

# Kirurška revaskularizacija-utjecaj flow dopplera na ishod operacije

---

Pavlović, Šime

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:399296>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-03**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Šime Pavlović

KIRURŠKA REVASKULARIZACIJA-UTJECAJ FLOW DOPPLERA NA ISHOD OPERACIJE

Diplomski rad

Rijeka,2021.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Šime Pavlović

KIRURŠKA REVASKULARIZACIJA-UTJECAJ FLOW DOPPLERA NA ISHOD OPERACIJE

Diplomski rad

Rijeka,2021.

Mentor rada: Izv. prof. dr. sc. Igor Medved, dr. med.

Diplomski rad ocjenjen je dana \_\_\_\_\_ na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci,

pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Miljenko Kovačević, dr. med.

2. Prof. dr. sc. Željko Župan, dr. med.

3. Izv. prof. dr. sc. Harry Grbas, dr. med

Rad sadrži 31 stranicu, 11 slika, 6 tablica, 29 literaturna navoda

## Sadržaj

1.	Uvod .....	1
1.1	Anatomija srca.....	1
1.2	Krvna opskrba srca .....	2
1.3	Funkcija srca .....	3
1.4	Bolest koronarnih arterija .....	4
2.	Kirurška revaskularizacija .....	6
2.1	CABG.....	6
2.2	Komplikacije .....	7
2.3	Off-pump CABG .....	8
3.	Vrste graftova .....	10
3.1	Arterijski graftovi.....	10
3.2	Venski graftovi.....	12
4.	Intraoperativna procjena protoka .....	14
5.	Svrha rada.....	18
6.	Metode rada i ispitanici.....	19
7.	Rezultati istraživanja .....	20
7.1	Demografske osobine.....	20
7.2	Prijeoperacijski podatci .....	20
7.3	Intraoperacijski podatci.....	21
7.4	Postoperacijski podatci .....	21
8.	Rasprava .....	23
9.	Zaključci .....	24
10.	Sažetak.....	25
11.	Summary .....	26
12.	Literatura.....	27
13.	Životopis .....	31

Popis skraćenica

CABG – coronary artery bypass graft

LM- left main

LAD-left anterior descending

LCx- left circumflex

PDA – posterior descending artery

CK-MB – creatin kinase muscle bound

LIMA - left internal mammary artery

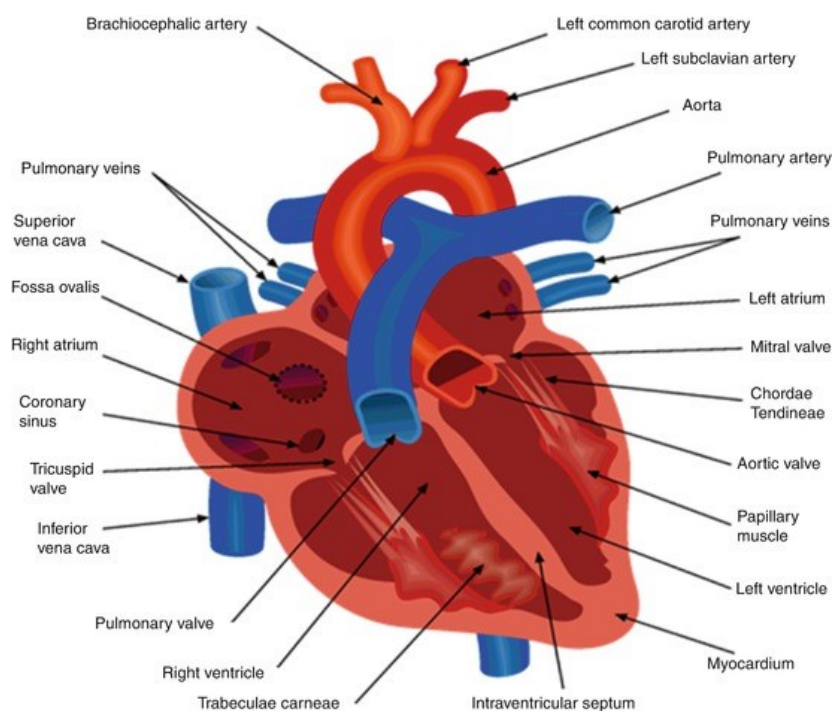
TTFM – transit time flow measurement

DF%- dijastoličko punjenje

# 1. Uvod

## 1.1 Anatomija srca

Srce je mišićni šuplji organ veličine šake koji se nalazi u medijastinumu te je najveći organ medijastinuma. Obavijen je perikardom, te leži na dijafragmi između desne i lijeve pleure. Veličina srca odgovara otprilike ljudskoj šaki a njegova masa je u prosjeku 300 grama.(1) Srce se sastoji od četiri šupljine. Pregrada odvaja te šupljine, tako da se srce sastoji od desne i lijeve pretkljetke ili atrijske i desne i lijeve kljetke ili ventrikula. Tako da razlikujemo interatrijski dio pregrade ili septuma te interventrikularni dio pregrade. U desnu pretkljetku se ulijeva krv iz vene cave inferior i vene cave superior, odnosno desna kljetka dobiva neoksigeniranu krv koja se zatim ulijeva u desnu kljetku i potom iz nje istiskuje u trunkus pulmonalis kako bi se krv dovela u pluća da se vrši izmjena plinova. Nakon oksigenacije krv putem vena pulmonales dolazi u lijevu pretkljetku. Iz lijeve pretkljetke se krv ulijeva lijevu kljetku te se potom iz lijeve kljetke istiskuje u aortu te se dostavlja čitavom organizmu.(2,3) Dakle, srce djeluje kao pumpa koja ima zadaću dostaviti krv svim dijelovima organizma.



