

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

Kim Zabukovec

**UČINKI KOMBINACIJE AEROBNIH VAJ IN VAJ ZA
KREPITEV MIŠIC PRI OSEBAH S CISTIČNO
FIBROZO – pregled literature**

Diplomsko delo

**EFFECTS OF COMBINED AEROBIC AND MUSCLE
STRENGTH EXERCISES IN PEOPLE WITH CYSTIC
FIBROSIS – literature review**

Diploma work

Mentor: doc. dr. Miroljub Jakovljević

Somentorica: asist. dr. Maja Petrič

Recenzentka: pred. asist. dr. Polona Palma

Ljubljana, 2024

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Miroljubu Jakovljeviću in somentorici asist. Maji Petrič za prijaznost, potrpežljivost, strokovno pomoč in usmerjanje pri pisanju diplomskega dela.

Rada bi se zahvalila staršema, ker sta mi omogočila izbran študij, podpirala moje življenjske odločitve in mi vedno stala ob strani. Rada bi se zahvalila tudi bratu Teu za spodbudne besede in podporo med pisanjem diplomske naloge.

IZVLEČEK

Uvod: Cistična fibroza je kronična bolezen, ki prizadene več organskih sistemov in vpliva na zmanjšano kakovost posameznikovega življenja. Izvajanje redne telesne vadbe je pri osebah s cistično fibrozo priporočeno kot podpora standardnemu zdravljenju. Pretekle raziskave so pokazale, da ima izvajanje aerobne vadbe potencial olajšanja izkašljevanja sluzi iz pljuč, izboljšanja aerobne zmogljivosti pljučne funkcije in kakovosti življenja, izvajanje vadbe za krepitev mišic pa ima potencial izboljšanja mišične zmogljivosti in povečanja mišične mase pri osebah s cistično fibrozo. Izvajanje vadbenega programa s kombinacijo aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic bi tako lahko privedlo do več pozitivnih učinkov na zdravstveno stanje oseb s cistično fibrozo kot izvajanje le enega izmed dveh omenjenih programov vadbe. **Namen:** Namen diplomskega dela je bil na podlagi pregleda literature ugotoviti, kakšni so učinki kombinacije aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic pri osebah s cistično fibrozo. **Metode dela:** Iskanje literature je potekalo v elektronski podatkovni zbirki PubMed. Uporabljeni sta bili naslednji kombinaciji ključnih besed in besednih zvez v angleškem jeziku: »cystic fibrosis AND exercise« in »cystic fibrosis AND aerobic exercise AND strength exercise«. **Rezultati:** V pregled literature je bilo vključenih osem raziskav z različnimi vadbenimi programi, ki so zajemali tako aerobne vaje kot vaje za krepitev mišic. Izvajanje tovrstnih vadbenih programov se je pri osebah s cistično fibrozo izkazalo za učinkovito pri izboljšanju mišične zmogljivosti, zmanjšanju vrednosti glukoze v krvi, povečanju občutljivosti na inzulin in zmanjšanju števila dni prejemanja intravenoznih antibiotikov, obenem pa se je izkazalo, da bi lahko potencialno pripomoglo tudi k izboljšanju aerobne zmogljivosti, pljučne funkcije in kakovosti življenja oseb s cistično fibrozo. Izvajanje vadbenih programov ni vplivalo na antropometrične lastnosti preiskovancev. **Razprava in zaključek:** Izvajanje vadbenih programov s kombinacijo aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic bi lahko bilo učinkovito pri lažšanju zdravstvenih težav oseb s cistično fibrozo. Potrebne so nadaljnje raziskave za določitev najbolj učinkovite zasnove vadbenega programa za posamezne starostne skupine oseb s cistično fibrozo.

Ključne besede: cistična fibroza, telesna vadba, aerobne vaje, vaje za krepitev mišic

ABSTRACT

Introduction: Cystic fibrosis is a chronic disease which affects multiple organ systems and quality of life of individuals. Performing regular exercise in people with cystic fibrosis is recommended as an adjunction to standard care. Results of previous studies suggest that performing aerobic exercise has the potential to improve ease of sputum expectoration, improve aerobic capacity, lung function and quality of life, and that performing muscle strengthening exercises has the potential to improve muscle performance and increase muscle mass in people with cystic fibrosis. Performing an exercise program with a combination of aerobic exercise and muscle strengthening exercises could thus lead to more health benefits in people with cystic fibrosis than if they performed only one of the two mentioned exercise programs. **Purpose:** The purpose of the thesis was to determine, based on a review of the literature, the effects of a combination of aerobic exercise and muscle strengthening exercises in people with cystic fibrosis. **Methods:** The literature search was conducted in the PubMed electronic database. The following keywords and their combinations were used: cystic fibrosis AND exercise in cystic fibrosis AND aerobic exercise AND strength exercise. **Results:** Eight studies with different exercise programs, consisting of aerobic exercises and muscle strengthening exercises, were included in the literature review. Implementing such exercise programs in people with cystic fibrosis has been shown to be effective in improving muscle performance, lowering blood glucose, increasing insulin sensitivity and reducing the number of days of receiving intravenous antibiotics. Additionally, it has been shown to potentially contribute in improving aerobic capacity, lung function, and quality of life in people with cystic fibrosis. The implementation of exercise programs did not affect the anthropometric characteristics of the participants. **Discussion and conclusion:** Implementing exercise programs with a combination of aerobic exercise and muscle strengthening exercises could be effective in alleviating the health problems of people with cystic fibrosis. Future research is needed to determine the most beneficial exercise program design for specific age groups of people with cystic fibrosis.

Keywords: cystic fibrosis, physical exercise, aerobic exercise, muscle strength exercises

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 Teoretična izhodišča.....	2
1.1.1 Aerobna telesna vadba in aerobna zmogljivost.....	3
1.1.2 Vadba za krepitev mišic in mišična zmogljivost.....	4
1.1.3 Telesna vadba oseb s cistično fibrozo.....	6
2 NAMEN.....	8
3 METODE DE LA.....	9
4 REZULTATI.....	10
4.1 Raziskovalna zasnova.....	10
4.2 Značilnosti preiskovancev.....	11
4.3 Značilnosti vadbenih programov.....	14
4.4 Merilna orodja.....	14
4.5 Učinki vadbenih programov.....	17
4.5.1 Aerobna zmogljivost.....	19
4.5.2 Mišična zmogljivost.....	20
4.5.3 Pljučna funkcija.....	21
4.5.4 Kakovost življenja.....	21
4.5.5 Drugo.....	22
5 RAZPRAVA.....	24
5.1 Značilnosti preiskovancev.....	24
5.2 Značilnosti vadbenih programov.....	25
5.3 Učinki vadbenih programov.....	26
6 ZAKLJUČEK.....	30
7 LITERATURA.....	31
8 PRILOGE	
8.1 Značilnosti vadbenih programov	

KAZALO TABEL

Tabela 1: Vrste raziskav, vključenih v pregled literature in ocene po PEDro lestvici.....	10
Tabela 2: Značilnosti preiskovancev v pregledanih raziskavah.....	12
Tabela 4: Merilna orodja uporabljena za ocenjevanje v pregledanih raziskavah.....	16
Tabela 5: Najpomembnejši učinki vadbenih programov doseženi v vadbenih skupinah posameznih raziskav.....	18
Tabela 6: Pomembne razlike med vadbenimi in primerjalnimi skupinami po zaključku vadbenih programov.....	19
Tabela 3: Značilnosti vadbenih programov v vadbenih skupinah pregledanih raziskav.....	35

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

6MWT	6-minutni test hoje (<i>angl. Six minute walking test</i>)
CF	Cistična fibroza
CFQ-R	Vprašalnik za cistično fibrozo-revidiran (<i>angl. Cystic Fibrosis Questionnaire – Revised</i>)
CFTR	Regulator transmembranske prevodnosti pri cistični fibrozi (<i>angl. cystic fibrosis transmembrane conductance regulator</i>)
FEV1	Volumen forsiranega izdiha v prvi sekundi (<i>angl. forced expiratory volume in the first second</i>)
fSU_{maks}	Maksimalna frekvenca srčnega utripa
FVC	Forsirana vitalna kapaciteta (<i>angl. forced vital capacity</i>)
ITM	Indeks telesne mase
MSWT	Modificirani krožni test hoje (<i>angl. Modified Shuttle Walk Test</i>)
OGTT	Oralni glukozno tolerančni test
PS	Primerjalna skupina
RM	Ponovitveni maksimum (<i>angl. repetition maximum</i>)
SF-36	Kratki vprašalnik o zdravju (<i>angl. 36-Item Short Form Health Survey – SF-36</i>)
VO_{2maks}	Maksimalna poraba kisika
VS	Vadbena skupina

1 UVOD

Cistična fibroza (CF) je zapletena genetska bolezen, ki prizadene več organov in organskih sistemov. Najbolj prizadeta so dihala, med druge prizadete organe pa sodijo še prebavila, mišično-kostni sistem, žleze znojnice v koži in reproduktivni organi pri moških. Bolezen je posledica mutacije gena, ki kodira beljakovino z imenom regulator transmembranske prevodnosti pri cistični fibrozi (angl. cystic fibrosis transmembrane conductance regulator - CFTR). CFTR se nahaja na apikalni membrani epiteljskih celic in deluje kot kanalček, ki omogoča prehod kloridnih ionov iz celic v medcelični prostor (Praprotnik et al., 2017). CF se deduje avtosomno recesivno, kar pomeni, da se bolezen izrazi pri otroku, če prejme kopijo okvarjenega gena od obeh staršev (Goldstein & Prystowsky, 2017). V preteklosti je CF veljala za neozdravljivo smrtonosno bolezen v zgodnjem otroštvu, vendar se je z večjim razumevanjem nastanka in poteka bolezni ter s pridobitvijo učinkovitih zdravil življenjska doba oseb s CF v zadnjih nekaj desetletjih močno podaljšala v odraslo dobo (De Boek, 2020).

CF je najpogostejša kronična dedna bolezen pri beli rasi (Kotnik Pirš et al., 2014). Najsodobnejša raziskava, v kateri so bili zbrani podatki o pojavnosti CF po svetu (Scotet et al., 2020) prikazuje zelo različno pojavnost CF v različnih delih sveta. Visoka pojavnost bolezni v državah izven Evrope je prisotna v ZDA, s povprečno pojavnostjo 1:4000 živorojenih otrok, in v Kanadi s povprečno pojavnostjo 1:3300 živorojenih otrok. V državah, v katerih je delež belega prebivalstva manjšinski, je pojavnost CF precej nižja, v veliko primerih pa sploh ni beležena. V Evropi je pojavnost CF največja v zahodni Evropi, s povprečno pojavnostjo 1:4500 živorojenih otrok, v osrednji in severni Evropi pa je povprečna pojavnost CF malce nižja in znaša 1:6500 živorojenih otrok. V Centru za CF na Pediatrični kliniki v Ljubljani so izračunali, da znaša pojavnost bolezni v Sloveniji 1:4500 živorojenih otrok (Kotnik Pirš et al., 2014). Po zadnjih podatkih iz raziskave Guo et al. (2022) je bilo leta 2020 na svetu zabeleženih 105,352 živečih oseb s potrjeno diagnozo CF. Največ primerov bolezni v posamezni državi je bilo s številom 31,199 zabeleženih v ZDA, v Evropi je skupno število oseb s CF znašalo 47,650, v Sloveniji pa je bilo zabeleženih 113 oseb s CF.

Izvajanje redne telesne vadbe je pri osebah s CF priporočeno kot podpora medikamentozni terapiji in izvajanju respiratorne fizioterapije (Praprotnik et al., 2017). V raziskavi Williams & Stevens (2013) je bilo ugotovljeno, da je redno izvajanje telesne vadbe povezano z boljšo prognozo bolezni oziroma upočasnjen upad pomembnih prognostičnih indikatorjev, kot sta

pljučna funkcija in aerobna zmogljivost posameznika. V preteklih letih je bilo opravljenih veliko raziskav o učinkih različnih oblik telesne vadbe pri osebah s CF, vprašanje, kateri način izvajanja telesne vadbe je najučinkovitejši, pa ostaja še odprto (Radtke et al., 2017).

