



# Ocenjevanje sarkopenije z izvedbenimi funkcijskimi testi pri bolnikih z vstavljenno mehansko cirkulatorno podporo levega prekata – sistematični pregled literature

Functional assessment of sarcopenia in patients with left ventricular assist device – systematic literature review

Nataša Mlakar,<sup>1,2</sup> Renata Vauhnik,<sup>1</sup> Alan Kacin,<sup>1,3</sup> Gregor Poglajen<sup>4,5</sup>

## Izveček

**Izhodišča:** Sarkopenija je pogosto prisotna pri bolnikih s srčnim popuščanjem, tudi pri tistih, ki so izbrani za vstavev mehanske cirkulatorne podpore levega prekata. Sarkopenija je pomemben negativen dejavnik tveganja za izid zdravljenja bolnikov z mehansko cirkulatorno podporo levega prekata. Namen sistematičnega pregleda literature je bil analizirati metodološke pristope za ocenjevanje sarkopenije z izvedbenimi funkcijskimi testi pri bolnikih pred vstavitvijo mehanske cirkulatorne podpore levega prekata ali po njej.

**Metode:** Sistematično smo pregledali podatkovno zbirko PubMed do vključno novembra 2024. Pregledali smo raziskave glede na uporabljene izvedbene funkcijske teste za oceno sarkopenije, obdobje ocenjevanja bolnikov in izvedljivost funkcijskih testov.

**Rezultati:** V pregled smo vključili 8 raziskav. V izbranih raziskavah so bolnike ocenili z različnimi izvedbenimi funkcijskimi testi, kot so merjenje jakosti prijema roke, testi hoje, časovno merjeni test vstani in pojdi, ročna dinamometrija mišic iztegovalk kolena, skupina testov telesne zmogljivosti in test vstajanja s stola. Ugotovitve pregledanih raziskav kažejo na pomembnost ocenjevanja sarkopenije z izvedbenimi funkcijskimi testi ter poudarjajo tudi težave z izvedljivostjo določenih testov pri teh bolnikih. Najpogosteje uporabljeni test z visoko stopnjo izvedljivosti je bil test merjenja jakosti prijema roke.

<sup>1</sup> Oddelek za fizioterapijo, Zdravstvena fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

<sup>3</sup> Inštitut za patološko fiziologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

<sup>4</sup> Program za napredovalo srčno popuščanje in transplantacije srca, Klinični oddelek za kardiologijo, Interna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

<sup>5</sup> Katedra za interno medicino, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

**Korespondenca / Correspondence:** Nataša Mlakar, e: [natasa.mlakar@zf.uni-lj.si](mailto:natasa.mlakar@zf.uni-lj.si)

**Ključne besede:** sarkopenija; funkcija; jakost prijema roke; mehanska cirkulatorna podpora levega prekata; napredovalo srčno popuščanje

**Keywords:** sarcopenia; function; hand-grip strength; left ventricular assist device; advanced heart failure

**Prispelo / Received:** 29. 4. 2025 | **Sprejeto / Accepted:** 9. 8. 2025

**Citirajte kot/Cite as:** Mlakar N, Vauhnik R, Kacin A, Poglajen G. Ocenjevanje sarkopenije z izvedbenimi funkcijskimi testi pri bolnikih z vstavljenno mehansko cirkulatorno podporo levega prekata – sistematični pregled literature. Zdrav Vestn. 2025;94(9–10):254–62. DOI: <https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3629>



Avtorske pravice (c) 2025 Zdravniški Vestnik. To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno 4.0 mednarodno licenco.

**Zaključek:** Metodološki pristopi objavljenih raziskav so precej raznoliki. Ocenjevanje sarkopenije pri bolnikih pred vstavitvijo mehanske cirkulatorne podpore levega prekata ali po njej se izvaja z različnimi izvedbenimi funkcijskimi testi, ki imajo glede na stanje bolnika različno stopnjo izvedljivosti. V nadaljnjih raziskavah bi bilo potrebno prepoznati tiste izvedbene funkcijske teste, ki so klinično najbolj uporabni in izvedljivi ter najbolje napovedujejo izid zdravljenja bolnikov po vstavitvi mehanske cirkulatorne podpore levega prekata.

## Abstract

**Background:** Sarcopenia is common in patients with heart failure, including those selected for a left ventricular assist device. Sarcopenia is a significant negative risk factor for the outcome in patients with a left ventricular assist device. This systematic literature review aimed to analyze the methodological approaches to the assessment of sarcopenia using functional tests in patients with left ventricular assist devices.

**Methods:** We systematically searched the PubMed database until the end of November 2024. We reviewed the studies based on the functional tests used to assess sarcopenia, the period of patient assessment, and the feasibility of the functional tests.

**Results:** We included eight studies in the review. In the selected studies, sarcopenia was assessed using various functional tests, such as hand-grip strength measurements, walking tests, Timed Up and Go Test, hand-held knee extension dynamometry, a short physical performance battery, and a Sit-to-stand test. The results of the studies examined show the importance of assessing sarcopenia using functional tests and also highlight the difficulties in performing certain functional tests in these patients. The most commonly used test with a high degree of feasibility was the hand-grip strength test.

**Conclusion:** The methodological approaches of the published studies are quite different. The assessment of sarcopenia in patients before or after implantation of a left ventricular assist device is based on different functional tests, the feasibility of which varies depending on the patient's condition. Further research should identify the functional tests that are most clinically useful and feasible and that best predict patient outcome after left ventricular assist device implantation.

## 1 Uvod

Sarkopenija je po definiciji nizka zmogljivost skeletnega mišičja, povezana z njegovo nizko kakovostjo in maso (1). Pogosto je prisotna tudi pri bolnikih s srčnim popuščanjem. Na sarkopenijo pri bolnikih s srčnim popuščanjem vpliva več dejavnikov: nevrološke in hormonske spremembe, prisotnost sistemskega vnetja, podhranjenost, mitohondrijska disfunkcija, zmanjšan pretok krvi skozi skeletno mišico in telesna nedejavnost (2). Sarkopenija je prisotna pri 10–68 % bolnikov s srčnim popuščanjem, a z višjo prevalenco pri hospitaliziranih bolnikih (55 %) (3,4). Prisotna je pri kar 52 % bolnikov z akutnim dekompenziranim srčnim popuščanjem (5) in pri 52 % bolnikov, ki so izbrani za vstavev mehanske cirkulatorne podpore levega prekata (*angl.* left ventricular assist device, LVAD) (6).