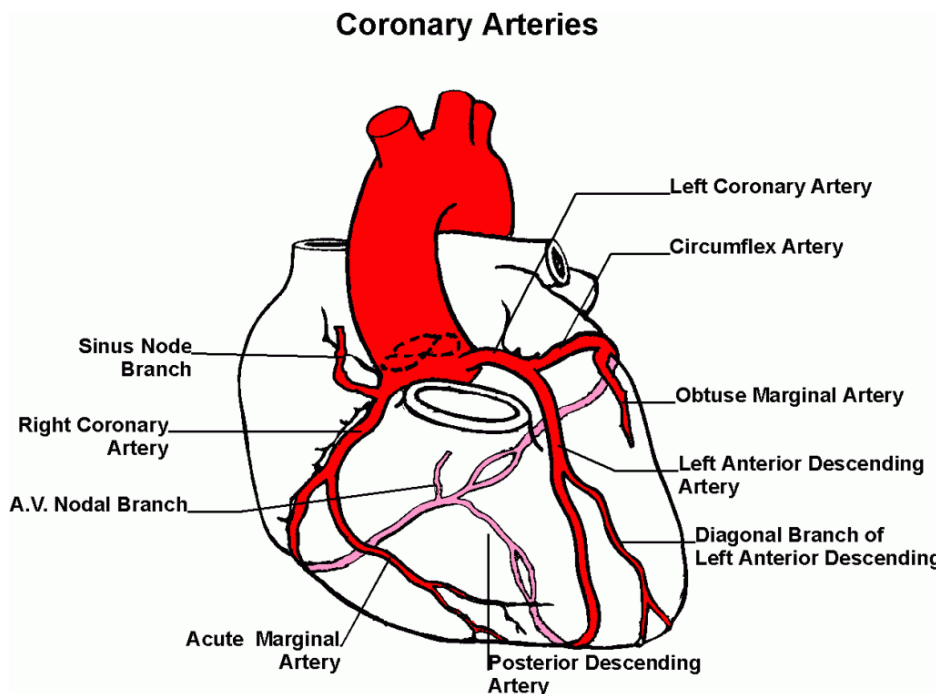
Slika 1:preuzeto sa <https://thoracickey.com/>

## 1.2 Krvna opskrba srca

Arterije koje opskrbljuju srce su dvije, a to su arteria coronaria sinistra i dextra, one izlaze iz desnog i lijevog Valsalvinog sinusa. Iz gledišta kirurga, koronarna cirkulacija se sastoji od četiri dijela. Ta četiri dijela su LM, LAD i njezine grane, LCx i njezine grane te RM i njezine grane. (2) Te žile tvore krug i omču oko srca. Krug tvore desna koronarna arterija i LCx, dok omču čine LAD i PDA. (4) Izlazište PDA je varijabilno, tako da se njezina varijabilnost označava pojmom dominacije. Desno dominantna cirkulacija je ona u kojoj PDA grana desne koronarne arterije. U 10-15% slučajeva PDA se može naći kao grana LCx. Lijevo dominantna cirkulacija se češće nalazi kod muškaraca nego kod žena. Lijeva koronarna arterija je u prosjeku dugačka između 10 i 20 milimetara. Dva glavna ogranka lijeve koronarne arterije su LAD i LCx. U 1% pacijenata deblo može izostati pa spomenuta dva ogranka direktno izlaze iz Valsalvinih sinusa. LAD nastavlja od račvišta glavnog debla i spušta se po prednjoj interventrikularnoj brazdi do vrška srca. Opskrbljuje anterolateralni dio, 2/3 interventrikularnog septuma, te prednju površinu



desnog ventrikula. LCx se račva skoro pod pravim kutom prema LAD, prolazi kroz lijevu atrioventrikularnu brazdu te završava na rubu lijevog ventrikula, a u 10 od 15% slučajeva može dati PDA. Opskrbljuje lateralnu stijenknu lijevog ventrikula, lijevi atrij te u 40 do 50% slučajeva sinus čvor. Desna koronarna arterija također izlazi iz Valsalvinih sinusa i prolazi kroz desnu atrioventrikularnu brazdu. Opskrbljuje prednju stijenku desnom ventrikula, desni atrij, u 50 do 60% slučajeva sinus čvor, atrioventrikularni (AV) čvor te stražnju stijenku lijevog ventrikula. (5)



Slika 2: Koronarna cirkulacija preuzeto sa <https://www.bestcardiachospitalpcmc.com/>

