 272,05$  ng/ml). Razlika med skupinama je bila statistično pomembna ( $P = 0,02$ ). Tudi pri razliki količine irisina v serumu, je bila statistično značilna sprememba samo v VVCT skupini (iz  $758,96 \pm 423,93$  ng/ml na  $1195,85 \pm 875,7$  ng/ml;  $P = 0,01$ ). V PS razlika ni bila statistično pomembna (iz  $934,54 \pm 581,98$  ng/ml na  $791,98 \pm 273,83$  ng/ml). Tudi med skupinama je bila statistično pomembna razlika ( $P = 0,009$ ). Ob sprejetju v bolnišnico sta imeli obe skupini povišano raven beljakovin, interlevkina-8 in število belih krvnih celic. Raven beljakovin v krvi in interlevkin-8 sta se do konca hospitalizacije zmanjšala. Če primerjamo razliko med obema skupinama je bilo znižanje interlevkina-8 izrazitejše v VVCT skupini ( $P = 0,04$ ). Drugih pomembnih razlik med skupinama niso zaznali.

## 5 RAZPRAVA

Glavna problema, ki ju predstavlja KOPB sta oteženo dihanje in dispneja ob naporu, kar vodi v strah pred telesno dejavnostjo in s tem posledično dekonduciranje posameznikov. Albarrati in sodelavci (2020) so mnenja, da izboljšanje dožemanja oteženega dihanja lahko izboljša tudi stopnjo telesne dejavnosti. S pregledom literature smo zato želeli ugotoviti učinke VVCT na bolnike s KOPB, saj VVCT poleg številnih koristnih učinkov zahteva tudi manj napora med samo vadbo in s tem manjšo verjetnost oteženega dihanja.

Ocenjujejo, da naj bi zbolelo le 15–20 % kadilcev (Debeljak, 2003). Nekateri so celo mnenja, da je ta odstotek višji in KOPB razvije kar polovica kadilcev (Lundback, 2003). V eni od raziskav (Greulich et al., 2014) so navedli odstotek preiskovancev, ki so kadilci. Bilo je 28,12 % kadilcev od 40 vključenih preiskovancev s KOPB. Tako lahko sklepamo, da je ocenjeni procent res višji, vendar bi bilo seveda potrebno upoštevati tudi večji vzorec preiskovancev. V drugi raziskavi, kjer so vključili v raziskavo samo osebe, ki so v preteklosti kadile, so navedli podatek, da so vsi kadili v povprečju 38,09 let (Braz Junior et al., 2015). S tem podatkom se lahko strinjamo, da na razvoj KOPB vpliva samo dolgotrajno izpostavljanje cigaretnemu dimu (Sandford, Pare, 2000). V vseh raziskavah so vključili več moških preiskovancev (65,7 %), v primerjavi z ženskimi (34,3 %), kar lahko kaže na to, da je pojavnost KOPB še vedno večja pri moških, kljub temu da WHO (2007) ocenjuje enako pojavnost tako pri moških kot pri ženskah. V analiziranih raziskavah so preiskovalci ocenjevali osebe s KOPB različnih stopenj (od blage do zelo hude), vendar so število preiskovancev v posamezni stopnji bolezni navedli samo v dveh raziskavah (Spielmanns et al., 2017a; Greulich et al., 2014). Torej lahko rezultate raziskav posplošimo na bolnike s KOPB v vseh stopnjah bolezni, ne moremo pa zagotovo vedeti učinka na posamezno stopnjo. V dveh raziskavah so se demografske značilnosti preiskovancev v VVCT in primerjalni skupini statistično pomembno razlikovale. V eni raziskavi (Spielmanns et al., 2017a) je bila razlika v številu srčno-žilnih bolnikov, kjer je bilo le-to za polovico večje v VVCT skupini. To bi lahko vplivalo na statistično pomembnost razlike med skupinama, vendar po opravljenih začetnih meritvah, razlike med skupinama ni bilo. V drugi raziskavi (Salhi et al., 2015) pa je bila razlika pri indeksu telesne mase preiskovancev ( $P = 0,01$ ), in sicer je v skupini z vadbo proti uporabi ta bil višji.

Totosy in sodelavci (2009) odsvetujejo uporabo VVCT osebam z naslednjimi stanji: ledvični kamni, aritmija, epilepsija, rak, vstavljen srčni spodbujevalnik, ortostatska hipotenzija,

nedavno vstavljeni vsadki (sklep itd.), nedavna operacija, nedavno vstavljeni intrauterini vsadki, akutna tromboza, kila, akutni revmatoidni artritis, težje bolezni srca in ožilja, hud diabetes in migrene. Večina preiskovalcev je kontraindikacije upoštevala, vendar ne v celoti. Tako so se izključitveni kriteriji v raziskavah zelo razlikovali. Razen kontraindikacij, ki so jih navedli Totosy in sodelavci (2009) so v raziskavah izključili še osebe zdravljene z globoko možgansko stimulacijo in stimulacijo hrbtenjače (Salhi et al., 2015), osebe s hudo arterijsko hipertenzijo in s hudimi psihiatričnimi/kognitivnimi obolenji, osebe z nevrološkimi motnjami in osebe z ortopedskimi komorbidnostmi (Spielmanns et al., 2017b), osebe z zlomom kosti in aortno anevrizmo (Gloeckl et al., 2017), osebe z labirintitisom ter hemodinamičnem neravnovesjem (Braz Junior et al., 2015) in osebe s pljučnico (Greulich et al., 2014). V dveh raziskavah so izključili osebe z osteoporozo (Braz Junior et al., 2015; Salhi et al., 2015), kljub temu da ima VVCT koristne učinke na mineralno gostoto kosti (Abercromby et al., 2007). Ne glede na različne izključitvene kriterije, v nobeni raziskavi niso zabeležili neželenih dogodkov.