Sarkopenija, krhkost in kaheksija so povezane z nižjo stopnjo preživetja, zmanjšano telesno zmogljivostjo in s slabšo kakovostjo življenja bolnikov s srčnim popuščanjem, tudi tistih, ki so na seznamu bolnikov za vstavev LVAD ali za presaditev srca (2). Sarkopenija je lahko pomemben negativen dejavnik tveganja za izid zdravljenja bolnikov z LVAD. Dejavniki tveganja, ki povečujejo tveganje za nastanek sarkopenije pri teh bolnikih, so lahko: razlog za operacijo, kirurški postopki, postopki po operaciji in možni zapleti (*npr.* okužbe, krvavitev itd.) (7).

Avtorji so najpogosteje opisovali proučevanje količine atrofije skeletnih mišic *m. pectoralis major* (8-12), *m. psoas major* (13,14), *m. erektor spinae* (15) in trebušnih mišic (16) s slikovnimi preiskavami pred vstavitvijo LVAD in po njej. Evropska delovna skupina za sarkopenijo pri starejših (*angl.* European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP2) poudarja, da je poleg mase in kakovosti skeletne mišice pomembna tudi mišična zmogljivost in funkcija. To velja kot ključno merilo za sarkopenijo, ki pa je pri bolnikih pred ali po vstavitvi LVAD še niso sistematično raziskali (1). EWGSOP2 sicer navaja funkcijske teste, ki so primerni za starejše posameznike, a bolniki z LVAD imajo tudi druge omejitve. Pred vstavitvijo LVAD je pomembna omejitev tudi stanje srčnega popuščanja, po vstavitvi LVAD pa omejitve naprave LVAD, ki jih je treba upoštevati pri izboru testov. Največje omejitve lahko predstavlja izvedba testov hoje v obdobju pred vstavitvijo LVAD zaradi šibkosti in možne nepomičnosti bolnikov (1,17,18). O bolnikih z LVAD so avtorji doslej objavili zgolj sistematični pregled o krhkosti (17-19) in o meritvi jakosti prijema (20). Želeli smo sistematično pregledati literaturo na področju ocenjevanja sarkopenije z različnimi izvedbenimi funkcijskimi testi pri bolnikih pred vstavitvijo LVAD ali po njej, saj takšnega pregleda doslej še nismo zasledili.

Namen sistematičnega pregleda literature je bil analizirati metodološke pristope ocenjevanja sarkopenije z izvedbenimi funkcijskimi testi pri bolnikih pred vstavitvijo LVAD ali po njej.

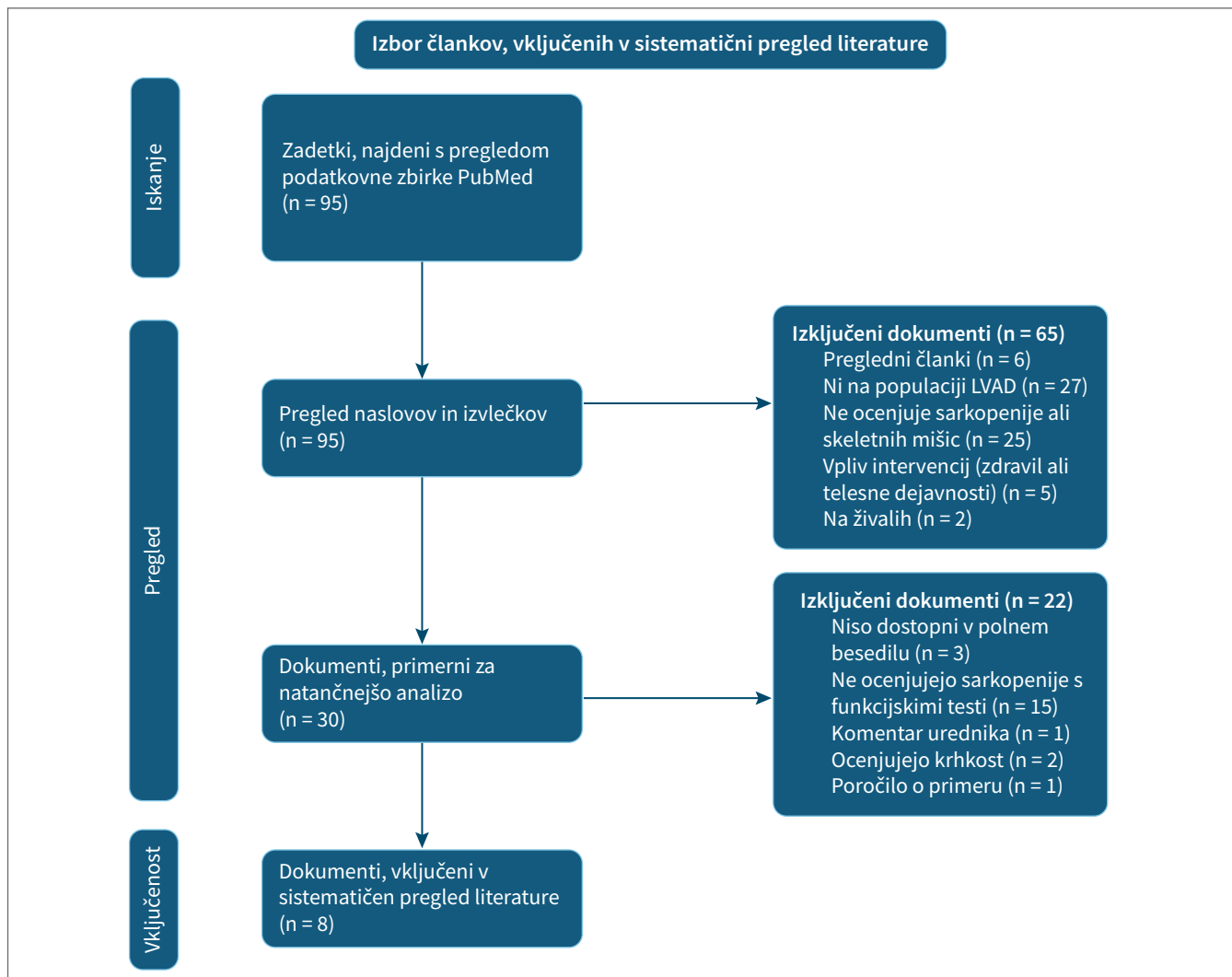
## 2 Metode

Pregledali smo elektronsko podatkovno zbirko PubMed (21) in za iskanje v celotnem bibliografskem zapisu uporabili ključne besede in besedne zveze v angleškem jeziku: »(sarcopenia OR muscle mass OR grip strength) AND (ventricular assist device)«. Pregledali smo raziskave, ki so bili objavljene do vključno novembra 2024.