1.1 Teoretična izhodišča

Poznanih je več kot 2000 različnih mutacij gena za CFTR (Praprotnik et al., 2017). To vpliva na razlike v razvoju bolezenskih znakov in v poteku bolezni med posamezniki s CF (De Boek et al., 2005). Najpogostejša mutacija je Phe508del, v Evropi jo ima na vsaj enem alelu prisotno približno 80 % vseh oseb s CF (European Cystic Fibrosis Society, 2022). Ko je Phe508del prisotna na obeh alelih, govorimo o homozigotni obliki, ki je povezana z značilno klinično sliko bolezni (Kotnik Pirš et al., 2014).

V dihalnih poteh oseb s CF se nabira gosta in lepljiva sluz, ki zaobjame migetalke in tako onemogoča optimalno čiščenje dihalnih poti. Takšne razmere v pljučih so ugodne za razvoj patogenih mikroorganizmov. Pogoste okužbe in kronično vnetje povzročajo strukturne spremembe dihalnih poti, ki lahko z napredovanjem bolezni privedejo do dihalne odpovedi in smrti. Prizadete so tudi zgornje dihalne poti, veliko oseb s CF se sooča s kroničnim sinusitisom in nosnimi polipi, ki dodatno otežujejo dihanje (Praprotnik et al., 2017).

Pri 95 % oseb s CF je prisotna okvara trebušne slinavke (Praprotnik et al., 2017). Gostejši izločki žlez trebušne slinavke mašijo izvodila in s tem omejujejo izliv njenega soka v dvanajstnik. Posledično prihaja do slabše absorpcije hranil, predvsem maščob, vitaminov topnih v maščobah ter kalcija, kar privede do nedohranjenosti (Brecelj, 2009). CF prizadene celoten prebavni sistem, poleg tega pa prizadene tudi žleze znojnice in reproduktivne organe pri moških (Praprotnik et al., 2017).

Pri osebah s CF se pojavljajo zaostalost v rasti in zapozneli nastop ter razvoj pubertete, ki so posledice predvsem slabše absorpcije hranil in nedohranjenosti (Scaparrotta et al., 2012). CF prizadene tudi skeletne mišice, in sicer v obliki atrofije in šibkosti. S sočasno slabšo pljučno funkcijo osebe s CF težje izvajajo vsakodnevne dejavnosti, kar prispeva k zmanjšani kakovosti življenja. Poleg tega sta za osebe s CF značilni zmanjšana stopnja aerobne in mišične zmogljivosti, ki vplivata na težje prenašanje napora med izvajanjem telesne vadbe (Gruet et al., 2017).

Podaljšanje življenjske dobe oseb s CF ima za posledico razvoj sekundarnih zapletov osnovne bolezni. S CF povezana sladkorna bolezen se pojavlja pri kar 50 % odraslih. Pomanjkanje inzulina je posledica fibroze in maščobne infiltracije eksokrinega dela trebušne slinavke. Značilen je počasen nastanek bolezni, ki poteka od normoglikemije, preko daljše faze prediabetesa z intoleranco za glukozo do sladkorne bolezni. Podaljšanje življenjske dobe oseb s CF spremlja tudi zmanjšanje mineralne kostne gostote in z njim povečano tveganje za zlome (Bratanič et al., 2009).

Pljučna funkcija, natančneje volumen forsiranega izdih v prvi sekundi (FEV1), velja za najpomembnejši indikator prognoze pri CF (Courtney et al., 2007). Osebe s CF, ki imajo vrednost FEV1 nižjo od 30 % pričakovane vrednosti, imajo kar 50 % večjo verjetnost smrti v obdobju sledečih dveh let (Kerem et al., 1992). V raziskavi Nixon et al. (1992) pa je bilo dokazano, da tudi aerobna zmogljivost oseb s CF predstavlja pomemben kazalnik napovedi bolezni, neodvisen od starosti, spola, pljučne funkcije in prehranjenosti.

1.1.1 Aerobna vadba in aerobna zmogljivost

Aerobna vadba zajema ritmične, dlje trajajoče vaje, pri katerih so vključene velike mišične skupine. V aktivnih mišicah med izvajanjem aerobne vadbe poteka aerobni metabolizem, pri katerem se sprošča energija v obliki adenozin trifosfata s porabo aminokislin, ogljikovih hidratov in maščobnih kislin ob prisotnosti kisika. Med vrste aerobne vadbe sodijo hoja, tek, kolesarjenje, plavanje, hoja v hribe, ples ipd. (Patel et al., 2017).

Holtgreffe (2018) opisuje štiri vadbene parametre aerobne vadbe, in sicer vrsta aerobne vadbe, intenziteta, frekvenca izvajanja aerobne vadbe in trajanje vadbene enote. Intenziteta aerobne vadbe je lahko določena s pomočjo maksimalne srčne frekvence (fSU_{maks}) ali maksimalne porabe kisika (VO_{2maks}). Za izboljšanje aerobne zmogljivosti je priporočeno redno izvajanje aerobne vadbe z intenziteto 60–90 % fSU_{maks} oz. 50–85 % VO_{2maks} . Optimalna frekvenca aerobne vadbe je tri- do štirikrat na teden. Trajanje vadbene enote je odvisno od intenzitete in frekvenca vadbe. Optimalno trajanje vadbene enote pri izvajanju vadbe z intenziteto 70 % fSU_{maks} znaša 20–30 minut, pri intenziteti nižji od 70 % fSU_{maks} približno 45 minut, pri vadbi visoke intenzitete pa zadostuje 10–15 minut izvajanja telesne vadbe (Holtgreffe, 2018).

Fiziološke spremembe po dolgotrajnem izvajanju aerobne vadbe so opazne na (Holtgrefe, 2018):

- srčno-žilnem sistemu – povečana oksidativna kapaciteta srčne mišice, nižja srčna frekvenca v mirovanju, znižan krvni tlak, povečan utripni volumen srca, povečan volumen krvi in hemoglobina,
- dihalih – izboljšana pljučna funkcija z izmerjenimi večjimi pljučnimi volumni, povečana difuzija plinov, učinkovitejše dihanje med izvajanjem vadbe,
- skeletnih mišicah – povečana oksidativna kapaciteta skeletnih mišic, hipertrofija mišičnih vlaken, povečana kapilarna gostota in gostota mitohondrijev, znižana raven laktata v krvi med submaksimalnim naporom, izboljšana mišična vzdržljivost,
- drugih spremembah v telesu – znižan delež maščobne mase v telesu, povečana natezna trdnost tetiv in vezi, povečana mineralna kostna gostota.

Aerobno zmogljivost posameznika je možno izmeriti s količino kisika, ki ga lahko telo privzame med vadbo pri maksimalni obremenitvi. VO_{2maks} predstavlja največjo količino kisika v mililitrih, ki jo lahko porabi posameznik v eni minuti na kilogram telesne mase (ml/kg/min) in je najboljši kazalnik aerobne zmogljivosti. Višja kot je vrednost VO_{2maks} , boljša je telesna pripravljenost posameznika za izvajanje bolj intenzivne telesne vadbe (Holtgrefe, 2018). Vrednost VO_{2maks} se ocenjuje direktno z analizo izdihanih plinov med izvedbo testov v laboratoriju ali indirektno z izvedbenimi testi, ki se jih lahko izvede v različnih okoliščinah in ki na podlagi matematičnih modelov podajo oceno posameznikovega VO_{2maks} . Med direktne teste sodijo različni protokoli stopenjskih obremenitvenih testov na tekalni stezi ali cikloergometru, med indirektno teste pa sodijo poleg omenjenih testov še testi teka in hoje na določeno razdaljo ali čas ter testi stopanja na stopnico (Kour Buttar et al., 2019).

1.1.2 Vadba za krepitev mišic in mišična zmogljivost

Mišična zmogljivost je sposobnost mišice za izvedbo gibalne naloge. Ključne komponente mišične zmogljivosti predstavljajo (Colby & Borstad, 2018):

- sila - največja sila, ki jo lahko proizvede mišica,

- moč - mišično delo (zmnožek sile in razdalje) opravljeno v določenem času,
- vzdržljivost - sposobnost mišice za izvajanje ponavljajočih ali neprekinjenih dejavnosti nizke intenzitete daljše časovno obdobje.

Najpogostejša metoda testiranja zmogljivosti izbranih mišičnih skupin predstavlja določanje maksimalne mase, ki jo mišična skupina lahko premaga skozi celoten obseg giba v eni (1 RM) ali desetih ponovitvah (10 RM). Mišična zmogljivost se lahko oceni tudi s funkcijskimi testi, z manualnim testiranjem mišic ali pa z uporabo različnih vrst dinamometrov (Colby & Borstad, 2018).

Vadba za krepitev mišic zajema vaje, ki izboljšujejo posamezne komponente mišične zmogljivosti (Piercy et al., 2018). V aktivnih mišicah poteka anaerobni metabolizem, pri katerem se sprošča energija v obliki adenozin trifosfata s porabo ogljikovih hidratov v odsotnosti kisika (Patel et al., 2017). Za izboljšanje mišične zmogljivosti se izvaja vadba proti upor, ki zajema statične in dinamične vaje, ki se izvajajo proti zunanji sili oz. upor. Slednji je lahko dosežen ročno s pomočjo fizioterapevta ali pa mehansko z uporabo prostih uteži, elastik, trenažerjev ali izokinetičnih naprav (Colby & Borstad, 2018).

Intenziteto vadbe proti upor predstavlja breme, ki ga med izvajanjem vadbe mišica premaguje. Določena je lahko z maksimalno maso, ki jo lahko mišica premaga skozi celoten obseg giba v določenem številu ponovitev (angl. repetition maximum – RM), z izokinetičnimi in ročnimi dinamometri ali z odstotkom telesne mase. Za osebe s sedečim načinom življenja je priporočljivo vadbo izvajati z intenziteto 30–40 % 1 RM, za zdrave slabše telesno pripravljene odrasle znaša priporočljiva vadbena intenziteta 40–70 % 1 RM, za telesno bolj pripravljene osebe pa je priporočljivo vadbo izvajati z intenziteto višjo od 80 % 1 RM. Večja kot je intenziteta vadbe, manj setov in ponovitev je priporočljivo izvesti v vadbeni enoti. V splošnem je priporočljivo vadbo proti upor izvajati z intenziteto, ki povzroči mišično utrujenost po osmih do dvanajstih ponovitvah in dveh do treh setih izvedene vaje. Vadbo je priporočljivo izvajati vsaj dvakrat tedensko, med posameznimi vadbenimi enotami pa znaša optimalen odmor za regeneracijo 48 ur. Pri doseganju želenih učinkov vadbe za krepitev mišic se lahko poleg navedenih parametrov sproti spreminjajo tudi tip in hitrost mišične kontrakcije, obseg giba in položaj telesa med izvajanjem določene vaje (Colby & Borstad, 2018).

Fiziološke prilagoditve po dolgotrajnem izvajanju vadbe proti uporabi vplivajo na (Colby & Borstad, 2018):

- skeletne mišice – hipertrofija in nastajanje novih mišičnih vlaken, sprememba v tipu mišičnih vlaken (IIB v IIA),
- živčni sistem – povečano število aktivnih motoričnih enot, hitrejša in bolj usklajena aktivacija motoričnih enot,
- druge prilagoditve v telesu – zmanjšan delež maščobne mase in povečan delež telesne mase brez maščobe, povečana natezna trdnost tetiv, vezi in vezivnega tkiva, povečana mineralna kostna gostota.

