

# Lokalne komplikacije kod bolesnika s implantiranom mehaničkom cirkulacijskom potporom

---

Jelinek, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:038732>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**MEDICINSKI FAKULTET**  
**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ SESTRINSTVA**

**IVANA JELINEK**

**Lokalne komplikacije kod bolesnika s  
implantiranom mehaničkom cirkulacijskom  
potporom**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**MEDICINSKI FAKULTET**  
**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ SESTRINSTVA**

**IVANA JELINEK**

**Lokalne komplikacije kod bolesnika s  
implantiranom mehaničkom cirkulacijskom  
potporom**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2018.**

**Ovaj diplomski rad je izrađen na Zavodu za kardijalnu i transplantacijsku kirurgiju Kliničke bolnice Dubrava pod vodstvom prof. dr. sc. Željka Sutlića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2017/2018.**

**Mentor rada: prof.dr.sc. Željko Sutlić, dr.med.**

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem mentoru prof.dr.sc. Željku Sutliću na ukazanom povjerenju te na uloženom trudu i vremenu u izradu ovog diplomskog rada. Hvala na strpljenju, svojoj podršci, znanstvenim i stručnim savjetima koji su mi uvelike pomogli u oblikovanju i nastanku rada.

Također zahvaljujem sestri Ružici Mrkonjić na nesebičnoj pomoći, velikoj podršci te stručnim savjetima u cjelokupnom postupku nastanka ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se Predsjedniku povjerenstva doc. dr. sc. Borisu Starčeviću, dr. med. i članu Povjerenstva doc dr. sc. Igoru Rudežu.

Zahvaljujem cijeloj obitelji i prijateljima koji su bili uz mene tijekom moga studiranja.

Posebnu zahvalu upućujem svojim roditeljima kojima i posvećujem ovaj rad. Hvala Vam na bezuvjetnoj podršci tijekom cjelokupnog školovanja te poticanju moje težnje k ostvarivanju ciljeva. Bez Vas sve ovo što sam do sada postigla ne bi bilo moguće!

Veliko HVALA svima!

## POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA KORIŠTENIH U RADU

VAD – uređaj za ventrikulsku podršku, eng. Ventricular assist device

LVAD – uređaj za podršku lijeve strane srca, eng. Left ventricular assist device

RVAD – uređaj za podršku desne strane srca, eng. Right ventricular assist device

BIVAD – uređaj za obostranu podršku ventrikula, engl. Biventricular assist device

PIVAD – uređaj za perkutanu podršku ventrikula, eng. Percutaneous ventricular assist device

HM II – Heart Mate II

HW – Heart Ware

TAH – potpuno umjetno srce, engl. Total artificial heart

ECMO – izvantjelesna membranska oksigenacija, eng. Extracorporeal membrane oxygenation

RPM – okretaja u minutu, eng. Rotation per minute

LPM – litara u minuti, eng. Liters per minute

IP – indeks pulsabilnosti, eng. Indeks pulsatility

CVP – centralni venski tlak, eng. Central venous pressure

CVK – centralni venski kateter, eng. Central venous catheter

ASA – acitilsalicilna kiselina

ECLS – izvantjelesna podrška životu, eng. Extracorporeal life support

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	8
1.1. Definiranje mehaničke cirkulacijske potpore.....	9
1.2. Klasifikacija mehaničke cirkulacijske potpore.....	10
2. POVIJESNI PREGLED MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE.....	11
3. INDIKACIJE I KONTRAINDIKACIJE ZA IMPLANTACIJU MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE.....	14
4. KLASIFIKACIJA MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE.....	17
4.1. Klasifikacija prema vremenu trajanja mehaničke cirkulacijske potpore.....	17
4.2. Klasifikacija prema mjestu ugradnje samog uređaja.....	17
4.3. Klasifikacija prema modalitetu ugradnje.....	90
4.4. Klasifikacija prema fiziološkom sustavu koji opskrbljuje.....	20
4.5. Klasifikacija prema mehanizmu rada.....	20
5. HEMODINAMIKA MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE.....	23
6. IZBOR UREĐAJA ZA DUGOTRAJNU MEHANIČKU CIRKULACIJSKU POTPORU.....	24
7. SELEKCIJA BOLESNIKA ZA MEHANIČKU CIRKULACIJSKU POTPORU.....	25
8. RIZICI I KOMPLIKACIJE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE.....	26
9. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU – HEART MATE II.....	30
9.1. Komponente sustava.....	31
9.2. Tumačenje parametara.....	33
10. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOG SRCA HEARTMATE III.....	35
11. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOG SRCA HEARTWARE.....	39
11.1. Komponente sustava.....	40
11.2. Načela rada.....	41
11.3. Karakteristike protoka krvi.....	42
11.4. Procjena protoka.....	42
11.5. Alarm otkrivanja usisa ventrikula.....	43
11.6. Lavare ciklus.....	43
11.7. Alarmi.....	44
12. POSTOPERATIVNA NJEGA BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM I ZBRINJAVANJE KOMPLIKACIJA.....	45
12.1. Postoperativna skrb.....	46
12.2. Antikoagulacija bolesnika s LVAD-om.....	46

12.3.	Održavanje krvnog tlaka.....	47
12.4.	Fizikalna rehabilitacija.....	47
12.5.	Aritmije.....	48
12.6.	Zatajenje desnog srca.....	48
12.7.	Održavanje regulatora.....	48
12.8.	Smjernice za kontrolu infekcije kod bolesnika s implantiranom mehaničkom cirkulacijskom potporom.....	50
13.	ULOGA MEDICINSKE SESTRE U EDUKACIJI BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM.....	52
14.	TRETMAN MJESTA IZLASKA PERKUTANOG KABELA.....	54
15.	LOKALNE KOMPLIKACIJE KOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM.....	56
15.1.	Infekcije mjesta izlaza perkutanog kabela.....	61
15.2.	Infekcija džepa pumpe.....	62
15.3.	Dijagnoza infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela i infekcije džepa pumpe.....	63
15.4.	Uzročnici infekcija.....	64
15.5.	Patogeneza infekcije.....	65
16.	LIJEČENJE LOKALNIH KOMPLIKACIJA MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA.....	67
16.1.	Lijekovi.....	61
16.2.	Prevenција infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela.....	70
17.	ISTRAŽIVANJE.....	71
17.1.	Cilj istraživanja.....	71
17.2.	Metode i ispitanici.....	71
17.3.	Hipoteza.....	71
17.4.	Rezultati istraživanja.....	72
18.	ZAKLJUČAK.....	92
19.	POPIS LITERATURE.....	93
20.	ŽIVOTOPIS.....	99



## **Sažetak**

### **Lokalne komplikacije kod bolesnika s implantiranom mehaničkom cirkulacijskom potporom**

**Ivana Jelinek**

Mehanička cirkulacijska potpora najinovativniji je način liječenja bolesnika s uznapređovanim zatajenjem srca. Ovakav oblik terapije koristi se kao most do oporavka, transplantacije ili kao oblik destinacijske terapije u bolesnika koji nisu kandidati za transplantaciju srca. Uređaj za mehaničku potporu srčanoj klijetci (VAD, prema eng. *Ventricular Assist Device*) je crpka koja pomaže radu srca i protoku krvi kroz tijelo, a koristi se kod bolesnika čije srce više nije sposobno adekvatno obavljati svoju funkciju. Takvi uređaji puno se češće koriste za potporu lijevoj klijetci (LVAD, prema eng. *Left Ventricular Assist Device*), a postoje i rjeđe korišteni RVAD uređaji (prema eng. *Right Ventricular Assist Device*). LVAD terapija je terapija prvog izbora kod bolesnika s uznapređovanim zatajenjem srca i povezana je s ozbiljnim popratnim događajima poput moždanog udara, krvarenja, zatajenja desnog srca, kvarom uređaja te infekcijama. Infekcije mjesta izlaska perkutanog kabela su najčešće i najvažnije komplikacije kod bolesnika s implantiranom mehaničkom cirkulacijskom potporom. Današnji LVAD-ovi još uvijek zahtijevaju perkutani kabel, koji je poveznica pumpe i regulatora te isporučuje energiju iz vanjskog izvora, a predstavlja ulazno mjesto za mikroorganizme. Infekcije povezane s LVAD-om imaju značajan utjecaj na klinički ishod bolesnika. Prema istraživanjima, bolesnici koji su imali infekciju imaju značajno nižu stopu preživljenja u usporedbi s bolesnicima bez infekcije. Također, bolesnici koji su u ranom postoperativnom tijeku nakon implantacije pumpe imali infekciju, imaju visok rizik za reoperaciju zbog krvarenja, zatajenja bubrega koje je često praćeno multiorganskim zatajenjem. Osim navedenih lokalnih komplikacija, nepovoljan utjecaj na klinički ishod imaju komplikacije u obliku tromboze pumpe. S obzirom da se komplikacije ne pojavljuju samo u ranom postoperativnom tijeku dok je bolesnik hospitaliziran, nego je izložen njima i nakon otpusta iz bolnice, od najvećeg značenja ostaje rano prepoznavanje i liječenje komplikacija kako bi se bolesnicima omogućila što bolja kvaliteta života.

**Ključne riječi: zatajivanje srca, mehanička cirkulacijska potpora, infekcije povezane s LVAD-om**

## **Abstract**

### **Local complications in patients with implanted mechanical circulatory support**

**Ivana Jelinek**

Mechanical circulatory support is the most innovative way of treating patients with advanced heart failure. This type of therapy is used as a bridge to recovery, transplantation or as a form of destination therapy in patients who are not candidates for heart transplantation. The Ventricular Assist Device (VAD) is a pump that helps the heart's work and pump blood through the body, and it is used in patients whose hearts are no longer able to adequately perform their function. These devices are much more commonly used for left ventricular assist devices (LVAD), and there are less commonly used RVAD devices (Right Ventricular Assist Device). LVAD therapy is the first choice of therapy in patients with advanced heart failure but it is associated with serious side events such as stroke, bleeding, heart failure, device failure, and infections. Driveline infections are the most common and most important complications in patients with implanted mechanical circulatory support. Today's LVADs still require a percutaneous cable, a pump and regulator link, and supplies energy from an external source, and it is an input for microorganisms. Infections associated with LVAD have a significant effect on the clinical outcome of the patient. According to research, patients who had an infection had a significantly lower survival rate compared to patients without infection. Also, patients who had an early post-operative operation after implantation of the pump had an infection, have high risk for re-operation due to bleeding, kidney failure often accompanied by multi-organ failure. Except local complications, adverse effects on clinical outcome have complications in the form of thrombosis of the pump. Since complications not occur only in the early postoperative course while the patient is hospitalized than exposed to them after hospital discharge, the most important is the early detection and treatment of complications in order to provide the patients as good as possible quality of their life.

**Key words: heart failure, mechanical circulation relief, LVAD-associated infections**

## 1. UVOD

Zatajivanje srca jedan je od vodećih javnozdravstvenih problema današnjice. Zatajivanje srca klinički je sindrom koji nastaje kao posljedica poremećaja srčane strukture i funkcije uslijed kojeg dolazi do nedovoljne opskrbe tkiva kisikom, koji se klinički očituje jasno prepoznatljivim simptomima (zaduha, umor, edemi gležnjeva) i znakovima (tahikardija, zastoj na plućima, galopni ritam, povišen venski tlak). Nedostatna srčana funkcija očituje se slabljenjem sistoličke i/ili dijastoličke funkcije lijeve i/ili desne klijetke. U podlozi zatajivanja srca postoji niz etioloških čimbenika kao što su bolesti miokarda, hipertenzivna bolest srca, kardiomiopatije te bolesti zalistaka.<sup>1</sup> Kontinuirano starenje populacije dovodi do sve veće incidencije i prevalencije zatajenja srca u populaciji. U osoba starijih od 65 godina incidencija iznosi 10 na 1000 osoba godišnje uz visoku petogodišnju smrtnost, usprkos velikom napretku u liječenju. U Hrvatskoj je 2013. godine umrlo 1341 osoba kao posljedica zatajivanja srca. Smrtnost se povećava s dobi i najviša je u najstarijim dobnim skupinama. Posljednjih godina bilježi se stopa smanjenja smrtnosti, dok je kretanje apsolutnog broja hospitalizacija zbog zatajivanja srca prilično stabilno. Zatajivanje srca značajan je uzrok mortaliteta i morbiditeta te veliko medicinsko i ekonomsko opterećenje društva. Prema statističkim podacima 1-2% odrasle populacije pati od zatajivanja srca. Procijenjena prevalencija u Europi je 3 na 1000 stanovnika s prevalencijom >10% kod osoba starijih od 70 godina. Prema takvim procjenama, od kroničnog zatajivanja srca u Hrvatskoj boluje 43000 do 80000 osoba, a incidencija u starijih iznad 65 godina raste na 10 na 1000 osoba godišnje. U Europi taj broj bolesnika raste na oko 10 milijuna bolesnika s dijagnosticiranim zatajivanjem srca. Tri su osnovna modela liječenja zatajivanja srca.<sup>2</sup> Konzervativno liječenje (lijekovi) danas je rezervirano za bolesnike s manjim stupnjem zatajenja srca.<sup>3</sup> Kada zatajenje srca postaje refraktorno na farmakološku terapiju ostaju nam dvije metode liječenja: transplantacija srca i mehanička cirkulacijska potpora. Uzevši u

---

<sup>1</sup> Hoosain J, Whittier J, Hasni F, Hankins S. The Initial Evaluation and Management of a Patient with Heart Failure. *Curr Cardiol Rep.* 2017 Sep 6;19(10):103. doi: 10.1007/s11886-017-0900-8. [pristupljeno 25.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28879633>

<sup>2</sup> European Society of Cardiology. Heart failure: preventing disease and death worldwide. [pristupljeno 25.03.2017.]. Dostupno na <http://www.escardio.org/communities/HFA/Documents/WHFAwhitepaper-15-May-14.pdf>.

<sup>3</sup> Čustović F, Goldner V, Čikeš I, i suradnici: Klinička kardiologija. Zagreb: Medicinska naklada; 1995. Str. 119-125.

obzir činjenicu da broj ljudi s zatajenjem srca raste iz dana u dan te činjenicu da je broj organa za transplantaciju ograničen mehanička cirkulacijska potpora postaje sve zastupljeniji model liječenja bolesnika s refraktornim zatajenjem funkcije srca. Mehanička cirkulacijska potpora koristi se kao oblik liječenja bolesnika s terminalnim stadijem zatajenja srca. Mehanička potpora srcu, u svrhu održavanja cirkulacije i rasterećenja lijeve klijetke u kroničnom srčanom zatajivanju, nastala je iz potrebe za zbrinjavanjem bolesnika koji čekaju transplantaciju srca, dok bez potpore taj period čekanja ne bi preživjeli. Na ovaj način se uspješno produžio život bolesnika koji su morali duže vrijeme čekati na transplantat. U osnovi bolesnici koji podliježu liječenju mehaničkom cirkulacijskom potporom nisu u stanju ostvariti adekvatnu perfuziju perifernih organa unatoč intenzivnom medikamentoznom liječenju. Iako je mehanička potpora klijetci prvenstveno bila zamišljena samo za takve bolesnike, ubrzo se koristi ovakvog načina liječenja počela primjenjivati i na druge bolesnike. Tako se uvodi pojam terapije „premoštavanja“ (prema eng. *bridge therapy*).<sup>4</sup>

Liječenje mehaničkom cirkulacijskom potporom je multidisciplinarna problematika. U liječenje bolesnika s mehaničkom cirkulacijskom potporom uključeni su kardijalni kirurzi, perfuzionisti, kardiokirurški anesteziolozi, kardiolozi, medicinske sestre i fizioterapeuti. Od velike važnosti u liječenju ovih bolesnika je psihička priprema za sam zahvat te uključenost obitelji u sam proces od samog početka hospitalizacije.

### 1.1. Definiranje mehaničke cirkulacijske potpore

Uređaj za mehaničku potporu srčanoj klijetci (VAD, prema eng. *Ventricular Assist Device*) je crpka koja pomaže radu srca i protoku krvi kroz tijelo, a koristi se kod bolesnika čije srce više nije sposobno adekvatno obavljati svoju funkciju, dakle u bolesnika koji imaju srčano zatajivanje. Takvi uređaji puno se češće koriste za potporu lijevoj klijetci (LVAD, prema eng. *Left Ventricular Assist Device*), ali postoje i RVAD uređaji (prema eng. *Right Ventricular Assist Device*) za potporu desnoj klijetci. Uređaj crpi krv iz lijeve klijetke te je potiskuje u aortu i na taj način održava cirkulaciju cijelim tijelom (National Heart, Lung and Blood institute, 2012).

---

<sup>4</sup> Čulo M, Renić M. Mehanička cirkulacijska potpora lijevoj klijetki. *Cardiol Croat*. 2016;11(10-11):572. [pristupljeno 20.03.2017.]. Dostupno na [http://www.kardio.hr/wp-content/uploads/2016/10/Cardiologia-croatica-2016-11\\_10-11-HUKMS.pdf](http://www.kardio.hr/wp-content/uploads/2016/10/Cardiologia-croatica-2016-11_10-11-HUKMS.pdf)

## 1.2. Klasifikacija mehaničke cirkulacijske potpore

Ovisno o očekivanom ishodu, ovaj vid liječenja ima više podvrsta:

- a) „Premošćavanje do kandidature“ (prema eng. *bridge to candidacy*) oblik je liječenja koji koristimo kod bolesnika koji prvenstveno nisu pogodni kandidati za transplantaciju, no pomoću mehaničke potpore poboljša se prokrvljenost tkiva i ciljnih organa (poput bubrega) što dovodi do oporavka reverzibilnih oštećenja, a uslijed rasterećenja lijeve klijetke može doći i do rasterećenja plućne cirkulacije i smanjenja prethodno povišene plućne vaskularne rezistencije. Tako kroz određeno vrijeme potpore LVAD-om bolesnici mogu postati kandidati za liječenje transplantacijom srca.
- b) „Premošćavanje do oporavka“ (prema eng. *bridge to recovery*). Kod određenog broja bolesnika s potencijalno reverzibilnom bolesti srca (poput akutnog miokarditisa), nakon primjene mehaničke potpore dolazi do potpunog oporavka.
- c) Terapija pod nazivom „premošćavanje do odluke“ (prema eng. *bridge to decision*) koristi se kod bolesnika kojima je ishod još nejasan.
- d) Bolesnici koji nisu podobni kandidati za transplantaciju s ireverzibilnim promjenama miokarda oblik liječenja mehaničkom cirkulacijskom potporom je posljednji, tj. palijativan pa ga stoga nazivamo „odredišna terapija“ (prema eng. *destination therapy*).<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> <http://www.kardiokirurgija.com/mehanicka-cirkulacijska-potpore> [pristupljeno 25.03.2017.]

## 2. POVIJESNI PREGLED MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE

Prvi intratorakalni LVAD implantirali su E. Stanley Crawford i Domingo Liotta 19. srpnja 1963. godine u The Methodist Hospital u Houstonu, Texasu. Njihov bolesnik je nakon operacije aortnog zaliska doživio srčani zastoj. Ugradnjom crpke premoštena mu je lijeva klijetka od lijevog atrija sve do silaznog dijela torakalne aorte. Nakon implantacije, bolesnik više nije bio u edemu pluća, dok je anurija ipak perzistirala. Njihov bolesnik preminuo je četiri dana nakon implantacije uslijed komplikacija nastalih zbog primarne operacije.<sup>6</sup>

Michael DeBakey i Domingo Liotta su 21. srpnja 1966. prvi put implantirali parakorporalni LVAD u bolesnika koji je doživio kardiogeni šok nakon operacije srca. Bolesnik je preminuo par dana kasnije uslijed neuroloških i pulmoloških komplikacija.

Krajem 1966., LVAD su ugradili bolesnici kojoj je crpka pružala mehaničku potporu tijekom deset dana, nakon čega se u potpunosti oporavila te je crpka odstranjena, a bolesnica je otpuštena kući.<sup>7</sup>Ovo se smatra prvom uspješnom primjenom VAD-a. Bolesnica je umrla par godina kasnije u prometnoj nesreći.

Peter Houghton je, koliko je poznato, bio bolesnik koji je najduže živio sa implantiranim LVAD-om. Njemu je u lipnju 2000. godine implantirana crpka. Tokom svog života sa VADom, Peter je objavio dvije knjige, sudjelovao u maratonu, planinario po Alpama te mnogo putovao. Preminuo je 2007. u dobi od 69 godina zbog posljedica akutnog zatajivanja bubrega (Jarvik Heart Inc. 2014).<sup>8</sup>

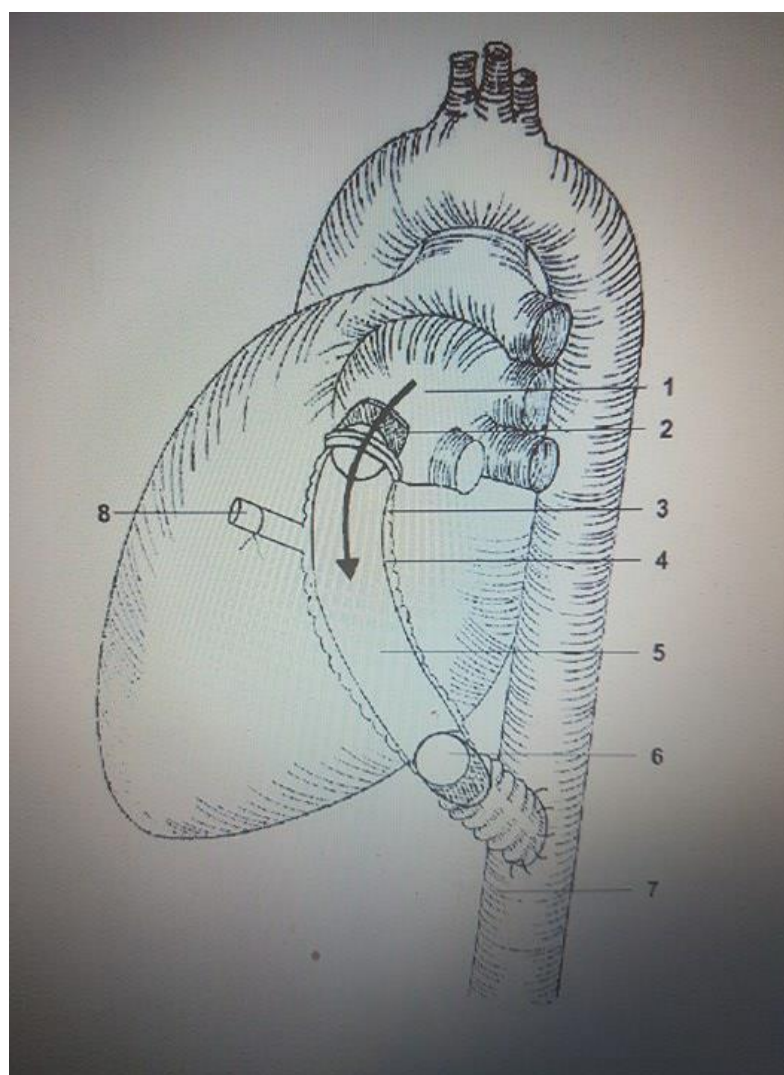
---

<sup>6</sup> Liotta D, Hall CW, Henly WS, Cooley DA, Crawford ES, DeBakey ME(1963b) Prolonged assisted circulation during and after cardiac or aortic surgery. Prolnged partial left ventricular bypass by means of intracorporeal circulation. Am J Cardiol, 1963; 12: 399-405. [pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na

[https://www.unimoron.edu.ar/static/media/doc\\_c4f578ec8a6511e48e050800279c6c15\\_o.pdf](https://www.unimoron.edu.ar/static/media/doc_c4f578ec8a6511e48e050800279c6c15_o.pdf)

<sup>7</sup> DeBakey ME. (1971) Left ventricular bypass pump for cardiac assistance. Clinical experience. Am J Cardiol 1971; 27:3-11[pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5538711>

<sup>8</sup> Čaleta T. Procjena morfoloških i funkcijskih parametara desne klijetke – podaci iz baze kandidata za liječenje mehaničkom potporom lijevoj klijetci. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; 2014.



Slika 1. Crtež prototipa iz 1963. godine koji je razvio Domingo Liotta pri Sveučilištu Baylor, Houston. Srce je prikazano tijekom dijastole. 1 - lijevi atrij, 2 - ulazni ventil, 3 - kućište Silastica pojačano sa Dacron tkaninom, 4 - komora za zrak, 5 - komora za krv, 6 - izlazni ventil, 7 - silazna aorta, 8 - plastična cijev.<sup>9</sup>

Izvor: DeBakey ME, Liota D, Hall CW. (1966) Left-heart bypass using an implantable blood pump. In: Mechanical devices to assist the failing heart. Proceedings of the National Research

---

<sup>9</sup> DeBakey ME, Liota D, Hall CW. (1966) Left-heart bypass using an implantable blood pump. In: Mechanical devices to assist the failing heart. Proceedings of the National Research Council (U.S). Committee on Trauma; Academy of Sciences-National Research Council; 1964; 223-39. [pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC124772/>

Council (U.S). Committee on Trauma; Academy of Sciences-National Research Council; 1964; 223-39.