V pregled literature smo vključili raziskave, ki so ocenjevale sarkopenijo, mišično maso ali funkcijo skeletnih mišic bolnikov pred vstavitvijo LVAD ali po njej z vsaj 1 funkcijskim testom, na najmanj 1 časovni točki pred vstavitvijo LVAD ali po njej in so bili objavljeni v

angleškem jeziku. Analizirali smo zasnovo in kakovost raziskave, velikost in značilnosti vzorca bolnikov, uporabljene funkcijske teste za oceno sarkopenije, obdobje ocenjevanja bolnikov, delež bolnikov, ki so bili zmožni izvesti posamezni funkcijski test, in ključne ugotovitve raziskave.

Vključene raziskave smo sami ocenili z lestvico Newcastle-Ottawa za oceno kakovosti kohortnih, nerandomiziranih in presečnih raziskav (*angl.* The Newcastle-Ottawa Scale for assessing the quality of nonrandomised studies, meta-analyses and adapted scale for cross sectional studies, NOS) (22). Lestvica je sestavljena iz 8 kategorij, pri katerih lahko posamezna raziskava doseže od 0 do 9 točk. Pri tem višja vrednost vsote točk predstavlja višjo kakovost raziskav. Vrednosti ocen NOS od 7 do 9 pomenijo nizko tveganje za pristranost, od 4 do 6 visoko tveganje za pristranost in ocene od 0 do 3 zelo visoko tveganje za pristranost (23).



**Slika 1:** Shema diagrama poteka izbire literature za vključitev v pregled literature o ocenjevanju sarkopenije s funkcijskimi testi pri bolnikih pred vstavitvijo LVAD ali po njej. Povzeto po McKenzie JE, et al., 2024 (33).

### 3 Rezultati

V pregled literature smo končno vključili 8 raziskav (24-31). Shemo diagrama poteka izbire literature na diagramu PRISMA (32) prikazuje [Slika 1](#).

#### 3.1 Opis glavnih značilnosti vključenih raziskav

V pregled literature smo vključili 8 kvantitativnih raziskav, objavljenih v letih 2014–2024, z različnimi raziskovalnimi zasnovami (24-31). Opis glavnih značilnosti vključenih raziskav prikazuje [Tabela 1](#).

#### 3.2 Rezultati analize vsebine vključenih raziskav

Glede na geografsko pripadnost je bilo 5 raziskav izvedenih v Združenih državah Amerike (24,25,27,28,31),

1 raziskava na Nizozemskem (26), 1 v Nemčiji (30) in 1 na Japonskem (29). V raziskavah je sodelovalo od 8 (27) do 187 (24) bolnikov pred vstavitvijo LVAD ali po njej. Ena raziskava je v posebni skupini proučevala tudi bolnike po presaditvi srca, a te skupine nismo analizirali (27).

V izbranih raziskavah so ocenjevali sarkopenijo z različnimi izvedbenimi funkcijskimi testi, razvrščenimi po pogostosti, in sicer od najpogostejše do najredkeje uporabljenih:

- merjenje jakosti prijema roke s hidravličnim dinamometrom (*angl.* hand-grip dynamometry) (24-31);
- testi hoje (6-minutni test hoje (27,29,30), test hoje na 4 m (26) in test hoje na 5 m (27));
- časovno merjeni test vstani in pojdi (*angl.* timed up and go test) (26);
- merjenje mišične sile mišic iztegovalk kolenskega sklepa z ročno dinamometrijo (*angl.* hand-held dynamometry) (29);

**Tabela 1:** Opis glavnih značilnosti vključenih raziskav v pregled literature.

Prvi avtor, leto	Zasnova raziskave, država	Velikost vzorca (N)* in starost (povprečje in SO)	Uporabljeni funkcijski testi za oceno sarkopenije	Ocena NOS (0-9) **
Assiello et al., 2024 (24)	Retrospektivna raziskava, ZDA	N = 187	HGS (Jamar, normativne vrednosti za spol in starost)	6
Chung et al., 2014 (25)	Opazovalna kohortna raziskava, ZDA	N = 72 59 ± 2 leti	HGS (Jamar, prilagojeno na TM)	9
Dautzenberg et al., 2023 (26)	Presečna raziskava, Nizozemska	N = 73 57,9 ± 7,4 leta	HGS (normativne vrednosti za spol in starost), TUG, hitrost hoje na 4m	7
Green et al., 2024 (27)	Prospektivna opazovalna pilotna raziskava, ZDA	N = 8 68,0 (63,5–71,0) let***	HGS, hitrost hoje na 5 m, 6MWT, SPPB, 30sSTST.	7
Khawaja et al., 2014 (28)	Kohortna raziskava, ZDA	N = 15 64 ± 7 let	HGS (Jamar, prilagojeno na TM)	6
Kobayashi et al., 2022 (29)	Opazovalna raziskava, Japonska	N = 28 44,4 ± 14,1 leta 46,9 ± 12,0 leta	HGS (Jamar, prilagojeno na TM), LEMS, 6MTH	6
Roehrich et al., 2022 (30)	Prospektivna raziskava, Nemčija	N = 94 59 (53,3-65,0) let***	HGS (Saehan, prilagojeno na spol in ITM), 6MWT	8
Yost et al., 2017 (31)	Opazovalna kohortna raziskava, ZDA	N = 90 56,73 ± 15,06 leta	HGS (Jamar, prilagojeno na TM)	6

Legenda: N – velikost vzorca; SO – standardni odklon; NOS – lestvica Newcastle-Ottawa (*angl.* Newcastle-Ottawa scale); ZDA – Združene države Amerike; HGS – meritev jakosti prijema mišic rok s hidravličnim dinamometrom (*angl.* hand-grip dynamometry); LEMS – merjenje mišične sile mišic iztegovalk kolenskega sklepa z ročno dinamometrijo (*angl.* hand-held dynamometry); 6MWT – 6-minutni test hoje (*angl.* 6-minute walk test); SPPB – skupina testov telesne zmogljivosti (*angl.* short physical performance battery); 30sSTST – 30-sekundni test vstajanja s stola (*angl.* 30-second sit-to-stand test); TM – telesna masa; ITM – indeks telesne mase; \* – podano je število udeležencev, ki so jih vključili v funkcijsko testiranje; \*\* – vključene raziskave smo ocenili sami z lestvico Newcastle-Ottawa; \*\*\* – podatek o mediani in interkvartilnem razponu.