1.1.3 Telesna vadba oseb s cistično fibrozo

Priporočilo o rednem izvajanju telesne vadbe je navedeno med smernicami zdravstvene obravnave oseb s CF, zaradi številnih omejitvenih dejavnikov bolezni pa osebe s CF s težavo sledijo omenjenemu priporočilu (Shelley et al., 2019). Količina izvedene telesne vadbe je pri otrocih s CF in zdravih otrocih primerljiva, z nastopom pubertete pa začne količina izvedene telesne vadbe pri osebah s CF močneje upadati v primerjavi z zdravimi sovrstniki, kar se nadaljuje tudi v odrasli dobi. Glavni razlog za to predstavlja poslabšanje pljučne bolezni (Cox & Holland, 2018). Pogosto se namreč dogaja, da osebe s CF v določenem obdobju z napredkom bolezni padejo v nekakšno spiralo poslabšanj zdravstvenega stanja in postanejo manj telesno dejavne (Gruet et al., 2021). Razlogi za upad količine telesne dejavnosti so občutek prevelikega napora, pogostejši kašelj in občutek pomanjkanja sape med izvajanjem zahtevnejših dejavnosti (Curran et al., 2021). To dejstvo potrjuje tudi raziskava Savi et al. (2015), v kateri so bile osebe s CF z več respiratornimi zapleti manj dejavne kakor osebe z manj tovrstnimi zapleti. V raziskavi Burnett et al. (2020) so osebe s CF v intervjujih poleg slabšega zdravstvenega stanja dihal kot ovirajoče dejavnike za izvajanje redne telesne vadbe navedle še pomanjkanje energije, samodiscipline in časa čez dan.

V raziskavah, v katerih je preučevano izvajanje telesne vadbe in posledični učinki pri osebah s CF, se učinki vadbenih programov med preiskovanci pogosto razlikujejo in ne morejo biti posplošeni na populacijo oseb s CF. V večini raziskav so namreč vključeni manjši vzorci

preiskovancev, v katerih se preiskovanci pogosto razlikujejo tudi glede na starostno skupino. Pogosto so v isti raziskavi vključene tako odrasle osebe s CF kakor tudi otroci in mladostniki. Takšen način vzorčenja je veljal za bolj smiselnega nekaj desetletij nazaj, v sedanosti pa se zaradi podaljšanja življenjske dobe klinična slika odraslih oseb s CF močno razlikuje od klinične slike mlajših oseb s CF. Posledica nasprotujočih si rezultatov raziskav je pomanjkanje specifičnih smernic za izvajanje telesne vadbe pri osebah s CF (Gruet et al., 2021).

V raziskavah, v katerih so proučevani učinki različnih programov telesne vadbe pri osebah s CF, so najpogosteje preučevani učinki aerobne vadbe (Gruet et al., 2021). Izvajanje aerobne vadbe ima potencial zmanjšanja občutka pomanjkanja sape med izvajanjem telesne vadbe (O'Neill et al., 1987), olajšanja izkašljevanja goste sluzi iz pljuč (Dwyer et al., 2011), izboljšanja pljučne funkcije, aerobne zmogljivosti in kakovosti življenja pri osebah s CF (Radtke et al., 2017). Zaradi omejenega vpliva aerobne vadbe na izboljšanje mišične zmogljivosti pa so pogosta tema raziskav tudi učinki vadbe za krepitev skeletnih mišic pri osebah s CF (Gruet et al., 2021). Izvajanje vadbe za krepitev skeletnih mišic ima potencial izboljšanja mišične zmogljivosti in povečanja mišične mase pri osebah s CF (Gruet et al., 2017), hkrati pa ima izvajanje vadbe za krepitev mišic le omejen vpliv na izboljšanje aerobne zmogljivosti in pljučne funkcije (Gruet et al., 2021).

Iz zgoraj napisanega je razvidno, da bi bilo v življenje oseb s CF smiselno uvesti program vadbe, ki zajema tako aerobne vaje kot vaje za krepitev mišic. Izvajanje programa vadbe z omenjeno kombinacijo vaj bi tako lahko privedlo do več pozitivnih učinkov na zdravstveno stanje oseb s CF, kot če bi slednje izvajale le program aerobne vadbe ali le program vadbe za krepitev mišic. V zadnjem desetletju narašča število raziskav, v katerih preučujejo učinke kombinacije obeh tipov vadbe pri osebah s CF. V najnovejšem sistematičnem pregledu o učinkih telesne vadbe pri CF, ki so ga izvedli Radtke et al. (2017), je bilo analiziranih sedem raziskav s to vadbena zasnovo. Zaradi pojava novih raziskav, ki v omenjenem sistematičnem pregledu niso bile analizirane, je smislen temeljit pregled literature o učinkih kombinacije aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic pri osebah s CF.

2 NAMEN

Namen diplomskega dela je bil na podlagi pregleda literature ugotoviti, kakšni so učinki kombinacije aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic pri osebah s CF.

3 METODE DE LA

Iskanje literature je potekalo preko elektronske podatkovne zbirke PubMed. Uporabljeni sta bili naslednji kombinaciji ključnih besed in besednih zvez v angleškem jeziku: »cystic fibrosis AND exercise« in »cystic fibrosis AND aerobic exercise AND strength exercise«.

Upoštevana so bila naslednja merila za vključitev raziskav v pregled:

- raziskave v angleškem jeziku,
- raziskave, v katerih je bila proučevana populacija oseb s CF,
- raziskave, v katerih so bili preiskovanci v sklopu posega vključeni v vadbeni program, ki zajema tako aerobne vaje kot tudi vaje za krepitev mišic,
- raziskave, v katerih so bili učinki vadbe merjeni z objektivnimi merilnimi orodji, s testi za oceno stopnje aerobne zmogljivosti, s testi za oceno zmogljivosti skeletnih mišic in s testi za oceno pljučne funkcije.

Ob tem so bila merila za izključitev raziskav iz pregleda naslednja:

- raziskave, v katerih so bile uporabljene druge oblike vadbe ali zgolj aerobne vaje oz. zgolj vaje za krepitev mišic,
- raziskave, v katerih so bili proučevani učinki vaj za krepitev dihalnih mišic.

Ocenjevanje kakovosti raziskav je potekalo s pomočjo PEDro lestvice, zasnovane za ocenjevanje metodološke kakovosti randomiziranih kontroliranih raziskav (Physiotherapy Evidence Database, 1999).

Raziskave so bile analizirane glede na zasnovo raziskave, značilnosti preiskovancev, značilnosti vadbenih programov, merilna orodja in izide.

4 REZULTATI

Na podlagi vnosa ključnih besed v iskalnik je bilo najdenih 263 raziskav. Ob upoštevanju vključitvenih in izključitvenih meril ter po podrobnem pregledu izvlečkov najdenih raziskav je bilo v pregled literature vključenih osem raziskav (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012).

4.1 Raziskovalna zasnova

Izmed osmih pregledanih raziskav sta bili v petih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012) vključeni tako vadbeni kot tudi primerjalni skupini preiskovancev. V preostalih treh raziskavah (Chen et al., 2018; Hillen et al., 2021; Urquhart et al., 2012) je bila poučevana le vadbeni skupini preiskovancev. Članki so bili objavljeni med letoma 2004 (Moorcroft et al., 2004) in 2021 (Hillen et al., 2021). V pregled literature so bile vključene tri raziskave (pilotna raziskava in longitudinalni raziskavi), ki jih glede na zasnovo ni bilo mogoče oceniti po PEDro lestvici. Najvišje je bila ocenjena raziskava del Corral et al. (2017), najnižje pa raziskava Beaudoin et al. (2017) (Tabela 1).

Tabela 1: Vrste raziskav, vključenih v pregled literature in ocene po PEDro lestvici.

Avtorji	Vrsta raziskave	Ocena
Beaudoin et al., 2017	Randomizirana kontrolirana raziskava	4/10
Chen et al., 2018	Pilotna raziskava	/
del Corral et al., 2017	Randomizirana kontrolirana raziskava	8/10
Hillen et al., 2021	Longitudinalna raziskava	/
Moorcroft et al., 2004	Randomizirana kontrolirana raziskava	5/10
Rovedder et al., 2014	Randomizirana kontrolirana raziskava	7/10
Sosa et al., 2012	Randomizirana kontrolirana raziskava	7/10
Urquhart et al., 2012	Longitudinalna raziskava	/

4.2 Značilnosti preiskovancev

V vseh raziskavah so sodelovali preiskovanci, ki so imeli potrjeno diagnozo CF. Najmanjše število preiskovancev ($n = 10$) je bilo udeleženih v raziskavi Chen et al. (2018), največje ($n = 48$) pa v raziskavi Moorcroft et al. (2004). V treh raziskavah (Chen et al., 2018; Rovedder et al., 2014; Urquhart et al., 2012) so vsi preiskovanci, ki so bili na začetku vključeni v raziskavo, sodelovali do konca raziskave, pri preostalih petih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Moorcroft et al., 2004; Sosa et al., 2012) pa se je število preiskovancev med izvedbo raziskave zmanjšalo. V raziskavah so sodelovali tako moški kot ženske, le v treh raziskavah (Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Moorcroft et al., 2004) ni bila navedena zastopanost spolov, ki so raziskavo zaključili. V pregledanih raziskavah so bili vključeni posamezniki iz različnih starostnih skupin. V dveh raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Moorcroft et al., 2004) so bili vključeni le odrasli preiskovanci, v raziskavo Hillen et al. (2021) so bili vključeni preiskovanci starejši od 12 let, v raziskavo Rovedder et al. (2014) pa so bili vključeni preiskovanci starejši od 16 let. V preostalih štirih raziskavah (Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012) so bili vključeni le otroci in mladostniki. V raziskavi Chen et al. (2018) je bila starostna omejitev določena s spodnjo mejo šest let in zgornjo mejo dvajset let, v raziskavi Sosa et al. (2012) je bila starostna omejitev določena s spodnjo mejo pet let in zgornjo mejo petnajst let, v raziskavi del Corral et al. (2017) pa je bila starostna omejitev določena s spodnjo mejo sedem let in zgornjo mejo osemnajst let. V raziskavo Urquhart et al. (2012) so bili vključeni le otroci nad deset let (Tabela 2).

Tabela 2: Značilnosti preiskovancev v pregledanih raziskavah.

Avtorji	n_z	n_k in spol	Starost
Beaudoin et al., 2017	n = 17	n = 14 (M: 6, Ž: 8) n _{VS} = 8 (M: 3, Ž: 5) n _{PS} = 6 (M: 3, Ž: 3)	Odrasli, povpr. starost: VS = 31,9 let PS = 35,5 let
Chen et al., 2018	n = 10	n = 10 (M: NP, Ž: NP)	Otroci in mladostniki, 6–10 let (n = 1) 11–15 let (n = 5) 16–20 let (n = 4)
del Corral et al., 2017	n = 40 n _{VS} = 20 n _{PS} = 20	n = 35 (M: NP, Ž: NP) n _{VS} = 17 n _{PS} = 18	Otroci in mladostniki, povpr. starost: VS = 12,6 ± 3,4 let PS = 11 ± 3 let
Hillen et al., 2021	n = 17	n = 11 (M: 6, Ž: 5)	Mladostniki in odrasli, povpr. starost: 32,9 ± 11,4 let
Moorcroft et al., 2004	n = 48 n _{VS} = 30 n _{PS} = 18	n = 42 (M: NP, Ž: NP) n _{VS} = 25 n _{PS} = 17	Odrasli, povpr. starost: VS = 23,5 ± 6,5 let PS = 23,6 ± 5,5 let
Rovedder et al., 2014	n = 41 n _{VS} = 22 n _{PS} = 19	n = 41 (M: 14, Ž: 27) n _{VS} = 22 (M: 7, Ž: 12) n _{PS} = 19 (M: 7, Ž: 15)	Mladostniki in odrasli, povpr. starost: VS = 23,8 ± 8,3 let PS = 25,4 ± 6,9 let
Sosa et al., 2012	n = 22 n _{VS} = 11 n _{PS} = 11	n = 18 (M: 10, Ž: 8) n _{VS} = 10 (M: 5, Ž: 5) n _{PS} = 8 (M: 5, Ž: 3)	Otroci in mladostniki povpr. starost: VS = 11 ± 3 let PS = 10 ± 2 let
Urquhart et al., 2012	n = 12	n = 12 (M: 6, Ž: 6)	Otroci in mladostniki, povprečna starost: 13,2 let

Legenda: n – število preiskovancev, n_z – začetno število preiskovancev, n_k – končno število preiskovancev, M – moški, Ž – ženske, NP – ni podatkov, VS – vadbena skupina, PS – primerjalna skupina.