### 1.3 Funkcija srca

Kao što je rečeno, srce ima ulogu pumpe koja osigurava da krv dođe do svih dijelova organizma. Desna strana srca dostavlja neoksigeniranu krv plućima, dok lijeva strana srca dostavlja oksigeniranu krv organima. Jedna od karakteristika srca je njegova ritmična kontraktilnost, odnosno srce se kontrahira u pravilnim intervalima. Srčani ciklus traje od

početka jednog otkucaja do početka sljedećeg otkucaja. Svaki srčani ciklus se sastoji od dijastole, ili faze punjenja ventrikula te sistole, odnosno faze kontrakcije ventrikula. Oko 60% volumena u ventrikulu se na kraju dijastole izbacuje iz ventrikula u sistoli. Kontrola srca kao pumpe odvija se na dva načina. To su unutarnja regulacija u odnosu na volumen krvi u srcu te kontrola frekvencije i snage srca putem autonomnog živčanog sustava. Unutarnja regulacija ili Frank-Sterlingov mehanizam je mogućnost srca da što je jače srčani mišić rastegnut da se on jače kontrahira, dok simpatička stimulacija također povećava kontraktilnost miokarda.(6)

#### 1.4 Bolest koronarnih arterija

Bolest koronarnih arterija(CAD) označava patološke promjene na koronarnim arterijama koje za njihovu posljedicu imaju suženje lumena što dovodi do hipoperfuzije miokarda. Najčešći uzrok tih promjena je ateroskleroza zbog koje dolazi do zadebljanja i gubitka elastičnosti stijenke žila. U početku bolesti dolazi do smanjenja koronarne rezerve odnosno povećanja protoka u naporu kad srce zahtijeva veću količinu kisika. A progresijom dolazi do smanjenja protoka i simptoma u mirovanju, a najteži oblik bolesti je karakteriziran potpunom okluzijom žile.(2) Obično je zahvaćen veći broj arterija, 95% bolesnika sa potpunom okluzijom je imalo značajnu stenozu u barem jednoj od ostale dvije glavne koronarne arterije.(7) Bolest koronarnih arterija se može očitovati kao kronična koronarna bolest i akutni koronarni sindrom. Kronična koronarna bolest obuhvaća asimptomatsku koronarnu bolest, ishemičnu kardiomiopatiju i stabilnu anginu pectoris.

Tablica 1: Klasifikacija angine pectoris prema kanadskom kardiološkom društvu. (Preuzeto sa <https://www.researchgate.net/>)

Class	Level of symptoms
Class I	'Ordinary activity does not cause angina' Angina with strenuous or rapid or prolonged exertion only
Class II	'Slight limitation of ordinary activity' Angina on walking or climbing stairs rapidly, walking uphill or exertion after meals, in cold weather, when under emotional stress, or only during the first few hours after awakening
Class III	'Marked limitation of ordinary physical activity' Angina on walking one or two blocks on the level or one flight of stairs at a normal pace under normal conditions <sup>a</sup>
Class IV	'Inability to carry out any physical activity without discomfort' or 'angina at rest'

<sup>a</sup>Equivalent to 100–200 m.

Stabilna angina pectoris je karakterizirana sa bolovima u prsima gdje nema promjene trajanja, jakosti ili učestalosti samih bolova. Oni su posljedica tranzitorne ishemije miokarda koja se javlja u fizičkom ili emocionalnom naporu a bol nestaje u mirovanju. Ona se može podijeliti u četiri stupnja prema Kanadskom kardiološkom društvu.(8) O akutnom koronarnom sindromu govorimo kad dođe do nagle ishemije srca i obuhvaća dva entiteta. To su nestabilna angina pectoris i infarkt miokarda. Nestabilnom anginom pectoris se očituju svi pacijenti sa novonastalom anginom u zadnja 2 mjeseca koja je jaka i ima učestalost veću od tri puta na dan, bolesnici sa anginom pectoris u mirovanju, te bolesnici sa pogoršanjem simptoma predhodne stabilne angine pectoris.(9) Kako se infarkt miokarda može na EKG-u očitovati sa ili bez elevacije ST spojnice, u razlikovanju infarkta miokarda bez ST elevacije i nestabilne angine pectoris se služimo troponinom koji je povišen kod infarkta miokarda.(7,8) Dijagnostika obuhvaća koronarografiju, EKG srca i ultrazvuk srca koji daje podatak o istisnoj frakciji, ergometriju, rentgensku snimka srca i pluću te scintigrafiju miokarda za dokazivanje