- skupina testov telesne zmogljivosti (*angl.* short physical performance battery) (27) in
- 30-sekundni test vstajanja s stola (*angl.* 30-second sit-to-stand test) (27).

Za merjenje jakosti prijema roke s hidravličnim dinamometrom je večina raziskovalcev uporabila izdelek proizvajalca Jamar (24,25,28,29,31), 1 raziskava izdelek proizvajalca Saehan (31), 2 raziskavi pa proizvajalca nista navedli (26,27). Jakosti prijema roke so v 4 raziskavah ovrednotili glede na telesno maso preiskovanca (25,28,29,31), pri 1 so vrednosti ovrednotili glede na normativne vrednosti za spol in starost (24,26), pri 1 pa na normativne vrednosti za spol in indeks telesne mase (30).

Ocenjevanje sarkopenije s funkcijskimi testi so v 4 raziskavah izvedli le pred vstavitvijo LVAD (24,26,30,31), 4 raziskave pa pred vstavitvijo LVAD in po njej (25,27-29). O izvedljivosti funkcijskih testov so poročali v 6 raziskavah (24,26,27,29-31). Pred vstavitvijo LVAD ali po njej je bila izvedljivost merjenja jakosti prijema roke s hidravličnim dinamometrom od 70,6 % do 100 % (24,26,27,29-31), izvedljivost merjenja mišične sile mišic iztegovalk kolenskega sklepa z ročno dinamometrijo od 79 % do 100 % (29), izvedljivost časovno merjenega testa vstani in pojdi 90,4 % (26), izvedljivost skupine testov telesne zmogljivosti in 30-sekundnega testa vstajanja s stola od 47,4 % do 94,1 %, izvedljivost testov hitrosti hoje od 47,7 % do 94,1 % (26,27) in izvedljivost 6-minutnega testa hoje od 31,6 % do 94,1 % (27,30). Podrobnejši podatki in najpomembnejši zaključki vključenih raziskav so prikazani v **Tabeli 2**.

Oceno sarkopenije z izvedbenimi funkcijskimi testi pred vstavitvijo LVAD ali po njej, z intervencijo ali brez so proučevale 4 raziskave (24,26-28). Napovedne vrednosti izvedbenih funkcijskih testov za čas hospitalizacije po vstavitvi LVAD (31), ponovno hospitalizacijo v obdobju enega leta po vstavitvi LVAD (29), smrtnost po vstavitvi LVAD (25,30) in podaljšan čas predihavanja po kirurškem posegu so proučevale 4 raziskave (30). Kakovost raziskav, ocenjena z NOS, je bila med 6 in 9 (22).

## 4 Razprava

S pregledom literature o ocenjevanju sarkopenije s funkcijskimi testi pri bolnikih pred vstavitvijo LVAD ali po njej smo ugotovili, da so v uporabi specifična merilna orodja za oceno mišične zmogljivosti in funkcije, ki jih za ocenjevanje sarkopenije navaja tudi EWGSOP2 (1). To so merjenje jakosti prijema roke s hidravličnim dinamometrom (24-31), hitrost hoje na 4 m (27), skupina

testov telesne zmogljivosti (27) in časovno merjeni test vstani in pojdi (26). EWGSOP2 navaja tudi test hoje na 400 metrov, ki ga avtorji niso vključili v nobeno od raziskav, so pa vključili 6-minutni test hoje (1,27,29,30). EWGSOP2 prav tako navaja test petih vstajanj s stola, ki ga prav tako niso vključili v nobeno od raziskav, so pa v 1 raziskavo avtorji vključili 30-sekundni test vstajanja s stola (27). Razlog, da so avtorji izbrali 30-sekundni test vstajanja s stola, je morda ta, da ima manjši učinek tal, saj ga lahko izvedejo tudi šibkejši bolniki. Zato lahko natančneje oceni širši nabor bolnikov kot test petih vstajanj s stola (34). Testi za oceno mišične zmogljivosti, kot sta jakost prijema roke in vstajanje s stola, lahko podajo podatek o verjetnosti sarkopenije. Testi za oceno funkcije, kot so na primer testi hoje, pa podajo podatek o obsežnosti sarkopenije. Testi za oceno funkcije so zahtevnejši in podajo širšo sliko delovanja bolnika, saj poleg mišične zmogljivosti ocenjujejo tudi centralni in periferni živčni sistem ter ravnotežje (1).

Najpogosteje uporabljeni funkcijski test v vseh vključenih raziskavah je bil test merjenja jakosti prijema roke s hidravličnim dinamometrom (24-31). Kot navajajo avtorji nekaterih vključenih raziskav, je tudi izvedljivost tega testa pri bolnikih pred vstavitvijo LVAD visoka, in sicer od 87-100 % (24,26,27,30,31), po vstavitvi pa od 70,6 % (27) do 94,1 % (27). To pomeni visoko izvedljivost v primerjavi z drugimi funkcijskimi testi, ki so jih avtorji uporabili v vključenih raziskavah. Visoka izvedljivost testa je lahko posledica nezahtevnosti testa ne glede na zdravstveno stanje, hemodinamsko stabilnost ali telesno zmožnost (27,31). Primeren je tudi za hospitalizirane in šibkejše bolnike, ki ležijo v postelji, za bolnike v akutnem obdobju, za hemodinamsko nestabilne bolnike in bolnike s poslabšanjem stanja srčnega popuščanja (25,35). Merjenje jakosti prijema roke je torej odlično izvedljiv in klinično uporaben test, za katerega je potrebno malo opreme in časa, je poceni in ni zahteven za izvedbo. Prav tako lahko nudi pomembno oceno stanja bolnika pred vstavitvijo LVAD (24,25,26,27). Napovedno vrednost testa potrjujeta 2 avtorja: nižja jakost prijema roke pred operacijo je povezana z daljšim časom hospitalizacije (31) in večjo smrtnostjo po vstavitvi LVAD (25). Nasprotno pa Roehrich in sodelavci (2022) niso potrdili napovedne vrednosti za smrtnost in podaljšan čas potrebe po predihavanju bolnikov po vstavitvi LVAD (30). Čeprav je meritev jakosti prijema roke eden od izvedbenih funkcijskih testov za oceno sarkopenije z visoko izvedljivostjo, se je treba zavedati pomanjkljivosti ocenjevanja lokalizirane mišične jakosti. Zato je smiselno rezultate dopolniti z drugimi kazalniki sarkopenije. Omejitve testa merjenja jakosti prijema

**Tabela 2:** Ocenjevanje bolnikov s funkcijskimi testi pred ali po vstavitvi mehanske cirkulatorne podpore levega prekata (izvedljivost funkcijskih testov in najpomembnejše ugotovitve vključenih raziskav).