Američki nacionalni institut „The National Heart, Lung and Blood Institute“ (NHLBI) pokrenuo je program za razvijanje umjetnog srca 1964. godine. Iako taj cilj i dalje nije postignut, zahvaljujući programu nastao je drugi projekt koji se bavi proizvodnjom i istraživanjem uređaja, tj. crpki za mehaničku potporu srčanoj klijetci. Taj drugi program je tek 1972. počeo doživljavati svoje prve kliničke uspjehe, a i danas se istražuju novi načini mehaničke potpore srčanim klijetkama.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> <http://www.nhlbi.nih.gov/health/health/health-topics/vad> [pristupljeno 30.03.2017.]



### 3. INDIKACIJE I KONTRAINDIKACIJE ZA IMPLANTACIJU MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE

Indikacije za implantaciju mehaničke cirkulacijske potpore danas su poznate, ali evoluiraju svakodnevno prateći razvoj novih uređaja. U osnovi bolesnici koji podliježu mehaničkoj cirkulacijskoj potpori nisu u stanju ostvariti adekvatnu perfuziju perifernih organa unatoč intenzivnom medikamentoznom liječenju.<sup>11</sup>

Hemodinamski kriteriji za implantaciju mehaničke cirkulacijske potpore su sljedeći:

- srednji arterijski tlak niži od 65 mmHg
- sistolički tlak manji od 80 mmHg
- srčani indeks manji od 2,0 L/min/m<sup>2</sup>
- pritisak plinova veći od 20 mmHg

Napretkom tehnologije uređaja i poboljšanjima u kriterijima selekcije bolesnika, indikacije za mehaničku cirkulacijsku potporu i dalje se razvijaju. Raspon bolesti uključuju oblike i akutnog i kroničnog zatajenja srca.<sup>12</sup>

#### a) Kardiogeni šok povezan s akutnim infarktom miokarda

Javlja se u 6-20% bolesnika nakon akutnog infarkta miokarda, sa smrtnosti od 70-80%. Postkardiotomijski kardiogeni šok je akutno refraktorno zatajenje srca koje se javlja u 2-6% bolesnika koji se podvrgavaju operaciji na otvorenom srcu, s naglaskom na visokorizične procedure i bolesnike s značajno reduciranom funkcijom srca. Postkardiotomijska mehanička cirkulacijska potpora ima ulogu terapije premoštenja, bilo prema oporavku, prema transplantaciji srca ili prema drugom modalitetu potpore u formi destinacijske terapije. Kardiogeni šok rezultira gubitkom čak 40% miokarda lijevog ventrikula ili zbog izoliranog infarkta desnog ventrikula i naknadnog hemodinamskog urušavanja što dovodi do zatajenja desnog ventrikula. Posljednjih godina, trend postaje agresivniji te strategije rane koronarne reperfuzije poput intraaortalne balon pumpe, perkutane koronarne intervencije te koronarnih prenosnica rezultirali su padom

---

<sup>11</sup> Mehra MR, Naka Y, Salerno C. Left Ventricular Assist Devices for Advanced Heart Failure. *N Engl J Med.* 2017 May 11;376(19):1894-5. doi: 10.1056/NEJMc1703374. [pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28489989>

<sup>12</sup> <http://www.kardio.hr/wp-content/uploads/2012/02/63-64.pdf> [pristupljeno 29.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28489989>

mortaliteta navedenog stanja. Rana iskustva uporabe mehaničke cirkulacijske potpore pri akutnom infarktu miokarda rezultirali su velikom stopom mortaliteta. Kako je iskustvo implantacije i uporabe potpore raslo, ponovno se obnovio interes za uporabu mehaničke cirkulacijske potpore u akutnim događanjima. Chen i suradnici zagovarali su ranu primjenu potpore u terapiji slijedeći akutni infarkt miokarda kao sredstvo povećanja šanse za oporavak ventrikula i naknadnog odvajanja od uređaja. Korištenje mehaničke cirkulacijske potpore kao vid liječenja vremenom je zauzimalo sve značajniju ulogu u liječenju takvih bolesnika.<sup>13</sup>

#### b) Kronično zatajenje srca

Bolesnici s kroničnim zatajenjem srca u dekompenzaciji općenito se dijele u dvije grupe: koji su pogodni za transplantaciju srca i oni koji to nisu. Mehanička cirkulacijska potpora može biti upotrebljena u ovoj grupi bolesnika kao most do transplantacije ili kao konačni oblik terapije. Pacijenti koji su na listi za transplantaciju s dugim čekanjem zbog ograničenja dostupnosti donora, krvne grupe ili imunološke senzibilizacije s donorskim srcem čini mehaničku cirkulacijsku otporu optimalnom zamjenom za transplantaciju kako bi se održala ili obnovila normalna funkcija organa. Dokazano je da je stopa smrtnosti bolesnika koji su pretransplantacijski stavljeni na mehaničku cirkulacijsku potporu značajno smanjena.

#### c) Miokarditis

Miokarditis je upala srčanog mišića, najčešće virusne etiologije. Bolest je nepredvidivog tijeka te kratkotrajna mehanička cirkulacijska potpora predstavlja liječenje u formi premoštenja prema oporavku. Akutni miokarditis obično zahvaća mlađu populaciju. Određivanje skupine pacijenata koji će se oporaviti i koji će zahtijevati podršku ka mostu prema transplantaciji ostaje izazov. Zbog čestih sudjelovanja oba ventrikula u procesu bolesti, rana razmatranja predlažu biventrikularnu potporu za postizanje optimalnih kliničkih ishoda.

#### d) Poremećaji ritma srca

---

<sup>13</sup> Jakovljevic DG, Yacoub MH, Schueler S, MacGowan GA, Velicki L, Seferovic PM, Hothi S, i sur. Left Ventricular Assist Device as a Bridge to Recovery for Patients With Advanced Heart Failure. *J Am Coll Cardiol.* 2017 Apr 18;69(15):1924-1933. doi: 10.1016/j.jacc.2017.02.018. . [pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28408022>

Poremećaji srčanog ritma mogu u najtežim oblicima ozbiljno kompromitirati funkciju srca i dovesti do zatajenja cirkulacije te ponekad mehanička cirkulacijska potpora ostaje jedina terapijska opcija. Postoji nekoliko uspješnih istraživanja o implantaciji mehaničke potpore u pacijenata s ventrikularnim aritmijama otpornih na medikamentoznu terapiju. Dok neki bolesnici mogu imati ventrikularne aritmije koji nastaju pri akutnom infarktu miokarda s kompromitiranom srčanom funkcijom, većina ima novonastale aritmije s relativno normalnom srčanom funkcijom. Prirodni tijek aritmija nakon implantacije potpore je promjenjiv. Neki pokazuju uspješno uklonjene aritmije dok neki imaju trajne aritmije. Kada su trajne, obično su dobro podnošljive. Oštećenje funkcije desnog ventrikula s prolongiranim ventrikularnim aritmijama mogu zahtijevati ranu biventrikularnu potporu kod ovih bolesnika.<sup>14</sup>

#### Kontraindikacije za implantaciju mehaničke cirkulacijske potpore

Bolesnici s ireverzibilnim multiorganskim oštećenjima, osobito bubrežnog, jetrenog ili respiratornog zatajenja nažalost pridonose nepovoljnom kliničkom ishodu. Teška i nepopravljiva neurološka oštećenja također predstavljaju kontraindikaciju za implantaciju mehaničke cirkulacijske potpore. Sistemska sepsa ili bakterijemija predstavljaju visok rizik za kontaminaciju uređaja nakon implantacije te treba biti kontrolirana prije same implantacije uređaja.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Ammirati E, Oliva F, Cannata A, Contri R, Colombo T, Martinelli L, Frigerio M. Current indications for heart transplantation and left ventricular assist device: a practical point of view. *Eur J Intern Med.* 2014 Jun;25(5):422-9. doi: 10.1016/j.ejim.2014.02.006. Epub 2014 Mar 16. . [pristupljeno 10.04.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24641806>

<sup>15</sup> <http://www.kardiokirurgija.com/mehanicka-cirkulacijska-potpore> [pristupljeno 10.04.2017.].

## 4. KLASIFIKACIJA MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE

### 4.1. Klasifikacija prema vremenu trajanja mehaničke cirkulacijske potpore

Prema vremenu trajanja dijele se na kratkoročne i dugoročne uređaje.

Kratkoročni uređaji indicirani su kod bolesnika kod kojih je vjerojatno da će imati brz oporavak i nazivaju se „most do oporavka“ ili kako bi se povećao rad srca te bolesnik stabilizirao do druge intervencije te se nazivaju „most do odluke“. Ovi uređaji koriste se za vremenski period liječenja nekoliko dana do nekoliko tjedana.

Dugoročni uređaji mogu se koristiti od nekoliko mjeseci do nekoliko godina. Ti uređaji često se koriste kao „most do transplantacije srca“ ili kao alternativa za transplantaciju srca, kao krajnja životna skrb, pod nazivom „određena terapija“.

### 4.2. Klasifikacija prema mjestu ugradnje samog uređaja

Prema mjestu ugradnje, dijelimo ih na ugradive (intrakorporalne) i vanjske (ekstrakorporalne/parakorporalne). Intrakorporalni uređaji imaju crpne komore unutar tijela bolesnika, a ekstrakorporalne imaju crpne komore izvan tijela. Kod ekstrakorporalnih crpki, crpka je pomoću cijevi spojena sa srcem kroz male transabdominalne otvore. Ovaj oblik potpore uglavnom se koristi za kratkoročnu potporu, obično nakon kardiokirurških operacija. Kako je prethodno navedeno, drugi oblik crpki je implantibilna crpka kod kojeg je crpka smještena unutar tijela bolesnika, a izvor energije je smješten izvan tijela. Izvor je s crpkom povezan pomoću kabela koji prolazi transabdominalno. Implantabilna mehanička cirkulacijska potpora uglavnom se koristi za dužu primjenu, najčešće kao oblik liječenja u kroničnom srčanom zatajivanju, odnosno u bolesnika koji su kandidati za transplantaciju srca.<sup>16</sup> Implantabilni MCS uređaj obično se postavlja sub-dijafragmalno, pre-peritonealno ili intra-

---

<sup>16</sup> Tozzi P, Hullin R. Mechanical circulatory support for destination therapy. *Swiss Med Wkly.* 2016 Mar 5;146:w14267. doi: 10.4414/smw.2016.14267. eCollection 2016. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26945160>. [pristupljeno 10.04.2017.].

abdominalno. Novije generacije uređaja zbog svojih kompaktnih dimenzija mogu se postaviti intratorakalno, pored nativnog srca.<sup>17</sup>



Slika 2. Uređaj Levitronix Centrimag – parakorporalna mehanička cirkulacijska otpora

Izvor: <http://www.kardiokirurgija.com/wp-content/uploads/2011/11/levitronix-centrimag-300x225.jpg>

---

<sup>17</sup> Rogers JG<sup>1</sup>, Pagani FD<sup>1</sup>, Tatoes AJ<sup>1</sup>, Bhat G<sup>1</sup>, Slaughter MS<sup>1</sup>, Birks EJ i sur. Intrapericardial Left Ventricular Assist Device for Advanced Heart Failure. N Engl J Med. 2017 Feb 2;376(5):451-460. doi: 10.1056/NEJMoa1602954. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28146651>. [pristupljeno 10.04.2017.]



Slika 3. Implantabilni uređaj za mehaničku cirkulacijsku potporu

Izvor: <http://www.kardiokirurgija.com/wp-content/uploads/2011/11/levitronix-centrimag-300x225.jpg>

#### 4.3. Klasifikacija prema modalitetu ugradnje

Prema modalitetu ugradnje dijele se na ventricular assist device (VAD) i izvantjelesno održavanje života (ekstra-corporeal life support – ECLS).

Ventricular assist device (VAD) koristi se kao potpora srcu. Crpka može pružati potporu objema klijetkama (BiVAD, prema eng. *biventricular assist device*), desnoj klijetci (RVAD, prema eng. *right ventricular assist device*) ili može biti potpora lijevoj klijetci (LVAD, prema eng. *left ventricular assist device*). Uređaj za izvantjelesno održavanje života dizajniran je za liječenje najbolesnijih pacijenata kojima je potrebno odmaranje i zamjena funkcije srca i/ili pluća za njihov opstanak. Primjena vantjelesnog održavanja života može zamijeniti tu funkciju pluća i/ili srca kako bi ti organi s vremenom ozdravili. Kada uređaj mijenja funkciju pluća, naziva se ekstrakorporalna/izvantjelesna membranska oksigenacija (ECMO), dok u

kombinaciji sa spojenim membranskim oksigenatorom pruža kompletnu podršku srcu i plućima i naziva se izvantjelesna podrška životu/ekstracorporeal life support (ECLS).<sup>18</sup>

#### 4.4. Klasifikacija prema fiziološkom sustavu koji opskrbljuje

Prema fiziološkom sustavu koji opskrbljuju dijeli se na uređaje koji daju potporu cirkulaciji i uređaje koji pružaju podršku kod kompletnog cirkulacijskog i respiracijskog zatajenja. Podršku cirkulaciji daju uređaji za mehaničku potporu ventrikulu, dok podršku cirkulaciji i respiraciji dobivamo preko uređaja izvantjelesne membranske oksigenacije ili izvantjelesnog održavanja života.

#### 4.5. Klasifikacija prema mehanizmu rada

Dodatno se crpka, ovisno o mehanizmu rada, može podijeliti na pulsatilne i nepulsatilne uređaje. Uređaji prve generacije su radili na principu pomaka volumena te su na taj način generirali puls. Druga generacija uređaja koristi kontinuirani aksijalni protok. Ti uređaji su manji, duže traju i funkcijski su ovisni i o volumnom opterećenju (eng. preload) i o tlačnom opterećenju (eng. afterload). Uređaji prve generacije su veći, ovisni su samo o preloadu i imaju kraći rok trajanja. Uređaji treće generacije su primjer potrebe za napredovanjem ove tehnologije. Takve crpke su primarno temeljene na mehanizmu kontinuiranog protoka, no mogu biti aksijalne ili centrifugalne. Njihov pokretački mehanizam je temeljen na principima magnetizma ili hemodinamike. Kao rezultat, crpke su manjih dimenzija, manje težine i dužeg vijeka trajanja. Preliminarna istraživanja pokazuju da crpke treće generacije smanjuju rizik od infekcija te je manja učestalost zatajivanja desne klijetke kao posljedične komplikacije.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Toda K, Fujita T, Seguchi O, Yanase M, Nakatani T. Role of percutaneous veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation as bridge to leftventricular assist device. *J Artif Organs*. 2017 Sep 4. doi: 10.1007/s10047-017-0984-3. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28146651>. [pristupljeno 10.05.2017.]

<sup>19</sup> Krishnamani R, DeNofrio D, Konstam MA (2010): Emerging ventricular assist devices for long-term cardiac support. *Nat Rev Cardiol* 2010;7:71. Dostupno na <http://fulltext.calis.edu.cn/nature/nrcardio/7/2/nrcardio.2009.222.pdf>. [pristupljeno 10.05.2017.]

Iako svaki uređaj ima svoje karakteristike, većina dostupnih pumpi mogu se podijeliti u sljedeće skupine:

- a. kontrapulsativne pumpe
- b. centrifugalne pumpe
- c. pumpe sa izbačajem volumena
- d. aksijalne pumpe

Kontrapulsativnost, koja je sinkronizirana ili sa EKG-om ili arterijskim valom, pruža balon inflacije u silaznom dijelu torakalne aorte za vrijeme dijastole i deflacije na početku sistole. Rezultat je smanjivanje rada miokarda, preko redukcije afterloada i poboljšanje opskrbe miokarda kisikom kroz povećanje dijastoličkog krvnog tlaka i koronarne perfuzije.

Centrifugalne crpke su tradicionalno korisne kao kratkoročna podrška što znači da služi kao potpora bilo kao intraoperativno za izvantjelesnu cirkulaciju ili za desnu, lijevu ili biventrikularnu mehaničku cirkulacijsku potporu. Ove pumpe stvaraju vrtlog ili kroz rotor ili putem uklopljenih lopatica za pogon nepulsatilnog protoka krvi kroz krug. One su široko dostupne, jednostavne za korištenje i relativno niske cijene. Međutim, zahtijevaju sustavnu antikoagulantnu terapiju, nisu izdržljive dugoročno i imaju tendenciju da stvaraju visoke razine hemolize.

Pumpe sa izbačajem volumena sastoje se od komore koja se ispunjava i prazni ciklički. Vanjski perkutani kabel osigurava električnu energiju na motoru unutar uređaja. Motor gura uzastopno ploču prema gore i dolje, širi i sažima volumen komore. Valvule priljeva i odljeva zadržavaju smjer protoka krvi. Ove crpke proizvode pulsatilni protok i oponašaju djelovanje pumpanja prirodnog srca. Imaju tendenciju da stvaraju buku tijekom punjenja i pražnjenja ciklusa.

Aksijalne pumpe sadrže rotirajući propeler sa spiralnim lopticama te se okreće oko središnje osovine. Vanjski perkutani kabel osigurava električnu energiju za motor koji pokreće rotaciju lopatica pomoću elektromagnetske indukcije. Vrtnja lopatica crpi krv iz dotočne kanile u



odlaznu, a protok krvi je u osnovi nepulsirajući. Ove pumpe su obično tihe i koriste manje energije od pulsatilnih uređaja.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Poturić M. Područje sestrinske odgovornosti u skrbi za bolesnike na mehaničkoj cirkulacijskoj potpori. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; 2015.

## 5. HEMODINAMIKA MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE

Mehanička cirkulacijska potpora volumno rasterećuje klijetku putem ulazne cijevi i generira protok koji se putem izlazne cijevi usmjerava u sistemsku ili plućnu cirkulaciju. Na taj način stvara se paralelni protok krvi koji je dijelom generiran iz prirodnog srca, a dijelom iz uređaja za mehaničku cirkulacijsku potporu. U slučaju biventrikularnog zatajenja srca moguća je istovremena potpora objema stranama srca s izdvojenim uređajima. Protok na lijevostranoj potpori mora biti veći nego na desnostranoj potpori zbog bronhijalne cirkulacije koja čini većim utok u lijevi atrij te se izbjegava se volumno opterećenje u plućnoj cirkulaciji.

Istraživanja pokazuju da je mehaničko rasterećenje srca, koje se postiže uporabom mehaničke cirkulacijske potpore, popraćeno regresijom hipertrofije miocita, normalizacijom neuroendokrine osi, oporavkom kontraktilnih proteina, poboljšanjem staničnog disanja te smanjenjem staničnog distresa i apoptoze. Posljedično dolazi do povećanja ejekcijske frakcije te poboljšanja ostalih funkcijskih parametara, kao i morfologije lijeve klijetke.<sup>21</sup> Rasterećenje lijeve klijetke pomoću LVAD-a smanjuje tlačno opterećenje desne klijetke, smanjujući tlak u plućnim arterijama (PAP, prema eng. *pulmonary artery pressure*). Međutim, mehanička potpora može povećati venski priljev (desnom) srcu te se desna klijetka, ukoliko je također oštećene funkcije, neće biti u mogućnosti prilagoditi dodatnom volumenu kojim je opterećena. Smanjenje tlaka unutar lijeve klijetke može uzrokovati pomicanje interventrikulskog septuma prema lijevo, čime nastaje geometrijski nepovoljan oblik desne klijetke uz mogućnost razvoja trikuspidne insuficijencije. Ovi negativni učinci nekada mogu predvidjeti i pokušati spriječiti pomoću raznih oblika liječenja koji poboljšavaju funkciju desne klijetke.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Drakos SG, Kfoury AG, Selzman CH, Verma DR, Nanas JN, Li DY, i sur. Left ventricular assist device unloading effects on myocardial structure and function: current status of the field and call for action. *Curr Opin Cardiol*. 2011; 26(3):245-225. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3714229/>. [pristupljeno 15.05.2017.]

<sup>22</sup> Slaughter MS, Pagani FD, Rogers JG, Miller LW, Sun B, Russell SD, i sur. Clinical management of continuous-flow left ventricular assist devices in advanced heart failure. *J Heart Lung Transplant*. 2010 Apr;29(4 Suppl):S1-39. doi: 10.1016/j.healun.2010.01.011. Epub 2010 Feb 24. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20181499>. . [pristupljeno 15.05.2017.]

## **6. IZBOR UREĐAJA ZA DUGOTRAJNU MEHANIČKU CIRKULACIJSKU POTPORU**

Odabir vrste potpore prema vremenu trajanja (kratkotrajna, dugotrajna, definitivna terapija, terapija premoštenja) mora biti izvršeno prije no što se bira tip uređaja. Centrifugalne crpke se uobičajeno koriste pri operacijama na otvorenom srcu (stroj za izvantjelesnu cirkulaciju), ali i kao potpora radu desnog, lijevog ili biventrikularnu potporu radu srca. Prednost centrifugalnih crpki je široka dostupnost, jednostavnost upotrebe i niža cijena u usporedbi s drugim uređajima. Nedostatak im je potreba za sistemskom antikoagulacijom i pripadajući rizici komplikacija krvarenja.

Nemogućnost fizičke aktivnosti i rehabilitacije bolesnika s tim vidom potpore, ograničava upotrebu ove tehnologije na kratkotrajnu podršku. Neke od najčešće upotrebljivanih crpki ove vrste su Biomedicus Biopumpa , Sarns centrifugalna pumpa i St. Jude Lifestream centrifugalna pumpa.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> <http://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/cardiovascular/cardiopulmonary/bpx-80-bio-pump-plus-centrifugal-blood-pump.html> [pristupljeno 20.05.2017.]

## **7. SELEKCIJA BOLESNIKA ZA MEHANIČKU CIRKULACIJSKU POTPORU**

Selekcija bolesnika za mehaničku cirkulacijsku potporu glavna je determinanta uspjeha u liječenju. Prediktivna stratifikacija rizika je od osobite važnosti u ostvarivanju minimalnog peri-operacijskog mortaliteta. Za ishod liječenja bolesnika od osobite je važnosti optimizacija prijeoperacijskog statusa. Rehabilitacija respiracijske funkcije, optimizacija diureze i korekcija hemostatskih poremećaja svakako spadaju u prijeoperacijske postupke kojima se poboljšava ishod liječenja. U cilju sprečavanja kontaminacije uređaja od osobite je važnosti prepoznavanje bakterijemije ili znakova sistemske infekcije. Postupci optimizacije statusa bolesnika moraju biti napravljeni na vrijeme i ne bi smjeli utjecati na odgađanje postupka implementacije.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> <http://www.kardiokirurgija.com/mehanicka-cirkulacijska-potpora> [pristupljeno 25.03.2017.]

## 8. RIZICI I KOMPLIKACIJE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE

Uređaji za mehaničku potporu klijetci nose određene rizike i komplikacije. Zahvaljujući VAD-ovima novijih generacija, stopa komplikacija kao i smrtnost vezana uz uređaj se smanjuje no još je uvijek prisutna. Doticaj krvi sa supstratom koji nije prirodni dio ljudskog tijela, povećava sklonost **trombozi**, a tako je i u slučaju sa VAD-ovima. Stvoreni trombi u samoj crpki se mogu otkinuti i embolizirati te tako uzrokovati **ishemiju raznih dijelova tijela**. Zbog nastalih ugrušaka može se smanjiti protok kroz crpku ili u potpunosti zaustaviti rad crpke. Zbog toga bolesnici sa VAD-om moraju biti na trajnoj antikoagulantnoj terapiji varfarinom, ponekad i u kombinaciji s antitrombocitnom terapijom acetilsalicilnom kiselinom. Sama operacija implantacije VAD-a je komplicirana te **krvarenja** kao komplikacija mogu nastati tijekom same operacije ili nakon nje, a pospješuje ih antiagregacijska terapija koju bolesnik mora primati. Uravnotežiti antiagregacijsko liječenje i sklonost kvarenju je ponekad zahtjevno. Slijedeća moguća komplikacija je razvoj **infekcije**, a dodatni čimbenik rizika u ovom slučaju su kablovi za napajanje, koji izlaze iz tijela bolesnika kroz abdominalnu stijenku. Zbog toga moramo dobro motriti bolesnike ukoliko se pojavi neki znak infekcije, kao npr. povišena temperatura, crvenilo oko mjesta izlazišta kabla i sl. Jedna od mogućih komplikacija je također mogućnost da sam uređaj, tj. crpka, zakaže na neki način. Protok kroz crpku, odnosno njena funkcionalnost može biti poremećena, određeni dijelovi se mogu pokvariti ili prestati raditi, a postoji i mogućnost da se baterije isprazne. Primjena novijih uređaja smanjuje ove rizike. **Zatajivanje desne klijetke** kao posljedica ugradnje LVAD-a nastaje zbog volumnog opterećenja desne klijetke koja u novonastalim okolnostima nije u mogućnosti ostvariti odgovarajući udarni volumen. LVAD pumpa veću količinu krvi nego što je oslabljena lijeva klijetka to mogla, a zbog toga bi se retrogradno morao povećati priljev lijevoj klijetci, tj. količina krvi koju pumpa desna klijetka. Nažalost, miokard desne klijetke katkad nije u mogućnosti pružiti dostatan volumen krvi koji je potreban za rad LVAD-a.