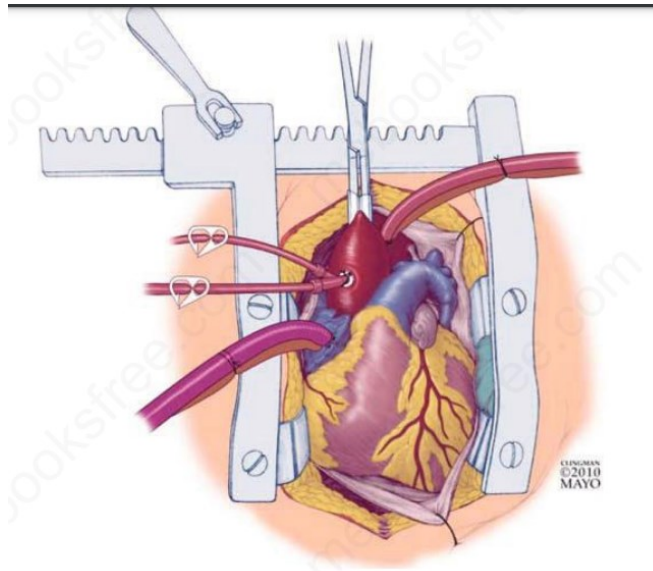
zona ishemijske lezije.(2) Faktori rizika za CAD su starija životna dob, dijabetes, muški spol, hipertenzija, kronična bubrežna bolest i KOPB.(2)

## **2. Kirurška revaskularizacija**

### **2.1 CABG**

Ciljevi kirurške revaskularizacije miokarda su preveniranje nagle smrti, produženje i poboljšanje kvalitete života, poboljšanje kontraktilnosti miokarda i prevencija infarkta miokarda. Indikacije za primjenu kirurške revaskularizacije su signifikantno suženje lijeve koronarne arterije,okluzija LAD, višežilna bolest koronarne cirkulacije i jednožilna ili dvožilna bolest koronarnih arterija koja se ne može riješiti PCI metodom.(10) Prema ACCF/AHA smjernicama iz 2011. godine značajna stenozna je ona gdje je došlo do smanjenja luminalnog dijametra za 70 ili više posto, osim ako je riječ o lijevoj koronarnoj arteriji, odnosno njezinom glavnom deblu gdje o značajnoj stenozu govorimo ako je došlo do smanjenja luminalnog dijametra za 50 ili više posto.(11) Kirurška revaskularizacija se može vršiti uz prisustvo izvantjelesnog krvotoka(ITK) pa je onda riječ o On-pump CABG-u ili se može vršiti bez prisustva ITK-a te onda je riječ o Off-pump CABG-u.(2) Obje operacije se provode u općoj anesteziji. Glavni put pristupa je medijana sternotomija. Učini se sistemska heparinizacija te se zatim uspostavi kardiopulmonalni bypass gdje se aortalna kanila postavi u distalni dio ascendentne aorte te dvolisne venske kanile u desni atrij. Pacijent na kardiopulmonalnom bypassu može biti perfundiran u normotermiji ili u hipotermiji na 34°C. Potom se primjenjuje kardioplegična otopina koja se uvodi kroz kateter u ascendentnu aortu i time se zaustavlja srce u dijastoli.(12) Sljedeći korak je arteriotomija gdje njezino mjesto mora biti pomno odabrano, mora biti dovoljno proksimalno a u isto vrijeme dovoljno distalno da se izbjegnu obstruirana područja ili aterosklerotski promjenjena mjesta. Mjesta bifurkacije bi se trebala izbjegavati prilikom arteriotomija.(12) Prilikom stvaranja anastomoze potrebno je oprezno rukovati sa žilom kako

ne bi došlo do ozljede endotela i time posljedičnih trombotskih komplikacija. Anastomoze se šivaju kontinuiranim 7-0 polipropilenskim šavima te moraju biti raspoređeni ravnomjerno kako bi se spriječila bilo kakva curenja krvi.(12)



Slika 3: Umetanje kanila kardiopulmonalnog bypassa. (Preuzeto sa Lawrence H. Cohn, David H. Adams, *Cardiac Surgery in the Adult 5/e*. New York: McGraw Hill Professional, 2017)