Prvi avtor, leto	Ocena s funkcijskimi testi pred vstavitvijo LVAD (DA/NE)	Ocena s funkcijskimi testi po vstavitvi LVAD (DA/NE)	Izvedljivost funkcijskih testov	Najpomembnejše ugotovitve raziskav
Assiello et al., 2024 (24)	DA	NE	HGS: 96,8 %	17,7 % vseh preiskovancev je imelo nizke rezultate testa (tj. 2 SO pod povprečjem za njihovo starost in spol).
Chung et al., 2014 (25)	DA (Povprečje: 2,3 ± 4,9 dni pred LVAD)	DA (po 1, 2, 3, 4, 5, 6 mesecih)	HGS: / (po 6 mesecih je bilo testiranih zgolj 37,5 % preiskovancev)	Jakost prijema roke < 25 % celotne telesne teže predstavlja večjo verjetnost za smrtnost po operaciji z 72-odstotno občutljivostjo in z 80-odstotno specifičnostjo.
Dautzenberg et al., 2023 (26)	DA	NE	HGS: 100 % TUG: 90,4 % Hitrost: 89 %	57,5 % preiskovancev je imelo zmanjšan HGS glede na normativne vrednosti za spol in starost, 6 % preiskovancev pa zmanjšan rezultat testa TUG.
Green et al., 2024 (27)	DA	DA (ob odpustu iz ICU, po 3 m., po 6 m.)	Pred*: HGS: 100 % Hitrost: 47,4 % 6MWT: 31,6 % SPPB: 47,4 % 30sSTST: 47,4 % Po*: Vsi testi: 70,6-94,1 %	Raziskava potrjuje izvedljivost skupine testov za funkcijsko oceno, kognitivno oceno in psihosocialno oceno bolnikov z napredovalim srčnim popuščanjem, ki potrebujejo operacijo (LVAD ali TX).
Khawaja et al., 2014 (28)	DA	DA (6 mesecev, 1-krat mesečno)	HGS: /	HGS se po 6 mesecih izboljša za povprečno 26,5 % v primerjavi z meritvami pred vstavitvijo LVAD.
Kobayashi et al., 2022 (29)	DA	DA (ob odpustu)	HGS: / LEMS: predop. 79-86 % poop. 100 %. 6MTH: /	Bolniki z LVAD, ki imajo ob odpustu nižjo mišično zmogljivost mišic iztegovalk kolena, so statistično značilno večkrat ponovno hospitalizirani v obdobju 1 leta po odpustu.
Roehrich et al., 2022 (30)	DA (1 - 36 dni pred vstavitvijo LVAD)	NE	HGS: 87 % 6MWT: 62 %	Niso našli povezave med vrednostmi HGS/6MWT in kliničnimi izidi (6-mesečna smrtnost po vstavitvi LVAD in podaljšani čas predihavanja po operaciji).
Yost et al., 2017 (31)	DA	NE	HGS: 100 %	Nižja jakost prijema pred operacijo je samostojni kazalnik za daljši čas hospitalizacije pri bolnikih po vstavitvi LVAD.

Legenda: SO – standardni odklon; LVAD – mehanska cirkulatorna podpora levega prekata (*angl.* left ventricular assist device); ICU – enota intenzivne terapije (*angl.* Intensive care unit); TX – presaditev srca; HGS – meritev jakosti prijema mišic rok s hidravličnim dinamometrom (*angl.* hand-grip dynamometry); LEMS – merjenje mišične sile mišic iztegovalk kolenskega sklepa z ročno dinamometrijo (*angl.* hand-held dynamometry); 6MWT – 6-minutni test hoje (*angl.* 6-minute walk test); SPPB – skupina testov telesne zmogljivosti (*angl.* short physical performance battery); 30sSTST – 30-sekundni test vstajanja s stola (*angl.* 30-second sit-to-stand test); TUG - časovno merjeni test vstani in pojdi (*angl.* timed up and go test); / - ni podatka; \* - podatki za preiskovance z LVAD in po presaditvi srca skupaj; predop. – pred operacijo; poop. – po operaciji.

roke so lahko razlog za različne ugotovitve napovednih vrednosti omenjenega testa (25,30,31). Polastri in sodelavci (2022) s sistematičnim pregledom literature ugotavljajo pomanjkanje literature o merjenju jakosti prijema roke pri bolnikih pred vstavitvijo LVAD ali po njej ter zaključujejo, da je potrebnih več raziskav za potrditev napovedne vrednosti tega testa (20).

Pred vstavitvijo LVAD je bolnike težje ocenjevati s funkcijskimi testi zaradi slabšega zdravstvenega stanja (27,36), odrejenega strogega mirovanja v postelji zaradi medicinskih naprav, kot je femoralno vstavljena intraaortna balonska črpalka in možnega kratkega časovnega okna pred nenadno, hitro ali nujno napotitvijo bolnikov na vstavev LVAD (27). Funkcijski testi, ki so lahko prezahtevni za izvedbo pred vstavitvijo LVAD, so 6-minutni test hoje, 30-sekundni test vstajanja s stola, ocenjevanje hitrosti hoje in skupina testov telesne zmogljivosti. To avtorji potrjujejo z nizko izvedljivostjo omenjenih testov (31,6–47,4 %), z najnižjimi vrednostmi pri 6-minutnem testu hoje (27). Izvedljivost določenih testov je lahko otežena tudi po vstavitvi LVAD, kar so potrdili tudi v 2 vključenih raziskavah (27,29) in potrjujejo tudi Laoutaris in sodelavci (2024). Pri njihovem kliničnem primeru bolnik ni bil zmožen izvesti testov hoje in testa vstajanja s stola 2 tedna po vstavitvi LVAD (39).