V večini raziskav (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012) je bilo kot vključitveno merilo upoštevano stabilno zdravstveno stanje preiskovancev brez akutnih poslabšanj, v dveh raziskavah (Moorcroft et al., 2004; Urquhart et al., 2012) pa stabilno zdravstveno stanje preiskovancev ni bilo upoštevano kot vključitveno merilo. V raziskavi Beaudoin et al. (2017) je bilo kot vključitveno merilo določena motena toleranca za glukozo, Urquhart et al. (2012) pa so kot vključitveno merilo zahtevali, da so preiskovanci v letu pred izvedbo raziskave vsaj štirikrat prejeli intravenozno (IV) antibiotično terapijo.

Pljučna funkcija, izražena v odstotkih vrednosti FEV1 preiskovanca glede na pričakovano vrednost FEV1 v populaciji oseb enake starosti, spola in telesne sestave, je bila upoštevana kot vključitveno merilo v treh raziskavah (Hillen et al., 2021; Beaudoin et al., 2017; Urquhart et al., 2012). Beaudoin et al. (2017) so določili, da mora biti vrednost FEV1 preiskovancev višja od 40 %, v raziskavi Urquhart et al. (2012) je pri preiskovancih vrednost FEV1 morala presežati 30 %, v raziskavi Hillen et al. (2021) pa je bila vrednost FEV1 preiskovancev omejena med 28 % in 100 %.

Z izjemo dveh raziskav (Moorcroft et al., 2004; Urquhart et al., 2012) so v vseh ostalih raziskavah akutna poslabšanja zdravstvenega stanja med izvedbo raziskave veljala kot izključitveno merilo. Vrednost FEV1 je bila v dveh raziskavah določena kot izključitveno merilo: v raziskavi Chen et al. (2018) so bili izključeni preiskovanci, ki so imeli vrednost FEV1 nižjo od 40 %, v raziskavi Sosa et al. (2012) pa so bili izključeni preiskovanci, ki so imeli FEV1 vrednost pod 50 %. Izključitvena merila, ki so bila skupna nekaterim raziskavam, so bila nezmožnost izvajanja vadbenega programa zaradi sočasno prisotnih srčno-žilnih bolezni (del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Rovedder et al., 2014), nevroloških zapletov (del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021) in poškodb ter bolezni mišično-kostnega sistema (del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012), nosečnost (Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014) ter umestitev preiskovancev na čakalni seznam za transplantacijo pljuč (del Corral et al., 2017; Moorcroft et al., 2004). Hillen et al. (2021) so kot dodatno izključitveno merilo upoštevali nezmožnost dostopa do medomrežja, Beaudoin et al. (2017) pa so med izključitvenimi merili upoštevali še zdravljenje s kortikosteroidi, močan padec koncentracije kisika v krvi med izvajanjem vadbe in pojav hemoptize v zadnjih šestih tednih pred začetkom raziskave.

4.3 Značilnosti vadbenih programov

V vseh raziskavah so bili vadbeni programi sestavljeni iz aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic. V šestih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012) so preiskovanci izvajali vadbene programe, po izbiri preiskovalcev, v dveh raziskavah (Hillen et al., 2021; Moorcroft et al., 2004) pa so preiskovanci sodelovali pri sestavljanju prilagojenega programa vadbe, ki je vključeval njihove želje in priljubljene telesne dejavnosti (Tabela 3, Priloga 8.1). Aerobne vaje in vaje za krepitev mišic so bile v petih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012) izvedene zaporedno med eno vadbeno enoto, v treh raziskavah (Hillen et al., 2021; Moorcroft et al., 2004; Urquhart et al., 2012) pa so bile lahko izvedene ločeno v različnih dnevih v tednu.

Vadbeni programi v pregledanih raziskavah so trajali od šest tednov (Chen et al., 2018) do dvanajst mesecev (del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Moorcroft et al., 2004; Urquhart et al., 2012). Vadbene enote so se izvajale trikrat (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; Moorcroft et al., 2004; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012), petkrat (del Corral et al., 2017) ali sedemkrat na teden (Rovedder et al., 2014), v raziskavi Hillen et al. (2021) pa so preiskovanci izvedli poljubno število vadb na teden. Dolžina posamezne vadbene enote je trajala od dvajset minut (Moorcroft et al., 2004) do več kot šestdeset minut (Sosa et al., 2012), v štirih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Hillen et al., 2021; Rovedder et al., 2014; Urquhart et al., 2012) pa podatek o dolžini posamezne vadbene enote ni bil naveden (Tabela 3, Priloga 8.1). V raziskavi Sosa et al. (2012) so po zaključenem vadbenem programu sledili štirje tedni, v katerih je bilo preiskovancem v vadbeni skupini naročeno, naj ne izvajajo nikakršne telesne vadbe. Preiskovanci, ki so bili v petih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012) razvrščeni v primerjalne skupine, niso izvajali vadbenih programov, prejemale so le običajno zdravstveno oskrbo.

4.4 Merilna orodja

Preiskovanci so bili v pregledanih raziskavah ocenjeni v različnih časovnih točkah. V šestih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; Hillen et al., 2021; Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014; Urquhart et al., 2012) so bili preiskovanci ocenjeni na začetku

raziskave in ob zaključku izvajanja vadbenega programa. V raziskavi del Corral et al. (2017) so bili preiskovanci ocenjeni na začetku raziskave, po šestih tednih izvajanja vadbenega programa (primarni izidi) in ob zaključku vadbenega programa (sekundarni izidi). V raziskavi Sosa et al. (2012) pa so bili preiskovanci poleg začetnih meritev pred izvedbo vadbenega programa in končnih meritev ob zaključku vadbenega programa (primarni izidi), ocenjeni še po štirih tednih po zaključku vadbenega programa (sekundarni izidi) za oceno upada telesne zmogljivosti.

V vseh pregledanih raziskavah sta bili ocenjeni aerobna zmogljivost in pljučna funkcija preiskovancev, v štirih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012) je bila ocenjena mišična zmogljivost preiskovancev, v petih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012) pa je bila ocenjena kakovost življenja preiskovancev. Dodatno so avtorji nekaterih raziskav spremljali tudi druge meritve. V štirih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Moorcroft et al., 2004; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012) je potekalo spremljanje sprememb v antropometričnih lastnostih preiskovancev, v raziskavi Beaudoin et al. (2017) sta bili spremljani vrednosti glukoze in inzulina v krvi ter ocenjena je bila občutljivost na inzulin preiskovancev, v raziskavi Urquhart et al. (2012) pa sta bila beležena število dni jemanja intravenoznih (IV) antibiotikov in število dni, preživetih v bolnišnici v obdobju trajanja vadbenega programa in v letu pred izvedbo raziskave (Tabela 4).

Tabela 4: Merilna orodja uporabljena za ocenjevanje v pregledanih raziskavah.

Avtorji	Merilna orodja uporabljena za ocenjevanje:				
	aerobne zmogljivosti	mišične zmogljivosti	pljučne funkcije	kakovosti življenja	drugo
Beaudoin et al., 2017	SOT na cikloergometru	Test 1 RM, število izvedenih sklec in počepov	Spirometrija	CFQ-R	ITM, delež TM brez maščobe in delež maščobne mase , OGTT
Chen et al., 2018	SOT na cikloergometru	/	Spirometrija	/	/
del Corral et al., 2017	6MWT in MSWT	Funkcijska testa skok v daljino in met medicinke	Spirometrija	CFQ-R 6-11, CFQ-R 14+, CFQ-R Parents	/
Hillen et al., 2021	SOT na tekalni stezi in 6MWT	/	Spirometrija	/	/
Moorcroft et al., 2004	SOT na cikloergometru in na ergometru za zgornje ude	/	Spirometrija	/	ITM
Rovedder et al., 2014	6MWT	Test 1 RM	Spirometrija	CFQ-R 14+, SF-36	/
Sosa et al., 2012	SOT na tekalni stezi	Test 5 RM	Spirometrija	CFQ-R 14+, CFQ-R Parents	ITM, delež TM brez maščobe in delež maščobne mase
Urquhart et al., 2012	MSWT	/	Spirometrija	CFQ-UK	ITM, št. dni prejemanja IV-antib. in št. dni v bolnišnici

Legenda: SOT – stopenjski obremenitveni test, 6MWT – 6-minutni test hoje (angl. Six minute walking test), MSWT – modificirani krožni test hoje (angl. Modified Shuttle Walk Test), 1 RM – eno-ponovitveni maksimum, 5 RM – pet-ponovitveni maksimum, CFQ-R – Vprašalnik za cistično fibrozo-revidiran (angl. Cystic Fibrosis Questionnaire -Revised) in njegove različice za otroke stare 6-11 let (CFQ-R 6-11), za otroke starejše od 14 let (CFQ-R 14+), za starše (CFQ-R Parents) in angleška različica (CFQ-UK), SF-36 – Kratki vprašalnik o zdravju (angl. 36-Item Short Form Health Survey), ITM – indeks telesne mase, TM – telesna masa, OGTT – oralni glukozno tolerančni test, IV – intravenozna antibiotična terapija.

4.5 Učinki vadbenih programov

V nadaljevanju so predstavljeni učinki vadbenih programov na posamezne elemente telesne pripravljenosti preiskovancev, in sicer na aerobno zmogljivost, mišično zmogljivost in pljučno funkcijo, hkrati pa so predstavljeni tudi učinki vadbenih programov na kakovost življenja in antropometrične lastnosti preiskovancev ter na določene druge vrednosti. V primerjalnih skupinah v treh randomiziranih kontroliranih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Sosa et al., 2012) ni bilo zabeleženih nobenih statistično značilnih ali klinično pomembnih sprememb pri posameznih meritvah po zaključku vadbenih programov. V dveh randomiziranih kontroliranih raziskavah (Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014) ni bilo podanih podatkov o statistični značilnosti ali klinični pomembnosti pri končnih meritvah posameznih spremenljivk v tako primerjalni kot vadbeni skupini. V štirih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012) so bile ugotovljene statistično značilne spremembe in klinično pomembne spremembe v posameznih spremenljivkah znotraj vadbenih skupin po zaključku vadbenih programov (Tabela 5). V dveh raziskavah (Chen et al., 2018; Hillen et al., 2021) pa ni bilo ugotovljenih nobenih statistično značilnih sprememb ali klinično pomembnih sprememb pri nobeni izmed merjenih spremenljivk v vadbenima skupinama po zaključku vadbenega programa.

Tabela 5: Najpomembnejši učinki vadbenih programov doseženi v vadbenih skupinah posameznih raziskav.