V vseh raziskavah so ocenjevali telesno zmogljivost s 6MWT in v večini raziskav so telesno zmogljivost dodatno ocenjevali s 5STS testom. Kot oceno aerobne vzdržljivosti so pri bolnikih s KOPB ugotovili dobro veljavnost in zanesljivost 6MWT (Liu et al., 2016). S testom se meri submaksimalno aerobno zmogljivost in ocenjuje odzive vseh telesnih sistemov (pljučni, srčno-žilni in živčno-mišični) ter metabolizem mišic (ATS – American Thoracic Society, 2002). Minimalno pomembna razlika (angl. Minimal Important Difference, MID) znaša 25 m pri bolnikih s KOPB (Holland et al., 2010). 5STS se uporablja za oceno funkcijskega stanja in mišične zmogljivosti spodnjih udov, kjer se meri čas, ki ga oseba potrebuje, da petkrat vstane s stola in sede nazaj (Guralnik et al., 1995). Test je veljaven predvsem pri pljučnih bolnikih, kot alternativa 30s testu vstajanja, saj je prisotnega manj hemodinamičnega stresa (Ozalveli, 2007). Za test je potreben standardni stol (43–45 cm) z naslonjalom in štoparica. Za izvedbo testa se porabi manj kot 5 minut, predvsem pa je pomembna odlična korelacija s 6MWT ( $r=0,75$ ) in oceno moči m. quadriceps ( $r = 0,65$ ). Podobno kot s 6MWT lahko tudi s 5STS natančno določimo funkcijsko stanje bolnikov s KOPB, poleg tega pa je prisotnega manj hemodinamičnega stresa v primerjavi s 6MWT (Ozalveli et al., 2007). Glede na razvojno stopnjo KOPB je tako smiselno uporabiti test, ki povzroči najmanj hemodinamičnega stresa, poleg tega pa je rezultat primerljiv z ostalimi testi. Iz tega vidika je za oceno telesne funkcije najbolj primeren 5STS, poleg tega pa je potreben krajši čas za izvedbo samega testa.



Kakovost življenja so v večini raziskav ocenjevali s SGRQ (Spielmanns et al., 2017b; Braz Junior et al., 2015; Greulich et al., 2014). Kakovost življenja so ocenjevali še s CAT in CRQ. Vprašalnik SGRQ (Jones et al., 1992), katerega preiskovanec izpolni sam, je zanesljiv za oceno kakovosti življenja pri bolnikih z boleznimi dihal (Škrgat-Kristan, 2009; Jones et al., 1992, cit. po Taichman et al., 2005). Z vprašalnikom se oceni simptome (predvsem pogostost in resnost dihalnih simptomov), telesna dejavnost (stopnja, do katere oteženo dihanje omejuje telesno dejavnost) in vpliv (vidiki socialne in psihološke funkcije, na katere vplivajo bolezni dihal). Poleg tega skupna ocena povzame vpliv bolezni na splošno zdravstveno stanje (Jones et al., 1992, cit. po Taichman et al., 2005). MID pri bolnikih s hudo KOPB znaša  $-8,3$  enote (Welling et al., 2015) in  $-4$  enote za povprečno populacijo KOPB (Jones, 2009). CAT je kratek, enostaven vprašalnik za oceno KOPB. Ima dobre merilne lastnosti in je veljavno in zanesljivo merilno orodje za oceno zdravstvenega stanja bolnikov s KOPB (Jones et al., 2009). Tudi CRQ je veljavno in zanesljivo orodje za oceno zdravstvenega stanja bolnikov s KOPB, vendar je kategorija »dispneja« manj zanesljiva in ne bi smela biti vključena v skupno oceno v primerjalnih raziskavah (Wijkstra et al., 1994). Torej lahko zaključimo, da so za oceno kakovosti življenja bolnikov s KOPB veljavni in zanesljivi vsi trije vprašalniki. Glede na najmanjšo kompleksnost ocenjevanega orodja, bi priporočili CAT.

Gloeckl in sodelavci (2017) so merili maksimalno izometrično silo m. quadriceps z uporabo ročnega dinamometra. Trenutna najboljša metoda za merjenje sile m. quadriceps je izokinetični dinamometer, vendar zaradi velikosti in stroškov nima velike klinične uporabnosti. Ročni dinamometer pa je veljavna in zanesljiva alternativa (Hansen et al., 2015). Dosedanji rezultati kažejo, da je merjenje mišične sile quadricepsa z uporabo ročnega dinamometra veljavna, vendar so možne razlike v rezultatih, v primerjavi z izokinetičnim dinamometrom (Lesnak et al., 2019). Spielmanns in sodelavci (2017b) so merili 1RM potiska spodnjih udov. Standardizirani protokol testiranja 1RM s kratkim obdobjem ogrevanja in seznanjanja s potekom je zanesljiva merilna tehnika za oceno sprememb mišične sile, ne glede na mišično skupino ali spol. Visoko zanesljivost so ugotovili z izračunom interklasnega koeficienta koleracije (ICC), ki je znašal 0,999 pri meritvi za izteg kolena (Seo et al., 2012).