Kobayashi in sodelavci (2022) so edini od vključenih raziskav uporabili merjenje mišične sile mišic iztegovalk kolenskega sklepa z ročno dinamometrijo za oceno bolnika pred vstavitvijo LVAD in po njej (29). To so izvedli tudi Laoutaris in sodelavci (2024) pri poročilu o primeru bolnika po vstavitvi LVAD (39). Ocena funkcije mišic spodnjih udov lahko predstavlja večjo funkcijsko uporabnost testa v primerjavi z merjenjem jakosti prijema roke, saj imajo bolniki po vstavitvi LVAD zaradi sternotomije omejitve izvajanja gibanja z zgornjimi udi po operaciji (29,37,38). Nižja vrednost mišične sile mišic iztegovalk kolena ima napovedno vrednost za ponovno hospitalizacijo v obdobju 1 leta po odpustu (29). Meritev se izvaja v sedečem položaju, kar lahko pomeni manjšo izvedljivost testiranja pri bolnikih pred vstavitvijo LVAD ali po njej, ki ne zmorejo zadrževati sedečega položaja, ali pri bolnikih, ki imajo femoralno vstavljeno intraaortno balonsko črpalko (29). Testiranje z ročno dinamometrijo predstavlja zanesljivo, veljavno, cenovno ugodno in hitro izvedljivo obliko funkcijskega testiranja mišične zmogljivosti (29,39).

Nekatere vključene raziskave poudarjajo pogoste funkcijske okvare in slabše izide funkcijskih testov (24–27). To opozarja na pomembnost prepoznavanja funkcijskih potreb bolnikov pred vstavitvijo LVAD ali po njej (24). Ocenjevanje bolnikov z izvedbenimi

funkcijskimi testi je predpogoj za ustrezno pripravo individualnega programa rehabilitacije pred operacijo in po njej z elementi prilagojene aerobne vadbe, vadbe proti uporabi in vadbe inspiratornih dihalnih mišic (24,39,40).

#### 4.1 Omejitve in dobre strani raziskave

Gre za prvi pregled literature, ki se posveča oceni sarkopenije z izvedbenimi funkcijskimi testi pri tej populaciji bolnikov. Prepoznavanje in uporaba primernih in izvedljivih funkcijskih testov pri teh bolnikih je pogoj za ustrezno oceno in prepoznavanje sarkopenije ter za določitev ustrezne rehabilitacije (39). Prednost vključenih raziskav je uporaba objektivnih izvedbenih funkcijskih testov, ki jih navaja tudi EWGSOP2 (1). Prednost pregleda je tudi ta, da je bila polovica vključenih raziskav visoke kakovosti in z nizkim tveganjem za pristranost (25–27,30), ostale 4 raziskave pa so bile po oceni NOS zgolj 1 točko pod tem merilom (24,28,29,31).

Glavna omejitev naše analize so precej raznolike zasnove vključenih raziskav z uporabo različnih izvedbenih funkcijskih testov za ocenjevanje sarkopenije, kar je otežilo primerjanje raziskav. Pomembna omejitev je tudi majhen vzorec preiskovancev v večini vključenih raziskav. Zgolj 1 raziskava je namreč vključila več kot 100 preiskovancev. Zaradi neizvedljivosti testiranja bolnikov in ne vključitve bolnikov v testiranje zaradi zdravstvenega stanja so bili podatki, zbrani v več raziskavah, nepopolni. Omejitev našega pregleda je tudi vključitev zgolj tistih raziskav, ki so ocenjevale sarkopenijo in ne kaheksije, čeprav je ta lahko tesno povezana s sarkopenijo.

#### 4.2 Pomen rezultatov pregleda literature za stroko

Sarkopenija pri bolnikih pred ali po vstavitvi LVAD je aktualen problem za širši kardiološki zdravstveni tim, ki obravnava tovrstne bolnike. Sarkopenijo je potrebno odkrivati zgodaj, za to pa so ključnega pomena funkcijski testi (1,24,25,39). Sarkopenija se pogosto klinično ne prepozna tudi zaradi pomanjkanja klinično uporabnih in izvedljivih merilnih orodij z dobrimi psihometričnimi lastnostmi (39). Pomembna je uporaba testov, ki so hitri, cenovno dostopni in lahko izvedljivi (6,39). Ugotovitve našega pregleda literature lahko predstavljajo izhodišče za izbor primernih in izvedljivih funkcijskih testov, s katerimi bi ocenjevali to populacijo bolnikov.

### 4.3 Možnosti nadaljnjega raziskovanja

Za boljši uvid v izvedljivost in učinkovitost ocenjevanja sarkopenije s funkcijskimi testi pred vstavitvijo LVAD in po njej bodo v prihodnje potrebne še dodatne raziskave. V nadaljnjih raziskavah bi bilo potrebno prepoznati tiste izvedbene funkcijske teste, ki so klinično najbolj uporabni, izvedljivi ter najbolj napovedujejo izid zdravljenja bolnikov po vstavitvi LVAD. Prav tako bi bilo smiselno preveriti merske lastnosti posameznih izvedbenih funkcijskih testov pri tej populaciji s poudarkom na določanju klinično pomembnih razlik za posamezen test.

Večje število bolnikov bi bilo v prihodnje potrebno z izvedbenimi funkcijskimi testi ocenjevati longitudinalno, in sicer pred vstavitvijo LVAD in nato v več časovnih presledkih po vstavitvi LVAD.

### 5 Zaključek

Ugotovitve pregledanih raziskav kažejo na pomembnost ocenjevanja sarkopenije z izvedbenimi funkcijskimi testi pri bolnikih pred vstavitvijo LVAD ali po

njej. Najpogosteje uporabljeni izvedbeni funkcijski test za oceno sarkopenije z visoko stopnjo izvedljivosti je test merjenja jakosti prijema roke s hidravličnim dinamometrom, ki pa omogoča le grobo oceno zmogljivosti skeletnega mišičja. Bolj natančno in specifično oceno primanjkljajev v telesni zmogljivosti bolnikov lahko naredimo s testi hoje, časovno merjenim testom vstani in pojdi, z ročno dinamometrijo mišic iztegovalk kolenskega sklepa, skupino testov telesne zmogljivosti in s 30-sekundnim testom vstajanja s stola. V nadaljnjih raziskavah bi bilo potrebno prepoznati izvedbene funkcijske teste, ki so klinično najbolj uporabni in izvedljivi ter najbolj napovedujejo izid zdravljenja bolnikov po vstavitvi LVAD.

### Izjava o navzkrižju interesov

Avtorji nimamo navzkrižja interesov.

### Viri financiranja

Članek je nastal v sklopu raziskovalnega programa ARIS (P3-0457, P3-0043, P3-0388) in ARIS projekta Nanostructurome.