Avtorji	Aerobna zmogljivost	Mišična zmogljivost	Kakovost življenja	Drugo
Beaudoin et al., 2017	Ni statistično značilnih sprememb	↑ 1 RM – potisk nog ($p < 0,02$) ↑ 1 RM – potisk s prsi ($p < 0,04$) ↑ št. sklec ($p < 0,03$)	Ni statistično značilnih sprememb	↓ glukoze v krvi ($p = 0,02$)* ↑ občut. na inzulin ($p < 0,05$)*
del Corral et al., 2017	<u>Primarni izidi:</u> ↑ 6MWT ($p < 0,01$) ↑ MSWT ($p < 0,05$)* <u>Sekundarni izidi:</u> ↑ MSWT ($p < 0,05$)*	<u>Primarni izidi:</u> ↑ skok v daljino ($p < 0,01$) ↑ met medicinke ($p < 0,01$) <u>Sekundarni izidi:</u> ↑ met medicinke ($p < 0,01$)	<u>Primarni izidi:</u> <i>CFQ-R 6-11:</i> ↑ prehranjevanje ($p < 0,05$) ↑ respiratorni simpt. ($p < 0,05$)* <i>CFQ-R 14+:</i> ↑ telesno delovanje ($p < 0,05$) <u>Sekundarni izidi:</u> <i>CFQ-R 6-11</i> ↑ prehranjevanje ($p < 0,05$)	Ni bilo ocenjeno
Sosa et al., 2012	<u>Primarni izidi:</u> ↑ VO_{2maks} ($p = 0,002$)* <u>Sekundarni izidi:</u> ↓ VO_{2maks} ($p = 0,001$)	<u>Primarni izidi:</u> ↑ 5 RM – potisk nog ($p < 0,001$) ↑ 5 RM – potisk s prsi ($p < 0,001$) ↑ 5 RM – veslanje ($p < 0,001$)	Ni statistično značilnih sprememb	Ni statistično značilnih sprememb v antropometričnih meritvah
Urquhart et al., 2012	↑ MSWT ($p = 0,04$)*	Ni bilo ocenjeno	<i>CFQ-UK:</i> ↑ telesno delovanje ($p = 0,001$) ↑ čustveno delovanje ($p < 0,001$) ↑ socialno delovanje ($p < 0,001$) ↑ telesna podoba ($p < 0,001$) ↑ breme zdravljenja ($p = 0,002$) ↑ respiratorni simpt. ($p = 0,002$)*	↓ št. dni IV-antibiotikov ($p = 0,02$)* ↓ št. dni v bolnišnici*

Legenda: ↑ – izboljšanje izidov, ↓ – poslabšanje izidov, p – p -vrednost (prikaz statistične značilnosti izidov), * – klinično pomemben izid, 6MWT – 6-minutni test hoje (angl. Six minute walking test), MSWT – modificirani krožni test hoje (angl. Modified shuttle walk test), VO_{2maks} – maksimalna poraba kisika, 1 RM – eno-ponovitveni maksimum, 5 RM – pet-ponovitveni maksimum, CFQ-R – Vprašalnik za cistično fibrozo-revidiran (angl. Cystic Fibrosis Questionnaire-Revised) in njegove različice za otroke stare 6-11 let (CFQ-R 6-11), za otroke starejše od 14 let (CFQ-R 14+) ter angleška različica (CFQ-UK).

V treh raziskavah (del Corral et al., 2017; Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014) so avtorji poročali o statistično značilnih in klinično pomembnih razlikah v posameznih merjenih spremenljivkah med primerjalnimi in vadbenimi skupinami po zaključku vadbenih programov (Tabela 6).

Tabela 6: Pomembne razlike med vadbenimi in primerjalnimi skupinami po zaključku vadbenih programov.

Avtorji	Aerobna zmogljivost	Mišična zmogljivost	Pljučna funkcija	Kakovost življenja
del Corral et al., 2017	<u>Primarni izidi:</u> 6MWT ($p < 0,05$) MSWT: ($p < 0,05$)*	<u>Primarni izidi:</u> skok v daljino ($p < 0,01$) met medicinke ($p < 0,01$)	Ni bilo ocenjeno	<u>Sekundarni izidi:</u> <i>CFQ-R 6-11</i> : telesno delovanje ($p < 0,05$) <i>CFQ-R 14+</i> : Brema zdravljenja ($p < 0,05$)
Moorcroft et al., 2004	<u>SOT-cikloerg.:</u> Laktat ($p = 0,02$)* fSU ($p = 0,03$)* <u>SOT-erg. za zg. ude:</u> PV ($p = 0,04$)	Ni bilo ocenjeno	FVC ($p = 0,048$)*	Ni bilo ocenjeno
Rovedder et al., 2014	Ni bilo statistično značilnih razlik med skupinama	1 RM-upogib komolca (D) ($p = 0,029$) 1 RM-upogib komolca (L) ($p = 0,011$)	Ni bilo statistično značilnih razlik med skupinama	Ni bilo statistično značilnih razlik med skupinama

*Legenda: p – p-vrednost (prikaz statistične značilnosti izidov), * – klinično pomemben izid, 6MWT – 6-minutni test hoje (angl. Six minute walking test), MSWT – modificirani krožni test hoje (angl. Modified shuttle walk test), SOT – stopenjski obremenitveni test, fSU – frekvenca srčnega utripa, PV – pljučna ventilacija, 1 RM – eno-ponovitveni maksimum, FVC – forsirana vitalna kapaciteta, CFQ-R – Vprašalnik za cistično fibrozo-revidiran (angl. Cystic Fibrosis Questionnaire -Revised) in njegove različice za otroke stare 6-11 let (CFQ-R 6-11), za otroke starejše od 14 let (CFQ-R 14+).*

Najpomembnejši učinki vadbenih programov doseženi v vadbenih skupinah posameznih raziskav in pomembne razlike med vadbenimi in primerjalnimi skupinami po zaključku vadbenih programov so podrobneje opisani v sledečih podpoglavjih.

4.5.1 Aerobna zmogljivost

Aerobna zmogljivost je bila ocenjena v vseh osmih pregledanih raziskavah, vendar so le v treh raziskavah (del Corral et al., 2017; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012) poročali o statistično značilnem izboljšanju aerobne zmogljivosti pri preiskovancih v vadbeni skupini.

V raziskavi del Corral et al. (2017) je bilo po šestih tednih izvajanja vadbenega programa (primarni izidi) zabeleženo statistično značilno izboljšanje izidov pri testu 6MWT za 4,7 % ($p < 0,01$), s statistično značilno razliko med vadbeno in primerjalno skupino ($p < 0,05$) in pri testu MSWT za 7,0 % ($p < 0,05$) s statistično značilno razliko med skupinama ($p < 0,05$). Po nadaljnjih dvanajstih mesecih vadbe (sekundarni izidi) je bilo v vadbeni skupini v povprečju ugotovljeno statistično značilno izboljšanje le pri testu MSWT za 8,9 % ($p < 0,05$), vendar brez statistično značilnih razlik med skupinama. V raziskavi Sosa et al. (2012) se je po osmih tednih izvajanja vadbenega programa (primarni izidi) aerobna zmogljivost preiskovancev v vadbeni skupini v povprečju statistično značilno izboljšala s porastom vrednosti VO_{2maks} za 3,9 ml/kg/min ($p = 0,002$), po sledečih štirih tednih brez izvajanja vadbe po zaključenem vadbenem programu (sekundarni izidi) pa je vrednost VO_{2maks} preiskovancev v povprečju statistično značilno upadla za 3,4 ml/kg/min ($p = 0,001$). V raziskavi Urquhart et al. (2012) so poročali o statistično značilnem izboljšanju pri testu MSWT v povprečju za 28.2 % ($p = 0,04$) po enem letu izvajanja vadbenega programa. Moorcroft et al. (2004) so proučevali razlike med primerjalno in vadbeno skupino pri posameznih vrednostih, spremljanih med izvedbo obremenitvenih testov na cikloergometru in ergometru za zgornje ude. Po enem letu izvajanja vadbenega programa so bile ugotovljene statistično značilne razlike med skupinama v vrednosti laktata v krvi ($p = 0,02$) in v srčni frekvenci ($p = 0,03$) med izvedbo testa na cikloergometru ter v pljučni ventilaciji ($p = 0,04$) med izvedbo testa na ergometru za zgornje ude.

4.5.2 Mišična zmogljivost

V raziskavi Beaudoin et al. (2017) so poročali o statistično značilnih izboljšanih izidih pri testih 1 RM po dvanajstih tednih izvajanja vadbenega programa v vadbeni skupini v povprečju za 33,1 % ($p < 0,02$) pri potisku nog in za 14,6 % ($p < 0,04$) pri potisku s prsi, zabeleženo je bilo tudi statistično značilno povečanje števila izvedenih sklekov za 64,3 % ($p < 0,03$). V raziskavi Sosa et al. (2012) je prav tako prišlo do statistično značilnega izboljšanja izidov testov 5 RM v vadbeni skupini v povprečju za 24,9 kg ($p < 0,001$) pri potisku nog, za 10,5 kg ($p < 0,001$) pri potisku s prsi in za 12,7 kg ($p < 0,001$) pri veslanju med primarnimi izidi. Med sekundarnimi izidi ni bilo prisotnih nobenih statističnih sprememb v mišični zmogljivosti preiskovancev v vadbeni skupini. V raziskavi Rovedder et al. (2014) sta bili ugotovljeni statistično značilni razliki med vadbeno in primerjalno skupino pri testih 1 RM

za upogib desnega komolca ($p = 0,029$) in upogib levega komolca ($p = 0,011$), pri testih za izteg kolena ni bilo zaznanih statistično značilnih razlik v mišični zmogljivosti med skupinama. V raziskavi del Corral et al. (2017) je bila mišična zmogljivost ocenjena s funkcijskimi testi, ugotovljene so bile statistično značilne spremembe v vadbeni skupini in statistično značilne razlike med skupinama v primarnih in sekundarnih izidih. Med primarnimi izidi so avtorji poročali o statistično značilnem izboljšanju izidov pri testu skoka v daljino v vadbeni skupini v povprečju za 6,7 % ($p < 0,01$), v primerjalni skupini pa ni bilo zaznanih statistično značilnih sprememb, prisotna je bila statistično značilna razlika med skupinama ($p < 0,01$). Pri testu meta medicinke je bilo v vadbeni skupini v povprečju zabeleženo izboljšanje izidov za 11,2 % ($p < 0,01$), v primerjalni skupini ni bilo zaznanih statistično značilnih sprememb, statistično značilna razlika med skupinama je znašala ($p < 0,01$). Med sekundarnimi izidi so avtorji poročali o statistično značilnem izboljšanju izidov le pri testu meta medicinke, ki so se v vadbeni skupini v povprečju izboljšali za 13,6 % ($p < 0,01$).

4.5.3 Pljučna funkcija

Z izjemo raziskave avtorjev del Corral et al. (2017) je bil v vseh pregledanih raziskavah ocenjen vpliv vadbenih programov na pljučno funkcijo preiskovancev. V raziskavi Moorcroft et al. (2004) je prišlo do statistično značilne razlike med vadbeno in primerjano skupino po zaključenem vadbenem programu pri vrednosti FVC ($p = 0,048$), z rahlim povečanjem vrednosti FVC v vadbeni skupini za 1,3 % in z nekolikošnim upadom vrednosti FVC v primerjalni skupini za 4,3 %.

4.5.4 Kakovost življenja

Med petimi raziskavami (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012), ki so spremljale učinke vadbenih programov na kakovost življenja preiskovancev, je prišlo do statistično značilnih sprememb le v dveh raziskavah (del Corral et al., 2017; Urquhart et al., 2012). V raziskavi del Corral et al. (2017) so avtorji med primarnimi izidi poročali o statistično značilnem izboljšanju izidov v povprečju v vadbeni skupini v dveh kategorijah vprašalnika CFQ-R 6-11 (motnje prehranjevanja 25,6 %, $p < 0,05$ in respiratorni simptomi 14,3 %, $p < 0,05$) ter o statistično

značilnem izboljšanju izida vprašalnika CFQ-R 14+ v kategoriji telesno delovanje za 6,1 % ($p < 0,05$). Med sekundarnimi izidi je bilo v vadbeni skupini v povprečju ugotovljeno statistično značilno izboljšanje izida vprašalnika CFQ-R 6-11 v kategoriji motnje prehranjevanja za 30,6 % ($p < 0,05$), ugotovljeni sta bili tudi statistično značilni razliki med vadbeno in primerjalno skupino pri analizi vprašalnika CFQ-R 6-11 v kategoriji telesno delovanje ($p < 0,05$) in pri analizi vprašalnika CFQ-R 14+ v kategoriji breme zdravljenja ($p < 0,05$). V preostalih kategorijah vprašalnika CFQ-R 6-11 (čustveno delovanje, družbeno delovanje, telesna podoba, breme zdravljenja in prebavni simptomi) ter vprašalnika CFQ-R 14+ (čustveno delovanje, družbeno delovanje, motnje prehranjevanja, telesna podoba, respiratorni simptomi, prebavni simptomi, živahnost, zdravje, vloga in telesna masa) ni bilo zaznanih statistično značilnih sprememb znotraj posameznih skupina ali razlik med skupinama. V raziskavi Urquhart et al. (2012) je bilo pri analizi vprašalnika CFQ-UK po 12 mesecih nadzorovane vadbe preiskovancev zabeleženo statistično značilno izboljšanje izidov v sledečih kategorijah: telesno delovanje za 40,7 % ($p = 0,001$), čustveno delovanje za 33,3 % ($p < 0,001$), družbeno delovanje za 33,3 % ($p < 0,001$), telesna podoba za 34,4 % ($p < 0,001$), breme zdravljenja za 48,7 5 ($p = 0,002$) in respiratorni simptomi za 40,7 % ($p = 0,002$). V dveh kategorijah (motnje prehranjevanja in prebavni simptomi) ni bilo zaznanih statistično značilnih sprememb.