## 2.2 Komplikacije

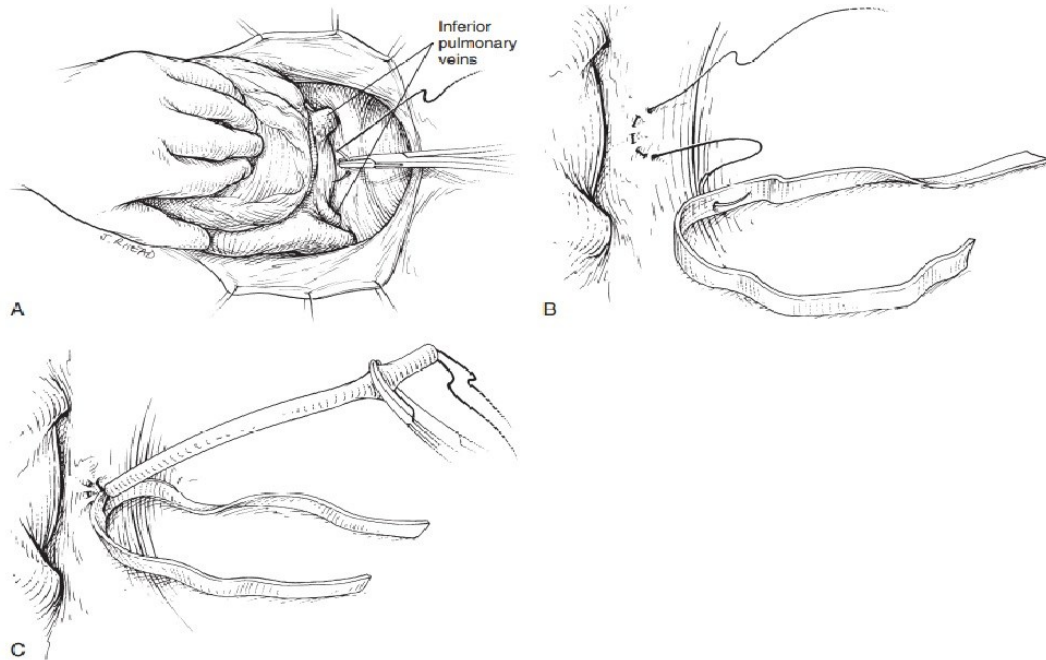
Najčešće komplikacije CABG-a su disfunkcija miokarda, neurološki deficit, infekcija sternalne rane i akutno bubrežno zatajenje.(12) Disfunkcija miokarda i zatajenje srca mogu biti povezani sa preoperativnom ishemijom miokarda, neadekvatnom revaskularizacijom i insuficijencijom grafta nakon operacije.(12) Pacijenti koji su se očitovali sa perioperativnim infarktom su imali lošiju prognozu.(13) Povećanje srčanih enzima je karakteristično nakon operacije. Ti enzimi su troponin i CK-MB. Povećanje razine CK-MB pet puta iznad gornje granice normale označava signifikantno povećanje.(14) Prediktori su ejectiveska frakcija < 20%, ženski spol, dijabetes, reoperacija, hitna operacija, dob iznad 70 godina, nedavni infarkt, bolest glavnog debla lijeve

koronarne arterije te zahvaćenost tri žila.(15) Neurološki ispade se mogu podijeliti u dvije skupine: tip jedan koji obuhvaća velike neurološke deficite, stupor i komu, dok tip dva obuhvaća smanjenje intelektualnog kapaciteta i poremećaj pamćenja.(12) Incidencija tip jedan poremećaja je 1.6% sa značajno smanjenim preživljenjem.(16) Tip dva poremećaje je teže klasificirati i vjerojatno su posljedica aterosklerotskih promjena, te jedna studija nije pokazala razlike u kognitivnim testovima između CABG pacijenata i zdravih ljudi.(17) Infekcija sternalne rane se javlja u 1 do 4% pacijenata.(18) Tuširanja klorheksidinom prije zahvata, profilaktičko davanje mupirocina prije i tijekom 5 dana poslje zahvata, kontrola glikemije i profilaktičko davanje antibiotika smanjuju incidenciju infekcije rane.(19,20) Prediktivni faktori akutnog bubrežnog zatajenja su dijabetes, starija životna dob, kronično srčano zatajenje, kronično bubrežno zatajenje, reoperacija i produženo vrijeme na kardiopulmonalnom bypassu.(21) Prema studiji provedenoj u 24 sveučilišta u SAD-u u kojoj je sudjelovalo 2222 pacijenata podvrgnutih CABG-u renalna disfunkcija bez potrebe za dijalizom se pojavila u 6.3% pacijenata, dok se renalna insuficijencija sa potrebom za dijalizu pojavila u 1.4%, te smrtnost ovisi izravno o bubrežnoj funkciji postoperativno.(21)

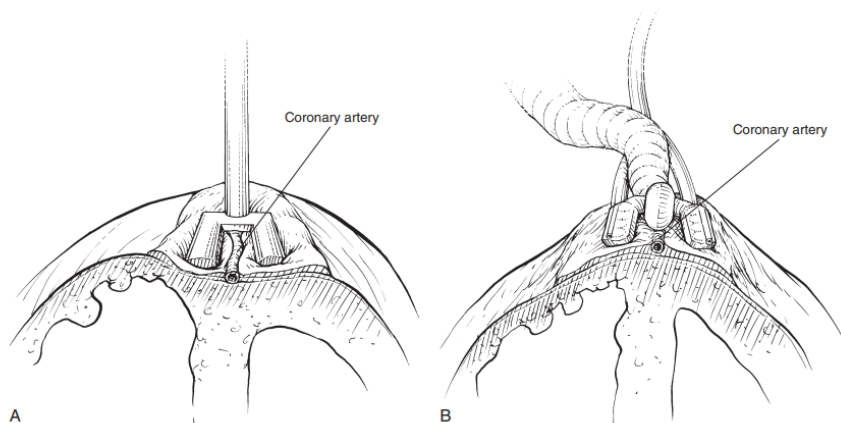
### 2.3 Off-pump CABG

Za razliku od uobičajene CABG operacije koja uključuje korištenje izvantjelesnog krvotoka, CABG se može izvoditi bez njega, tada govorimo o operaciji na kucajućem srcu odnosno off-pump CABG.(12) Operacija također počinje medijanom sternotomijom i heparinizacijom, nakon čega slijedi otvaranje perikarda, elevacija i stabilizacija srca kako bi se prikazala stijenka srca bilo elevacijom vrška srca prema stropu ili vrška srca u stranu. Pomoću svilenog ili poliesterskog šava veličine 0.(2,22) Potom se arterija koja treba biti premoštena stabilizira pomoću stabilizatora koji ili vrši depresiju miokarda ili vrši elevaciju miokarda sa obje strane

arterije koristeći sukciju kako bi prikazao arteriju za graft.(2) Procedura izrade anastomoze odgovara on-pump metodi.(12)



Slika 4: Način ekspozicije lijevog ventrikula prilikom off-pump CABG. (Preuzeto sa Kirklin, J. and Kouchoukos, N., Kirklin/Barratt-Boyes cardiac surgery. 4th ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders, 2013.)