Beauchamp in sodelavci (2009) so mnenja, da imajo pacienti, ki se jim dodaja kisik še večje tveganje za padeč. Te ugotovitve kažejo na pomembnost o vključitvi ocene ravnotežja in vaj

za izboljšanje ravnotežja v okviru pljučne rehabilitacije. BBS, ki so jo uporabili v eni od raziskav, ocenjuje dinamično in statično ravnotežje ter je lahko koristna za podrobnejšo oceno ravnotežja (Beauchamp, 2019). Potrebna pa je previdnost, saj ima BBS precejšen »učinek stropa«, kar pomeni, da je lestvica bolj primerna za ocenjevanje oseb s slabšim ravnotežjem, kot pa tistih, ki imajo manjše motnje (Pardasaney et al., 2012). Poleg tega test traja 15 minut (Beauchamp, 2019), kar je za vsakodnevno klinično uporabo predolgo. Kot minimalno pomembna razlika (MID) velja sprememba za 5 točk (Beauchamp et al., 2016).

Pri pregledu literature smo ugotovili, da je vibracijska vadba v večini raziskav kombinirana z različnimi konvencionalnimi vadbami. V nobeni raziskavi niso izvajali izključno samo VVCT, zato ne moremo vseh izboljšanj predpisati samo VVCT, prav tako ne moremo zaključiti ali je ta lahko zamenjava konvencionalne telesne vadbe, ali pa je primerna samo kot dodatek. Salhi in sodelavci (2015) so raziskovali vplive VVCT na bolnike s KOPB v primerjavi z vadbo proti uporju in pri tem ugotovili, da ima VVCT večji vpliv na izboljšanje kakovosti življenja in ET 75% v primerjavi z vadbo proti uporju. Izboljšanje telesne zmogljivost, ki je še posebej pomembna za bolnike s KOPB, pa je bilo skoraj za polovico večje pri skupini z vadbo proti uporju. Prav tako je bila pri isti skupini sprememba  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  kar za 100 ml/min večja. Na podlagi teh rezultatov lahko sklepamo, da je smiselno VVCT vključevati kot dodatek vadbi proti uporju in obratno. Ne moremo pa trditi enako za ostale vrste vadbe. Samo v eni raziskavi (Salhi et al., 2015) so izvajali tudi vaje za zgornji del telesa, vendar vplive niso neposredno ocenjevali.

Klinična praksa kaže, da obstajajo posamezniki, ki jim vadba ni prijetna in jo zato zavračajo (Gloeckl et al., 2015). Tako je v vključenih raziskavah zaradi le-teh razlogov vadbo opustilo vse skupaj 14 preiskovancev. V raziskavi (Spielmanns et al., 2017a) so navedli največjo število preiskovancev (N = 16), ki so odnehali pri VVCT, zaradi kakršnih koli razlogov (nezanesljivost preiskovancev, zdravstvene omejitve, časovne težave in ostalo). Možen razlog je majhna frekvenca vadbe na teden (1-krat/teden) in s tem pomanjkanje motivacije ali pa predolgo trajanje posamezne vadbene enote (90 min). V raziskavi Spielmanns in sodelavci (2017b) je odpovedala samo 1/15 oseb v VVCT skupini. Izvajali so samo statične vaje in progresivno stopnjevali parametre vibracij, podobno kot v raziskavi Braz Junior in sodelavci (2015), kjer ni nihče odpovedal zaradi neprijetnosti samega vadbene programa. Samo statične vaje in progresivno stopnjevanje so uporabili tudi Greulich in sodelavci (2014), pri katerih so odpovedali le trije preiskovanci. Torej lahko sklepamo, da je za osebe

najbolj prijeten vadbeni program z izvedbo statičnih vaj in s progresivnim stopnjevanjem same intenzitete vadbe. Poleg tega je potrebno upoštevati, da število vadbenih enot na teden ni prenizko z vidika pomanjkanja motivacije.

Bolniki s KOPB lahko VVCT uporabljajo v vseh stopnjah resnosti bolezni (Gloeckl et al., 2015). Tako v nobeni od raziskav niso zabeležili nobenega neželenega dogodka, kar kaže na to, da je VVCT varna. Potrebno je poudariti, da je vadba varna tudi pri akutnem poslabšanju KOPB (Greulich et al., 2014).