### Literatura

- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al.; Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31. DOI: [10.1093/ageing/afy169](https://doi.org/10.1093/ageing/afy169) PMID: 30312372
- Suzuki T, Palus S, Springer J. Skeletal muscle wasting in chronic heart failure. *ESC Heart Fail*. 2018;5(6):1099-107. DOI: [10.1002/ehf2.12387](https://doi.org/10.1002/ehf2.12387) PMID: 30548178
- Chandrashekar Iyer L, Vaishali K, Babu AS. Prevalence of sarcopenia in heart failure: A systematic review. *Indian Heart J*. 2023;75(1):36-42. DOI: [10.1016/j.ihj.2022.12.004](https://doi.org/10.1016/j.ihj.2022.12.004) PMID: 36567064
- Zhang Y, Zhang J, Ni W, Yuan X, Zhang H, Li P, et al. Sarcopenia in heart failure: a systematic review and meta-analysis. *ESC Heart Fail*. 2021;8(2):1007-17. DOI: [10.1002/ehf2.13255](https://doi.org/10.1002/ehf2.13255) PMID: 33576177
- Tsuchida K, Fujihara Y, Hiroki J, Hakamata T, Sakai R, Nishida K, et al. Significance of sarcopenia evaluation in acute decompensated heart failure skeletal muscle mass index versus fat-free mass index. *Int Heart J*. 2018;59(1):143-8. DOI: [10.1536/ihj.17-057](https://doi.org/10.1536/ihj.17-057) PMID: 29332917
- Vest AR, Wong WW, Chery J, Coston A, Telfer L, Lawrence M, et al. Skeletal muscle mass recovery early after left ventricular assist device implantation in patients with advanced systolic heart failure. *Circ Heart Fail*. 2022;15(5). DOI: [10.1161/CIRCHEARTFAILURE.121.009012](https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.121.009012) PMID: 35378982
- Fukushima N. Sarcopenia in Patients with End-Stage Cardiac Failure Requiring Ventricular Assist Device or Heart Transplantation. London: Intech Open; 2021 [cited 2024 Nov 13]. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/79115>.
- Carey MR, Ladanyi A, Nishikawa M, Bordon A, Leb JS, Pinsino A, et al. Preoperative pectoralis muscle area index is associated with biomarkers of inflammation and endotoxemia and predicts clinical outcomes after left ventricular assist device implantation: A cohort study. *Artif Organs*. 2024;48(12):1494-501. DOI: [10.1111/aor.14836](https://doi.org/10.1111/aor.14836) PMID: 39096053
- Jenkins FS, Minol JP, Akar T, Yilmaz E, Immohr MB, Dalyanoglu I, et al. Pectoral muscle mass is not a robust prognostic factor for survival after left ventricular assist device (LVAD) implantation. *J Cardiothorac Surg*. 2024;19(1):76. DOI: [10.1186/s13019-024-02547-8](https://doi.org/10.1186/s13019-024-02547-8) PMID: 38336743
- Erdoğan SB, Barutça H, Bastopcu M, Sargın M, Albeyoğlu Ş. Is pectoralis muscle index a risk factor for mortality in left ventricular assist device patients? *Rev Assoc Med Bras*. 2022;68(12):1692-7. DOI: [10.1590/1806-9282.20220744](https://doi.org/10.1590/1806-9282.20220744) PMID: 36449796
- Cogswell R, Murray T, Araujo R, Teige L, Trachtenberg B, Schultz JN, et al. External Validation of the Minnesota Pectoralis Muscle Risk Score to Predict Mortality after Ventricular Assist Device Implantation. *J Heart Lung Transplant*. 2020;39(4):S37. DOI: [10.1016/j.healun.2020.01.1194](https://doi.org/10.1016/j.healun.2020.01.1194)
- Teigen LM, John R, Kuchnia AJ, Nagel EM, Earthman CP, Kealhofer J, et al. Preoperative Pectoralis Muscle Quantity and Attenuation by Computed Tomography Are Novel and Powerful Predictors of Mortality After Left Ventricular Assist Device Implantation. *Circ Heart Fail*. 2017;10(9). DOI: [10.1161/CIRCHEARTFAILURE.117.004069](https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.117.004069) PMID: 28912261
- Wittmann F, Schlöglhofer T, Riebandt J, Schaefer AK, Wiedemann D, Tschernko E, et al. Psoas Muscle Area Predicts Mortality after Left Ventricular Assist Device Implantation. *Life (Basel)*. 2021;11(9):922. DOI: [10.3390/life11090922](https://doi.org/10.3390/life11090922) PMID: 34575071