*Slika 5: Stabilizatori za segment arterije. (Preuzeto sa Kirklin, J. and Kouchoukos, N., Kirklin/Barratt-Boyes cardiac surgery. 4th ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders, 2013.)*

### 3. Vrste graftova

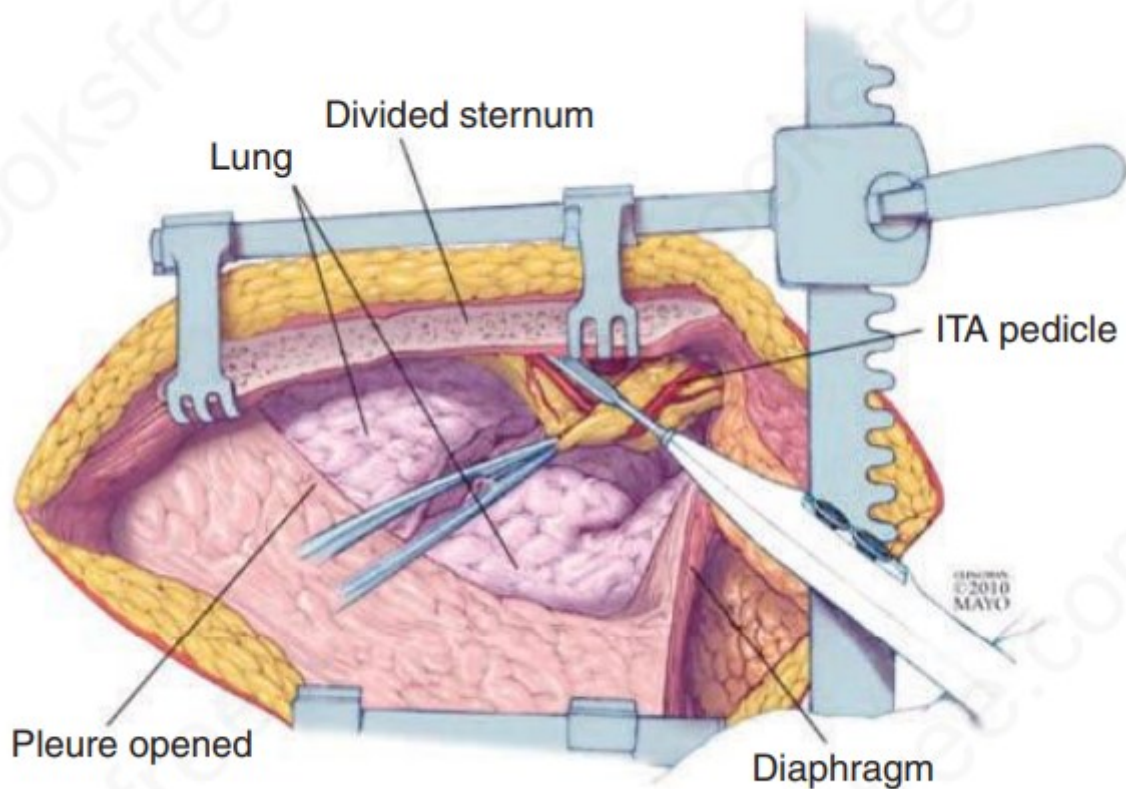
Prilikom CABG-a za konstrukciju prenosnice se možemo poslužiti arterijskim ili venskim graftovima. Od arterijskih najčešće korišteni graftovi su LIMA i RIMA, osim njih za graft mogu poslužiti radijalna arterija, gastroepiploična arterija, donja epigastrična arterija i splenična arterija u slučaju kad druge prenosnice nisu dostupne.(2) Od venskih graftova vena izbora je vena saphena magna.(12)

#### 3.1 Arterijski graftovi

Najčešće korišteni graftovi su LIMA i RIMA. Oni su žila izbora zbog toga jer njihova primjena dovodi do boljeg preživljenja nakon operacije te postoperativnog ishoda i boljeg protoka kroz graft.(23) LIMA se može uzeti za graft na dva načina. Prvi je način peteljke gdje se nakon sternotomije koristi retraktor kako bi se otkrila žila. Elektrokauterom se napravi incizija na mišići i pleuri s obje strane žle, zatim se grane LIMA-e i pridružene vene se odijele klipovima, disekcija se nastavlja na razini drugog i prvog rebra, peteljka se odijeli na razini