Sprememba prehojene razdalje na 6MWT je bila po VVCT največja v raziskavi (Spielmanns et al., 2017b), ki se je povečala v povprečju kar za 105 (45,5–133,5) m. Sprememba ni bila samo statistično pomembna ampak tudi klinično. Kot minimalno pomembno razliko (MID) so v raziskavah navedli 25–33 m. V primerjavi z ostalimi raziskavami so v tej bili preiskovanci bosi in frekvenco vibracij so progresivno povečevali, tako da je na koncu znašala 24 Hz, kar je vseeno manj kot pri večini raziskav. Tudi čas trajanja je bil kratek in sicer 3-krat po 2 minuti z vmesnimi 2-minutnimi pavzami. So pa pred VVCT imeli 10 minutno ogrevanje nizke intenzivnosti na tekalni stezi ali kolesu, kar bi lahko vplivalo na izboljšanje telesne zmogljivost. Če gledamo iz vidika vpliva ogrevanja na telesno zmogljivost, pa je to v ostalih raziskavah, trajalo dlje časa in z večjo intenzivnostjo. V raziskavi (Gloeckl et al., 2017) je ogrevanje trajalo 15 minut, in sicer 60 % največje moči. Tudi oni so ugotovili klinično pomembno izboljšanje v VVCT skupini za povprečno 55 m. V raziskavi (Braz Junior et al., 2015) ni bilo dodatne vadbe za aerobno vzdržljivost, pa je kljub temu bilo izboljšanje klinično pomembno (sprememba za 64,18 m). Pri Spielmanns in sodelavci (2017a), kjer je bila vadbeni enota sestavljena iz vaj za aerobno vzdržljivost (hoja, ergometer, stopnice, ples...) pa kljub temu niso ugotovili pomembnih razlik v prehojeni razdalji. Največje izboljšanje v raziskavi (Spielmanns et al., 2017b) torej ne moremo predpisovati začetnem ogrevanju. Na najboljše izboljšanje bi lahko vplivalo tudi to, da so preiskovanci bili med vadbo bosi, ker podatki kažejo, da se lahko spremeni živčno-mišični odziv, če se vibracijska vadba izvaja z obutimi čevlji, saj ti lahko povzročijo dušenje vibracij (Marin, 2009). V isti raziskavi so kot vključitveni kriterij navedli, da preiskovanci niso smeli biti vključeni v noben vadbeni program v zadnjih treh mesecih pred raziskavo, kar je pomenilo tudi največji potencial izboljšanja. Najmanj učinkovita vibracijska vadba na telesno zmogljivost je bila tista, kjer so raziskovalci uporabili frekvenco vadbe 1-krat na teden s frekvenco vibracij 24–26 Hz in amplitudo 3 mm (Spielmanns et al., 2017a). Izvedli

so tri sete po 20 ponovitev počepov. Med vadbo so bili preiskovanci bos, torej neučinkovitost ne moremo prepisati dušenju vibracij. Eden od možnih razlogov je večje število preiskovancev s kardiovaskularnimi obolenji v VVCT skupini, v primerjavi s PS skupino ( $P < 0,001$ ). Poleg tega je samo v tej raziskavi frekvenca vadbenega programa bila mnogo nižja kot jo priporočajo za bolnike s KOPB (Armstrong, Vogiatzis, 2019). Vse ostale raziskave so zabeležile klinično pomembno izboljšanje prehojene razdalje in tako lahko povzamemo, da VVCT pomembno vpliva na izboljšanje telesne zmogljivost, vendar je potrebno paziti, da število vadbenih enot na teden ni prenizko.

Pri oceni kakovosti življenja s SGRQ so največje klinično pomembno izboljšanje ugotovili Braz Junior in sodelavci (2015). Greulich in sodelavci (2014), ki so ocenjevali bolnike z akutnim poslabšanjem KOPB so pri 16/20 preiskovancev dobili izboljšanje za 4 ali več enote. Vendar pa če upoštevamo MID pri bolnikih s hudo KOPB, ki znaša  $-8,3$  enot (Welling et al., 2015), izboljšanje ni bilo klinično pomembno v primerjavi z MID  $-4$  enote, ki trenutno velja za povprečno populacijo KOPB. Klinično pomembnega izboljšanja niso dobili samo Spielmanns in sodelavci (2017b), kljub visokim ocenam pred vadbo, kar bi pomenilo tudi večji potencial za izboljšanje. So pa v isti raziskavi ugotovili statistično pomembno razliko med skupinama pri CAT, kar pomeni večje izboljšanje v VVCT skupini. Pravzaprav je v vseh raziskavah prišlo do pomembno večjega izboljšanja v VVCT skupini, v primerjavi s PS. Za izboljšanje kakovosti življenja z ocenjevalnim orodjem CAT so v raziskavah upoštevali MID  $-2$  točki. Klinično pomembno izboljšanje v VVCT skupini so tako dobili v vseh treh raziskavah (Spielmanns et al., 2017a; Spielmanns et al., 2017b; Greulich et al., 2014). Tudi pri ocenjevanju kakovosti življenja s CRQ se je ta statistično in klinično izboljšala v obeh raziskavah (Spielmanns et al., 2017b; Salhi et al., 2015). Tako lahko povzamemo, da VVCT pomembno vpliva na izboljšanje kakovosti življenja, ne glede na različne lastnosti vadbenega programa v posameznih raziskavah.

Prav tako podatki kažejo, da kombinacija izometričnih in dinamičnih kontrakcij povzroči skoraj dvakratno prilagoditev mišične zmogljivosti, v primerjavi s samo izometričnimi kontrakcijami in da je smiselno vključiti tudi gibanje, da se v celoti dosežejo koristi vibracijske vadbe (Marin, Rhea, 2010). Samo statične vaje so izvajali v treh raziskavah (Spielmanns et al., 2017b; Braz Junior et al., 2015; Greulich et al., 2014). Salhi in sodelavci (2015) so za razliko od ostalih, dinamične vaje vključili po šestem tednu vadbenega programa. Gloeckl in sodelavci (2017) so izvajali dinamične vaje ter s tem dosegli