Nakon uvođenja u kliničku primjenu crpki s kontinuiranim protokom radi smanjena stopa komplikacija, uvidjelo se da postoji novi rizik na koji se mora obratiti pozornost. To je upravo zatajivanje desne klijetke, osobito kronično, tj. ono koje se javlja tek nakon određenog vremena. Međutim, malo je poznato o mehanizmu, tj. etiologiji samog nastanka zatajivanja.<sup>25</sup>

Mogućnost predviđanja zatajivanja desne klijetke nakon ugradnje LVAD-a uvelike bi pomogla u odabiru bolesnika za implantaciju te optimizaciju rada samih uređaja, čime bi se povećala i stopa preživljenja.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Imamura T, Kinuagawa K, Kato N, Muraoka H, Fujino T, Inaba T, i sur. Late –Onset Right Ventricular Failure in Patients With Ventricular Assist Device; *Circ J.* 2014;78(3):625-33. Epub 2014 Jan 16. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24430596>. [pristupljeno 30.04.2017.]

<sup>26</sup> Ochiai Y, McCarthy PM, Smedira NG, Banbury MK, Navia JL, Feng J, i sur. Predictors of Severe Right Ventricular Failure After Implantable Left Ventricular Assist Device Insertion: Analysis of 245 Patients *Circulation.* 2002; 106: I-198-I-202. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12354733>. [pristupljeno 20.05.2017.]

Implantacija uređaja za pomoć rada lijevog ventrikula (VAD) invazivan je postupak koji zahtijeva opću anesteziju, medijanu sternotomiju, respirator i kardiopulmonalnu prenosnicu. Ovi kirurški zahvati povezani su sa brojnim rizicima.

Tablica 1. Mogući rizici i komplikacije implantacije mehaničke cirkulacijske potpore

zračnu emboliju	aortnu insuficijenciju	arterijsku ne-CNS tromboemboliju	azljudu povezanu s baterijom
Krvarenje	srčane aritmije	smrt	neispravan rad/kvar uređaja
trombozu uređaja	infekciju voda regulatora	perforaciju voda regulatora	oštećenje voda regulatora
oštećenje regulatora uslijed elektrostatičkog pražnjenja	eroziju i druga oštećenja tkiva	gastrointestinalno krvarenje	Hemolizu
disfunkciju jetre	Hipertenziju	ozljedu uslijed izlaganja uređaja terapijskom ionizirajućem zračenju	ozljedu uslijed izlaganja UV zračenju
ozljedu zbog izvora visoke razine električne energije	smetnju koju izaziva drugim uređajima	lokalnu infekciju	multiorgansko zatajivanje
infarkt miokarda	neurološku disfunkciju	oštećenje organa tijekom tuneliranja voda regulatora	perikardijalnu efuzijsku tamponadu
trombocitnu disfunkciju	psihijatrijske epizode	zatajenje bubrega	reoperaciju
respiratornu disfunkciju	zatajenje desnog srca	osjetljivost na aspirin	sepsu/tešku infekciju
Udar	vensku tromboemboliju	uznapredovalo zatajanje srca	dehiscijenciju rane

Dodatni rizici povezani s kanilom ulaznog protoka s teksturom jesu: embolizacija sinteriranih sfera i embolizacija tkiva koje prijanja uz ulazni protok u trenutnu uklanjanja pumpe.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> <https://www.heartware.com/patients-caregivers/what-vad> [pristupljeno 01.06.2017.]



## 9. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU – HEART MATE II

Jedan od najčešće korištenih implantabilnih VAD-ova za dugoročnu potporu lijevoj klijetci je crpka HeartMate II. Europa je među prvima odobrila ovu crpku za komercijalnu uporabu još 2005. godine, a crpka je dobila i CE (Conformité Européenne) oznaku. 2008. godine odobrena je za oblik liječenja premoštavanja do transplantacije od strane Američke komisije „FDA“ (prema eng. *Food and Drug Administration*) te je 2010. FDA odobrila crpku i kao oblik odredišnog liječenja. (Thoratec 2012).<sup>28</sup> Ova vrsta crpke pripada u skupinu mehaničke potpore lijevoj klijetci (LVAD). Crpka se ugrađuje u tijelo bolesnika dok se baterija, tj. sustav za napajanje, nalazi izvan tijela. Crpka ne zamjenjuje u potpunosti funkciju srca, tj. klijetke, nego pomaže lijevoj klijetci u svojoj funkciji održavanja cirkulacije. Ulazna kanila crpke ugrađuje se u vršak lijeve klijetke, a izlazna kanila spaja se s uzlaznom aortom. Mali električni motor unutar crpke pokreće rotor 6 sličan propeleru koji potiskuje krv u aortu. Nadalje, crpka je spojena fleksibilnim kabelom, koji prolazi kroz stjenku trbušne šupljine, s baterijom koja se nalazi izvan tijela, a bolesnik ju nosi u torbici. Na tom sustavu za napajanje nalazi se i komandna ploča te zaslon preko kojega možemo provjeravati funkcionalnost crpke i trajanje baterija.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> Gabriel A Hernandez,<sup>1</sup> Jonatan D Nunez Breton,<sup>2</sup> and Sandra V Chaparro. Driveline Infection in Ventricular Assist Devices and Its Implication in the Present Era of Destination Therapy. *Open J Cardiovasc Surg.* 2017; 9: 1179065217714216. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/>. [pristupljeno 20.05.2017.]

<sup>29</sup> <http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/heartmate-ll-lvad.aspx> [pristupljeno 20.05.2017.]



Slika 4. Sustav srca HeartMate II (regulator sustav i impeler)

Izvor: [http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/heartmate3/HM3\\_FullSystem.png](http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/heartmate3/HM3_FullSystem.png)

Sustav za potporu lijevom srcu Heart Mate II namijenjen je pružanju hemodinamičke potpore u pacijenata s refraktornim zatajenjem srca u terminalnoj fazi, bilo kao privremena potpora, kao most do transplantacije srca ili oporavka miokarda ili kao destinacijska terapija. Sustav za potporu lijevom srcu Heart Mate II poznat kao LVAD (prema eng. *Left Ventricular Assist Device*) namijenjen je za unutar i vanbolničku primjenu. Radi se o rotacionom sustavu s aksijalnim tokom koji osigurava protok do 10 L/min. Uređaj za potporu lijevom srcu preusmjerava krv iz oslabljene lijeve klijetke i tjera je u aortu. Valo vanjsko računalo – regulator, nadzire rad sustava. Perkutani kabel koji prolazi kroz abdomen pacijenta, povezuje ugrađenu pumpu s upravljačem sustava. Sustav se napaja iz modula napajanja koji se priključuje na izvor izmjenične struje ili iz dviju 14-voltnih litij-ionskih baterija Heart Mate. Sustav za potporu lijevom srcu Heart Mate II kontraindiciran je za pacijente intolerantne ili alergične na antikoagulacijsku terapiju.<sup>30</sup>

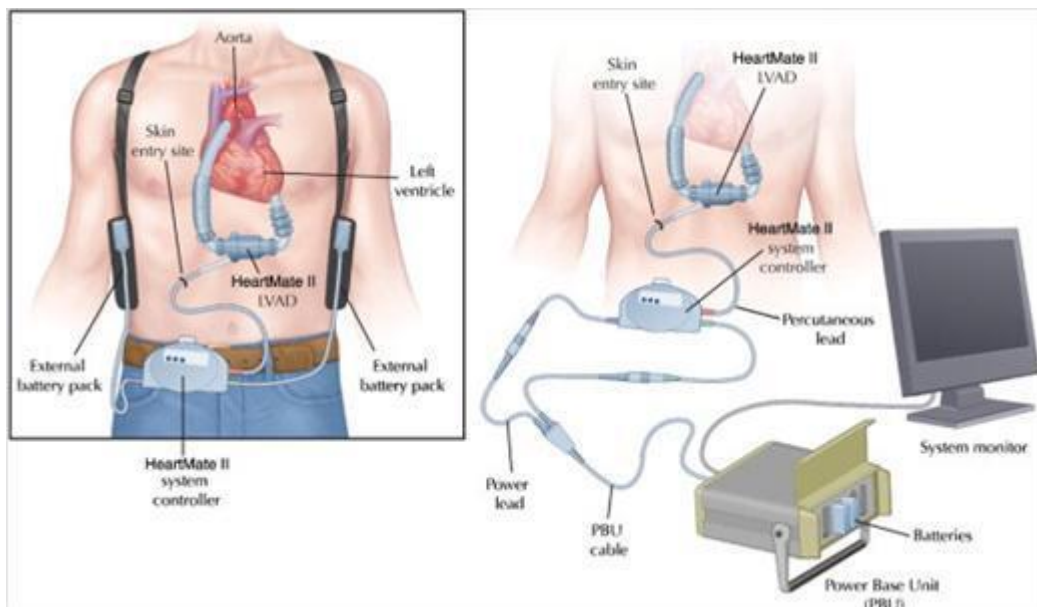
### 9.1. Komponente sustava

Uređaj za potporu lijevom srcu je srčana pumpa s aksijalnim protokom, paralelno povezana s prirodnim krvotokom. Nepropusno spojena ulazna cijev uređaja za potporu lijevom srcu spaja se na vrh klijetke. Nepropusno spojen izlazni graft spaja se na uzlaznu aortu.

---

<sup>30</sup> <http://www.thoratec.com/patients-caregivers/about-heartmateII.aspx> [pristupljeno 30.05.2017.]

- a. Motor – stvara magnetsko polje koje okreće permanentni magnet smješten u rotoru. Tako proizvedeno kružno gibanje pumpa krv.
- b. Rotor – rotor u motoru je permanentni magnet smješten u tankostjenoj titanskoj cijevi promjera 12 mm koja prolazi kroz cilindar motora. Krv koja ulazi u uređaj za potporu lijevom srcu protječe preko triju lopatica koje strukturno učvršćuju ulazni stator. Tri lopatice usmjeravaju tok krvi prije nego ona uđe u rotor. Na izlazu iz rotora, polje toka nailazi na izlazni stator gdje tri lopatice radijalnu brzinu koju je proizveo rotor pretvaraju ponovno u aksijalnu brzinu. Rotor pumpe, tankostjeni vod, ulazni stator i izlazni stator imaju glatke, polirane kontaktne površine kako bi se smanjilo stvaranje tromba.
- c. Ulazna cijev i izlazni graft
- d. Perkutani kabel – sastoji se od jedinstvenog kabela koji se pruža od uređaja za potporu lijevom srcu, kroz kožu, do upravljača sustava. Perkutani kabel sadrži šest žila- tri primarne i tri rezervne žile koje pogone motor pumpe. Da bi se smanjile infekcije, perkutani je kabel prekriven poliesterskom tkaninom koja potiče urastanje tkiva na prodoru kroz kožu. S vremenom, tkivo se veže za strukturirani materijal i pričvršćuje okolno tkivo za vanjsku površinu perkutanog kabela. Nakon izlaza iz tijela, perkutani kabel završava električnom spojnicom koja se priključuje na upravljač sustava.



Slika 5. Dijelovi sustava HeartMate II

Izvor: [https://i1.wp.com/edecmo.org/wp-content/uploads/2014/02/m\\_06035\\_gr1.jpeg](https://i1.wp.com/edecmo.org/wp-content/uploads/2014/02/m_06035_gr1.jpeg)

- e. Upravljač sustava malo je računalo koje upravlja sustavom i nadzire njegov rad. Za obavještanje korisnika o radnom stanju i uvjetima alarma, upravljač sustava upotrebljava svjetlo, zvuk i poruke na zaslonu. Perkutani kabel koji prolazi kroz abdomen pacijenta, povezuje ugrađenu pumpu s upravljačem sustava.<sup>31</sup>
- f. Baterije – za napajanje sustava koriste se dvije 14-voltne litij-ionske baterije HeartMate. Baterije se koriste u paru i ulažu se u 14-voltnu kopču za bateriju. Za prijenos energije iz baterija do upravljača sustava, potrebna su dva kabela napajanja. Kada je do kraja napunjen, par 14-voltnih litij-ionskih HeartMate baterija može napajati sustav 6-10 sati, ovisno o tjelesnoj aktivnosti pacijenta.



Slika 6. 14-voltne litij- ionske HeartMate baterije

Izvor:<http://www.thoratec.com/img/content/gogear-14v-battery.jpg>

## 9.2.Tumačenje parametara

Uređaj HeartMate II radi stalnom brzinom koju određuje liječnik. Ograničenje najniže brzine uređaja najmanja je brzina pri kojoj on može raditi, a da stanje pacijenta bude stabilno. Pri pojavi sukucije, brzina uređaja pada na ograničenje najniže brzine, a zatim raste do stalne brzine ako ne detektira novi događaj koji utječe na indeks pulsatilnosti (IO), u kojem slučaju uređaj ponovno smanjuje brzinu na donju graničnu, a zatim ju ponovno povećava.Ovaj ciklus se ponavlja dok se ne detektiraju događaji koji mijenjaju indeks pulsatilnosti.

Snaga uređaja izravna je mjera napona i struje u pumpi. Promjene brzine pumpe, protoka i fizioloških zahtjeva mogu tjecati na snagu pumpe. Postupno povećanje snage tijekom dana

---

<sup>31</sup> <http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/pocket-controller.aspx> [pristupljeno 30.05.2017.]

može ukazivati na nakupine tromba unutar pumpe. Ovisno o brzini rada pumpe, vrijednosti snage veće od 10 do 12 watta (W) također mogu ukazivati na prisutnost tromba.<sup>32</sup>

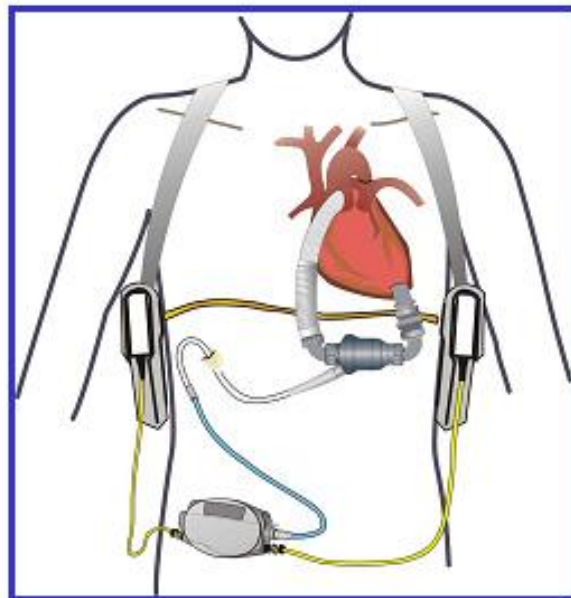
---

<sup>32</sup> <http://www.thoratec.com/> [pristupljeno 30.05.2017.]

## 10. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOG SRCA HEARTMATE III

Utemeljeno na pozitivnim iskustvima Hear Mate II sustava, HeartMate III dizajniran je da bi pružio bez presedana najpovoljniji utjecaj na krvotok involviranjem potpune

MagLev tehnologije protoka. Potpuni MagLev protok omogućuje samom rotoru pumpe povećavati ili smanjivati protok krvi pomoću magnetnih sila, te time pruža veliku hemokompatibilnost smanjujući oštećenje krvnih stanica, hemolizu, a samim time i ukupan broj komplikacija.



Slika 7. Sustav srca HM III

Izvor:<http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/heartmate3.aspx>

Osnovni dijelovi sustava odgovaraju sustavu HM 3, a to su motor, impeler, ulazna cijev te izlazni graft, perkutani kabel, upravljač sustava te baterije.

Prema prospektivnoj nerandomiziranoj kliničkoj studiji koja se provodila u 10 različitim centara HeartMate III omogućuje značajan napredak u liječenju bolesnika u terminalnoj fazi srčanog zatajivanja. Studija je uključivala 50 odraslih bolesnika s implantiranom Heart Mate III cirkulacijskom potporom koji su praćeni 6 mjeseci nakon implantacije. Od ukupno 50

bolesnika uključenih u studiju, 54% dobilo je mehaničku cirkulacijsku potporu kao most do transplantacije, a 46 % kao destinacijsku terapiju. Kriteriji za uključivanje bili su ejekcijska frakcija  $\leq 25\%$  te srčani indeks  $\leq 2,2$  L/min/m<sup>2</sup>, a rezultati su sljedeći:

- ✓ 30-dnevno preživljavanje – 98%
- ✓ 6-mjesečno preživljavanje – 92%
- ✓ poboljšanje NYHA klasifikacije – 83%
- ✓ progresivno poboljšanje kvalitete života bolesnika
- ✓ bez tromboze, hemolize ili kvara pumpe

Tablica 2. Rezultati istraživanja epidemiološke analize pojavnosti komplikacija kod bolesnika s implantiranim HM3 sustavom srca

Izvor:[http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/heartmate3/HeartMate\\_3\\_Sales\\_Brochure\\_English.pdf](http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/heartmate3/HeartMate_3_Sales_Brochure_English.pdf) (11.11.2017.)

VRSTA NEŽELJENOG DOGAĐAJA	BROJ PACIJENATA	POSTOTAK PACIJENATA	BROJ NEŽELJENIH DOGAĐAJA
Tromboza pumpe	0	0	0
Hemoliza	0	0	0
Ishemijski infarkt	4	8	4
Hemoragijski infarkt	2	4	2
Krvarenje koje je zahtijevalo kiruršku obradu	7	14	8
Gastrointestinalno krvarenje	4	8	6
Kvar uređaja	0	0	0
Infekcija izlaznog kabela	5	10	5
Desnostrana srčana insuficijencija	5	10	5



Slika 8. HVAD HM III

Izvor: <https://www.sjmglobal.com/~media/galaxy/hcp/featured-products/hf/heartmate-3-left-ventricular-assist-system/hm3-pump-mr-1.jpg>

Unapređujući cjelokupni sustav, HeartMate III sustav srca omogućuje puni opseg rada osiguravajući pritom protok od 2,5 do 10 L / min kako bi zadovoljio širok spektar kliničkih potreba bolesnika, umjetnu pulsabilnost kako bi se minimizirala područja staza u pumpi. Sama pumpa implantira se intraperikardijalno omogućujući minimizirane komplikacije. Sustav mehaničke cirkulacijske potpore Heart Mate III ima tanku, mehaničku kopčicu za brzo i jednostavno pričvršćivanje pumpe.

Indikacije za ugradnju: pružanje hemodinamske podrške kod bolesnika s uznapredovalom, refraktornom disfunkcijom lijeve klijetke; kao kratkoročna podrška, kao što je most za transplantaciju srca ili oporavak miokarda, ili kao dugoročna podrška, kao što je konačna, destinacijska terapija. Heart Mate 3 je namijenjen za upotrebu unutar ili izvan bolnice.

Kontraindikacije: bolesnici intolerantni na antikoagulantnu terapiju.

Kao i druge mehaničke cirkulacijske potpore, i Heart Mate III može imati moguće komplikacije s kojima treba upoznati bolesnika i obitelj. Moguće komplikacije su smrt, krvarenje, srčana aritmija, infekcija, respiratorna insuficijencija, kvar uređaja, sepsa, desna srčana insuficijencija, bubrežna insuficijencija, moždani udar, neurološka disfunkcija,



psihijatrijska epizoda, periferni ili trombembolični dogadjaj povezani sa uređajem, hemoliza, hepaticna disfunkcija, infarkt miokarda.

## 11. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOG SRCA HEARTWARE

Sustav umjetnog srca HeartWare dizajniran je za pomoć oslabljenom lijevom ventrikulu. Sustav HeartWare koristi centrifugalnu pumpu za krv, pumpu HVAD („pumpa“), koja se implantira u perikardijalni prostor od apeksa lijevog ventrikula do ascedentne aortne kanulacije radi potpore lijevom ventrikulu. Ulazna cijev koja je parcijalno sinterirana integrirana je s pumpom i polieterskim graftom od 10 mm impregniranim gelom te zaštitnom uvodnicom priključenom na pumpu. Perkutani vod regulatora povezuje pumpu s vanjskim regulatorom. Regulator koji napajaju dvije baterije ili jedna baterija i električna energija iz zidne ili utičnice u automobilu, regulira rad pumpe i nadzire sustav. Monitor se rabi za prikaz uspješnosti rada sustava i promjenu radnih parametara regulatora. Uključen je i punjač baterija.<sup>33</sup>



Slika 9. Sustav srca HeartWare

Izvor: <http://www.lvadlife.com/wp-content/uploads/2015/09/Gear.png>

Sustav HeartWare HVAD namijenjen je uporabi u pacijenata kod kojih postoji rizik od refraktornog zatajenja srca u završnoj fazi. Sustav HeartWare dizajniran je za bolničko i izvanbolničko okruženje.

---

<sup>33</sup> <https://www.heartware.com/patients-caregivers/what-vad> [pristupljeno 01.06.2017.]

Sustav HeartWare kontraindiciran je u sljedećim slučajevima:

1. u pacijenata s tjelesnom površinom (BSA) manjom od 1,2 m<sup>2</sup>
2. u pacijenata koji ne podnose terapiju antikoagulansima
3. tijekom trudnoće

#### 11.1. Komponente sustava

Sustav umjetnog srca HeartWare sastoji se od pume za krv s integriranom kanilom ulaznog protoka; poliesterskim graftom izlaznog protoka impregniranim gelom promjera 10 mm sa zaštitnom uvodnicom i perkutanim vodom regulatora. Zaštitna uvodnica rabi se na graftu izlaznog protoka za sprečavanje uvijanja. Kabel voda regulatora omotan je u polietersku tkaninu radi poticanja zarastanja tkiva na mjestu izlaza kroz kožu. Mala trajna pumpa ima istisni volumen od 50 ccm i teži 160 grama. Pumpa ima jedan pokretni dio, impeler, koji vrti krv kako bi generirao protok do 10 l/min. U kućištu pumpe postoje dva motora od kojih je jedan rezervni. Kratka integrirana kanila ulaznog protoka koja može biti glatka ili djelomično sinterirana umeće se u lijevi ventrikul, a graft ulaznog protoka povezuje pumpu HVAD s aortom. Prsten za šivanje pričvršćuje se na miokard i omogućuje intraoperativnu prilagodbu orijentacije pumpe. Veličina uređaja i kratka kanila ulaznog protoka omogućuju perikardijalni položaj koji eliminira potrebu za operacijom abdomena i stvaranjem džepova za uređaj.<sup>34</sup>

- a) Regulator HeartWare - mikroprocesorska jedinica koja upravlja radom sustava HeartWare. On omogućuje napajanje i signale za rad pumpi krvi te od pumpe prikuplja podatke. Perkutani vod regulatora povezan je s regulatorom koji uvijek mora biti povezan s dva izvora napajanja – adapterom za izmjeničnu struju ili adapterom za istosmernu struju i/ili punjivim baterijama. Unutarnja punjiva baterija u regulatoru koja se ne može mijenjati rabi se za napajanje zvučnog alarma

---

<sup>34</sup> Carrel T, Englberger L, Kadner A, Mohacsi P. Implantation of the continuous flow HeartWare® left ventricular assist device. *Multimed Man Cardiothorac Surg.* 2013;2013:mmt010. doi: 10.1093/mmcts/mmt010. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24413008>. [pristupljeno 30.05.2017.]

prekida napajanja ako su oba izvora napajanja odvojena. Regulator se povezuje s monitorom putem podatovnog priključka.

- b) Monitor HeartWare - tablet-računalo s dodornim zaslonom koje rabi vlasnički softver za prikaz podataka o uspješnosti rada i omogućava prilagodbu odabranih parametara regulatora. Ako je povezan s regulatorom, monitor od regulatora prima kontinuirane podatke o pumpi za krv te prikazuje trenutne i povijesne podatke o pumpi. Monitor prikazuje i stanje alarma.
- c) Izvori napajanja regulatora HeartWare - radi sigurnog rada regulatoru su potrebna dva izvora napajanja: dvije baterije ili jedna baterija i adapter za izmjeničnu struju ili adapter za istosmjernu struju. Tijekom aktivnosti pacijenti uglavnom rabe dvije baterije. Tijekom odmora ili spavanja pacijenti bi trebali rabiti napajanje iz strujne utičnice (adaper za iszmjeničnu struju) jer ona osigurava vremenski neograničeno napajanje. Baterije je potrebno zamijeniti kada njihova razina padne ispod 25% kapaciteta. Zamjenske, potpuno napunjene baterije moraju uvijek biti dostupne. Istodobno odvajanje oba izvora napajanja zaustavit će pumpu. Stoga, najmanje jedan izvor napajanja mora biti kontinuirano povezan.
- d) Punjač baterija HeartWare - punjač baterija rabi se za istodobno punjenje do četiri baterije.

## 11.2. Načela rada

Kontinuirane protočne pumpe sadrže rotirajući impeler koji krvi prenosi energiju pretvaranjem rotacijske kinetičke energije u mehaničku energiju. Lopatice impelera guraju tekućinu kroz pumpu pomoću hidrodinamičkih i centrifugalnih sila. Krajnji cilj je stvoriti tlak tekućine koji se ponekad naziva glavom pumpe ili samo glavom, i kojim se tekućina pomiče od ulaza do izlaza pumpe. Glava pumpe razlika je između postopterećenja i predopterećenja. Energija potrebna za rotiranje impelera generira se pomoću elektromagnetske veze između trajnih magneta (magnet rotora) priključenih ili zatvorenih u impeleru i statora motora. Statori motora sastoje se od zavojnica žica koje se slijedom pune električnom strujom pretvarajući

zavojnice u elektromagnete. Ti elektromagneti povlače magnete rotora oko osi rotacije. Pumpa HVAD učinkovita je pri pumpanju umjerenih količina krvi uz umjereni otpor.