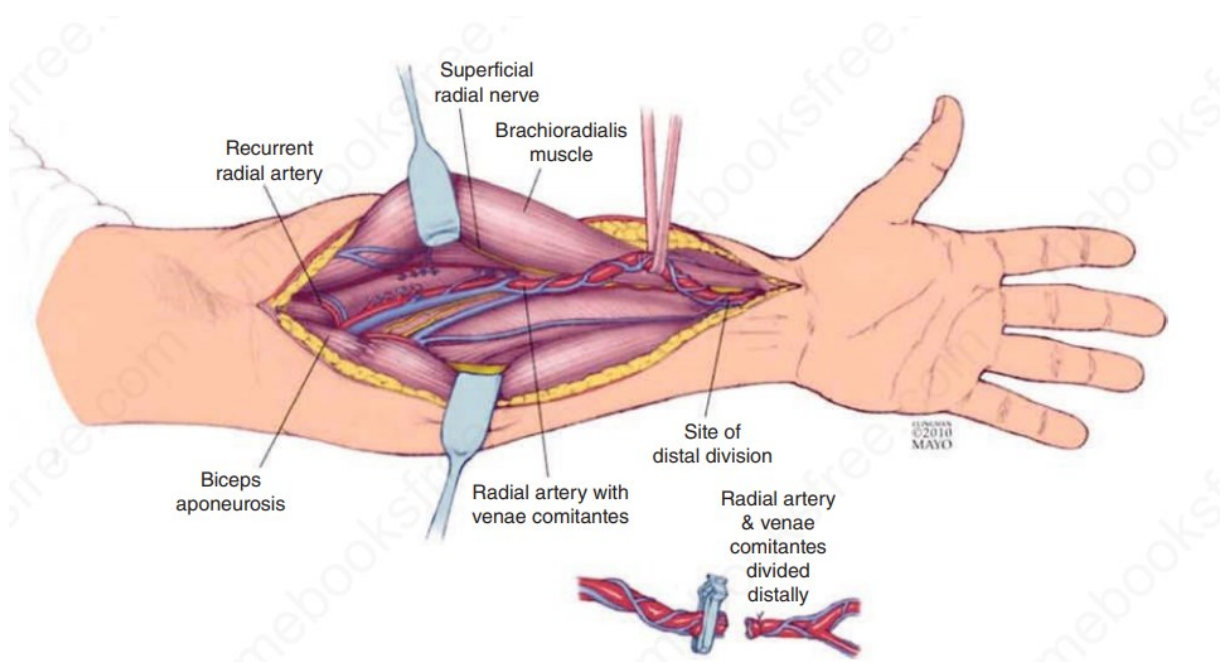
šestog ili sedmog međurebrenog prostora te se na kraju LIMA odvoji od fascije mišića i vena.(2)



Slika 6: Prepariranje LIMA-e za graft. (Preuzeto sa Lawrence H. Cohn, David H. Adams, Cardiac Surgery in the Adult 5/e. New York: McGraw Hill Professional, 2017)

Druga metoda je skeletizacija LIME. Prilikom skeletizacije LIMA je jedina struktura koja se mobilizira dok se ostale strukture ne diraju.(12) Skeletizacija kao metoda je zahjevnija i zahtijeva više vremena ali u usporedbi s načinom peteljke povećava luminalni dijametar i povećava protok i daje veću duljinu grafta.(24) Drugi izbor među arterijskim graftovima čini radijalna arterija, ona sadrži više miocita u odnosu na LIMA-u te je osjetljivija na pojavu vazospazama. Kako bi se izbjegla njihova pojava radijalna arterija se preparira kao peteljka te se primjenjuje farmakološka terapija.(12) Prilikom preparacije uzima se pacijentova

nedominantna ruka, napravi se incizija na podlaktici iznad arterije, a potom se učini i incizija podlaktične fascije. Zatim se brahioradijalni mišić pomakne radijalno i kreće disekcija na distalnom kraju uz odvajanje vena, proksimalni kraj disekcija označava rekurentna grana arterije radijalis i ona se ne dira. Nakon što je peteljka slobodna i nakon administracije heparina, žila se pohrani u otopini na sobnoj temperaturi koja se sastoji od laktata, nitroglicerina i papaverina. Također se radijalna arterija može endoskopski pripremiti za graft kroz malu inciziju na podlaktici.(12)