izboljšanje moči (sprememba moči za povprečno 3,07 W/kg) in silo mišic (sprememba za povprečno 24,7 N). Tudi v raziskavi (Spielmanns et al., 2017b), kjer so izvajali samo statične vaje in ocenjevali silo mišic so dosegli izboljšanje (povečanje bremena pri 1RM za povprečno 28,7 kg). Pravzaprav so v vseh raziskavah, kjer so ocenjevali mišično silo in/ali moč dosegli izboljšanje. Rezultate mišične vzdržljivosti lahko izrazimo glede na podatke iz 5STS, in sicer so v vseh raziskavah dosegli pomembno izboljšanje, razen v eni raziskavi (Spielmanns et al., 2017a), zaradi možnih razlogov, kateri so omenjeni v prejšnjem odstavku. Rezultati raziskav so pokazali, da je eden od učinkov VVCT tudi izboljšanje mišične zmogljivosti (sila, moč, vzdržljivost), vendar ne moremo trditi da vključitev dinamičnih vaj povzroči večje izboljšanje mišične zmogljivosti. V tem primeru bi bilo potrebno vključiti raziskave z istimi vadbenimi pogoji in z različnimi kontrakcijami (dinamične ali statične vaje). Marin in Rhea (2010) sta mnenja, da na izboljšanje mišične zmogljivosti vplivajo večje frekvence vibracij (med 40 in 50 Hz). V pregledu naših raziskav so Gloeckl in sodelavci (2017) uporabili pomembno manjše frekvence, in sicer med 24 in 26 Hz ter Spielmanns in sodelavci (2017b) frekvence med 6 in 24 Hz, vendar so kljub temu dobili izboljšanje mišične zmogljivosti.

Eden od učinkov VVCT je tudi izboljšanje dinamičnega in statičnega ravnotežja (Nepocatyh et al., 2016). V našem pregledu so ravnotežje ocenjevali raziskovalci v dveh raziskavah, kjer so v prvi ocenjevali samo statično ravnotežje (Gloeckl et al., 2017) in pri tem ugotovili pomembno izboljšanje APL v vseh štirih položajih, v primerjavi s PS, kjer ni bilo pomembnega izboljšanja. Tudi v spremembi med skupinama so bile na koncu velike razlike (od -76 do -348 mm). Rezultati se nam zdijo smiselni, saj v PS vadbeni program ni bil sestavljen iz vaj za ravnotežje, ampak samo iz aerobne vadbe in vadbe proti upor. Novak in sodelavci (2018) so v pregledu literature zaključili, da se pozitivni učinki na ravnotežje kažejo pri frekvencah med 20 in 35 Hz ter amplitudah manjšimi od 4mm. Tudi Gloeckl in sodelavci (2017) so uporabili podobne parametre, in sicer frekvenco med 24 in 26 Hz in amplitudo 5 mm. Tako lahko trdimo, da se statično ravnotežje izboljša po treh tednih VVCT z nižjimi frekvencami vibracij in manjšo amplitudo. V isti raziskavi bi bilo smiselno oceniti tudi dinamično ravnotežje, saj so izvajali dinamične vaje v okviru VVCT. Spielmanns in sodelavci (2017b), so ocenjevali statično in dinamično ravnotežje s pomočjo BBS in samo statično ravnotežje s testom stoje na eni nogi. Pri BBS niso ugotovili pomembnega kliničnega izboljšanja (MID -5 točk), vendar je lahko razlog visoka ocena pri začetnem

ocenjevanju (54/56), saj ima BBS precejšen »učinek stropa«. Zaradi slabše občutljivosti BBS v tem primeru, ne moremo zaključiti ali ima VVCT učinke na dinamično ravnotežje.

Pomanjkljivost našega pregleda literature je, da smo vključili samo raziskave v katerih so raziskovalci uporabili vertikalno obliko vibracij. Ti dve tehniki se nanašata na dva popolnoma različna nevrofiziološka vzorca gibanja (Gloeckl et al, 2015), zato bi bilo v bodoče potrebno pri izbiri raziskav upoštevati tudi to, z namenom ugotavljanja ali obstajajo razlike med horizontalno in vertikalno obliko vibracij pri bolnikih s KOPB.

## 6 ZAKLJUČEK

S pregledom literature smo želeli ugotoviti učinke vibracijske vadbe pri osebah s KOPB in njeno smiselnost uporabe v kliničnem okolju, predvsem iz vidika oteženega dihanja med naporom, saj vibracijska vadba praviloma zahteva manjši napor kot konvencionalna telesna vadba. Po pregledu raziskav, smo pri bolnikih s KOPB ugotovili klinično pomembno izboljšanje telesne zmogljivosti po VVCT. Poleg tega se je izboljšala tudi mišična zmogljivost, statično ravnotežje in tako je vse skupaj vplivalo tudi na izboljšanje kakovosti življenja. Ugotovili smo, da je vibracijsko vadbo bolj smiselno uporabiti kot dodatek k vadbi proti upor, v primerjavi z izvajanjem samo vibracijske vadbe. Ne moremo pa trditi enako za ostale vrste telesne vadbe. Posebno pomembna je ugotovitev, da je VVCT varna pri vseh razvojnih stopnjah bolezni, tudi pri akutnem poslabšanju KOPB. Na podlagi števila prekinitev vadbe (s strani preiskovancev) sklepamo, da je za paciente najbolj prijeten vadbeni program z izvedbo statičnih vaj in s progresivnim stopnjevanjem same intenzitete vadbe.