### 11.3. Karakteristike protoka krvi

Količina protoka koju rotacijska pumpa može generirati ovisi o promjeru impelera, geometriji lopatica impelera, dizajnu kućišta, kapacitetu motora, brzini vrtnje i razlici tlaka koja postoji u pumpi. Time je omogućeno in-vitro određivanje karakteristika pumpe za specifičnu pumpu i temelj je za procjenu protoka krvi. Sustav HeartWare procjenjuje brzinu protoka krvi pomoću karakteristika pumpe HVAD (električna struja, brzina impelera) i viskonosti krvi. Viskoznost se izračunava iz pacijentova hematokrita. Kako bi se dobila najtočnija procjena protoka krvi, pacijentov se hematokrit mora unijeti u monitor HeartWare. Volumen protoka koji generira pumpa HVAD određuje se prema brzini rotacije impelera i razlici tlaka u pumpi. Tlak pod kojim pumpa HVAD mora raditi sličan je srednjem arterijskom tlaku. Ako je brzina pumpe (o/min) postavljena na prenisku vrijednost, uređaj možda neće generirati dovoljan tlak. To može dovesti do povratnog protoka (protok iz aorte ide natrag u uređaj i u lijevi ventrikul). Maksimalna brzina rotacije određuje se količinom protoka koja je dostupna iz desnog srca. Ako je vrijednost brzine postavljena previsoko, a pumpa pokušava pumpati više krvi nego što je dostupno, može doći do ventrikularnog usisa. Raspon brzine motora je u granicama 1800 i 4000 o/min. Na temelju stanja pacijenta mora se odrediti odgovarajuća brzina.

Način rada „Fixed“ rabi se za rad pumpe HVAD, što znači da su klinički liječnici postavili brzinu pumpe (o/min). Osim toga, kontrolni algoritmi pumpe HVAD pružaju kliničkim liječnicima podatke o uspješnosti rada uređaja i procjeni protoka krvi pumpe HVAD.

### 11.4. Procjena protoka

Procijenjeni protok krvi pumpe HVAD izračunava se pomoću VAD snage, parametara brzine i hematokrita temeljenih na uzorku krvi pacijenta. Zadana postavka hematokrita iznosi 30%, ali za točnu procjenu protoka pacijentov se hematokrit unosi u monitor. Podešavanja postavke hematokrita na monitoru treba napraviti za promjene hematokrita od 5% ili više. Valjani raspon procijenjenog protoka krvi je od -2 do 10 l/min. Vrijednosti manje od -2 l/min nisu valjanje u smislu procijenjenog protoka, ali mogu ukazivati na netočnu vrijednost hematokrita primijenjenu pri izračunu protoka. Vrijednosti veće od 10 l/min mogu ukazivati na stvaranje tromba u jedinici pumpe HVAD, a mogu biti pokazatelji netočne vrijednosti hematokrita

primijenjene pri izračunu protoka. Bitno je znati da se stvarni protok može razlikovati od očitavanja zbog varijabilnosti hematokrita pacijenta.

#### 11.5. Alarm otkrivanja usisa ventrikula

Stanje usisa može se pojaviti uslijed ventrikularnog kolapsa ili okluzije ulaznog protoka. Ventrikularni kolaps javlja se ako VAD kontinuiranog protoka pokušava pumpati više krvi iz lijevog ventrikula nego što je dostupno i dovodi do značajnog smanjenja ventrikularnog volumena. Kolaps lijevog ventrikula može biti posljedica kliničkih događaja koji utječu na predopterećenje lijevog ventrikula, uključujući hipovolemiju (krvarenje), zatajenje desnog srca, aritmiju ili pulmonalnu emboliju. Okluzija ulaznog protoka nastupa ako je kanila ulaznog protoka prepriječena interventrikularnim septumom, što također uzrokuje stanje usisa. Privremena opstrukcija ulaznog protoka može se pojaviti kao rezultat kirurškog pozicioniranja, položaja pacijenta ili tijekom naprezanja. Alarm otkrivanja ventrikularnog usisa radi tako da tijekom nadzora procijenjenog protoka reagira na iznenadna smanjenja brzina protoka. Osnovna linija protoka određuje se kontinuiranim praćenjem vrijednosti minimalnog protoka. Vrijednost okidača određena je na% ispod osnovne linije procijenjenog protoka. Indikacija usisa postiže se kada minimalni protok padne ispod te razine okidača. Alarm će se uključiti ako se to stanje održi 10 sekundi. Minimum protoka koji uključuje alarm usisa rabi se i za definiranje granice brisanja usisa. Osnovna linija procijenjenog protoka kontinuirano se uspoređuje s tom granicom. Alarm usisa izbrisan će se ako se osnovna linija protoka zadrži iznad razine okidača 20 sekundi. To je indikacija da je stanje usisa riješeno.

#### 11.6. Lavare ciklus

Lavare – ciklus regulirana je varijacija brzine koja se, ako je omogućena, odvija periodički. Lavare – ciklus sastoji se od smanjenja brzine za 200 o/min ispod postavljene brzine tijekom dvije sekunde nakon čega slijedi jednako povećanje brzine za 200 o/min iznad postavljene brzine tijekom jedne sekunde, a zatim povratak na zadanu brzinu. Lavare – ciklus ograničen je rasponom brzine pumpe od 1800 do 4000 o/min tijekom dijelova ciklusa niske i visoke brzine. Ovaj se ciklus periodički ponavlja svakih 60 sekundi. Preporučuje se da se Lavare – ciklus pokrene nakon što je pacijent hemodinamski stabilan. Ako se sumnja na trombe u uređaju, Lavare – ciklus treba se postaviti na „Off“ dok se ne riješi problem tromba.

## 11.7. Alarmi

Vizualni i zvučni alarmi obavještavaju o stanju pumpe, regulatora, priključaka i izvora napajanja. Stanja alarma klasificirana su kao stanja visoke, srednje ili niske razine. Svaki od tih alarma ima jedinstveni zvuk, vizualni i poruku. Ako se alarm uključi, na zaslonu regulatora prikazuju se dva retka teksta. U prvom retku navodi se o kojem alarmu je riječ, a u drugom što treba učiniti. Kada se alarm riješi, neće se čuti zvuk alarma niti svijetliti na indikatoru alarma.

## 12. POSTOPERATIVNA NJEGA BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM I ZBRINJAVANJE KOMPLIKACIJA

Vrlo pedantna briga o bolesnicima i samom uređaju u ranom postoperativnom tijeku osiguravaju perfuziju perifernih organskih sustava. Antibiotička profilaksa se započinje preoperativno i nastavlja se 48-72 sata nakon operacije. 24 do 36 sati nakon implantacije započinje se s antikoagulacijskom terapijom (heparin ili varfarin). Bolesnici se u ranom postoperativnom tijeku odvajaju od stroja za ventilaciju te se započinje se s terapijom diureticima budući da su bolesnici zbog naravi svoje bolesti u stanju volumnog preopterećenja. Krvarenje je česta komplikacija zbog sistemske antikoagulacije, ali i mehaničkog oštećenja faktora. Predisponirajući faktori su kongestija i disfunkcija jetara, kompromitirani nutriceijski status, prijeoperacijska upotreba antikoagulantnih lijekova, kirurški rezovi, reoperacije te produženo vrijeme operacije.

Sepsa uslijed infekcije je vodeći uzrok smrti kod bolesnika na mehaničkoj cirkulacijskoj potpori. Infektivni procesi mogu zahvatiti različite elemente samog uređaja, ali i mogu zahvatiti respiratorni, gastrointestinalni ili genitourinarni trakt. Razvoju infektivnih komplikacija doprinosi i malnutriceijski status, dijabetes, zatajenje bubrega te imunološko oštećenje. Iako se infektivne komplikacije mogu razviti u bilo koje vrijeme nakon implantacije uređaja, najčešće se razvijaju u periodu od 2 tjedna do 2 mjeseca nakon implantacije. Bakterije koje stvaraju biofilm (*Staphylococcus*, *Pseudomonas* ili *Enterococcus*) dominantno uzrokuju infektivne komplikacije na samom uređaju. Učestala upotreba antibiotika širokog spektra dovodi do podložnosti razvoju gljivičnih infekcija koje imaju visok stupanj smrtnosti. Implantirana mehanička cirkulacijska potpora podliježe tromboembolijskim zbivanjima zbog mehaničkih svojstava uređaja. Strana površina u kontaktu s krvlju dovodi do aktivacije imunološkog sustava, trombocita kao i koagulacijske kaskade. Precizno monitoriranje antikoagulacije pridonosi minimiziranju komplikacija krvarenja s jedne i tromboembolijskih zbivanja s druge strane.

Otprilike 20% bolesnika s zatajenjem lijeve strane srca doživi zatajenje desne strane srca nakon ugradnje uređaja za lijevu klijetku. Postoperativno zatajenje desne strane srca vodi lošijem ishodu liječenja, duljem boravku u jedinici intenzivnog liječenja, povećanoj smrtnosti u ranom postoperativnom tijeku te smanjenom udjelu bolesnik koji se uspješno premoštavaju do transplantacije srca. Bolesnici s mehaničkom cirkulacijskom potporom doživljavaju promijene u imunološkom sustavu koje su posljedica kontakta krvi s stranim materijalom.<sup>35</sup>

### 12.1. Postoperativna skrb

---

<sup>35</sup> <http://www.kardiokirurgija.com/mehanicka-cirkulacijska-potpora> [pristupljeno 25.05.2017.]



Nakon implantacije pumpe, bolesnik se smješta u jedinicu intenzivnog liječenja. Nadoknađuje se tekućina kako bi se indeks protoka pumpe održavao na vrijednosti većoj od 2,0 l/min/m<sup>2</sup> sa središnjim venskim tlakom i tlakom lijevog atrija nižim od 20 mmHg. Može se indicirati vazopresorna i/ili vazodilatatorska farmakološka pomoć za prilagodbu vazomotornog tona. Također, može se indicirati prema potrebi inotropna pomoć za rad desnog ventrikula.

Kako bi se smanjio rizik od moždanog udara, u postoperativnom tijeku skrbi potrebno je pridržavati se sljedećih smjernica:

- ✓ srednji arterijski tlak < 85 mmHg
- ✓ prvih nekoliko tjedana nakon implantacije jednolično i sporije povećavati i smanjivati brzinu i protoke kako bi se izbjegle prevelike hemodinamske sile
- ✓ održavati antikoagulaciju unutar preporučenog INR raspona od 2,0 do 3,0
- ✓ pouzdanim testom provjeriti otpornost na antikoagulacijsku terapiju aspirinom (ASA) te na odgovarajući način prilagoditi ASA monoterapiju (terapiju acitilsalicilnom kiselinom) ili kombinaciju odgovarajuće terapije.<sup>36</sup>

## 12.2. Antikoagulacija bolesnika s LVAD-om

Prije implantacije pumpe HVAD brojni pacijenti s refraktornim zatajenjem srca imaju abnormalnu koagulaciju zbog abnormalne funkcije jetra i kronične uporabe antikoagulansa. Produženo protrombinsko vrijeme može biti povezano sa značajnim postoperativnim krvarenjem. Prije implantacije pumpe HVAD moraju se dobiti nalazi INR, PTT i broja trombocita. Važan cilj je vratiti svaki od ovih parametara u normalni raspon prije implantacije pumpe. Antikoagulacijska terapija treba biti posebno prilagođena svakom pacijentu. Načelno se počinje s niskom dozom heparina od 10 jedinica/kg/h prvog dana nakon operacije do ciljnog PTT-a od 40 do 50 sekundi. Prije inicijacije antikoagulacijske terapije protok pri dreniranju prsnog koša putem cijevi mora biti manji od 40 ml/h tijekom približno tri sata, hematokrit mora biti stabilan, bez potrebe za transfuzijom proizvoda krvi, a faktori koagulacije moraju biti blizu normalnih vrijednosti. Postupno se povećava doza heparina kako bi se PTT održao u vrijednostima od 50 do 60 sekundi.

---

<sup>36</sup> HeartWare. Sustav umjetnog srca HeartWare: Upute za uporabu.2014.

Preporučena dugoročna oralna antikoagulacijska terapija za pumpu HVAD je kombinacija varfarina i heparina. Općenito se s aspirinom započinje u dozi od 325 mg/dan u roku 24 sata nakon implantacije ako nema komplikacija u vidu postoperativnog krvarenja. Ako je za antikoagulacijsku terapiju kao lijek odabran samo acitilsalicilna kiselina (ASA), preporuča se provjera otpornosti na ASA pouzdanim testom kako bi se utvrdila doza ili odabrao alternativni lijek. Za pacijente osjetljive na aspirin ili s drugim vrstama intolerancije, indiciran je klopidogrel u dozama od 75 do 150 mg/dan. Početna doza klopidogrela od 300 mg nakon koje slijede doze od 75 mg/dan preporučuje se za smanjenje vremena do postizanja potpunog terapijskog djelovanja (3-4 dana do potpunog djelovanja). Terapija varfarinom mora započeti u roku 4 dana nakon operacija, a dozu je potrebno titirati kako bi se održavao INR od 2,0 do 3,0.<sup>37</sup>

### 12.3. Održavanje krvnog tlaka

Kod osjetljivih pacijenata vraćanje normalne perfuzije može dovesti do sistemske hipertenzije. Budući da pumpa HVAD osigurava kontinuirani protok, što rezultira uskim arterijskim sistoličkim/dijastoličkim tlakovima pulsa, najbolje je nadzirati srednji arterijski tlak (MPA). Srednji arterijski tlak potrebno je pratiti i održavati na <85 mmHg.<sup>38</sup>

### 12.4. Fizikalna rehabilitacija

Fizikalna rehabilitacija počinje čim se stabilizira stanje bolesnika primljenog u jedinicu intenzivnog liječenja. Potiču se rano ekstubiranje, uklanjanje vodova za nadzor i kretanje. Nakon što se bolesnik klinički stabilizira, započinje se s okretanjem bolesnika s jedne na drugu stranu. Fizikalna terapija i aktivni pokreti mogu započeti prvog dana poslije operacije. Pacijent se može premjestiti u stolac i može se čim prije rabiti sobni bicikl ili traka za hodanje. U roku od nekoliko dana nakon implantacije LVAD-a pacijent se treba početi kretati po hodnicima i provoditi lagane vježbe pod nadzorom fizioterapeuta. Medicinske sestre te osoblje za fizikalnu i radnu terapiju mora surađivati kako bi se pacijenta pripremilo a

---

<sup>37</sup> Toeg H, Ruel M, Haddad H. Anticoagulation strategies for left ventricular assist device.

Curr Opin Cardiol. 2015 Jan 8. Dostupno na

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25574893>. [pristupljeno 20.06.2017.].

<sup>38</sup> HeartWare. HeartWare Ventricular Assist System: System Overview Hands-on Practicum. 2014.

otpuštanje iz bolnice. Ako se otpusti kući prema odluci kliničkog liječnika, pacijent može prisustvovati kardijalnom rehabilitacijskom programu za vanjske pacijente.<sup>39</sup>

### 12.5. Aritmije

Pumpa HVAD radi najefikasnije kada su dostupne odgovarajuće i stabilne količine predopterećenja. Stabilan supraventrikularni ritam pomaže u optimizaciji rada desnog srca, a pumpi HVAD osigurava predopterećenje. Brojni pacijenti sa zatajenjem srca imat će ugrađene trajne srčane elektrostimulatore i interne defibrilatore u vrijeme implantacije LVADA-a. Ti su uređaju često potrebni u ranom postoperativnim razdoblju.

### 12.6. Zatajenje desnog srca

Zatajenje desnog srca uobičajeno je u pacijenata koji dobivaju LVAD-ove. Zatajenje desnog srca obično se razvija u roku prva 24 sata nakon implantacije LVAD-a. Upozoravajući su znakovi povećan desni atrijski tlak (RAP) uz istodobno smanjenje plućnog okluzivnog kapilarnog tlaka (PCWP) i protoka LVAD-a. Uskoro slijede sistemska hipotenzija, tahikardija i retenecija urina. Da bi se RAP povećao na 15-18 mmHg, potrebno je dati sadržaj što se lako postiže u operacijskoj dvorani, dok je pacijent na kardiopulmonalnoj prenosnici. Povećanje RAP-a na >20 mmHg obično nije efikasno. Nakon optimiziranja intravaskularnog sadržaja obično je efikasno povećanje doze inotropnog lijeka u sprezi s pulmonalnim vazodilatatorima poput dušikovog oksida. Ako sadržaj i farmakološka terapija ne uspiju, mora se razmotriti uporaba uređaja za pomoć rada desnog ventrikula (RVAD). Kasno zatajenje desnog srca nakon implantacije nije uobičajenom ali može se manifestirati sličnim, ali manje akutnim simptomima. Etiologija kasnog zatajenja srca može značiti progresiju kronične bolesti srca poput bolesti koronarne arterije i/ili infarkta desnog ventrikula.

### 12.7. Održavanje regulatora

Da bi smanjili rizik od nastanka infekcije, povež na mjestu izlaza voda mora se svakodnevno mijenjati. Rutinsko održavanje voda regulatora/mjesta izlaza odgovornost je pacijenta i liječnika primarne zdravstvene zaštite.

Da bi se ispravno održavao vod regulatora pumpe HVAD i mjesto izlaza, potrebno je:

---

<sup>39</sup> <http://www.kardiokirurgija.com/mehanicka-cirkulacijska-potpورا> [pristupljeno 25.03.2017.]

- ✓ pranje ruku prije i nakon zamjena zavoja
- ✓ primjena aseptične tehnike
- ✓ zavoj mijenjati u skladu s protokolom/smjernicama ustanove:
  - mijenjati jednom ili dvaput dnevno 24-48 sati nakon implantacije ili ranije prema potrebi
  - mijenjati dvaput dnevno dok traje dreniranje, u slučaju traume ili infekcije
  - mijenjati jednom dnevno kada je kompletno dreniranje prestalo, na mjestu reza tkivo dobro zarasta i ne postoje znakovi infekcije ili traume
- ✓ ako postoje, ukloniti konce za zadržavanje voda regulatora 2 do 3 tjedna nakon operacije, nakon što je tkivo oko odvoda voda regulatora dobro zaraslo
- ✓ nakon uklanjanja povoja vod regulatora trebalo bi se vizualno pregledati na mjestu izlaza zbog mogućeg uvijanja, trošenja i drugih oštećenja. Ako se unutar lumena voda regulatora primijeti krv, o tome se mora odmah obavijestiti centar za implantaciju.
- ✓ provoditi svakodnevnu njegu mjesta izlaza antiseptičkim sredstvom za čišćenje poput razrijeđene otopine klorheksidina
- ✓ antiseptička tehnika mora se primjenjivati prilikom svakog uklanjanja povoja i izlaganja, pregledavanja, previjanja te dodirivanja mjesta izlaza
- ✓ prilikom njege mjesta izlaza nositi kapu, masku i sterilne rukavice
- ✓ imobilizirati perkutani vod okluzivnim zavojem ili prilagođenim perkutanim imobilizacijskim povezom ili pojasom, a preostalu duljinu vanjskog dijela voda regulatora držati ispod poveza ili odjeće
- ✓ za komplicirane promjene povoja voda regulatora koje nisu rutinske i uključuju infekcije mjesta izlaza potrebna je stručna medicinska pomoć/nadzor<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup> HeartWare. Sustav umjetnog srca HeartWare: Upute za uporabu.2014.



Slika 10. Pravilno zbrinjavanje perkutanog kabela

izvor: <https://s-media-cacheak0.pinimg.com/736x/c7/9d/00/c79d00b5ea00a13279ffd7700f6b3e5e--lvad-clothing-management.jpg>

#### 12.8. Smjernice za kontrolu infekcije kod bolesnika s implantiranom mehničkom cirkulacijskom potporom

- ✓ za prevenciju infekcije prije implantacije pumpe HVAD potrebno je ukloniti nepotrebne cijevi za infuziju, a stare zamijeniti.
- ✓ primijeniti antimikrobnu profilaksu na temelju nalaza nozokomijalne i mikrobne osjetljivosti s dovoljno širokim spektrom za stafilokok aureus, stafilokok epidermidis i enterokok
- ✓ primijeniti predoperativno čišćenje antiseptikom noć prije te ponovno ujutro na dan operacije
- ✓ nakon implantacije pumpe nastaviti sa sistemskom antimikrobnom profilaksom 48 do 72 sata
- ✓ ukloniti medijastinalne i pleuralne drenove što je prije moguće
- ✓ potaknuti ranu ekstubaciju, uklanjanje vodova za nadzor i kretanje
- ✓ prema potrebi, brzo vraćanje oralne prehrane može se pokušati primijeniti pomoću cijevi za hranjenje
- ✓ nakon kliničke stabilizacije, započinje se s promjenom položaja pacijenta u svrhu prevencije komplikacija dugotrajnog ležanja

- ✓ fizikalna terapija i aktivni pokreti mogu započeti prvog postoperativnog dana
- ✓ mjere njege za prevenciju infekcije neizostavno uključuju učestalo pranje ruku i poštivanje aseptičnih tehnika tijekom kontakta s invazivnim vodovima i tijekom promjena zavoja pumpe<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Chinn R, Dembitsky W, Eaton L, Chillcott S, Stahovich M, Rasmusson B, i sur. Multicenter Experience: Prevention and Management of Left Ventricular Assist Device Infections. *ASAIO Journal* 2005; 51:461-470. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16156314>. [pristupljeno 25.03.2017.]

### **13. ULOGA MEDICINSKE SESTRE U EDUKACIJI BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM**

Edukacija bolesnika primarna je komponenta sestrinskog procesa zdravstvene njege. Istraživanja pokazuju da je ishod liječenja puno bolji kada je bolesnik dovoljno informiran o svojoj bolesti, planiranom operativnom zahvatu i procesu oporavka. Medicinske sestre imaju odgovornost prema bolesnicima ne samo u zadovoljavanju osnovnih ljudskih potreba, nego i u edukaciji koja je kompleksan proces obzirom da bolesnici dolaze iz različitih etničkih i socioekonomskih sredina te imaju različite prioritete u samom procesu zdravstvene njege.

Obzirom na težinu same bolesti, operativnog zahvata te postoperativnog oporavka, svaki bolesnik podvrgnut implantaciji LVAD-a prolazi kroz nekoliko faza prilagodbe: šok, poricanje, cjenkanje, depresija, adaptacija. Bolesnici su prestrašeni, tjeskobni, potišteni, a negativna emotivna stanja prije i nakon implantacije mogu nepovoljno utjecati na ishod i tijek oporavka, dužinu boravka u bolnici i na učinkovitost liječenja. Važno je motivirati bolesnika te ga poticati na sudjelovanje u planiranju i provođenju zdravstvene njege i samostalnost. Davanjem pozitivnih verbalnih informacijama o njegovim postignućima omogućiti mu da se oslobodi osjećaja bespomoćnosti i manje vrijednosti. Neupućenost i neznanje mogu dovesti do niza problema kao što su smanjena mogućnost brige o sebi, neadekvatna briga o cijelom sustavu (regulator, punjač baterija), neadekvatno tumačenje važnih parametara, pojava infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela uslijed neadekvatnog previjanja. Da bi se poboljšala komunikacija s bolesnikom i obitelji, treba omogućiti i dostupnost informacija u svakom trenutku. Neovisno kojom metodom edukacije se koristimo, računalnim sustavom ili pisanom dokumentacijom, važno je zapamtiti da ti podaci moraju postati dio stalnog zdravstvenog zapisa bolesnika. Dokumentacija može uključivati usvojene informacije i rješenja, korištene edukacijske metode (brošure, modeli, video), odgovori evaluacije edukacije bolesnika i obitelji.

Edukacija bolesnika koji su planirani za implantaciju LVAD-a započinje prije same implantacije. Od velike je važnosti u edukaciju uključiti i najbliže članove obitelji. Život s LVAD-om je novi početak za svakog bolesnika, ali i za cjelokupnu obitelj. Edukaciju treba prilagoditi svakom bolesniku individualno, uzimajući u obzir njegovo fizičko i psihičko stanje. Osnovni cilj edukacije trebao bi biti upoznati bolesnika sa samim sustavom HVAD-a, načinom rada, osposobiti ih za samostalno rukovanje s cjelokupnim sustavom te ih pripremiti na život s LVAD-om nakon izlaska iz bolnice. Svrha edukacije je osigurati kvalitetu života

bolesnika što sličniju prije bolesti. U sam proces edukacije uključen je multidisciplinarni tim koji se sastoji od kardiokirurga, kardiologa, medicinskih sestara, perfuzionista, fizioterapeuta te psihologa.

Edukacija bolesnika važna je za osiguravanje sigurnog i uspješnog cjelokupnog liječenja. Bolesnik mora bit u stanju pokazati znanje pri rukovanju sustavom HeartWare i u reagiranju na hitne slučajeve. Da bi se osiguralo razumijevanje i sposobnost bolesnika, potrebno ih je educirati pomoću razumljivih praktičnih demonstracija individualno prilagođene za svakog pacijenta.