4.5.5 Drugo

V vseh štirih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Moorcroft et al., 2004; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012), ki so proučevale učinke vadbenih programov na antropometrične lastnosti preiskovancev, ni bilo zaznanih statistično značilnih sprememb znotraj posameznih skupin ali statistično značilnih razlik med primerjalno in vadbeno skupino v merjenih vrednostih po zaključku vadbenih programov. V raziskavi Beaudoin et al. (2017) so bili proučevani učinki vadbenega programa na vrednosti glukoze v krvi, inzulina v krvi in na občutljivost za inzulin s pomočjo testa OGTT. Po dvanajstih tednih je bilo v vadbeni skupini v povprečju ugotovljeno statistično značilno znižanje vrednosti glukoze v krvi za 16,4 % ($p = 0,02$) in statistično značilno povečana občutljivost na inzulin za 23,2 % ($p < 0,05$). Pri vrednosti inzulina v krvi v vadbeni skupini ni bilo zaznane statistično značilne spremembe. V raziskavi Urquhart et al. (2012) so bili proučevani učinki vadbenega programa na število dni prejemanja IV-antibiotikov in na število dni, preživetih v bolnišnici. Po 12 mesecih

vadbe so preiskovanci potrebovali v povprečju 10 dni (16,7 %) manj prejemanja IV-antibiotikov in so skupno potrebovali 94 dni (29,6 %) manj preživetih v bolnišnici.

5 RAZPRAVA

V pregled literature smo vključili osem raziskav, v katerih so avtorji proučevali učinke vadbenih programov, ki so zajemali kombinacijo aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic pri osebah s CF. Na podlagi rezultatov pregledanih raziskav lahko trdimo, da izvajanje vadbe s kombinacijo aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic prispeva k izboljšani mišični zmogljivosti, nižjim vrednostim glukoze v krvi, povečani občutljivosti na inzulin in manjšemu številu dni prejemanja antibiotične terapije pri osebah s CF, obenem pa ima potencial za izboljšanje njihove aerobne zmogljivosti, pljučne funkcije in kakovosti življenja.

5.1 Značilnosti preiskovancev

Velikosti vzorcev v pregledanih raziskavah so bile v večini raziskav relativno majhne. Le v treh raziskavah (del Corral et al., 2017; Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014) je bilo v vzorec vključeno več kot 40 preiskovancev, v ostalih raziskavah pa se je število preiskovancev v vzorcih gibalo med zgolj 10 in 22. Število preiskovancev se je v petih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Moorcroft et al., 2004; Sosa et al., 2012) med izvajanjem vadbenih programov dodatno znižalo zaradi izpada preiskovancev na podlagi izključitvenih meril posameznih raziskav. Majhni vzorci so pomenili večjo verjetnost, da so bile opažene razlike naključne in hkrati so pomenili manjšo verjetnost, da so bili rezultati statistično značilni (Hillen et al., 2021). V petih raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Hillen et al., 2021; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012) je bila **zastopanost spolov** preiskovancev v vzorcih in znotraj posameznih skupin enakomerna, v treh raziskavah (Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Moorcroft et al., 2004) pa ni bilo podanih podatkov o zastopanosti spolov v vzorcih preiskovancev. Obravnava **starostnega razpona** v pregledanih raziskavah je pokazala razlike pri določitvi starostne meje preiskovancev. V dveh raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Moorcroft et al., 2004) so bili vključeni zgolj odrasli, v štirih raziskavah (Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012) so bili vključeni otroci in mladostniki, v dveh raziskavah (Hillen et al., 2021; Rovedder et al., 2014) pa so bili vključeni tako odrasli kot mladostniki. Združevanje odraslih oseb in mladostnikov s CF v vzorcih raziskav velja za nesmiselno zaradi vedno večjih razlik v klinični sliki med starostnimi skupinami (Gruet et al., 2021), obenem pa je zaradi heterogene starosti preiskovancev v vzorcih oteženo posploševanje rezultatov na populacijo (Hillen et al., 2021).

Najpomembnejše uporabljeno **vkjučitveno merilo** je bilo v večini pregledanih raziskav stabilno zdravstveno stanje preiskovancev, najpomembnejše **izključitveno merilo** pa je bilo akutno poslabšanje zdravstvenega stanja preiskovancev (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012). V raziskavi Moorcroft et al. (2004) so lahko sodelovali tako zdravi preiskovanci kot preiskovanci z akutnimi poslabšanji zdravja, v raziskavi Beaudoin et al. (2017) so lahko sodelovali le preiskovanci z moteno toleranco na glukozo, v raziskavi Urquhart et al. (2012) pa so lahko sodelovali le preiskovanci, ki so redno prejeli IV-antibiotično terapijo. Rezultati posameznih raziskav so torej relevantni samo za vključene skupine preiskovancev.

5.2 Značilnosti vadbenih programov

Vadbeni programi so bili v vseh pregledanih raziskavah sestavljeni iz kombinacije aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic. Značilnosti vadbenih programov pregledanih raziskav so se razlikovale v obdobju trajanja vadbenih programov, vadbenem okolju, načinu izvedbe vadb, frekvenci, intenziteti, trajanju vadbenih enot in izbiri aerobnih vaj ter vaj za krepitev mišic. V večini raziskav (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; del Corral et al., 2017; Hillen et al., 2021; Moorcroft et al., 2004; Rovedder et al., 2014; Urquhart et al., 2012) so vadbeni programi potekali v domačem okolju. Avtorji omenjenih raziskav so menili, da je vadba v domačem okolju za osebe s CF najbolj varna izbira za zmanjšanje tveganja za prenos okužb med preiskovanci, Hillen et al. (2021) in Moorcroft et al. (2004) pa so hkrati poudarili, da lahko izvedba vadbenega programa v domačem okolju spodbudi preiskovance k nadaljnjemu izvajanju redne telesne vadbe tudi po zaključku raziskave. V preostalih raziskavah, v katerih preiskovanci niso vadili v domačem okolju, so se vadbene enote izvajale individualno. V dveh raziskavah (Moorcroft et al., 2004; Urquhart et al., 2012) so vadeči preiskovanci lahko vadbo izvajali v lokalnih fitnes centrih, v raziskavi Sosa et al. (2012) so preiskovanci vadbeni program izvajali v bolnišnični telovadnici, v raziskavi Urquhart et al. (2012) pa so bile med posamezne vadbene enote vštete tudi šolske ure telovadbe. Avtorji raziskave del Corral et al. (2017), v kateri je izvajanje vadbe potekalo s pomočjo igranja videoiger, so poročali o zadovoljstvu preiskovancev s tovrstno popestritvijo vadbenega programa in o večji motivaciji preiskovancev za izvajanje telesne vadbe. V raziskavi Chen et al. (2018) so preiskovanci uporabo spletne platforme za vadbo na daljavo ocenili kot prijetno, saj jim je ta omogočila vadbo s skupino sovrstnikov, ki je načeloma v

zaprtih prostorih odsvetovana. Na podlagi rezultatov pregledanih raziskav lahko ugotovimo, da so največ pozitivnih učinkov na zdravje oseb s CF zagotovili vadbeni programi v treh dlje trajajočih raziskavah (del Corral et al., 2017; Moorcroft et al., 2004; Urquhart et al., 2012), katerim je bilo skupno, da so preiskovanci eno leto izvajali kombinacijo aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic v domačem okolju, vsaj trikrat na teden po vsaj 30 minut.

5.3 Učinki vadbenih programov

V dveh raziskavah (Hillen et al., 2021; Chen et al., 2018) avtorji niso poročali o nobenih statistično značilnih spremembah merjenih spremenljivk ali klinično pomembnih ugotovitvah. Med vsemi osmimi pregledanimi raziskavami so le štiri raziskave poročale o izboljšanju **aerobne zmogljivosti** preiskovancev po zaključku vadbenih programov. Avtorji raziskave Corral et al. (2017) so poročali o klinično pomembnem izboljšanju izidov pri testu MSWT v primarnih in sekundarnih izidih, saj so dosežene vrednosti presegle 40 m, ki znašajo najmanjšo klinično pomembno razliko za osebe s CF. Podobno ugotovitev so poročali tudi v raziskavi Urquhart et al. (2012), v kateri so preiskovanci s povprečnim izboljšanjem izidov za 208 m precej presegli minimalno klinično pomembno razliko pri omenjenem testu. V raziskavi Sosa et al. (2012) so avtorji kot klinično pomembno označili izboljšanje vrednosti VO_{2maks} za več kot 10 % po samo dvanajstih tednih vadbenega programa, vendar je ta v obdobju brez izvajanja vadbe po zaključku vadbenega programa upadla nazaj na začetno vrednost. Avtorji zato opozarjajo, da bi osebe s CF morale redno in neprekinjeno izvajati telesno vadbo za vzdrževanje oz. preprečitev upada aerobne zmogljivosti. V raziskavi Moorcroft et al. (2004) so avtorji ugotovljene razlike med skupinama v vrednosti laktata v krvi, srčni frekvenci in pljučni ventilaciji med stopenjskimi obremenitvenimi testi po zaključenem vadbenem programu interpretirali kot klinično pomembne, saj nakazujejo na izboljšano prilagojenost na vadbo s pojavom srčne bradikardije in bolj učinkovitim dihanjem med naporom v vadbeni skupini. V treh krajših raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; Rovedder et al., 2014) so avtorji delili mnenje, da bi se vadbeni programi morali izvajati dlje, da bi dosegli izboljšanje aerobne zmogljivosti preiskovancev, Hillen et al. (2021) pa so odsotnost izboljšanja aerobne zmogljivosti v povprečju po dvanajstih mesecih samostojnega izvajanja vadbe pripisali prevelikim razlikam v vsebini vadbenih programov med preiskovanci. V vseh štirih raziskavah, kjer so bili spremljani učinki vadbenih programov na **mišično zmogljivost**

(Beaudoin et al., 2017; del Corral et al., 2017; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012), so bila ugotovljena izboljšanja izidov pri posameznih testih, vendar jih avtorji niso interpretirali kot klinično pomembne spremembe. Avtorji dveh raziskav (del Corral et al., 2017; Sosa et al., 2012) so odsotnost sprememb v mišični zmogljivosti v sekundarnih izidih interpretirali kot njeno ohranitev, kar bi lahko predstavljalo klinično pomembno spremembo za osebe s CF, za katere so znane težave s šibkostjo in atrofijo mišic. Raziskave, ki so proučevale učinke vadbenih programov na **antropometrične lastnosti** preiskovancev (Beaudoin et al., 2017; Moorcroft et al., 2004; Sosa et al., 2012; Urquhart et al., 2012), niso pokazale nobenih sprememb v ITM, v deležu telesne mase brez maščobe ali v deležu maščobne mase. Beaudoin et al. (2017) so menili, da bi se vadbeni programi morali izvajati dlje časa za pojav sprememb v antropometričnih lastnosti preiskovancev, Urquhart et al. (2012) pa so odsotnost omenjenih sprememb pripisali odsotnosti sodelovanja z dietetiki. Med vsemi osmimi pregledanimi raziskavami so le v raziskavi Moorcroft et al. (2004) poročali o izboljšanju **pljučne funkcije** z zaznano razliko med skupinama v vrednosti FVC in z njenim rahlim porastom v vadbeni skupini po zaključenem vadbenem programu. Avtorji raziskave so omenjeni izid ocenili kot klinično pomemben, saj so menili, da je vadba, ki pomaga izboljšati ali ohranjati pljučno funkcijo oseb s CF, pomembna osnova za njihovo preživetje in za lažje izvajanje nekaterih napornih vsakodnevnih dejavnosti. Avtorji raziskav, v katerih so vadbeni programi trajali le nekaj tednov (Beaudoin et al., 2017; Chen et al., 2018; Rovedder et al., 2014), so menili, da bi spremembe v pljučni funkciji lahko bile opažene, če bi se vadbeni program izvajal dlje, v dveh dlje trajajočih raziskavah (Hillen et al., 2021; Urquhart et al., 2012) pa so avtorji menili, da med raziskavo ni prišlo do izboljšanja pljučne funkcije zaradi vmesnih akutnih poslabšanj zdravstvenega stanja preiskovancev. V dveh raziskavah (del Corral et al., 2017; Urquhart et al., 2012) so vadeči preiskovanci pri izpolnjevanju vprašalnikov o **kakovosti življenja** po zaključenem vadbenem programu presegli mejo najmanjše razlike za klinično pomembnost za osebe s CF v kategoriji respiratorni simptomi, ki znaša štiri točke, s povprečnim izboljšanjem izidov za enajst točk (del Corral et al., 2017) in za dvaindvajset točk (Urquhart et al., 2012). Izboljšanja izidov so bila opažena tudi v drugih kategorijah CFQ-R vprašalnikov, kot so telesno delovanje, čustveno delovanje motnje prehranjevanja, breme zdravljenja ipd., za katere pa minimalne klinično pomembne razlike za osebe s CF niso znane. Avtorji obeh raziskav so delili mnenje, da bi se ugotovljeni izidi lahko interpretirali kot klinično pomembni, saj lahko subjektivno mnenje o izboljšanju kakovosti življenja na več področjih pri osebah s CF poveča motivacijo za ohranjanje aktivnega življenjskega sloga, ki je povezan z boljšo prognozo bolezni. V preostalih treh