Za trdnejše dokaze o vključitvi vibracijske vadbe v fizioterapevtsko obravnavo bolnikov s KOPB, bi bilo potrebno natančno definirati parametre, ter na podlagi tega izvesti nadaljnje raziskave. Na podlagi analize člankov predlagamo frekvenco vadbe vsaj 3-krat/teden z vadbeno enoto, ki ni daljša od 60 minut. Predlagamo nižje frekvence vibracij in manjšo amplitudo z namenom izboljšanja telesne zmogljivosti, statičnega ravnotežja ter mišične zmogljivosti. Zviševanje parametrov, naj bi bilo postopno z vidika prijetnosti same vadbe za preiskovance.

Pomanjkljivosti pregledane literature se kažejo v tem, da so v izbranih raziskavah uporabili vertikalno obliko vibracij. Prav tako v nobeni raziskavi niso spremljali dolgotrajnih učinkov VVCT na bolnike s KOPB. Poleg tega bi bilo smiselno v nadaljnjih raziskavah narediti primerjavo v občutenju napora med vibracijsko vadbo in med konvencionalno telesno vadbo, da bi lahko potrdili ali ta zahteva manjši napor med samo vadbo. Na podlagi analize raziskav, ne moremo vedeti ali VVCT vpliva na dinamično ravnotežje bolnikov s KOPB, zato bi bilo potrebno v nadaljnjih raziskavah, poleg Bergove lestvice ravnotežja, uporabiti še dodatno merilno orodje, s katerim bi izključili možnost »učinka stropa«.

## 7 LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI

Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc* 39(10): 1794–800.

ACSM-American College of Sports Medicine (2013). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 334-8.

Albarrati AM, Gale NS, Munnery MM, Cockcroft JR, Shale DJ (2020). Daily physical activity and related risk factors in COPD. *BMC Pulm Med* 20(1):60. doi: 10.1186/s12890-020-1097-y.

Armstrong M, Vogiatzis I (2019). Personalized exercise training in chronic lung diseases. *Respirology* 24(9): 854–62. doi: <https://doi.org/10.1111/resp.13639>.

ATS – American Thoracic Society (2002). Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 166(1): 111–7. doi: <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>

Beauchamp MK (2019). Balance assessment in people with COPD: An evidence-based guide. *Chron Respir Dis* 16.

Beauchamp MK, Harrison SL, Goldstein RS, et al. Interpretability of change scores in measures of balance in people with COPD. *Chest* 2016; 149: 696–703.

Beauchamp MK, Hill K, Goldstein RD, Janaudis-Ferreira T, Brooks D (2009). Impairments in balance discriminate fallers from non-fallers in COPD. *Respir Med* 103(12): 1885–91.

Borg GA (1982). Psychological basis of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14(5): 377–81.

Braz Junior DS, Dornelas de Andrade A, Teixeira AS, Cavalcanti CA, Morais AB, Marinho PE (2015). Whole-body vibration improves functional capacity and quality of life in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a pilot study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 12(10): 125–32. doi: 10.2147/COPD.S73751.



Cardinale M, Wakeling J (2005). Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *BMJ Journals* 39(9): 585–9.

Debeljak A (2003). Kronična obstruktivna pljučna bolezen (KOPB). *Med Razgl* 42(3): 257–76.

EIM- Exercise is Medicine (2020). Exercising with chronic obstructive pulmonary disease (COPD).

Dostopno na: [https://www.exerciseismedicine.org/support\\_page.php/chronic-obstructive-pulmonary-disorder-copd/](https://www.exerciseismedicine.org/support_page.php/chronic-obstructive-pulmonary-disorder-copd/) <5. 4. 2020>.

Garrod R, Wedzicha W (2002). Pulmonary rehabilitation: a multidisciplinary intervention. In: Pryor A, Prasad SA, eds. *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems*. 3<sup>th</sup> ed. London: Elsevier Health Sciences, 471–91.

GHE-Global Health Estimates (2016). Deaths by cause, age, sex, by country and by region, 2000–2016. Geneva, World Health Organization; 2018. Dostopno na: [https://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/estimates/en/index1.html](https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates/en/index1.html) <15. 4. 2020>.

Gloeckl R, Heinzlmann I, Kenn K (2015). Whole body vibration training in patients with COPD: A systematic review. *Chron Respir Dis*. 12(3): 212–21. doi: 10.1177/1479972315583049

Gloeckl R, Jarosch I, Bengsch U et al. (2017). What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial. *Respir Med* 126(Suppl 1): 17–24. doi: 10.1016/j.rmed.2017.03.014.

GOLD - Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease (2010). Spirometry for health care providers. Dostopno na: [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2016/04/GOLD\\_Spirometry\\_2010.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2016/04/GOLD_Spirometry_2010.pdf) <17. 3. 2020>.

GOLD – Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease (2017). Pocket guide to COPD diagnosis, management, and prevention. Dostopno na: <https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2016/12/wms-GOLD-2017-Pocket-Guide.pdf> <17. 3. 2020>.

Greulich T, Nell C, Koepke J et al. (2014). Benefits of whole body vibration training in patients hospitalised for COPD exacerbations - a randomized clinical trial. *BMC Pulm Med* 14(1): 60.

Guralnik J, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB (1995). Lower extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med* 332(9): 556–61.