Na kraju edukacije, bolesnik bi trebao samostalno učiniti sljedeće:

- ✓ prepoznati adapter za izmjeničnu struju i uspješno ga povezati s regulatorom i strujnom utičnicom
- ✓ prepoznati priključke za napajanje na regulatoru i uspješno zamijeniti baterije prema oznakama
- ✓ uspješno ponovno puniti baterije u punjaču baterija
- ✓ pratiti preostalo vrijeme baterije na svakoj bateriji pomoću LED lampica
- ✓ prepoznati zvučne i tekstualne poruke alarma na regulatoru
- ✓ razumjeti značenje alarma i pokazati odgovarajuće reakcije na stanje alarma
- ✓ uspješno prebaciti sustav s jednog regulatora na drugi
- ✓ razumjeti da je važno da se ne povlači, ne uvija i ne savija vod regulatora ili kabela za napajanje, posebno prilikom sjedenja, ustajanja iz kreveta, podešavanja regulatora ili izvora napajanja ili prilikom uporabe torbice za tuširanje
- ✓ pacijente je potrebno educirati o važnosti uvijek dostupnog rezervnog regulatora, uključujući prilikom promjene izvora napajanja. Liječnici tu edukaciju trebaju naglasiti u bolesnika koji su u opasnosti od kardiovaskularnog kolapsa ako dođe do isključivanja pumpe. Rizični pacijenti obuhvaćaju one sa spojenim aortnim zaliskom ili aortnim zaliskom koji je zatvoren šivanjem zbog regurgitacije aortnog zaliska te pacijente s izrazito nedostatnom ventrikulskom funkcijom<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> HeartWare.Sustav umjetnog srca HeartWare: Upute za uporabu.2014.



## 14. TRETMAN MJESTA IZLASKA PERKUTANOG KABELA

Prije otpusta iz bolnice bolesnik ili član obitelji moraju biti sposobni samostalno, prema svim smjernicama tretirati svakodnevno mjesto izlaza perkutanog kabela koje je ulazno mjesto mikroorganizmima. Bolesnik bi trebao biti u stanju samostalno pripremiti pribor i pravilno izvesti postupak previjanja te biti upoznat o tome da o svakoj promjeni i odstupanju obavijesti nadležnog liječnika kako bi se infekcija na vrijeme prepoznala i liječnika. Bolesnika treba upoznati s činjenicom da povlačenje perkutanog kabela može odužiti cijeljenje mjesta izlaza te da trauma rane može znatno povećati rizik za infekciju.

Previjanje mjesta izlaza perkutanog kabela obavlja se svaki dan, po potrebi i češće, ovisno o stanju rane. Mjesto izlaza perkutanog kabela mora se održavati suhim i čistim. Bolesnike treba educirati o znakovima koji upućuju na infekciju kao što su bolnost, osjetljivost na palpaciju, iscjedak, otok ili crvenilo. Ispravnim tretiranjem mjesta izlaznog kabela zatvaraju se vrata ulazu infekcije u organizam.

Priprema pribora i materijala:

- ✓ 1 par sterilnih i 1 par nesterilnih rukavica, kapa, maska
- ✓ antiseptička otopina
- ✓ sterilni setovi kompresa i tupfera te sterilna pinceta
- ✓ jednokratna sterilna pokrivka s rupom
- ✓ kartonska bubrežasta zdjelica ili vreća za otpad

Postupak previjanja:

- ✓ pripremiti pribor nadohvat ruke na ravnu podlogu
- ✓ higijensko oprati ruke
- ✓ skinuti postojeću prekrivku ne oštećujući kabel te odložiti u vreću za otpad
- ✓ pregledati mjesto izlaza te ukloniti sumnju na infekciju
- ✓ ponovno oprati ruke te staviti sterilne rukavice
- ✓ očistiti mjesto izlaza tri puta kružnim pokretima od ulaza prema van antiseptičkom otopinom
- ✓ posušiti mjesto izlaza suhim sterilnim gazama
- ✓ pokriti mjesto izlaza sterilnom jednokratnom pokrivicom
- ✓ fiksirati izlazni kabel
- ✓ raspripremiti upotrebljeni pribor

✓ oprati ruke

## 15. LOKALNE KOMPLIKACIJE KOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM

LVAD je revolucionirao liječenje bolesnika s uznapredovalim zatajenjem srca, ali infekcije povezane s pumpom predstavljaju potencijalni rizik. Unatoč brzom razvoju tehnologije LVAD-ova, svi trenutni uređaji još uvijek zahtijevaju vanjski izvor energije povezan s tuneliranim perkutanom izlaznim kabelom. Infekcije mjesta izlaznog kabela su najčešće infekcije povezane s LVAD-om. Infekcije mjesta izlaznog kabela pojavljuju se učestalo iz razloga što izlazno mjesto pogonskog sustava stvara kanal za ulazak bakterija, a protetički materijal pogonskog sustava stvara idealno okruženje za formiranje bakterijskih biofilmova. Infekcije mjesta izlaznog kabela s gastrointestinalnim krvarenjem i moždanim udarom predstavljaju vodeće uzroke neplaniranih oboljenja za pacijente na LVAD-u.<sup>43</sup>

Infekcije povezane s mehaničkom cirkulacijskom potporom uključujući infekcije mjesta izlaska perkutanog kabela te infekcije krvotoka su klinički vrlo značajne za pacijente na pumpi. Prema istraživanjima, infekcije mjesta izlaska perkutanog kabela su češće nego infekcije krvotoka, no smatraju se manje povezane sa povećanom smrtnošću bolesnika nego infekcije krvotoka. Naime, infekcije krvotoka su glavni uzrok smrti bolesnika s LVAD-om, te su odgovorne za 41% smrtnosti općenito. Najčešći uzročnici infekcija su gram – pozitivni koki, kao *Staphylococcus species*, koji su fiziološka flora kože.<sup>44</sup>

Međunarodno društvo za transplantaciju srca i pluća definira LVAD infekcije kao sve infekcije koje se pojavljuju u prisustvu LVAD-a, a mogu ili ne moraju biti izravno povezane s njegovom uporabom, ali se moraju smatrati kao takve zbog prisutnosti LVAD-a. Infekcije pumpe mogu biti lokalne, s infekcijom lože i infekcijom mjesta izlaska perkutanog kabela ili mogu biti sistemske, uključujući infekcije krvotoka i/ili endokarditis. Unatoč tome što je infekcija lokalna pojava, može se proširiti na ostala tkiva, pogoršavajući ozbiljnost bolesti i/ili

---

<sup>43</sup> Leuck AM. Left ventricular assist device driveline infections: recent advances and future goals. J Thorac Dis. 2015 Dec; 7(12): 2151–2157. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4703684/>. [pristupljeno 30.06.2017.].

<sup>44</sup> Hieda M, Sata M, Nakatani T. The Importance of the Management of Infectious Complications for Patients with Left Ventricular Assist Device. Healthcare (Basel). 2015 Sep; 3(3): 750–756. . Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4939583/>. [pristupljeno 30.06.2017.].

postaje sistemska. Također je poznato da se rizik za pojavu infekciju povećava s duljinom implantacije pumpe.<sup>45</sup>

Prevalencija komplikacija, uključujući infekcije, povećava se kako se širi uporaba LVAD-ova od kratkoročne potpore prema sve češće destinacijskoj terapiji ili mostu prema transplantaciji. 2011. godine Međunarodno društvo za transplantaciju srca i pluća predložilo je smjernice za definiciju LVAD infekcija. Prema definiciji Društva, lokalne infekcije LVAD-ova mogu se podijeliti na površinske i duboke infekcije. Obje uključuju meko tkivo koje okružuje izlazno mjesto sustava i praćeno je crvenilom, febrilitetom i gnojnim iscjetkom. Duboke infekcije uključuju i fasciju (tanak sloj vezivnog tkiva) i slojeve mišića.

Mikroorganizmi mogu kolonizirati perkutani kabel prilikom ili nakon implantacije pumpe. Iako su infekcije četo povezane s preoperativnim periodom, samo 15% slučajeva javlja se tijekom prvih 30 dana nakon implantacije.<sup>46</sup>

---

<sup>45</sup> Leuck AM. Left ventricular assist device driveline infections: recent advances and future goals. *J Thorac Dis.* 2015 Dec; 7(12): 2151–2157. [pristupljeno 25.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4703684/>

<sup>46</sup> Walter V, Stock UA, Soriano M, Schnitzbauer A, Moritz A, Fernandez A. Eradication of a cronic wound and driveline infection after redo-LVAD implantation. *J Cardiothorac Surg.* 2014; 9: 63. [pristupljeno 25.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3972615/>

Prema Peredi i Conteu postoje četiri glavne odrednice za razvoj infekcije:

ODREDNICE	KARAKTERISTIKE
<b>Domaćin</b>	povišene vrijednosti kreatinina, depresija, pothranjenost, imunosupresija, oralna higijena, dijabetes, pretilost, bubrežna funkcija
<b>Implantacija i postoperativna njega</b>	krv i tekućine u loži, trajanje drenaže
<b>Karakteristike uređaja</b>	karakteristike perkutanog kabela (debljina, vrsta materijala), težina regulatora, starije generacije uređaja
<b>Mikroorganizmi</b>	gram pozitivni (najčešće), gram negativni, gljivice (obično <i>Candida species</i> ), mikobakterije

Multirezistentni mikroorganizmi su još jedan zabrinjavajući faktor. U nedavnom istraživanju jednog centra, dokazano je da 31,6% prijavljenih infekcija uzrokovano multirezistentnim mikroorganizmima. Ti slučajevi bili su povezani s učestalijim hospitalizacijama.<sup>47</sup>

Rana je fizička ozljeda živog tkiva koja zahvaća kožu ili sluznicu no može zahvatiti i dublje slojeve tkiva u različitom stupnju. Kirurške rane predstavljaju ozbiljan problem jer vrlo često u infekciju nisu uključeni samo koža i potkožno tkivo nego i dublje strukture kao što su mišići, kosti, trbušna maramica pa čak i organi. Infekcije kirurških rana najčešća su kirurška komplikacija. Najčešći uzročnici infekcija kirurških rana su: *Staphylococcus aureus*, crijevne bakterije (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*), *Enterococcus*, *Clostridium species*, *Acinetobacter species* i *Pseudomonas aeruginosa*. Rana može biti inficirana bakterijama koje se nalaze na ili u samom bolesniku (endogene infekcije). Na koži i sluznicama ljudi nalazi se ogroman broj bakterija koje su uvjetno patogene. To znači da su one korisne za svakog pojedinca, ali pod određenim uvjetima, kao što je imunosupresija ili

<sup>47</sup> Hernandez GA, Nunez Breton JD, Chaparro V. Driveline Infection in Ventricular Assist Devices and Its Implication in the Present Era of Destination Therapy. *Open J Cardiovasc Surg.* 2017; 9: 1179065217714216. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/>. [pristupljeno 25.05.2017.].

oštećenje kože ili sluznica, one postaju patogene i izazivaju infekciju. Drugi izvor infekcija rana je bolnička sredina, pribor sa kojim se obrađuje rana, zdravstveno osoblje, kao i drugi ljudi koji dolaze u kontakt sa bolesnikom. Bakterije koje potiču iz bolničke sredine su u pravilu rezistentnije na antibiotike, pa se i infekcije koje one izazivaju teže liječe. Učestalost pojavnosti komplikacija varira u odnosu na vrstu operacije i njezinu složenost. Dužinom operacije povećava se i rizik za infekciju. Infekcije su česte kod velikih rana sa znatnim oštećenjem tkiva, kod prisustva stranog tijela, dreniranja, kateteriziranja, otvorenih venskih puteva ili kod prekomjerne tjelesne težine pacijenta. Infekcije se javljaju unutar 30 dana od operacijskog zahvata, ali moguće je i do godine dana kod implantiranja raznih kirurških implantata.

Rizik za nastanak infekcija veći je kod bolesnika sa šećernom bolesti, malignim oboljenjima, kod pretilih ili pothranjenih bolesnika, u bolesnika s kardiovaskularnim bolestima te pušačima. Na mjestu infekcije javlja se crvenilo, otok i bol. Izgled i miris rane zavise od uzročnika infekcije. Infekcije uzrokovane aerobnim uglavnom su gnojne i nemaju neugodan miris dok su infekcije uzrokovane anaerobnim mikroorganizmima duboke i imaju vrlo neugodan miris.

Najbolje liječenje kirurških infekcija je rana prevencija koja bi se trebala provoditi prije, za vrijeme i nakon operacije. Obzirom na veliku učestalost pojavnosti infekcija kod bolesnika s implantiranom dugotrajnom mehaničkom cirkulacijskom potporom, od neprocjenjive je važnosti educiranost tih bolesnika o važnosti prevencije infekcija nakon samog zahvata. Edukacija se temelji na aseptičnim tehnikama previjanja rane, pravilno tuširanje bolesnika, mobilizacija u cilju bolje prokrvljenosti tkiva te adekvatnoj nutritivnoj potpori.

Jedan od najvažnijih čimbenika za smanjenje kirurških infekcija je skraćivanje ukupnog trajanja hospitalizacije. Prevencija i liječenje kirurških infekcija zahtijeva multidisciplinarni pristup, a uspješna prevencija rezultira boljim kvalitetom života bolesnika i obitelji.

Tablica 3: Najčešći uzročnici infekcija rana i njihova učestalost

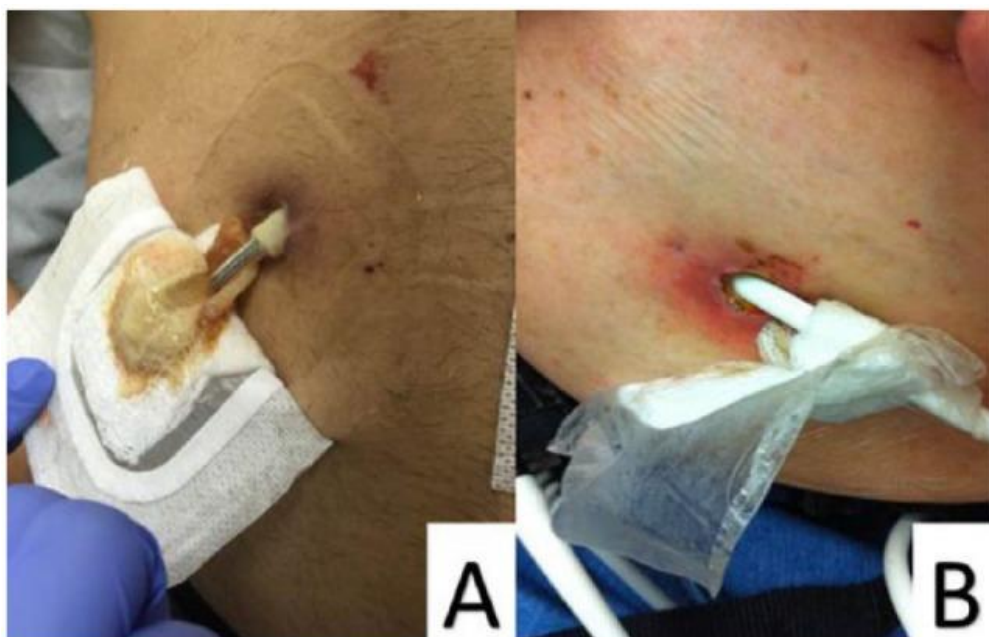
Izvor: National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) report, data summary from October 1986-April 1996, issued May 1996. A report from the National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System. Am J Infect Control. 1996 Oct;24(5):380-8.

PATOGEN	UČESTALOST (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	20
<i>Koagulaza-negativni stafilokok</i>	14
Enterokoki	12
<i>Escherichia coli</i>	8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8
<i>Enterobacter sp.</i>	7
<i>Proteus mirabilis</i>	3
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3
Ostali streptokoki	3
<i>Candida albicans</i>	3
<i>Streptokoki grupe D</i>	2
<i>Ostali gram pozitivni aerobi</i>	2
<i>Bacteroides fragilis</i>	2

#### 15.1. Infekcije mjesta izlaza perkutanog kabela

Ako primarno zacjeljivanje rane nije adekvatno, vrlo je visok rizik za razvijanje infekcije koja ne mora biti nužno ograničena na mjesto izlaza perkutanog kabela. Infekcije povezane LVAD-om uključuju osim infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela i infekcije krvotoka

(sepsa) te predstavljaju veliku opasnost za bolesnike posebice sepsa koje su veliki uzrok smrti kod takvih bolesnika. U više od 60% bolesnika s navedenim infekcijama, izolirani uzročnici bile su Gram-pozitivne bakterije kao što je *Staphylococcus species*, koja je fiziološka flora kože. Istraživanja ukazuju na važnost rane i prikladne intervencije, uključujući antibiotike te njegu rane kako bi se spriječio potencijalni razvoj sistemske infekcije. Strategije za prevenciju i kontrolu infekcija nisu usmjerene samo na preoperativni period nego podrazumijevaju pravilnu njegu rane prema svim pravilima asepsa te adekvatnu primjenu antibiotika. Stoga, prevencija i kontrola infekcija povezanih s pumpom su primarni postupci kod bolesnika s mehaničkom cirkulacijskom potporom.<sup>48</sup>



Slika 11 A: infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela - gnojni iscjedak

Slika 11 B: infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela – okolni eritem

izvor:

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/bin/10.1177\\_1179065217714216-fig2.jpg](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/bin/10.1177_1179065217714216-fig2.jpg)

---

<sup>48</sup> Gordon RJ, Weinberg AD, Pagani FD, Slaughter MS, Pappas PS, Naka Y, i sur. Prospective, multicenter study of ventricular assist device infections. *Circulation*. 2013 Feb 12;127(6):691-702. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.128132. Epub 2013 Jan 11. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23315371>. [pristupljeno 25.06.2017.].



## 15.2. Infekcija džepa pumpe

Kontinuirane infekcije mjesta izlaza perkutanog kabela mogu razviti infekciju džepa pumpe. Na navedenu infekciju se postavlja sumnja kada bolesnik ima pozitivnu hemokulturu na gram – pozitivne koke (*Staphylococcus species*) kroz duže vrijeme. Bolesnici s infekcijom džepa pumpe prezentiraju se kliničkim znakovima sepse, uključujući vrućice kao infektivni endokarditis, i imaju simptome poput umjerene do jake boli oko područja izlaza perkutanog kabela ili u području implantirane pumpe. Točkasta krvarenja i kvržice koji su ponekad primjetni kod bolesnika s infektivnim endokarditisom, mogu biti i znakovi infekcije džepa pumpe. Pri sumnji na infekciju, za postavljanje što ranije dijagnoze uzimaju se dva uzorka hemokulture te se ordinira kompjuterizirana tomografija. Ultrazvučni uređaj je od velike koristi pri traženju i praćenju prostora tekućine oko područja perkutanog kabela i implantirane pumpe. Ultrazvučno mjerenje tog prostora od velike je koristi pri procjeni same infekcije. Prostor oko pumpe može biti zauzet neidentificiranom tekućinom posebice u ranoj fazi nakon implantacije. Kirurška drenaža i adekvatna primjena antibiotika primarni su u liječenju ovakve vrste infekcija. Odstranjuje se inficirano tkivo i pritom se uzimaju uzorci tkiva za daljnju dijagnostiku. Džep pumpe i područje oko džepa se temeljito čisti ispiranjem fiziološkom otopinom. Nakon kirurškog tretmana, upotrebljava se terapija negativnim tlakom kako bi se drenirala tekućina te ubrzalo cijeljenje rane.<sup>49</sup>

## 15.3. Dijagnoza infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela i infekcije džepa pumpe

Kriteriji za postavljanje dijagnoze infekcije sastoje se od kliničkih znakova infekcije praćenih bolovima, febrilitetom, iscjetkom i/ili leukocitozom. Prema smjernicama Međunarodnog udruženja za transplantaciju srca i pluća, u bolesnika sa suspektom infekcijom, indicirane su sljedeće pretrage: kompletna krvna slika, rendgenska snimka grudnih organa, tri uzorka

---

<sup>49</sup> Hieda M, Sata M, Nakatani T. The Importance of the Management of Infectious Complications for Patients with Left Ventricular Assist Device. *Healthcare (Basel)*. 2015 Sep; 3(3): 750–756. Dostupno na. [pristupljeno 29.06.2017.].

hemokultura u 24 sata, sedimentacija eritrocita, C-reaktivni protein te uzeti briseve mjesta izlaza perkutanog kabela.

Tablica 4. Postavljanje dijagnoze infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela

Izvor:

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Breton%20JD%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor\\_uid=28680268](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Breton%20JD%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=28680268)

<b>Glavni klinički kriteriji</b>	<b>Sporedni klinički kriteriji</b>
mikroorganizam izoliran iz >2 hemokulture nakon >12 sati bez drugih znakova infekcije ili pozitivna 3 uzorka hemokulture	tjelesna temperatura >38°C
3 pozitivne hemokulture uzete iz CVK (centralni venski kateter) i periferije u isto vrijeme	vaskularne promjene, septički plućni infarkt, mikotoksična aneurizma, krvarenje
pozitivan ehokardiogram (infektivni endokarditis povezan s LVAD-om)	imunološke promjene, glomerulonefritis
	mikrobiološki dokazi: pozitivne hemokulture

Infekcije povezane s LVAD-om imaju značajan utjecaj na klinički ishod bolesnika. Prema istraživanjima, bolesnici koji su imali infekciju imaju značajno nižu stopu preživljenja usporedbi s bolesnicima bez infekcije. Također, bolesnici koji su u ranom postoperativnom tijeku nakon implantacije pumpe imali infekciju, imaju visok rizik za reoperaciju zbog krvarenja, zatajenja bubrega koje je često praćeno multiorganskim zatajenjem. Osim navedenih lokalnih komplikacija, nepovoljan utjecaj na klinički ishod imaju komplikacije u obliku tromboze pumpe. S obzirom da se komplikacije ne pojavljuju samo u ranom postoperativnom tijeku dok je bolesnik hospitaliziran, nego je izložen njima i nakon otpusta iz bolnice, od najvećeg značenja ostaje rano prepoznavanje i liječenje komplikacija kako bi se bolesnicima omogućila što veća kvaliteta života.

Infekcija je dokazana kada je izoliran uzročnik iz hemokulture s histološkom potvrdom uzorka, ili kada su zadovoljena dva glavna kriterija. Vjerojatna dijagnoza infekcije može se postaviti kada su zadovoljena jedan glavni i tri sporedna kriteriji ili samo četiri sporedna

kriterija, dok je moguća dijagnoza infekcije suspektna ako su prisutni jedan glavni i jedan sporedni kriterij ili samo tri sporedna kriterija. Infekcija je isključena ako se riješi nakon četiri dana terapije antibioticima.<sup>50</sup>

#### 15.4. Uzročnici infekcija

Mikroorganizmi uključeni u nastanak lokalnih infekcija kod bolesnika s LVAD-om su većinom fiziološka flora kože uključujući *S. aureus*, coagulasenegative staphylococci i *Corynebacterium spp.* Također, često izolirani uzročnici su i *Pseudomonas aeruginosa* i Enterobakterije, a u nešto manje slučajeva izolirana je *Candida*. Prema istraživanju koje je proveo Nienaber i suradnici u kojem su istraživali mikroorganizme uključene u nastanak lokalne infekcije (infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela, infekciju džepa pumpe, infekciju džepa ugrađenih kardiovaskularnih implantibilnih uređaja, medijastinitis bez sepsa) i utvrdili da su najčešće izolirane patogene bile gram pozitivne koki (44,8%) i gram negativni štapići (24,1%). Polimikrobne infekcije također su česte kod bolesnika s LVAD-om te mogu uključivati multirezistentne mikroorganizme. Polimikrobne infekcije razbijaju se uslijed superinfekcija već inficiranog mjesta izlaza perkutanog kabela dok je bolesnika na primarnoj antimikrobnoj terapiji za početni patogen. U slučaju polimikrobnih infekcija, najčešći sekundarni uzročnik je *Pseudomonas aeruginosa*. Međutim, ponekad je teško razlikovati komensalne kožne organizme od pravih patogena. Primjerice, u nedavnom istraživanju infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela *Staphylococcom* bila je početno suspektna, no daljnjom obradom utvrdilo se da je gnojni iscjedak zapravo uzrokovan alergijom na politetrafluoroetilensku membranu upotrebljavane tijekom implantacije pumpe.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Hernandez GA, Nunez Breton JD, Chaparro V. Driveline Infection in Ventricular Assist Devices and Its Implication in the Present Era of Destination Therapy. *Open J Cardiovasc Surg.* 2017; 9: 1179065217714216. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/>. [pristupljeno 25.05.2017.].

<sup>51</sup> Donahey EE, Polly DM, Vega JD, Lyon M, Butler J, Nguyen D, i sur. Multidrug-Resistant Organism Infections in Patients with Left Ventricular Assist Devices. *Tex Heart Inst J.* 2015 Dec 1;42(6):522-7. doi: 10.14503/THIJ-14-4612. eCollection 2015 Dec. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26664303/>. [pristupljeno 30.05.2017.].