14. Heberton GA, Nassif M, Bierhals A, Novak E, LaRue SJ, Lima B, et al. Usefulness of Psoas Muscle Area Determined by Computed Tomography to Predict Mortality or Prolonged Length of Hospital Stay in Patients Undergoing Left Ventricular Assist Device Implantation. *Am J Cardiol.* 2016;118(9):1363-7. DOI: [10.1016/j.amjcard.2016.07.061](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2016.07.061) PMID: 27622708
15. Sugimura Y, Sipahi NF, Immohr MB, Yilmaz E, Aissa J, Boeken U, et al. Effect of preoperative erector spinae muscles mass on postoperative outcomes in patients with left ventricular assist devices. *J Card Surg.* 2022;37(2):297-304. DOI: [10.1111/jocs.16100](https://doi.org/10.1111/jocs.16100) PMID: 34672025
16. Tsuji M, Amiya E, Hatano M, Nitta D, Maki H, Bujo C, et al. Abdominal skeletal muscle mass as a predictor of mortality in Japanese patients undergoing left ventricular assist device implantation. *ESC Heart Fail.* 2019;6(3):526-35. DOI: [10.1002/ehf2.12429](https://doi.org/10.1002/ehf2.12429) PMID: 30929311
17. Tse G, Gong M, Wong SH, Wu WK, Bazoukis G, Lampropoulos K, et al.; International Health Informatics Study (IHIS) Network. Frailty and Clinical Outcomes in Advanced Heart Failure Patients Undergoing Left Ventricular Assist Device Implantation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2018;19(3):255-261.e1. DOI: [10.1016/j.jamda.2017.09.022](https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.09.022) PMID: 29129497
18. Meece LE, Yu J, Winchester DE, Petersen M, Jeng EI, Al-Ani MA, et al. Prognostic Value of Frailty for Heart Failure Patients Undergoing Left Ventricular Assist Device Implantation: A Systematic Review. *Cardiol Rev.* 2024;32(6):483-8. DOI: [10.1097/CRD.0000000000000541](https://doi.org/10.1097/CRD.0000000000000541) PMID: 36881614
19. Yu J, Petersen MR, Meece LE, Jeng EI, Al-Ani MA, Parker AM, et al. A new opportunity for patient selection and optimization: systematic review of cognitive frailty in patients undergoing left ventricular assist device implantation. *Geriatr Gerontol Int.* 2024;24(2):204-10. DOI: [10.1111/ggi.14798](https://doi.org/10.1111/ggi.14798) PMID: 38199969
20. Polastri M, Boschi S, Tchanchalashvili V, Loforte A. Hand grip strength in patients with LVADs: A scoping review. *Artif Organs.* 2022;46(5):747-54. DOI: [10.1111/aor.14180](https://doi.org/10.1111/aor.14180) PMID: 35092625
21. National Library of Medicine. Pubmed. Bethesda: US NLM; 2024 [cited 2024 Nov 5]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
22. Ottawa Hospital Research Institute. New Castle - Ottawa Quality Assessment Scale Case Control Studies. Ottawa: OHRI; 2024 [cited 2024 Nov 5]. Available from: [https://www.ohri.ca/programs/clinical\\_epidemiology/nosgen.pdf](https://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/nosgen.pdf).
23. Lo CK, Mertz D, Loeb M. Newcastle-Ottawa Scale: comparing reviewers' to authors' assessments. *BMC Med Res Methodol.* 2014;14(1):45. DOI: [10.1186/1471-2288-14-45](https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-45) PMID: 24690082
24. Asiello JD, Kelley CM, Cannone K, McInnis L, Begin A, Dittrich M, et al. Addressing the functional needs of left ventricular assist device candidates: development and feasibility of an occupational therapy pre-operative evaluation. *Heart Lung.* 2024;64:198-207. DOI: [10.1016/j.hrtlng.2024.01.006](https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2024.01.006) PMID: 38301417
25. Chung CJ, Wu C, Jones M, Kato TS, Dam TT, Givens RC, et al. Reduced handgrip strength as a marker of frailty predicts clinical outcomes in patients with heart failure undergoing ventricular assist device placement. *J Card Fail.* 2014;20(5):310-5. DOI: [10.1016/j.cardfail.2014.02.008](https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2014.02.008) PMID: 24569037
26. Dautzenberg L, van Laake LW, Rajjman RC, Lefeber GJ, Knol W, Oerlemans MI, et al. Impairments identified by comprehensive geriatric assessment in potential candidates for left ventricular assist device and heart transplantation. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2023;50. DOI: [10.1016/j.ijcha.2023.101318](https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2023.101318) PMID: 38169976
27. Green KJ, North R, DeVore AD, Green S, Poole AK. Feasibility of a Multidomain Resiliency Assessment in Patients With Advanced Heart Failure Requiring Surgery: A Pilot Study. *Phys Ther.* 2024;104(12). DOI: [10.1093/ptj/pzae135](https://doi.org/10.1093/ptj/pzae135) PMID: 39255365
28. Khawaja T, Chokshi A, Ji R, Kato TS, Xu K, Zizola C, et al. Ventricular assist device implantation improves skeletal muscle function, oxidative capacity, and growth hormone/insulin-like growth factor-1 axis signaling in patients with advanced heart failure. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014;5(4):297-305. DOI: [10.1007/s13539-014-0155-9](https://doi.org/10.1007/s13539-014-0155-9) PMID: 25100356
29. Kobayashi K, Mutsuga M, Usui A. Relationship between muscle strength and rehospitalization in ventricular assist device patients. *Sci Rep.* 2022;12(1):50. DOI: [10.1038/s41598-021-04002-3](https://doi.org/10.1038/s41598-021-04002-3) PMID: 34997047
30. Roehrich L, Sündermann SH, Just IA, Kopp Fernandes L, Stein J, Solowjowa N, et al. Comparison of feasibility and results of frailty assessment methods prior to left ventricular assist device implantation. *ESC Heart Fail.* 2022;9(2):1038-49. DOI: [10.1002/ehf2.13764](https://doi.org/10.1002/ehf2.13764) PMID: 34994094
31. Yost G, Bhat G. Relationship Between Handgrip Strength and Length of Stay for Left Ventricular Assist Device Implantation. *Nutr Clin Pract.* 2017;32(1):98-102. DOI: [10.1177/0884533616665926](https://doi.org/10.1177/0884533616665926) PMID: 27600398
32. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. DOI: [10.1136/bmj.n71](https://doi.org/10.1136/bmj.n71) PMID: 33782057
33. McKenzie JE, Page MJ, Mayo-Wilson E, Boutron I, Moher D, Takwoingi Y. PRISMA flow diagram. S.l.: Prisma; 2024 [cited 2024 Nov 27]. Available from: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>.
34. Slak V, Rugelj D. Merske lastnosti 30-sekundnega testa vstajanja s stola. *Fizioterapija.* 2022;30(1):41-50.
35. Blanquet M, Ducher G, Sauvage A, Dadet S, Guiyedi V, Farigon N, et al. Handgrip strength as a valid practical tool to screen early-onset sarcopenia in acute care wards: a first evaluation. *Eur J Clin Nutr.* 2022;76(1):56-64. DOI: [10.1038/s41430-021-00906-5](https://doi.org/10.1038/s41430-021-00906-5) PMID: 33850314
36. Cooper LB, Hammill BG, Allen LA, Lindenfeld J, Mentz RJ, Rogers JG, et al. Assessing Frailty in Patients Undergoing Destination Therapy Left Ventricular Assist Device: Observations from Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support. *ASAIO J.* 2018;64(1):16-23. DOI: [10.1097/MAT.0000000000000600](https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000000600) PMID: 28525417
37. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for Cardiac Rehabilitation Programs. 6th ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 2021. pp. 15-29.
38. Royal Dutch Society for Physical Therapy/KNGF Clinical Practice Guideline for physical therapy in patients undergoing cardiac rehabilitation. *Dutch Journal of Physical Therapy.* 2011;121(V-08).
39. Laoutaris ID, Gkouziouta A, Bonios MJ, Katelouzou G, Kogerakis N, Chamogeorgakis T, et al. The left ventricular assist device 'skeleton man': case report-simple tools for skeletal muscle evaluation and very early aerobic/resistance/inspiratory training in cardiac cachexia. *Eur Heart J Case Rep.* 2024;8(8). DOI: [10.1093/ehjcr/ytac401](https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytac401) PMID: 39161719
40. Maurer MS, Horn E, Reyentovich A, Dickson VV, Pinney S, Goldwater D, et al. Can a Left Ventricular Assist Device in Individuals with Advanced Systolic Heart Failure Improve or Reverse Frailty? *J Am Geriatr Soc.* 2017;65(11):2383-90. DOI: [10.1111/jgs.15124](https://doi.org/10.1111/jgs.15124) PMID: 28940248