raziskavah (Beaudoin et al., 2017; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012), kjer so bili spremljani učinki vadbenih programov na kakovost življenja oseb s CF, avtorji menijo, da bi se vadbeni programi morali izvajati dlje za večje spremembe v njihovi kakovosti življenja. Avtorji Beaudoin et al. (2017) so ocenili, da sta znižanje **vrednosti glukoze v krvi** in povečana **občutljivosti na inzulin** med vadečimi preiskovanci klinično pomembni ugotovitvi, saj nakazujeta na potencialno počasnejši razvoj oz. olajšanje simptomov s CF povezane sladkorne bolezni po izvajanju vadbe s kombinacijo aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic. V raziskavi Urquhart et al. (2012) so preiskovanci potrebovali v povprečju deset dni manj prejemanja **IV-antibiotikov** in skupno 94 dni manj preživetih v bolnišnici, kar je nakazovalo na klinično pomembno izboljšanje respiratornih zapletov pri osebah s CF po enem letu samostojnega izvajanja vadbe. Avtorji so izračunali, da so omenjene ugotovitve prispevale k 103,785 eur manj porabljenih stroškov, kar namiguje, da bi dolgoročno izvajanje tovrstne vadbe močno pripomoglo tudi k znižanju stroškov zdravljenja oseb s CF, ki potrebujejo redno antibiotično terapijo.

Radtke et al. (2017) so v Cochranovem pregledu literature pregledali raziskave, v katerih so bili preučevani trije različni načini izvajanja telesne vadbe na zdravstveno stanje oseb s CF, in sicer izvajanje zgolj aerobne vadbe, izvajanje zgolj vadbe za krepitev mišic in izvajanje kombinacije aerobne vadbe in vadbe za krepitev mišic. Znotraj skupin pregledanih raziskav, ki so preučevale enak način izvajanja vadbe, so se ponekod pojavile razlike v končnih rezultatih pri določenih merjenih spremenljivkah. V nekaterih raziskavah je namreč proučevan način izvajanja telesne vadbe pozitivno vplival na merjeno spremenljivko, pri nekaterih pa ni vplival na končne rezultate. Avtorji pregleda literature so v takih primerih sklepali, da bi lahko preučen način izvajanja telesne vadbe potencialno pozitivno vplival na merjeno spremenljivko, vendar tega ni mogoče z gotovostjo trditi. Ugotovljeno je bilo, da lahko izvajanje zgolj aerobne vadbe kratkoročno izboljša aerobno zmogljivost in lahko potencialno vpliva na izboljšanje pljučne funkcije, povečanje mišične zmogljivosti ter kakovosti življenja posameznikov s CF. Pri analizi raziskav, ki so proučevale učinke izvajanja zgolj vadbe za krepitev mišic, je bilo ugotovljeno, da lahko izvajanje takšnega načina vadbe izboljša mišično zmogljivost in bi potencialno lahko vplivalo na izboljšanje aerobne zmogljivosti ter pljučne funkcije pri osebah s CF. Vadbeni programi z zgolj vajami za krepitev mišic niso vplivali na kakovost življenja preiskovancev. Oba načina izvajanja vadbe nista vplivala na antropometrične lastnosti oseb s CF. V omenjenem Cochranovem pregledu literature so bile vključene tudi štiri raziskave (Beaudoin et al., 2017; Moorcroft et

al., 2004; Rovedder et al., 2014; Sosa et al., 2012), ki so bile analizirane v opravljenem pregledu literature. Ugotovitve obeh pregledov literature nakazujejo, da se je izvajanje kombinacije aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic izkazalo kot učinkovito pri izboljšanju mišične zmogljivosti, znižanju vrednosti glukoze v krvi in povečanju občutljivosti za inzulin ter v zmanjšanem številu dni prejemanja IV-antibiotične terapije. V obeh pregledih literature je bilo obenem ugotovljeno, da ima izvajanje kombinacije aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic potencial za izboljšanje aerobne zmogljivosti, pljučne funkcije in kakovosti življenja oseb s CF. Zaradi neenotnosti rezultatov raziskav trenutno ni jasno, kateri način izvajanja vadbe je najprimernejši, bi pa lahko sklepali, da je za osebe s CF najbolj smiselno izvajati vadbeni program, ki zajema tako aerobne vaje kot vaje za krepitev mišic, saj se je izkazalo, da ima taka vadba največ potencialnih učinkov za izboljšanje njihovega zdravstvenega stanja.

Pomanjkljivosti opravljenega pregleda literature so bile majhno število vključenih raziskav, vključitev dveh raziskav z nizko oceno metodološke kakovosti, majhnost vzorcev, heterogenost starostnih skupin preiskovancev, razlike v zasnovah vadbenih programov in heterogenost merilnih orodij. V prihodnje bi bilo smiselno na to temo opraviti kakovostne randomizirane raziskave, ki bi vključevale večje in bolj homogene vzorce preiskovancev, vadbeni programi bi se morali izvajati skozi daljše časovno obdobje, zasnove vadbenih programov v posamičnih raziskavah pa bi morale biti poenotene z namenom lažje primerjave rezultatov.

6 ZAKLJUČEK

Rezultati pregleda literature so razkrili, da izvajanje kombinacije aerobnih vaj in vaj za krepitev mišic vpliva na izboljšanje mišične zmogljivosti, znižanje vrednosti glukoze v krvi, povečanje občutljivosti na inzulin in znižanje števila dni prejemanja antibiotične terapije pri osebah s CF, obenem pa lahko potencialno vpliva tudi na izboljšanje njihove aerobne zmogljivosti, pljučne funkcije in kakovosti življenja.

Opravljeni pregled literature bo lahko pomagal pri oblikovanju vadbenih programov, učinkovitih za lajšanje zdravstvenih težav pri osebah s CF. Analiza rezultatov pregledanih raziskav je pokazala, da so bili najučinkovitejši dolgotrajni vadbeni programi, v katerih so preiskovanci vsaj trikrat na teden, po vsaj 30 minut izvajali vadbo, ki je vključevala tako aerobne vaje kot vaje za krepitev mišic. Opravljeni pregled literature bo lahko v pomoč tudi pri načrtovanju prihodnjih raziskav na področju ugotavljanja učinkov izvajanja telesne vadbe pri osebah s CF.

Zaradi heterogenosti rezultatov dosedanjih raziskav ni jasno, kakšna zasnova vadbenega programa oz. kombinacija katerih aerobnih vaj in katerih vaj za krepitev mišic bi lahko bila najbolj učinkovita pri izboljšanju posameznih zdravstvenih težav pri različnih starostnih skupinah oseb s CF. Potrebne so nadaljnje raziskave na omenjenem področju.

7 LITERATURA

- Beaudoin, N., Bouvet, G. F., Coriati, A., Rabasa_Lhoret, R., & Berthiaume, Y. (2017). Combined exercise training improves glycemic control in adult with cystic fibrosis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(2), 231-237. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001104>
- Bratanič, N., Bratina, N., Žerjav Tanšek, M., Kotnik, P., Avbelj, M., & Battelino, T. (2009). Sladkorna bolezen in zmanjšana mineralna kostna gostota pri bolnikih s cistično fibrozo. In M. Košnik (Ed.), *Zbornik Golniški simpozij 2009* (pp. 38-40). Bolnišnica Golnik – Klinika za pljučne bolezni in alergijo. https://www.klinika-golnik.si/storage/_sites/golnik/app/media/Arhiv-gradiv-zbornikov/zbornik-gs-2009-102.pdf
- Brecelj, J. (2009). Diagnostika in zdravljenje bolezni trebušne slinavke pri bolnikih s CF. In M. Košnik (Ed.), *Zbornik Golniški simpozij 2009* (pp. 41-42). Bolnišnica Golnik – Klinika za pljučne bolezni in alergijo. https://www.klinika-golnik.si/storage/_sites/golnik/app/media/Arhiv-gradiv-zbornikov/zbornik-gs-2009-102.pdf
- Burnett, D. M., Barry, A. N., & Mermis, J. D. (2020). Physical activity level and perception of exercise in cystic fibrosis. *Respiratory Care* 65(4), 500-506. <https://doi.org/10.4187/respcare.07193>
- Chen, J. J., Cooper, D. M., Haddad, F., Sladkey, A., Nussbaum, E., & Radom-Aizik, S. (2018). Tele-exercise as a promising tool to promote exercise in children with cystic fibrosis. *Frontiers in Public Health*, 6(1): 1-5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00269>
- Colby, L., & Borstad, J. (2018). Resistance exercise for impaired muscle performance. In M. A. Duffield (Ed.), *Therapeutic exercise* (pp. 166-245). F. A. Davis Company.
- Courtney, J. M., Bradley, J., Mccaughan, J., O'connor, T. M., Shortt, C., Bredin, C. P., Bradbury, I., & Elborn, J. S. (2007). Predictors of mortality in adults with cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology*, 42(6), 525-532. <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.20619>
- Cox, N. S., & Holland, A. E. (2018). Current perspectives of physical activity in cystic fibrosis. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 13(1), 13-22. <https://doi.org/10.1080/17476348.2019.1552833>
- Curran, M., Tierney, A. C., Button, B., Collins, L., Kennedy, L., McDonnell, C., Casserly, B., & Cahalan, R. (2021). The effectiveness of exercise interventions to increase physical activity in cystic fibrosis: A systematic review. *Journal of Cystic Fibrosis*, 21(2), 272-281. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2021.10.008>