Tablica 5. Najčešći uzročnici infekcija

Izvor: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4939583/>

Gram – pozitivne bakterija (41%)	Gram - negativne bakterije (24,1%)	Gljivice (15%)	Mikobakterije
<i>Staphylococcus epidermidis</i> (38%)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Candida species</i>	<i>Mycobacterium avium</i>
<i>Staphylococcus aureus</i> (24%)	<i>Klebsiella</i>		
	<i>Enterobacter</i>		

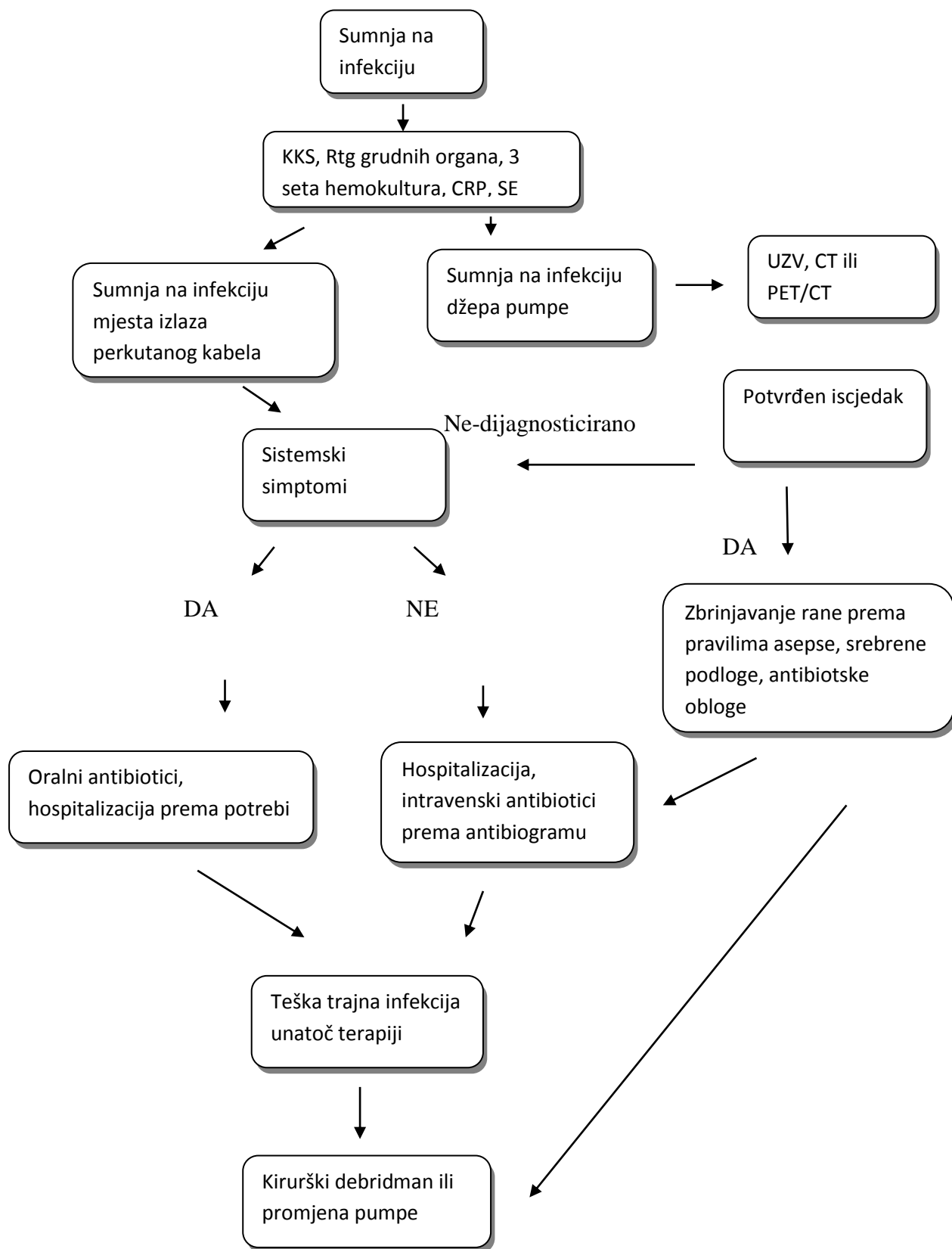
### 15.5. Patogeneza infekcije

Mjesto izlaza perkutanog kabela predstavlja idealnu površinu za kolonizaciju bakterija zbog velike površine. Kolonizacije najčešće stvaraju bakterije poput *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida spp.* i *Enterococcus spp.* Kolonizacija se stvara kada bakterije prodru površinu i počnu stvarati mikrokolonije ugrađene u ekstracelularnu polimeričku strukturu poznatu kao jezgrin matriks. U ovakvom okruženju, stvarni mikroorganizmi iznose samo 10% biomase biofilma, dok ostatak biomase čine strukture matriksa. Sastav matriksa varira od vrste do vrste i može predstavljati zaštitu bakterijskih stanica od imunološkog sustava domaćina te na taj način sprječava prodiranje antibiotika. Ove činjenice ukazuju na važnost dobre selekcije antibiotika u liječenju ovakvih infekcija.<sup>52</sup>

<sup>52</sup> Nienaber JJ, Kusne S, Riaz T, Walker RC, Baddour LM, Wright AJ, i sur.

Clinical manifestations and management of left ventricular assist device-associated infections. Clin Infect Dis. 2013 Nov;57(10):1438-48. doi: 10.1093/cid/cit536. Epub 2013 Aug 13.

Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23943820>.



Algoritam dijagnosticiranja i liječenje suspektne infekcije mjesta izlaza perkutanog kabela. KKS –kompletna krvna slika, CRP – C reaktivni protein, SE - sedimentacija eritrocita, CT – kompjuterizirana tomografija, UZV – ultrazvuk, PET/CT – pozitronska emisijska tomografija  
 izvor:[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/bin/10.1177\\_1179065217714216-fig1.jpg](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/bin/10.1177_1179065217714216-fig1.jpg)

## **16. LIJEČENJE LOKALNIH KOMPLIKACIJA MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA**

Do danas ne postoje opsežne smjernice za liječenje lokalnih komplikacija bolesnika s LVAD-om. Opće smjernice predlažu 2-4 tjedna antimikrobne terapije sa ili bez kirurškog debridmana rane. Supresivni antibiotici nisu indicirani kod izoliranih infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela, ali bi njihovu uporabu trebalo razmotriti pri sumnji na infekcije džepa pumpe. Trenutne smjernice korištene u liječenju infekcija ne daju jasne indikacije za izbor empirijske ili ciljane antimikrobne terapije infekcija LVAD-a.

### **16.1. Lijekovi**

#### **1. Empirijska terapija**

Pri svakoj sumnji na lokalnu infekciju, započinje se s antimikrobnom terapijom dok se čekaju mikrobiološki nalazi. Najbolja terapija za navedene infekcije do danas nije definirana. Za svaku ranu lokaliziranu infekciju, najčešći lijek izbora su antibiotici. Nije postavljena jasna definicija rane lokalne infekcije, no općenito se opisuje kao iscjedak ili upalne promjene oko mjesta izlaznog kabela bez sistemskih simptoma. Prema preporukama Sveučilišta u Minnesoti, empirijska terapija izbora za antibiotike je doksiciklin 100 mg kroz 14 dana. Druge preporuke uključuju primjenu ciprofloksacina 500 mg i doksiciclina 100 mg kroz 10 dana. Ako postoji proširenija infekcija ili se pojave znakovi sistemske upale, bolesnik se hospitalizira, monitorira, prati te se primjenjuju antibiotici širokog spektra djelovanja dok se čekaju nalazi kultura.

#### **2. Ciljana terapija**

Kada su identificirani mikroorganizmi odgovorni za nastanak infekcije, primjena empirijske terapije mijenja se u ciljanu terapiju prema antibiogramu. Unatoč rastućem broju literature o LVAD-ovim, specifične smjernice za izbor antibiotika kod ovakvih bolesnika i dalje nedostaju. Prilikom primjene antibiotika, posebnu pažnju bi trebalo obratiti na interakciju antibiotika s marterfarinom te vrijednosti INR-a.

#### **3. Kirurška terapija**

Zamjena uređaja je posljednji izbor pri liječenju infekcije mehaničke cirkulacijske potpore. Prema jednom istraživanju, pri zamjeni uređaja zbog infekcije dokazana je 100% smrtnost unutar jedne godine, dok je smrtnost pri zamjeni uređaja zbog drugih indikacija iznosila 53%. Zamjena uređaja opsežan je kirurški zahvat koji nosi

potencijalne komplikacije te mu se pristupa kao zadnjoj opciji pri liječenju infekcija. Ovaj zahvat indiciran je kod teških infekcija otpornih na antibiotsku terapiju.<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup> Hernandez.G. Nunez Breton.J. Chaparro.S. Driveline Infection in Ventricular Assist Devices and Its Implication int he Present Era of Destination Therapy. Open Journal of Cardiovascular Surgery Volume 9:1-6 dostupno na [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Breton%20JD%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor\\_uid=28680268](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Breton%20JD%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=28680268). [pristupljeno 25.05.2017.].

Tablica 6. Klasifikacija infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela ( Toda i Saw)

Izvor: Hernandez.G. Nunez Breton.J. Chaparro.S. Driveline Infection in Ventricular Assist Devices and Its Implication in the Present Era of Destination Therapy. Open Journal of Cardiovascular Surgery Volume 9:1-6 dostupno na [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Breton%20JD%5BAuthor%5D&cauthor\\_r=true&cauthor\\_uid=28680268](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Breton%20JD%5BAuthor%5D&cauthor_r=true&cauthor_uid=28680268)

STADIJ	1	2	3	4	5
Izgled	Ružičasta boja mjesta izlaza kabela, s ili bez prisutnosti crvenila, bez iscjetka	Prekid kože na mjestu izlaza, crvenilo, moguć lokalni celulitis, mala količina iscjetka	Znakovi sistemske infekcije, prekid kože, crvenilo, umjeren do obilan iscjedak	Znakovi sistemske infekcije, prekid kože, krvarenje iz mjesta izlaza kabela, moguć celulitis, obilan iscjedak	Stadij 4 + zahvaćen džep pumpe, pozitivne hemokulture
Liječenje	Svakodnevno previjanje mjesta izlaza kabela prema svim pravilima asepsa koristeći antimikrobne prekrivne	Mikrobiološki nalaz brisa rane, svakodnevno previjanje koristeći srebrene podloge i sterilne komprese	Hospitalizacija prema potrebi, hemokultura, mikrobiološki bris rane, antibiotici širokog spektra, primjena srebrenih podloga, češće previjanje	Hospitalizacija, primjena intravenskih antibiotika, hemokultura, mikrobiološki bris rane i dublje površine, redovito previjanje koristeći srebrene podloge, razmotriti kirurški debridman	Stadij 4 + kirurški debridment, razmotriti zamjenu pumpe



## 16.2. Prevencija infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela

### 1. Metoda implantacije i vrsta mehaničke cirkulacijske potpore

Postotak infekcija može biti varijabilan ovisno o vrstama uređaja za potporu, iako razlika nije značajna. Prema jednoj retrospektivnoj opservacijskoj studiji bolesnika s implantiranom destinacijskoj mehaničkoj cirkulacijskoj potpore Haglunda i suradnika, učestalost infekcija kod bolesnika s HeartMate II uređajem iznosi 17%, dok je učestalost istih kod HeartWare uređaja 2%. Ove podatke treba uzeti s rezervom obzirom na mali uzorak ispitanika. Neminovnu važnost imaju buduća istraživanja koja će se provoditi na velikom uzorku i moći nam dati adekvatnije informacije o povezanosti pojave infekcija i vrstama mehaničke cirkulacijske potpore.

### 2. Nutritivni status

Nepovoljan nutritivni status također predstavlja rizični čimbenik za nastanak infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela. Koncentracija albumina i nizak BMI (prema eng. Body Mass Indeks) prediktori su rehospitalizacije zbog infekcija nakon otpusta iz bolnice. Imamura i suradnici vođeni svojim istraživanjem izradili su bodovnu skalu koja stratificira bolesnike na nisko, srednje i visokorizične za razvoj infekcije. Optimizacija nutritivnog statusa indikator je smanjenja mogućnosti za potencijalni razvoj infekcija.

### 3. Pravilna njega mjesta izlaza perkutanog kabela

Mjesto izlaza perkutanog kabela otvoren je izvor nastanka infekcija te ga treba tretirati prema svim pravilima asepse. Previjanje se provodi dnevno ili tjedno, ovisno o izgledu same rane, mogućnostima bolesnika, a prema potrebi i više puta tijekom dana. Za sada još uvijek ne postoje standardni protokoli za tretman, ali uglavnom se koriste antiseptici poput klorheksidina, hidrogen-peroksida ili povidon-joda. Nakon aseptičnog previjanja navedenim antisepticima, samo mjesto izlaza kabela prekriva se sterilnom kompresom. Posebnu pažnju treba obratiti na edukaciju bolesnika i obitelji nakon otpusta iz bolnice oni postaju odgovorni za tretman rane te ako su u mogućnosti, ovisno o tjelesnom zdravlju i ostalim socijalnim mogućnostima, samostalno tretiraju ranu, a time postaju izravan izvor za nastanak infekcija.<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> HeartWare. Sustav umjetnog srca HeartWare: Priručnik za uporabu. 2014.

## 17. ISTRAŽIVANJE

### 17.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je epidemiološki analizirati pojavnost lokalnih komplikacija u bolesnika kojima je ugrađena dugotrajna mehanička cirkulacijska potpora lijevom ventriklu.

### 17.2. Metode i ispitanici

Ova retrospektivna opservacijska studija provedena je u Kliničkoj bolnici Dubrava na Zavodu za kardijalnu i transplantacijsku kirurgiju. Kao baza podataka bolesnika kojima je ugrađen LVAD korištena je medicinska dokumentacija bolesnika. Ispitanici uključeni u istraživanje su svi bolesnici kojima je u periodu od listopada 2008. do listopada 2017. godine implantirana dugotrajna cirkulacijska mehanička potpora kao oblik terapije do oporavka, transplantacije ili kao oblik destinacijske terapije.

U sklopu korištenja podataka iz medicinske dokumentacije bolesnika, Etičko povjerenstvo KB Dubrava dalo je svoje odobrenje za korištenje navedenoga..

Prikupljeni podaci o bolesnicima su preneseni na elektronički medij te su prikazani tablično te grafikonima. Podaci su obrađeni u programu Microsoft Office Excel 2007. Prikazani su grafički i tabelarno, korištena je deskriptivna metoda.

### 17.3. Hipoteza

Infekcije mjesta izlaza perkutanog kabela najčešće su lokalne komplikacije kod bolesnika s implantiranom dugotrajnom mehaničkom cirkulacijskom potporom.

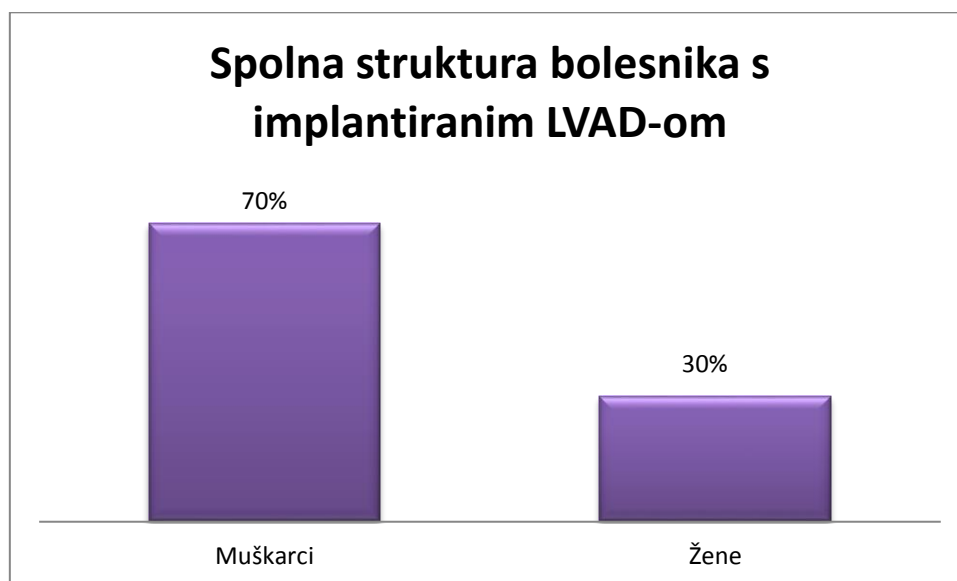
#### 17.4. Rezultati istraživanja

Tablica1. SPOLNA STRUKTURA BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM

SPOL	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
Muškarci	19	70
Žene	18	30

Od ukupno 27 bolesnika koji su obuhvaćeni studijom kojima je u vremenskom razdoblju od 2008. do 2017. godine implantirana dugotrajna mehanička cirkulacijska potpora, 70% bolesnika bili su muškarci i 30% žene.

Grafikon 1. SPOLNA STRUKTURA BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM

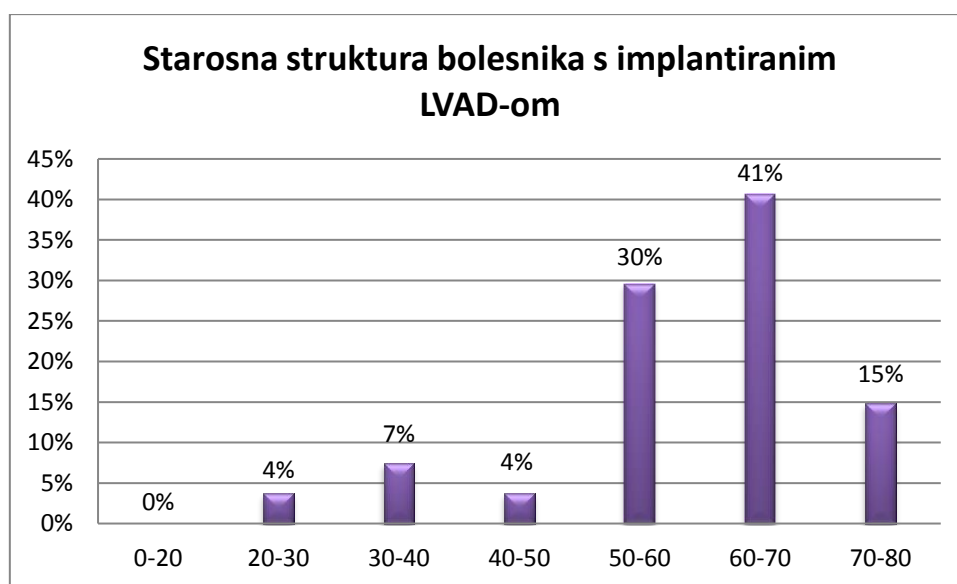


**TABLICA 2. STAROSNA STRUKTURA BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM**

Godine života	Broj oboljelih	Postotak oboljelih (%)
0-20	0	0
20-30	1	4
30-40	2	7
40-50	1	4
50-60	8	30
60-70	11	41
70-80	4	15

Prosječna starosna dob bolesnika uključenih u ovu studiju je 58,9 godina. Prema rezultatima ovog istraživanja, najveći postotak bolesnika (41%) ima između 60-70 godina, zatim slijede bolesnici između 50-60 (30%) godine starosti te bolesnici između 70-80 godina (15%) što potvrđuje činjenicu da je dob rizični čimbenik za nastajanje kardiovaskularnih bolesti, no danas se dobna granica znatno pomiče te je sve veći broj bolesnika u mlađoj životnoj dobi s dijagnosticiranim zatajenjem srca te imaju potrebu za implantacijom LVAD-a.

**Grafikon 2. STAROSNA STRUKTURA BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM**

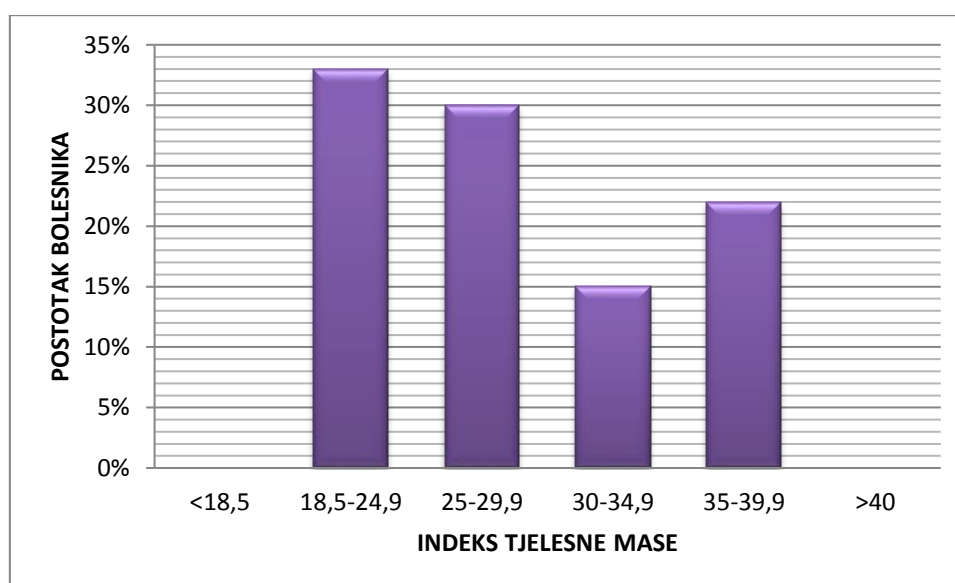


Tablica 3. BMI BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DRUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM

BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
<18,5	0	0
18,5-24,9	9	33
25-29,9	8	30
30-34,9	4	15
35-39,9	6	22
>40	0	0

Indeks tjelesne mase (*engl. Body Mass Index*) je jedan od načina procjene uhranjenosti. Od svih poznatih indeksa, indeks tjelesne mase je najuže povezan s količinom prekomjernog masnog tkiva u ljudskom tijelu, a uz to ga je relativno jednostavno izračunati ili očitati iz tablica. Izračun BMI se temelji na odnosu tjelesne težine i kvadrata visine osobe. Prema podacima ovog istraživanja, 67% bolesnika imalo je prekomjernu tjelesnu težinu, od kojih čak 22% ima pretilost trećeg stupnja. Tek 33% bolesnika ima poželjnu tjelesnu masu.

Grafikon 3. BMI BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DRUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM

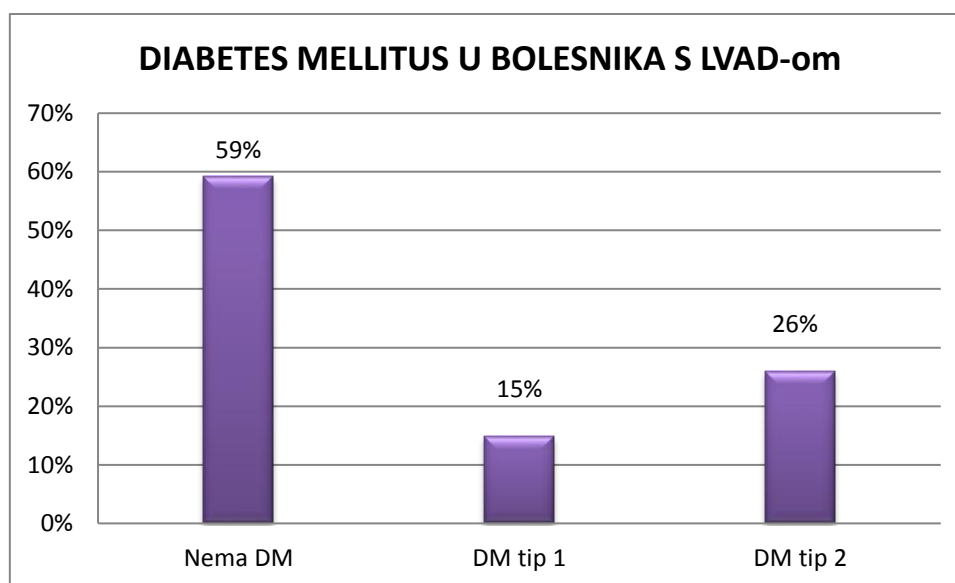


Tablica 4. DIJAGNOZA DIABETES MELLITUSA KOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM OTPOROM

DIABETES MELLITUS	Broj bolesnika	Postotak bolesnika(%)
Nema DM	16	60
DM tip 1	4	15
DM tip 2	7	25

Postavljenu dijagnozu diabetes mellitusa prije implantacije LVAD-a imalo je 40% bolesnika. Od toga je 15% bolovalo od diabetes mellitusa ovisnog o inzulinu, dok je 25% bolesnika bilo na oralnim antidijabeticima.

Grafikon 4. POSTOJANJE DIABETES MELLITUSA KOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM

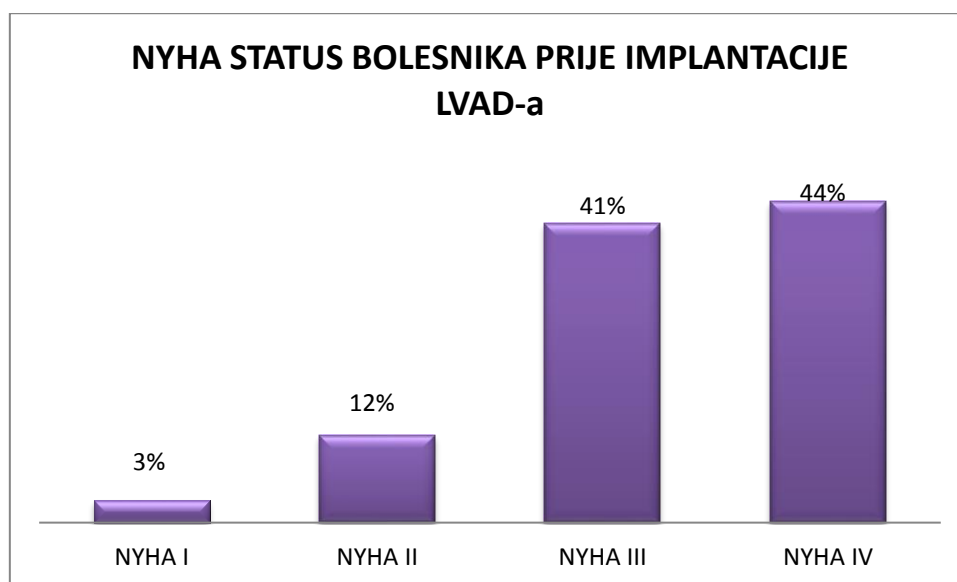


Tablica 5. NYHA STATUS BOLESNIKA PRIJE IMPLANTACIJE LVAD-a

NYHA STATUS	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
I	1	3
II	4	12
III	11	41
IV	12	44

Većina bolesnika (44%) imala je tegobe u mirovanju što po NYHA klasifikaciji pripada četvrtoj kategoriji. 41% bolesnika pripada NYHA klasifikaciji III što znači da su im bile značajno ograničene svakodnevne aktivnosti uslijed simptoma, dok je 12% blage simptome opisivalo tijekom svakodnevnih aktivnosti, no u mirovanju simptoma nije bilo (NYHA II). NYHA I klasifikaciji koji navode odsutnost ograničenja ili simptoma kod svakodnevnih aktivnosti pripadalo je 3% bolesnika.