Hansen EM, McCartney CN, Sweeney RS, Palimenio MR, Grindstaff TL (2015). Hand-held dynamometer positioning impacts discomfort during quadriceps strength testing: A validity and reliability study. *Int J Sports Phys Ther.* 10(1):62–8.

Hartman JE, Boezen HM, Zuidema MJ, De Greef MH, Ten Hacken NH (2014). Physical activity recommendations in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration* 88(2): 92–100. doi: 10.1159/000360298.

Holland AE, Hill CJ, Rasekaba T, Lee, Naughton MT, McDonald CF (2010). Updating the minimal important difference for six-minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 91(2):221–5. doi: 10.1016/j.apmr.2009.10.017.

Jones PW (2009). St. George's Respiratory Questionnaire: MCID. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2(1): 75–9.

Jones PW, Harding G, Berry P, Wiklund I, Chen WH, Kline Leidy N (2009). Development and first validation of the COPD Assessment Test. *Eur Respir Jour.* 34(3): 648–54. doi: 10.1183/09031936.00102509.

Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM, Littlejohns P (1992). A self-complete measure of health status for chronic airflow limitation. The St. George's Respiratory Questionnaire. *Am Rev Respir Dis.* 145(6): 1321–7.

Koufaki P, Merecr TH, Naish P (2002). Effects of exercise training on aerobic and functional capacity of end-stage renal disease patients. *Clin Physiol Funct Imaging.* 22(1): 115–24.

Lesnak J, Anderson D, Farmer B, Katsavelis D, Grindstaff TL (2019). Validity of hand-held dynamometry in measuring quadriceps strength and rate of torque development. *Int J Sports Phys Ther.* 14(2): 180–7.

Liu WY, Meijer K, Delbressine JM et al. (2016). Reproducibility and validity of the 6-minute walk test using the gait real-time analysis interactive lab in patients with COPD and healthy elderly. *PloS one*, 11(9): e0162444. doi: 10.1371/journal.pone.0162444.

Lundback B, Lindberg A, Lindstrom M et al. (2003). Not 15 but 50% of smokers develop COPD?--report from the obstructive lung disease in northern Sweden studies. *Respir Med* 97(2): 115–22.

Madell R (2016). understanding chronic bronchitis. Dostopno na: <https://www.healthline.com/health/copd/understanding-chronic-bronchitis> <20. 3 .2020>.

Marin PJ, Bunker D, Rhea MR, Ayllon FN (2009). Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. *J Strength Cond Res* 23(8):2311–6. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b8d637.

Marin PJ, Rhea MR (2010). Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis. *J Strength Cond Res* 24(2): 548–56.

Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. (2009). PRISMA Group: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 151: 264–9.

Moore G, Durstine LJ, Painter PL (2016). ACSM's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities. 4<sup>th</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Morgan T, Šuškovič S (2005). Farmakološko zdravljenje astme in KOPB s poudarkom na inhalacijski terapiji. *Farm Vestn* 56(posebna št.): 153–8.

Nepocatyh S, Balilionis G, Geary C, Collins AB, Bishop P (2016). Acute effects of whole-body vibration on balance and flexibility with and without shoes. *Sports Med Rehabil J* 1(1): 1004.

NIJZ-Nacionalni inštitut za javno zdravje (2017). Bolezni in bolezenska stanja po spolu in starosti, Slovenija, leto 2014. Dostopno na: [https://podatki.nijz.si/pxweb/sl/NIJZ%20podatkovni%20portal/?px\\_language=sl&px\\_db=NIJZ%20podatkovni%20portal&rxid=d17e6980-1fe2-449a-805c-6ace09a42b87](https://podatki.nijz.si/pxweb/sl/NIJZ%20podatkovni%20portal/?px_language=sl&px_db=NIJZ%20podatkovni%20portal&rxid=d17e6980-1fe2-449a-805c-6ace09a42b87) <4. 4. 2020>.

Novak S, Rugelj D, Weber D (2018). Učinki vibracije celega telesa na ravnotežje starejših odraslih. *Fizioterapija* 26(1): 50–8.

O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J (2004). Peripheral muscle strength training in COPD. *Chest* 126(3): 903–14. doi:10.1378/chest.126.3.903.

Ozalevli S, Ozden A, Itil O, Akkoçlu A (2007). Comparison of the sit-to-stand test with 6 min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 101(2): 286–93.

Pardasaney PK, Latham NK, Jette AM et al. (2012). Sensitivity to change and responsiveness of four balance measures for community-dwelling older adults. *Phys Ther* 92(3): 388–97.

Pescatello L, Arena R, Riebe D, Thopson P (2013). General principles of exercise prescription. In *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 9<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Williams & Wilkins, 166–77.

Poplas-Susič T, Vodopivec JV, Košnik M, Šuškovič S, Živčec-Kalan G (2010). Kronična obstruktivna pljučna bolezen (KOPB): protokol vodenja kroničnega bolnika na primarnem nivoju in ukrepanje ob zapletih/poslabšanjih. *Isis* 19(3): 59–62.

Puhan MA, Behnke M, Frey M et al. (2004) Self-administration and interviewer-administration of the German chronic respiratory questionnaire: instrument development

and assessment of validity and reliability in two randomised studies. *Health Qual Life Outcomes* 8(2): 1.

Puhan MA, Siebeling L, Zoller M, Muggensturm P, Ter Riet, G (2013). Simple functional performance tests and mortality in COPD. *Eur Respir J* 42(4): 956–63. doi: 10.1183/09031936.00131612.