- De Boek, K., Wilschanski, M., Castellani, C., Taylor, C., Cuppens, H., Dodge, J., & Sinaasappel, M. (2005). Cystic fibrosis: Terminology and diagnostic algorithms. *Thorax*, *61*(7), 627-635.
<https://doi.org/10.1136/thx.2005.043539>
- De Boek, K. (2020). Cystic fibrosis in the year 2020: A disease with a new face. *Acta Paediatrica*, *109*(5), 893-899.
<https://doi.org/10.1111/apa.15155>
- Del Corral, T., Cerbia i Iranzo, M. A., Lopez-de-Uralde-Villanueva, I., Martinez-Alejos, R., Blanco, I., & Vilaro, J. (2017). Effectiveness of a home-based active video game programme in young cystic fibrosis patients. *Respiration*, *95*(2), 87-97.
<https://doi.org/10.1159/000481264>
- Dwyer, T. J., Alison, J. A., McKeough, Z. J., Daviskas, E., & Bye, P. T. P. (2011). Effects of exercise on respiratory flow and sputum properties in patients with cystic fibrosis. *CHEST*, *139*(4), 870-877.
<https://doi.org/10.1378/chest.10-1158>
- European Cystic Fibrosis Society. (2022). *ECFS Patient registry anual data report 2020*.
<https://www.ecfs.eu/projects/ecfs-patient-registry/annual-reports>
- Goldstein, Y. D., & Prystowsky, M. (2017). Educational Case: Autosomal recessive inheritance: Cystic fibrosis. *Academic Pathology*, *4*(1), 1-4.
<https://doi.org/10.1177%2F2374289517691769>
- Gruet, M., Troosters, T., & Verges, S. (2017). Peripheral muscle abnormalities in cystic fibrosis: Etiology, clinical implications and response to therapeutic interventions. *Journal of Cystic Fibrosis*, *16*(5), 538-552.
<https://doi.org/10.1016/j.jcf.2017.02.007>
- Gruet, M., Saynor, Z. L., Urquhart, D. S., & Radtke, T. (2021). Rethinking physical exercise training in the modern era of cystic fibrosis: A step towards optimising short-term efficacy and long-term engagement. *Journal of Cystic Fibrosis*, *21*(2), 83-98.
<https://doi.org/10.1016/j.jcf.2021.08.004>
- Guo, J., Garratt, A., & Hill, A. (2022). Worldwide rates of diagnosis and effective treatment for cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*, *21*(3), 465-462.
<https://doi.org/10.1016/j.jcf.2022.01.009>
- Hillen, B., Simon, P., Schlotter, S., Nitsche, O., Böhner, V., Poplawska, K., & Pfirrmann, D. (2021). Feasibility and implementation of a personalized, web-based exercise intervention for people with cystic fibrosis for 1 year. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *13*(1), 1-11.
<https://doi.org/10.1186/s13102-021-00323-y>
- Holtgreffe, K. (2018). Principles of Aerobic Exercise. In M. A. Duffield (Ed.), *Therapeutic exercise* (pp. 246-263). F. A. Davis Company.

- Kerem, E., Reisman, J., Corey, M., Canny, G. J., & Levison, H. (1992). Prediction of mortality in patients with cystic fibrosis. *The New England Journal of Medicine*, 326(18), 1187-1191.
<https://doi.org/10.1056/nejm199204303261804>
- Kotnik Pirš, A., Praprotnik, M., Trebušak Podkrajšek, K., Seme, K., Aldeco, M., Lepej, D., Breclj, J., Bratanič, N., & Krivec, U. (2014). Značilnosti otrok in mladostnikov s cistično fibrozo v Sloveniji. *Slovenska Pediatrija*, 21(2), 164-171.
<http://www.slovenskapediatrija.si/clanek?revija=7&clanek=165>
- Kour Buttar, K., Saboo, N., & Kacker, S. (2019). A review: Maximal oxygen uptake (VO_{2maks}) and its estimation methods. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 6(6), 24-32.
<https://doi.org/10.22271/kheljournal>
- Moorcroft, A. J., Dodd, M. E., Morris, J., & Webb, A. K. (2004). Individualised unsupervised exercise training in adults with cystic fibrosis: a 1 year randomised controlled trial. *Thorax*, 59(12), 1074-1080.
<https://doi.org/10.1136/thx.2003.015313>
- Nixon, P., Orenstein, D. M., Kelsey, S. F., & Doershuk, C. F. (1992). The prognostic value of exercise testing in patients with cystic fibrosis. *The New England Journal of Medicine*, 327(25), 1785-1788.
<https://doi.org/10.1056/nejm199212173272504>
- O'Neill, P. A., Dodds, M., Philipps, B., Poole, J., & Webb, A. K. (1987). Regular exercise and reduction of breathlessness in patients with cystic fibrosis. *British Journal of Diseases of the Chest*, 81(1), 62-69.
[https://doi.org/10.1016/0007-0971\(87\)90109-4](https://doi.org/10.1016/0007-0971(87)90109-4)
- Patel, H., Alkhawam, H., Mandanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology*, 9(2), 134-138.
<https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i2.134>
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2018). Physical activity guidelines for americans 2nd edition. *JAMA*, 320(19), 2020-2028.
<https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
- Physiotherapy Evidence Database. (1999). *PEDro scale*.
<https://pedro.org.au/english/resources/pedro-scale/>
- Praprotnik, M., Kotnik Pirš, A., Krivec, U., & Breclj, J. (Eds.). (2017). *Priročnik za obravnavo otrok in mladostnikov s cistično fibrozo*. Univerzitetni klinični center Ljubljana: Pediatrična klinika: Služba za pljučne bolezni: Center za otroke in mladostnike s cistično fibrozo.
https://www.kclj.si/dokumenti/prirocnik_cf.pdf

- Radtke, T., Nevitt, S. J., Hebestreit, H., & Kriemler, S. (2017). Physical exercise training for cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11(CD002768), 1-132.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD002768.pub4>
- Rovedder, P. M. E., Flores, J., Ziegler, B., casarotto, F., Jaques, P., Menna-Barreto, S. S., Dalcin, Pde. T. (2014). Exercise programme in patients with cystic fibrosis: A randomized controlled trial. *Respiratory Medicine*, 108(8), 1134-1140.
<https://doi.org/10.1016/j.rmed.2014.04.022>
- Savi, D., Simmonds, N., Di Paolo, M., Quattrucci, S., Palange, P., Banya, W., Hopkinson, N. S., & Bilton, D. (2015). Relationship between pulmonary exacerbations and daily physical activity in adults with cystic fibrosis. *BMC Pulmonary Medicine*, 15(1), 1-7.
<https://doi.org/10.1186/s12890-015-0151-7>
- Scaparrotta, A., Di Pillo, S., Attanasi, M., Consilvio, N. P., Cingolani, A., Rapino, D., Mohn, A., & Chiarelli, F. (2012). Growth failure in children with cystic fibrosis. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 25(5-6), 393-405.
<https://doi.org/10.1515/jpem-2012-0012>
- Scotet, V., Gutierrez, H., & Farrell, P. M. (2020). Newborn screening for CF across the globe – where is it worthwhile? *International Journal of Neonatal Screening*, 6(1), 1-18.
<https://doi.org/10.3390/ijns6010018>
- Shelley, J., Boddy, L. M., Knowles, Z. R., Stewart, C. E., & Dawson, E. A. (2019). Physical activity and associations with clinical outcome measures in adults with cystic fibrosis; a systematic review. *Journal of Cystic Fibrosis*, 18(5), 590-601.
<https://doi.org/10.1016/j.jcf.2019.03.003>
- Sosa, E. S., Groeneveld, I. F., Gonzalez-Saiz, L., Lopez-Mojares, L. M., Vill-Asensi, J. R., Barrio Gonzalez, M. I., Fleck, S. J., Perez, M., & Lucia, A. (2012). Intrahospital weight and aerobic training in children with cystic fibrosis: A randomized controlled trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(1), 2-11.
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318228c302>
- Urquhart, D., Sell, Z., Dhouieb, E., Bell, G., Oliver, S., Black, R., & Tallis, M. (2012). Effects of a supervised, outpatient exercise and physiotherapy programme in children with cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology*, 47(12), 1235-1241.
<https://doi.org/10.1002/ppul.22587>
- Williams, C. A., & Stevens, D. (2013). Physical activity and exercise training in young people with cystic fibrosis: Current recommendations and evidence. *Journal of Sport and Health Science*, 2(1), 39-46.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2012.11.002>

8 PRILOGE

8.1 Značilnosti vadbenih programov

Tabela 3: Značilnosti vadbenih programov v vadbenih skupinah pregledanih raziskav.

Avtorji	Trajanje VP	Značilnosti VP		
		Način izvedbe	Aerobne vaje	Vaje za krepitev mišic
Beaudoin et al., 2017	12 tednov	Samostojno, v domačem okolju.	F: 3-krat/teden I: 60–80 % VO_{2maks} Ti: Hoja, tek, kolesarjenje ali eliptični trenažer. Tr: 20–40 min	F: 3-krat/teden I: Obremenitev 30–40 % 1 RM, 5–7 vaj za velike m. sk., 1–2 seta vaj, 8–12 pon., stopnjevali do 3 sete z 12–15 pon. Ti: Vaje s prostimi utežmi, elastični trakovi ali lastno težo preiskovancev. Tr: NP
Chen et al., 2018	6 tednov	Preko spletne platforme Vsee.	F: 3-krat/teden I: Vsaj 60 % fSU_{maks} Ti: Razne aerobne in pliometrične vaje Tr: 3–4 min ogrevanja, 20–25 min vadbe, 3–4 min raztezanja	
del Corral et al., 2017	6 tednov, nato še 1 leto	Igranje video igre v domačem okolju.	F: 6 tednov 5-krat/teden, nato 12 mesecev 2-krat/teden I: 70–80 % fSU_{maks} Ti: Tek, počepi, izpadni koraki in upogibi komolca Tr: 6 tednov 30–60 min, nato 12 mesecev vsaj 20 min	

Legenda: VP – vadbeni program, FITT – opis značilnosti VP (glede na F – frekvenco, I – intenziteto, Ti – tip vadbe, Tr – trajanje vadbe), NP – ni podatkov, VO_{2maks} – maksimalna poraba kisika, 1 RM – eno-ponovitveni maksimum, 5 RM – pet-ponovitveni maksimum, m. sk. – mišične skupine, fSU – frekvenca srčnega utripa, fSU_{maks} – maksimalna frekvenca srčnega utripa.

Tabela 3: Nadaljevanje.

Hillen et al., 2021	1 leto	Samostojno v domačem okolju.	<p>F: Po lastni izbiri preiskovancev I: Prilagojena s strani kineziologa glede na povprečno fSU in stopnjo občutenega napora med vadbo Ti: VP prilagojen preiskovancem; zajemal aerobne vaje, vaje za krepitev mišic, raztezanje in prostočasne dejavnosti Tr: Po lastni izbiri preiskovancev</p>	
Moorcroft et al., 2004	1 leto	Samostojno v domačem okolju ali v fitnes centru.	<p>F: 3-krat/teden I: Prilagojena vsake 4 tedne Ti: Izbira med hojo, tekom, kolesarjenjem, plavanjem ali drugimi športi Tr: 20 min</p>	<p>F: 3-krat/teden I: Začetna obremenitev: 10–15 dvigov uteži, stopnjevanje obremenitve do 20–30 dvigov uteži Ti: Vadba z utežmi Tr: 20 min</p>
Rovedder et al., 2014	12 tednov	Samostojno, v domačem okolju.	<p>F: 7-krat/teden I: NP Ti: VP določen s strani preiskovalcev, vseboval aerobne vaje in vaje za krepitev mišic Tr: NP</p>	
Sosa et al., 2012	8 tednov	V bolnišnični telovadnici (oprema prilagojena otrokom).	<p>F: 3-krat/teden I: Ciljna fSU med vadbo enaka fSU, ki je izzvala ventilacijski prag pri začetnem testiranju Ti: Vadba na cikloergometru Tr: 10 min ogrevanja, 20–40 min vadbe</p>	<p>F: 3-krat/teden I: 1 set, 12–15 pon., obremenitev 40 % 5 RM, stopnjevali do 60 % 5 RM Ti: Krožna vadba; 3 krogi, 11 zaporednih vaj za krepitev mišic s pomočjo trenažerjev Tr: NP</p>
Urquhart et al., 2012	1 leto	V domačem okolju, v šoli ali v fitnes centru.	<p>F: vsaj 3-krat/teden I: 60–80 % fSU_{maks} Ti: Poljubno izbrane aerobne vaje in vaje za krepitev mišic Tr: Vsaj 30 min</p>	

Legenda: VP – vadbeni program, FITT – opis značilnosti VP (glede na F – frekvenco, I – intenziteto, Ti – tip vadbe, Tr – trajanje vadbe), NP – ni podatkov, VO₂maks – maksimalna poraba kisika, 1 RM – eno-ponovitveni maksimum, 5 RM – pet-ponovitveni maksimum, m. sk. – mišične skupine, fSU – frekvenca srčnega utripa, fSU_{maks} – maksimalna frekvenca srčnega utripa.