Grafikon 5. NYHA STATUS BOLESNIKA PRIJE IMPLANTACIJE LVAD-a

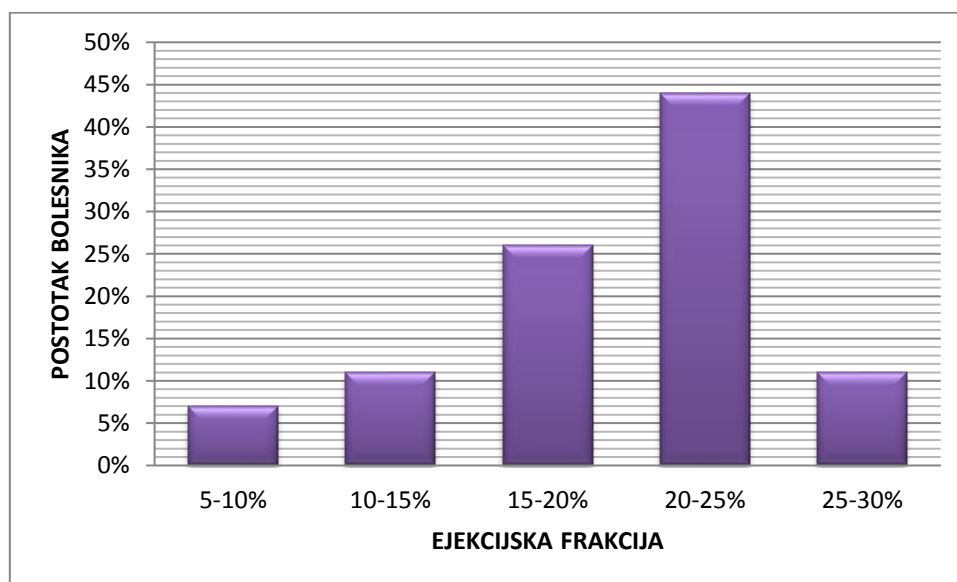


Tablica 6. EJEKCIJSKA FRAKCIJA (EF) BOLESNIKA PRIJE IMPLANTACIJE LVAD-a

EF (%)	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
5-10	2	7
10-15	3	11
15-20	7	26
20-25	12	44
25-30	3	11

Uvidom u medicinsku dokumentaciju, najveći broj (44%) bolesnika prije implantacije mehaničke dugotrajne cirkulacijske potpore imalo je EF 20-25%. Njih 7% imalo je EF 5-10% što ukazuje na težinu i ozbiljnost srčanog zatajenja u ovih bolesnika. Također je velik postotak bolesnika s EF 15-20%, ukupno 26%.

Grafikon 6. EJEKCIJSKA FRAKCIJA (EF) BOLESNIKA PRIJE IMPLANTACIJE LVAD-a



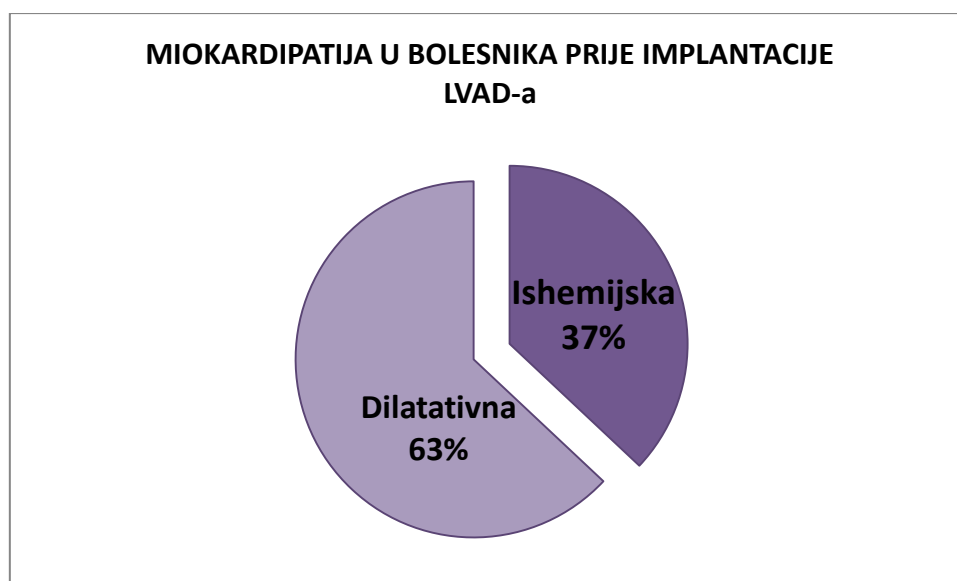


Tablica 7. VSRTE MIOKARDIOPATIJE KAO UZROK ZATAJIVANJA SRCA

VRSTA KARDIOMIOPATIJE	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
Ishemijska	10	37
Dilatativna	17	63

63% bolesnika uključenih u ovu studij dijagnosticirana je dilatativna kardiomiopatija dok je njih 37% pripadalo skupini ishemijske miokardipatije. Postotak bolesnika koji su preboljeli infarkt miokarda prije implantacije LVAD-a je 41%.

Grafikon 7. VSRTE MIOKARDIOPATIJE KAO UZROK ZATAJIVANJA SRCA

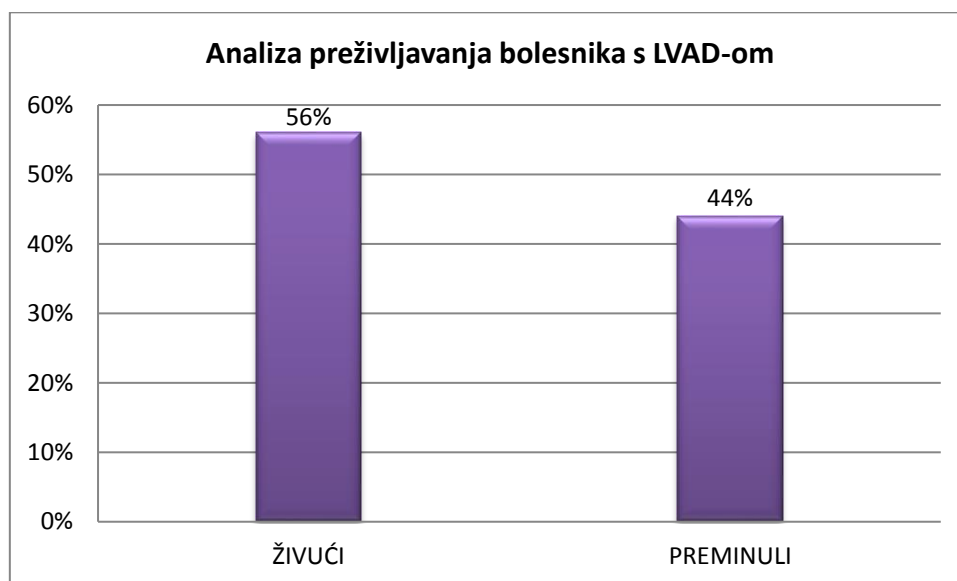


Tablica 8. ISHOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM- PREŽIVJELI/PREMINULI

ISHOD BOLESNIKA	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
ŽIVUĆI	15	56
PREMINULI	12	44

Od ukupno 27 bolesnika uključenih u ovu studiju, preminulo je njih 44% nakon višemjesečnog praćenja. Većina preminulih bolesnika imala je dobro šestomjesečno preživljavanje te dobru kvalitetu života po implantaciji mehaničke cirkulacijske potpore.

Grafikon 8. STRUKTURA BOLESNIKA S DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM- PREŽIVJELI/PREMINULI

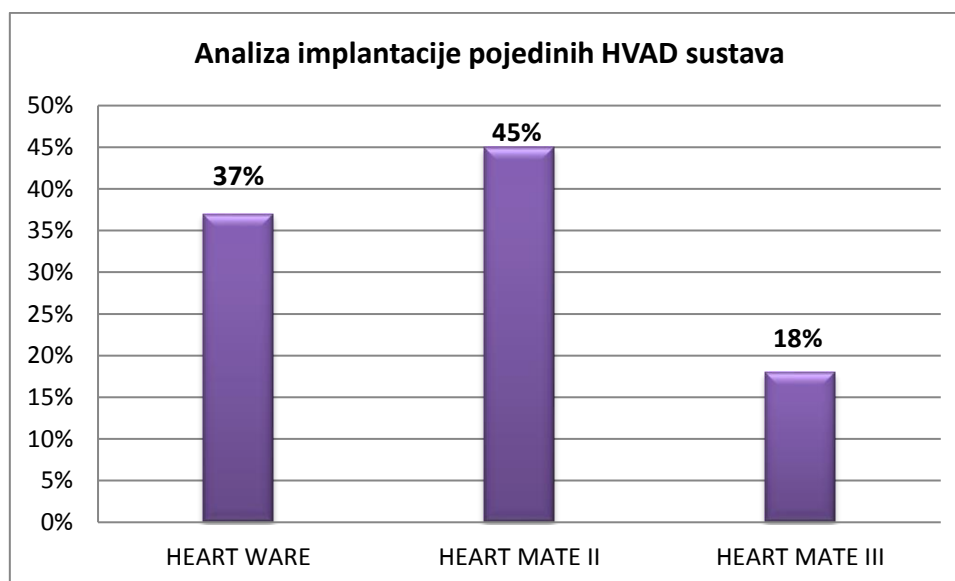


Tablica 9. STRUKTURA BOLESNIKA PREMA VRSTI IMPLANTIRANE DUGOTRAJNE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE

VRSTA LVAD-A	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
HEART WARE	10	37
HEART MATE II	12	45
HEART MATE III	5	18

Najzastupljenija implantirana mehanička cirkulacijska potpora (45%) je Heart Mate II, zatim slijedi Heart Ware sustav srca koji je implantiran kod 37% bolesnika te najnoviji sustav Heart Mate III koji je implantiran kod 18% bolesnika.

Grafikon 9. STRUKTURA BOLESNIKA PREMA VRSTI IMPLANTIRANE DUGOTRAJNE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE

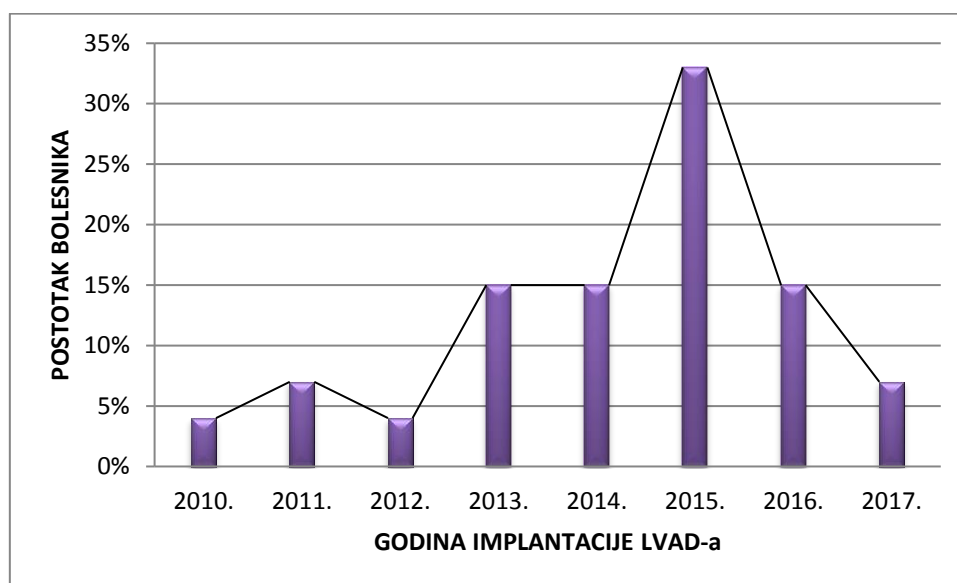


Tablica 10. UČESTALOST IMPLANTACIJE DUGOTRAJNE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE PREMA ODREĐENOM VREMENSKOM RAZDOBLJU

GODINA IMPLANTACIJE	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
2010.	1	4
2011.	2	7
2012.	1	4
2013.	4	15
2014.	4	15
2015.	9	33
2016.	4	15
2017.	2	7

Razvojem medicinske tehnologije i kliničkog znanja, mehanička cirkulacijska potpora postala je zlatni standard u liječenju bolesnika u terminalnoj fazi zatajivanja srca. Svake godine sve je veći broj bolesnika s uspješno implantiranim HVAD sustavom zahvaljujući kojemu je povećana kvaliteta života kako bolesnika tako i cjelokupne obitelji. Najveći broj implantiranih LVAD-ova u KB Dubrava bio je 2015.godine kada je uspješno implantirano 33% bolesnika.

Grafikon 10. UČESTALOST IMPLANTACIJE DUGOTRAJNE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE PREMA ODREĐENOM VREMENSKOM RAZDOBLJU

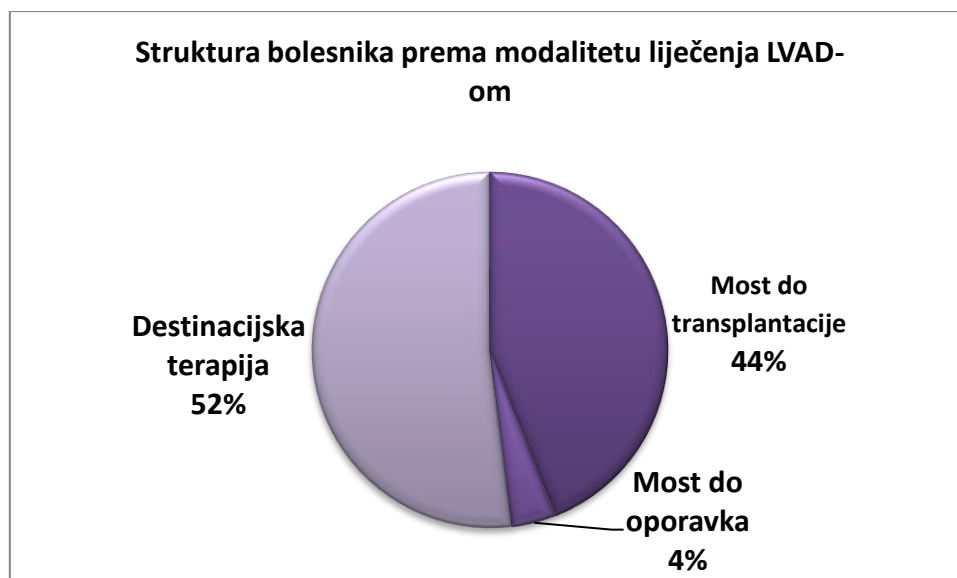


Tablica 11. STRUKTURA BOLESNIKA PREMA MODALITETU LIJEČENJA LVAD-om

MODALITET LIJEČENJA	Broj bolesnika	Postotak (%)
MOST DO TRANSPLANTACIJE	12	44
MOST DO OPORAVKA	1	4
DESTINACIJSKA TERAPIJA	14	52

52% bolesnika dobilo je LVAD kao destinacijsku, konačnu terapiju čime im se spasio život. Ti bolesnici nisu kandidati za transplantaciju, odnosno LVAD je bio jedino rješenje za takve bolesnike. Mehaničku cirkulacijsku potporu kao most do transplantacije dobilo je 44% čime dok je 4% bolesnika LVAD dobilo do oporavka nativnog srca.

Grafikon 11. STRUKTURA BOLESNIKA PREMA MODALITETU LIJEČENJA LVAD-om



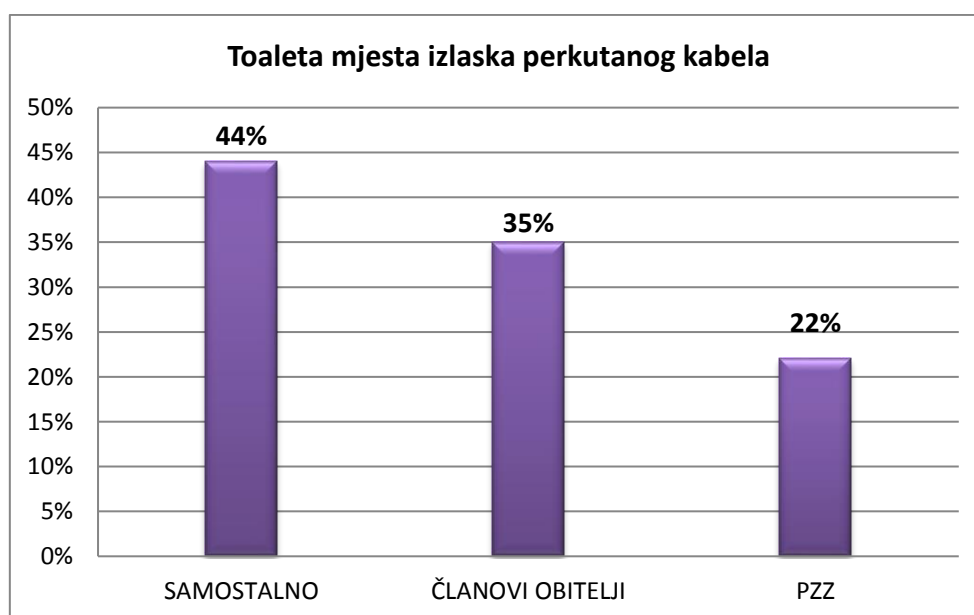
Tablica 12. ANAMNEZA PREVIJANJA MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA NAKON HOSPITALIZACIJE

PREVIJANJE MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA	Broj bolesnika	Postotak bolesnika (%)
Samostalno	12	44
Članovi obitelji	9	35
PZZ*	6	22

\*PZZ – Primarna zdravstvena zaštita

Svi bolesnici s implantiranim LVAD-om kao i njihove obitelji, prolaze tijekom hospitalizacije edukaciju kako bi naučili funkcionirati sustavom srca samostalno nakon izlaska iz bolnice te povećati svoju kvalitetu života što je više moguće. U edukaciju je uključen multidisciplinarni tim, a od samog početka u edukaciju treba uključiti i obitelj bolesnika. Između ostalog, moraju naučiti pravilno previjati mjesto izlaska perkutanog kabela prema svim pravilima asepsa. S obzirom na postojanje smanjene mogućnost brige o sebi kod pojedinih bolesnika, previjanje su preuzeli najbliži članovi obitelji (suprug/a, kćer/sin, roditelji). 44% bolesnika samostalno previja mjesto izlaska driveline-a, dok u 35% bolesnika toaletu rane vrše članovi obitelji. 22% bolesnika toaletu rane vrši patronažna medicinska sestra.

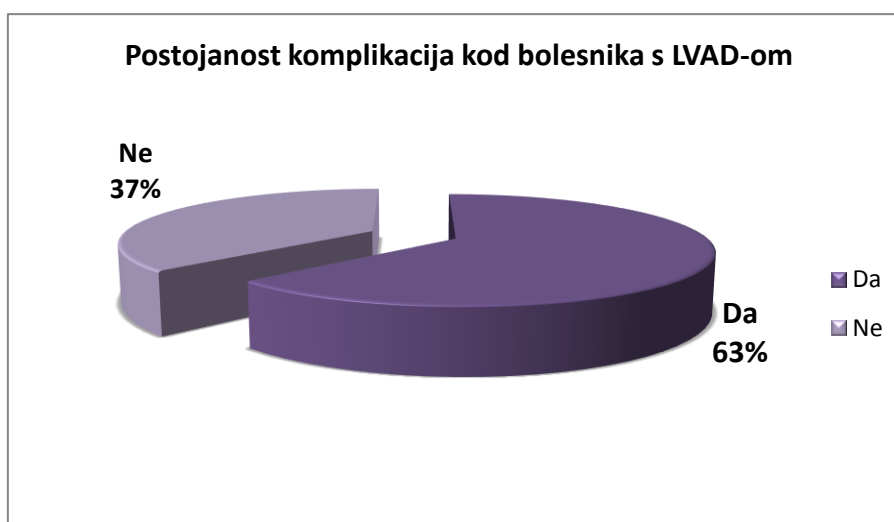
Grafikon 12. ANAMNEZA PREVIJANJA MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA NAKON HOSPITALIZACIJE



Tablica 13. ANALIZA POJAVNOSTI KOMPLIKACIJA KOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM OTPOROM

POSTOJANOST KOMPLIKACIJA	Broj komplikacija	Postotak bolesnika (%)
Da	17	63
Ne	10	37

Grafikon 13. ANALIZA ANAMNEZE POJAVNOSTI KOMPLIKACIJA KOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM OTPOROM



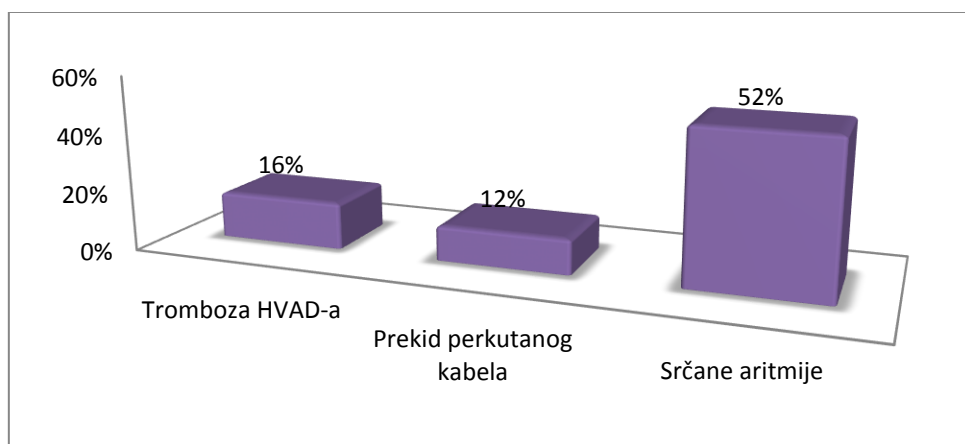
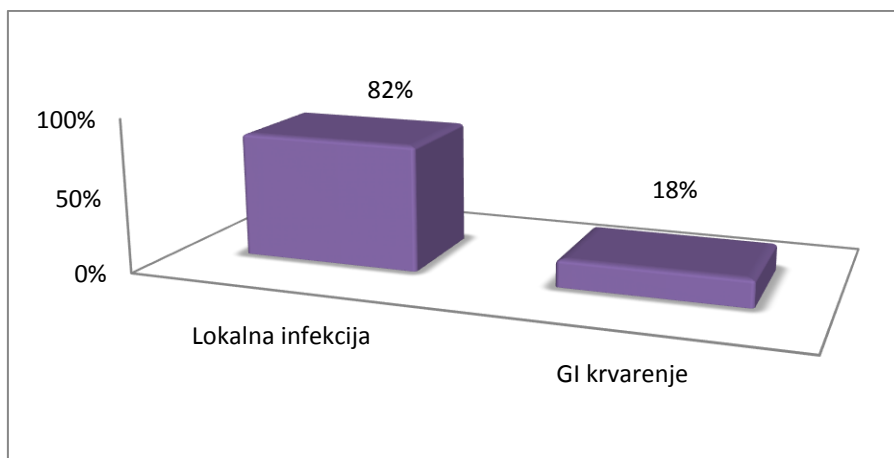
Tablica 14. VRSTE KOMPLIKACIJA KOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM

VRSTA KOMPLIKACIJE	Postotak bolesnika (%)
Infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela	82
Gastrointestinalno krvarenje	18
Tromboza HVAD-a	16
Prekid perkutanog kabela	12
Srčane aritmije	52

Najčešća lokalna komplikacija u bolesnika s implantiranim LVAD-om kao dugotrajnim vidom liječenja je infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela (82%), zatim slijedi gastrointestinalno krvarenje kod 18% bolesnika. Od ostalih komplikacija srčane aritmije javile su se kod 52% bolesnika tijekom hospitalizacije. Kod 16% bolesnika zabilježena je tromboza pumpe HVAD, a prekid perkutanog kabela mehaničkim oštećenjem kod 12%.