Rabe KF, Hurd S, Anzueto A et al. (2007). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive. *Am J Respir Crit Care Med* 176(6): 532–55.

Rauch F, Sievanen H, Boonen S et al. (2010). Reporting whole-body vibration intervention studies: recommendations of the International society of musculoskeletal and neuronal interactions. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 10(3): 193–8.

Rittweger J, Beller G, Felsenberg D (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol* 20(2): 134–42.

Rugelj D, Palma P (2013). Bergova lestvica za oceno ravnotežja. *Fizioterapija* 21(1): 15–25.

Salhi B, Malfait TJ, Van Maele G, Joos G, Meerbeeck JP, Derom E (2015). Effects of whole body vibration in patients with COPD. *J Chronic Obstr Pulm Dis* 12(5): 525–32.

Sandford AJ, Pare PD (2000). Genetic risk factors for chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Chest Med* 21(4): 633–43.

Sciriha A, Lungaro-Mifsud S, Scerri J, Magro R, Camilleri L, Montefort S (2017). Health status of COPD patients undergoing pulmonary rehabilitation: a comparative responsiveness of the CAT and SGRQ. *Chron Respir Dis*. 14(4): 352–59. doi:10.1177/1479972317694622.

Seo DI, Kim E, Fahs CA et al. (2012). Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *J Sports Sci Med*. 11(2): 221–5.

Siafakas NM, Vermeire P, Pride NM et al. (1995). Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The European respiratory society task force. *Eur Respir J* 8(8): 1398–420.

Spielmanns M, Boeselt T, Gloeckl R et al. (2017b). Low-volume whole-body vibration training improves exercise capacity in subjects with mild to severe COPD. *Respir Care* 62(3): 315–23. doi: 10.4187/respcare.05154.

Spielmanns M, Gloeckl R, Gropp JM et al. (2017a). Whole-body vibration training during a low frequency outpatient exercise training program in chronic obstructive pulmonary disease patients: a randomized, controlled trial. *J Clin Med Res.* 9(5): 396–402. doi: 10.14740/jocmr2763w.

Škr gat S, Triller N, Košnik M et al. (2017). Priporočila za obravnavo bolnika s kronično obstruktivno pljučno boleznijo na primarni in specialistični pulmološki ravni v Sloveniji. *Zdrav Vestn* 86(1/2): 65–75.

Škr gat-Kristan S, Bratkovič M, Šorli J, Vegnuti M (2009). Ocena kakovosti življenja bolnika s kronično obstruktivno pljučno boleznijo : vprašalnik St. George v povezavi s funkcijskimi testi. *Obzor Zdr N* 43(3): 163–9.

Šuš kovič S, Košnik M (2013). Nove smernice za trajno zdravljenje KOPB. *Zdrav Vestn* 82: 530–2.

Šuš kovič S, Košnik M, Fležar et al. (2002). Strokovna izhodišča za smernice za obravnavo bolnika s KOPB. *Zdrav Vestn* 71: 697–702.

Taichman DB, Shin J, Hud L, et al. (2005). Health-related quality of life in patients with pulmonary arterial hypertension. *Respir Res.* 6(1): 92. doi:10.1186/1465-9921-6-92.

Totosy de Zepetnek JO, Giangregorio LM, Craven BC (2009). Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review. *J Rehabil Res Dev* 46(4): 529–42.

Vodopivec JV (2015). Odkrivanje, zdravljenje in spremljanje bolnika s KOPB v ambulanti družinske medicine. In: Klemenc Z, Stepanović A, eds. XVII. Fajdigovi dnevi: zbornik predavanj, Kranjska Gora, Slovenija 16. –17. 10. 2015. Ljubljana: Zavod za razvoj družinske medicine, 25–35.

Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ et al. (2017). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease 2017 report. GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 195(5): 557–82. doi: 10.1164/rccm.201701-0218PP.

Welling JB, Hartman JE, Ten Hacken NH, Klooster K, Slebos DJ (2015). The minimal important difference for the St George's Respiratory Questionnaire in patients with severe COPD. *Eur Respir J* 46(6): 1598–604. doi: 10.1183/13993003.00535-2015.

WHO – World Health Organization (2007). Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases. Dostopno na: <https://www.who.int/publications-detail/global-surveillance-prevention-and-control-of-chronic-respiratory-diseases> <17. 3. 2020>.

Wijkstra PJ, TenVergert EM, Van Altena R, Otten V, Postma DS, Kraan J, Koëter GH(1994). Reliability and validity of the chronic respiratory questionnaire (CRQ). *Thorax* 49(5): 465–7. doi: 10.1136/thx.49.5.465.

Wilkins RL, Stoller JK, Kacmarek RM (2009). *Fundamentals of respiratory care*. 9<sup>th</sup> ed. St. louis: Mosby, 503–24.

Zeng J, Jiang F, Chen Y, Chen P, Cai S (2018). Exercise assessments and trainings of pulmonary rehabilitation in COPD: a literature review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2018(13): 2013–23. doi: 10.2147/COPD.S167098.

Zhou J, Pang L, Chen N et al. (2018). Whole-body vibration training - better care for COPD patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2018(13): 3243–54. doi: 10.2147/COPD.S176229.

Župec M, Lorber M (2013). Kajenje v povezavi s kronično obstruktivno pljučno boleznijo. *Obzor Zdr N* 47(2): 169–76.