Grafikon 14. VSRTE KOMPLIKACIJA KOD BOLESNIKA S IMPLANTIRANOM DUGOTRAJNOM MEHANIČKOM CIRKULACIJSKOM POTPOROM

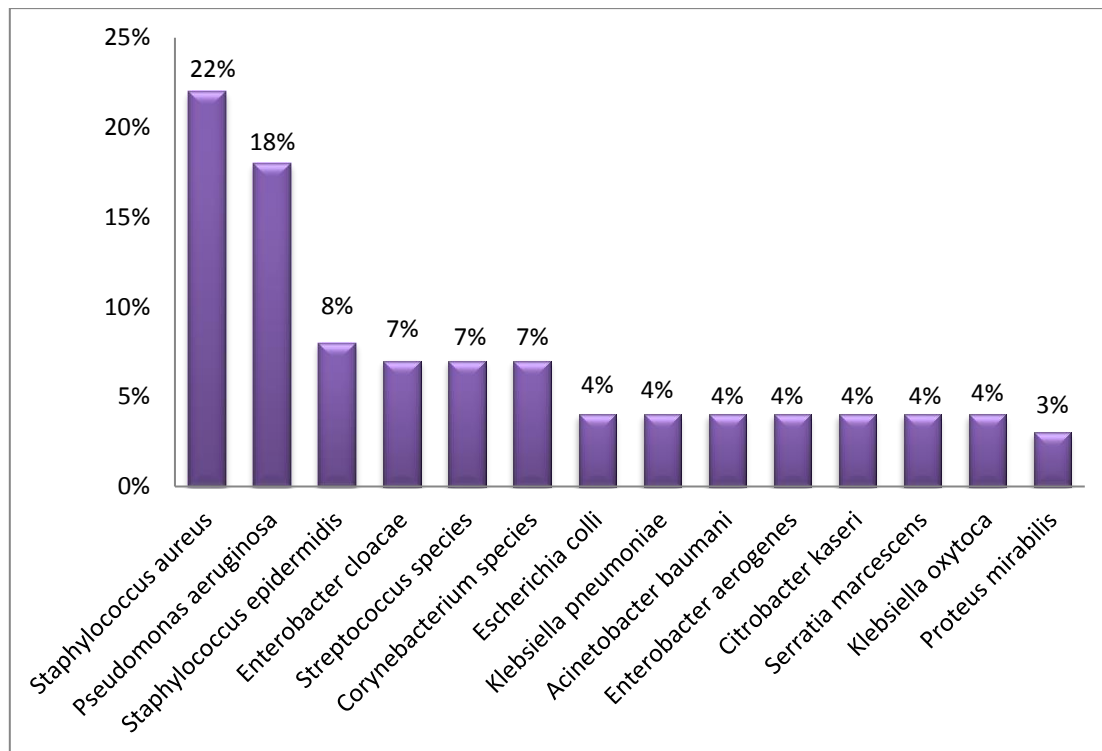


Tablica 16. NAJČEŠĆI UZROČNICI INFEKCIJE MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA

MIKROORGANIZAM	UČESTALOST (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	22
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	8
<i>Enterobacter cloacae</i>	7
<i>Streptococcus species</i>	7
<i>Corynebacterium species</i>	7
<i>Escherichia coli</i>	4
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	4
<i>Acinetobacter baumani</i>	4
<i>Enterobacter aerogenes</i>	4
<i>Citrobacter kaseri</i>	4
<i>Serratia marcescens</i>	4
<i>Klebsiella oxytoca</i>	4
<i>Proteus mirabilis</i>	3

Najčešće izolirani mikroorganizam iz brisa rane mjesta izlaza perkutanog kabela je „zlatni stafilokok“ *Staphylococcus aureus* (22%), a zatim visoku učestalost imaju, *Pseudomonas aeruginosa* (18%), *Enterobacter cloacae* (8%) te *Streptococcus species* (7%).

Grafikon 16. NAJČEŠĆI UZROČNICI INFEKCIJE MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA

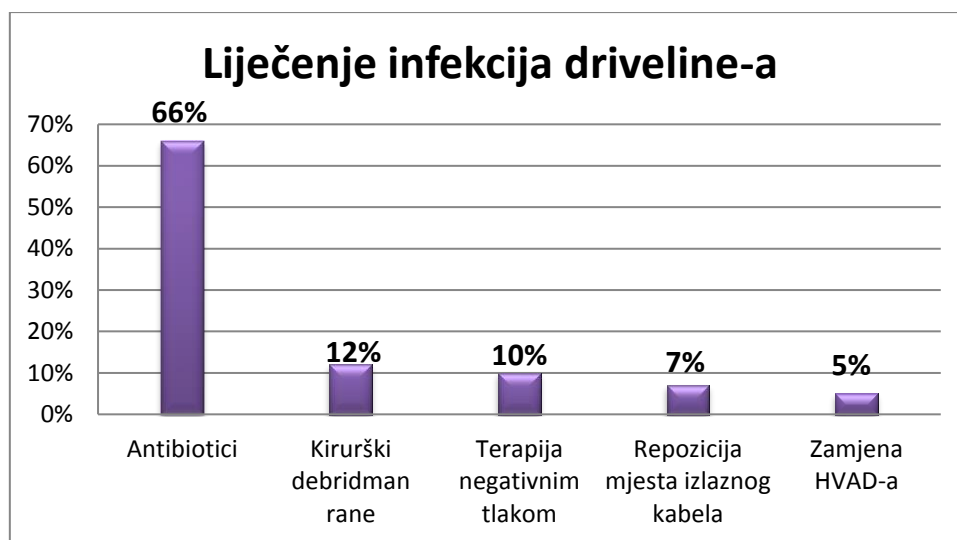


Tablica 17. LIJEČENJE INFEKCIJA MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA

NACIN LIJEČENJA	Učestalost (%)
Antibiotici	66
Kirurški debridman rane	12
Terapija negativnim tlakom	10
Repozicija mjesta izlaznog kabela	7
Zamjena HVAD-a	5

Antibiotici su „zlatno pravilo“ u liječenju infekcija mjesta izlaza perkutanog kabela, no sve veći problem predstavljaju multirezistentni mikroorganizmi. Antibiotici su terapija izbora kod navedenih infekcija (66%). Kirurški debridman rane zahtijevalo je 12% bolesnika od čega je 10% liječeno sustavom s negativnim tlakom, a 7% bolesnika bilo je podvrgnuto repoziciji mjesta driveline-a. 5% bolesnika podvrgnuto je zamjeni cjelokupnog sustava.

Grafikon 17. LIJEČENJE INFEKCIJA MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA

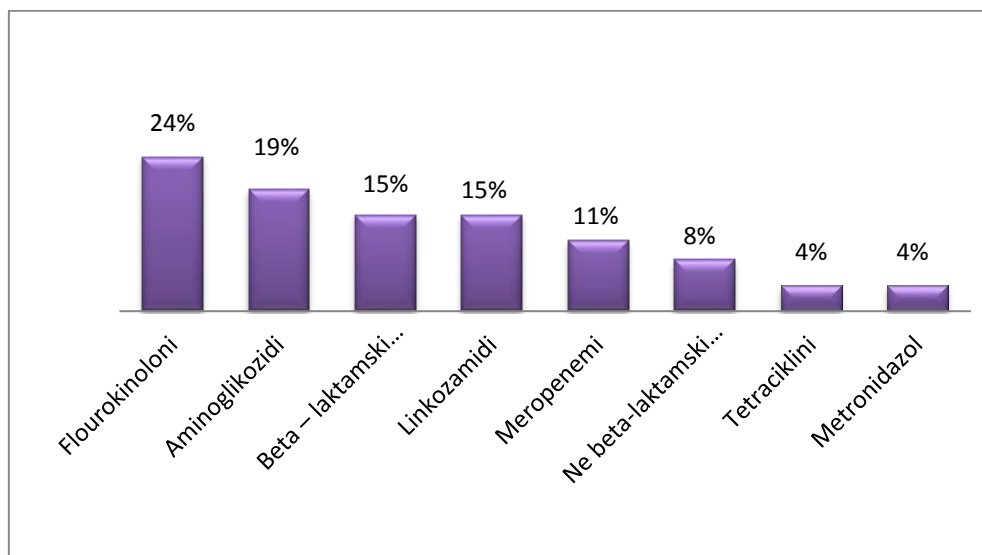


Tablica 18. NAJČEŠĆE KORIŠTENE GRUPE ANTIBIOTIKA U LIJEČENJU INFEKCIJA MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA

ANTIBIOTICI	UČESTALOST (%)
Flourokinoloni	24
Aminoglikozidi	19
Beta – laktamski antibiotici	15
Linkozamidi	15
Meropenemi	11
Ne beta-laktamski antibiotici	8
Tetraciklini	4
Metronidazol	4

Fluorokinoloni su najčešće upotrebljavana skupina antibiotika u liječenju infekcija driveline-a (24%), a u samom vrhu su i aminoglikozidi (19%) kao i beta-laktamski antibiotici (15%). Tetraciklini i metronidazoli manje su primjenjivani u ovoj skupini bolesnika (4%).

Grafikon 18. NAJČEŠĆE KORIŠTENE GRUPE ANTIBIOTIKA U LIJEČENJU INFEKCIJA MJESTA IZLAZA PERKUTANOG KABELA

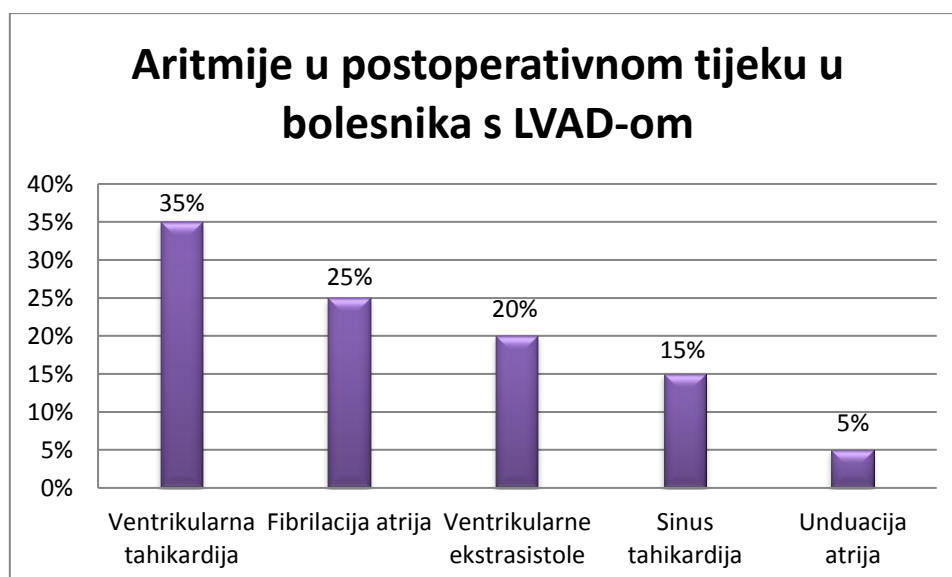


Tablica 19. ARITMIJE ZA VRIJEME HOSPITALIZACIJE NAKON IMPLANTACIJE DUGOTRAJNE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE

VRSTA ARITMIJE	Učestalost(%)
Ventrikularna tahikardija	35
Fibrilacija atriya	25
Ventrikularne ekstrasistole	20
Sinus tahikardija	15
Unduacija atriya	5

Ventrikularna tahikardija (VT) najčešća je aritmija koja se javljala u postoperativnom tijeku bolesnika nakon implantacije mehaničke cirkulacijske potpore (35%). 65% bolesnika s VT-om konvertiralo je u normalni srčani ritam na primjenu lijekova (amiodaron, isoptin) dok je 35% spontano konvertiralo. Fibrilacija atriya se javila u 25% bolesnika.

Grafikon 18. ARITMIJE ZA VRIJEME HOSPITALIZACIJE NAKON IMPLANTACIJE DUGOTRAJNE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE



## 18. ZAKLJUČAK

Mehanička cirkulacijska potpora kao dugotrajni oblik liječenja postala je „zlatni standard“ liječenja bolesnika s terminalnom fazom srčanog zatajivanja. Svjedoci smo svakodnevnog porasta srčanih bolesnika bez ikakvih pravila starosne dobi. Broj bolesnika koji su kandidati za transplantaciju srca svakodnevno rapidno raste, a broj donorskih organa je ograničen. Zahvaljujući neospornom napretku medicinske tehnologije, kako i medicine uopće, takvi bolesnici više nisu prepušteni medikamentoznoj terapiji nego imaju priliku biti „spašeni“ i vratiti svoju kvalitetu života na razinu kakva je bila prije oboljenja ili bar što sličniju istoj.

U liječenje ovih bolesnika uključen je multidisciplinarni tim i svaki dio tima podjednako je važan. Osim samog operativnog zahvata koji je izrazito složen, ni postoperativni tijek nije nimalo jednostavan. Bolesnika i cijelu obitelj očekuje sasvim novi način života, LVAD postaje „novi član obitelji“. Često uslijed nedostatka vremena, prekomjernog opsega posla zaboravimo koliko je bolesnicima teško pomiriti se s činjenicom da se njih život iznenada promijenio i da su od dana operacije nerazdvojni sa svojim „srcem“ spakiranim u torbicu na ramenu. Koliko je važan fizički oporavak, svakako je bitno pomoći bolesnicima prihvatiti novi način života koji ih očekuje i ojačati njihovu psihološku stranu. Neosporno je da su osim vidljivih ožiljaka na tijelu, puno već problem psihološki problemi koji se svakodnevno javljaju, od osjećaja anksioznosti, nelagode, depresije, osjećaja manje vrijednosti u obitelji. Komplikacije su nezaobilazna pojava kod bolesnika s implantiranim LVAD-om i iako ih je nemoguće ukloniti, kontinuiranom edukacijom moguće ih je uveliko smanjiti. U edukaciju treba, osim bolesnika, uključiti članove obitelji koji su najbliži bolesniku, ali i primarnu zdravstvenu zaštitu koja ima veliku ulogu u praćenju ovih bolesnika.

Samo multidisciplinarnim pristupom i kontinuiranom edukacijom možemo pomoći bolesnicima vratiti ih u „normalan“ život i naučiti ih kako uklopiti LVAD u svakodnevne aktivnosti i tako podići kvalitetu života bolesnika, smanjiti broj komplikacija na najmanju moguću razinu, a samim time broj rehospitalizacija što bi pridonijelo i manje troškove na cjelokupni zdravstveni sustav.

## 19. LITERATURA

1. Hoosain J, Whittier J, Hasni F, Hankins S. The Initial Evaluation and Management of a Patient with Heart Failure. *Curr Cardiol Rep.* 2017 Sep 6;19(10):103. doi: 10.1007/s11886-017-0900-8. [pristupljeno 25.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28879633>
2. European Society of Cardiology. Heart failure: preventing disease and death worldwide. [pristupljeno 25.03.2017.]. Dostupno na <http://www.escardio.org/communities/HFA/Documents/WHFAwhitepaper-15-May-14.pdf>.
3. Čulo M, Renić M. Mehanička cirkulacijska potpora lijevoj klijetki. *Cardiol Croat.* 2016;11(10-11):572. [pristupljeno 20.03.2017.]. Dostupno na [http://www.kardio.hr/wp-content/uploads/2016/10/Cardiologia-croatica-2016-11\\_10-11-HUKMS.pdf](http://www.kardio.hr/wp-content/uploads/2016/10/Cardiologia-croatica-2016-11_10-11-HUKMS.pdf)
4. <http://www.kardiokirurgija.com/mehanicka-cirkulacijska-potpora> [pristupljeno 25.03.2017.]
5. Liotta D, Hall CW, Henly WS, Cooley DA, Crawford ES, DeBakey ME(1963b) Prolonged assisted circulation during and after cardiac or aortic surgery. Prolnged partial left ventricular bypass by means of intracorporeal circulation. *Am J Cardiol*, 1963; 12: 399-405. [pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na [https://www.unimoron.edu.ar/static/media/doc\\_c4f578ec8a6511e48e050800279c6c15\\_o.pdf](https://www.unimoron.edu.ar/static/media/doc_c4f578ec8a6511e48e050800279c6c15_o.pdf)
6. DeBakey ME. (1971) Left ventricular bypass pump for cardiac assistance. Clinical experience. *Am J Cardiol* 1971; 27:3-11[pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5538711>
7. Čaleta T. Procjena morfoloških i funkcijskih parametara desne klijetke – podaci iz baze kandidata za liječenje mehaničkom potporom lijevoj klijetci. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; 2014.
8. <http://www.nhlbi.nih.gov/health/health/health-topics/vad> [pristupljeno 30.03.2017.]
9. Mehra MR, Naka Y, Salerno C. Left Ventricular Assist Devices for Advanced Heart Failure. *N Engl J Med.* 2017 May 11;376(19):1894-5. doi: 10.1056/NEJMc1703374. [pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28489989>



10. <http://www.kardio.hr/wp-content/uploads/2012/02/63-64.pdf> [pristupljeno 29.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28489989>
11. Jakovljevic DG, Yacoub MH, Schueler S, MacGowan GA, Velicki L, Seferovic PM, Hothi S, i sur. Left Ventricular Assist Device as a Bridge to Recovery for Patients With Advanced Heart Failure. *J Am Coll Cardiol.* 2017 Apr 18;69(15):1924-1933. doi: 10.1016/j.jacc.2017.02.018. . [pristupljeno 30.03.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28408022>
12. Ammirati E, Oliva F, Cannata A, Contri R, Colombo T, Martinelli L, Frigerio M. Current indications for heart transplantation and left ventricular assist device: a practical point of view. *Eur J Intern Med.* 2014 Jun;25(5):422-9. doi: 10.1016/j.ejim.2014.02.006. Epub 2014 Mar 16. . [pristupljeno 10.04.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24641806>
13. <http://www.kardiokirurgija.com/mehanicka-cirkulacijska-potpورا> [pristupljeno 10.04.2017.].
14. Tozzi P, Hullin R. Mechanical circulatory support for destination therapy. *Swiss Med Wkly.* 2016 Mar 5;146:w14267. doi: 10.4414/smw.2016.14267. eCollection 2016. [pristupljeno 10.04.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26945160>
15. Tozzi P, Hullin R. Mechanical circulatory support for destination therapy. *Swiss Med Wkly.* 2016 Mar 5;146:w14267. doi: 10.4414/smw.2016.14267. eCollection 2016. [pristupljeno 10.04.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26945160>
16. Poturić M. Područje sestrinske odgovornosti u skrbi za bolesnike na mehaničkoj cirkulacijskoj potpori. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; 2015.
17. Drakos SG, Kfoury AG, Selzman CH, Verma DR, Nanas JN, Li DY, i sur. Left ventricular assist device unloading effects on myocardial structure and function: current status of the field and call for action. *Curr Opin Cardiol.* 2011; 26(3):245-225. [pristupljeno 15.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3714229/>

18. Slaughter MS, Pagani FD, Rogers JG, Miller LW, Sun B, Russell SD, i sur. Clinical management of continuous-flow left ventricular assist devices in advanced heart failure. *J Heart Lung Transplant*. 2010 Apr;29(4 Suppl):S1-39. doi: 10.1016/j.healun.2010.01.011. Epub 2010 Feb 24. . [pristupljeno 15.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20181499>
19. Forgač J. Procjena funkcije desne klijetke u kandidata za liječenje mehaničkom potporom lijevoj klijetci. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet;2014.
20. <http://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/cardiovascular/cardiopulmonary/bpx-80-bio-pump-plus-centrifugal-blood-pump.html> [pristupljeno 20.05.2017.]
21. <sup>1</sup> Biočina B, Petričević M: Short-term mechanical circulatory support. Rad 509. *Medical Sciences* 36;2011.:25-38. [pristupljeno 20.05.2017.]. Dostupno na <https://hrcak.srce.hr/66341>.
22. Gabriel A Hernandez,<sup>1</sup> Jonatan D Nunez Breton,<sup>2</sup> and Sandra V Chaparro. Driveline Infection in Ventricular Assist Devices and Its Implication in the Present Era of Destination Therapy. *Open J Cardiovasc Surg*. 2017; 9: 1179065217714216. [pristupljeno 20.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/>
23. <http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/heartmate-ii-lvad.aspx> [pristupljeno 20.05.2017.].
24. Thoratec Corporation. Sustav za potporu lijevom ventrikulu HeartMate II: Knjižica za pacijente za sustav za potporu lijevom ventrikulu HeartMate II. SAD: 2015.
25. <https://www.heartware.com/patients-caregivers/what-vad> [pristupljeno 01.06.2017.]

26. Carrel T, Englberger L, Kadner A, Mohacsi P. Implantation of the continuous flow HeartWare® left ventricular assist device. *Multimed Man Cardiothorac Surg.* 2013;2013:mmt010. doi: 10.1093/mmcts/mmt010. [pristupljeno 30.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24413008>
27. Toeg H, Ruel M, Haddad H. Anticoagulation strategies for left ventricular assist device. *Curr Opin Cardiol.* 2015 Jan 8. [pristupljeno 20.06.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25574893>
28. Chinn R, Dembitsky W, Eaton L, Chillcott S, Stahovich M, Rasmusson B, i sur. Multicenter Experience: Prevention and Management of Left Ventricular Assist Device Infections. *ASAIO Journal* 2005; 51:461-470. [pristupljeno 20.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16156314>
29. Imamura T, Kinuagawa K, Kato N, Muraoka H, Fujino T, Inaba T, i sur. Late – Onset Right Ventricular Failure in Patients With Ventricular Assist Device; *Circ J.* 2014;78(3):625-33. Epub 2014 Jan 16. [pristupljeno 30.04.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24430596>
30. Imamura T, Kinuagawa K, Kato N, Muraoka H, Fujino T, Inaba T, i sur. Late – Onset Right Ventricular Failure in Patients With Ventricular Assist Device; *Circ J.* 2014;78(3):625-33. Epub 2014 Jan 16. [pristupljeno 30.04.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24430596>
31. Hieda M, Sata M, Nakatani T. The Importance of the Management of Infectious Complications for Patients with Left Ventricular Assist Device. *Healthcare (Basel).* 2015 Sep; 3(3): 750–756. . [pristupljeno 30.06.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4939583/>
32. <sup>1</sup> Leuck AM. Left ventricular assist device driveline infections: recent advances and future goals. *J Thorac Dis.* 2015 Dec; 7(12): 2151–2157. [pristupljeno 30.06.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4703684/>
33. Leuck AM. Left ventricular assist device driveline infections: recent advances and future goals. *J Thorac Dis.* 2015 Dec; 7(12): 2151–2157. [pristupljeno 30.06.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4703684/>

34. Leuck AM. Left ventricular assist device driveline infections: recent advances and future goals. *J Thorac Dis.* 2015 Dec; 7(12): 2151–2157. [pristupljeno 25.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4703684/>
35. Walter V, Stock UA, Soriano M, Schnitzbauer A, Moritz A, Fernandez A. Eradication of a chronic wound and driveline infection after redo-LVAD implantation. *J Cardiothorac Surg.* 2014; 9: 63. [pristupljeno 25.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3972615/>
36. Hernandez GA, Nunez Breton JD, Chaparro V. Driveline Infection in Ventricular Assist Devices and Its Implication in the Present Era of Destination Therapy. *Open J Cardiovasc Surg.* 2017; 9: 1179065217714216. [pristupljeno 25.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5489074/>
37. Gordon RJ, Weinberg AD, Pagani FD, Slaughter MS, Pappas PS, Naka Y, i sur. Prospective, multicenter study of ventricular assist device infections. *Circulation.* 2013 Feb 12;127(6):691-702. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.128132. Epub 2013 Jan 11. [pristupljeno 25.06.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23315371>
38. Hieda M, Sata M, Nakatani T. The Importance of the Management of Infectious Complications for Patients with Left Ventricular Assist Device. *Healthcare (Basel).* 2015 Sep; 3(3): 750–756. . [pristupljeno 29.06.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4939583/>

39. Donahey EE, Polly DM, Vega JD, Lyon M, Butler J, Nguyen D, i sur. Multidrug-Resistant Organism Infections in Patients with Left Ventricular Assist Devices. *Tex Heart Inst J*. 2015 Dec 1;42(6):522-7. doi: 10.14503/THIJ-14-4612. eCollection 2015 Dec. [pristupljeno 30.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26664303/>
40. Nienaber JJ, Kusne S, Riaz T, Walker RC, Baddour LM, Wright AJ, i sur. Clinical manifestations and management of left ventricular assist device-associated infections. *Clin Infect Dis*. 2013 Nov;57(10):1438-48. doi: 10.1093/cid/cit536. Epub 2013 Aug 13. . [pristupljeno 25.05.2017.]. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23943820>

## **20. ŽIVOTOPIS**

Rođena sam 27.01.1993. u Zagrebu. Svoje školovanje započela sam 1999.godine u Osnovnoj škola Novska koju sam završila 2007.godine kao odlična učenica. Srednju medicinsku školu sam upisala 2007.godine u Srednjoj školi Pakrac te sam 2011.godine maturirala s odličnim uspjehom. Svoje obrazovanje nastavila sam na Stručnom studiju Sestrinstva pri Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci. Tijekom sve tri godine studiranja dobivam Rektorovu nagradu za najbolju stručnu prvostupnicu sestrinstva. Diplomirala sam 2014.godine te stekla naziv stručne prvostupnice sestrinstva (bacc.med.techn), a daljnje obrazovanje nastavila sam na Diplomskom studiju sestrinstva na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u listopadu 2015. godine. Pripravnički staž odradila sam u KBC-u Rijeka. Od 21.03.2017. sam zaposlena u KBC-u Rijeka na Klinici za internu medicinu, u Laboratoriju za invazivnu i interventnu kardiologiju.