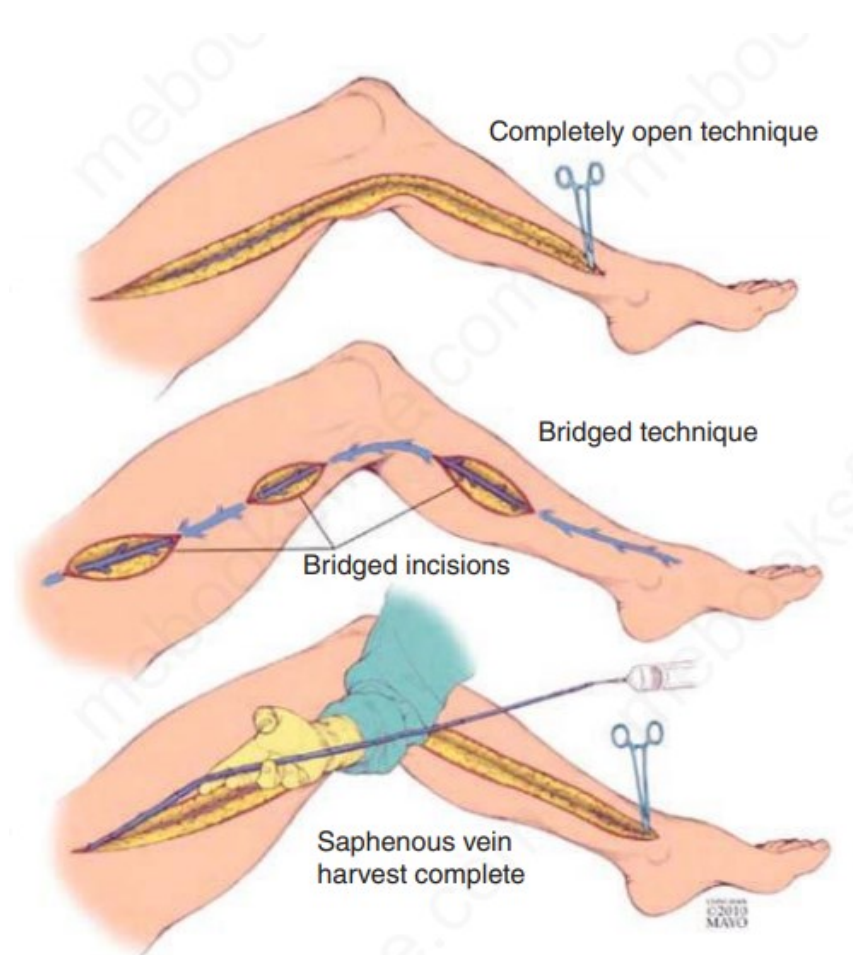


Slika 7: Prepariranje radijalne arterije za graft. (Preuzeto sa Lawrence H. Cohn, David H. Adams, *Cardiac Surgery in the Adult 5/e*. New York: McGraw Hill Professional, 2017)

### 3.2 Venski graftovi

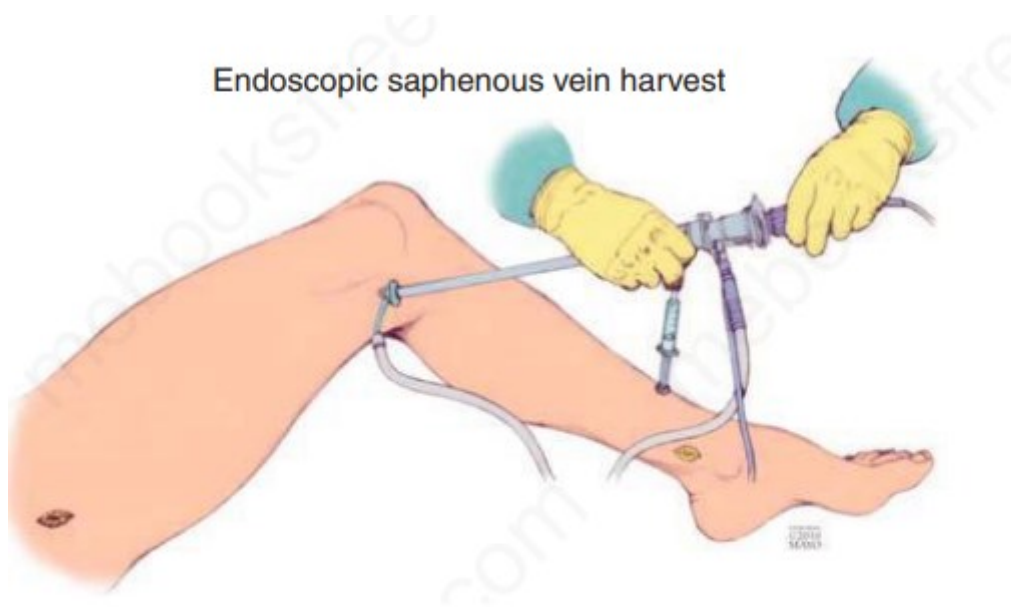
Žila izbora prilikom konstruiranja venskog grafta je vena saphena magna. Ona je dobar izbor zbog jednostavnosti preparacije, njezine svestranosti, rezistencije na spazme i dobro proučenim dugoročnim rezultatima.(12) Preparacije vene se može napraviti otvorenom ili endoskopskom tehnikom.(12) Kod otvorene tehnike to može biti ili kompletna ili most tehnika. Prilikom kompletno otvorene tehnike disekcija se može napraviti u razini gležnja iznad koljena ili u području bedra, napravi se rez iznad tok vene, vena se disecira a njezini pritoci se ligiraju

in situ.(12) Kod most tehnike naprave se dvije ili tri incizije duž toka vene, disekcija se vrši slično kao kod kompletno otvorene tehnike, razlika je što se grane odvoje in situ i ligiraju nakon eksplantacije vene.(12) Kompletno otvorena tehnika daje najbolji pogled na venu uz najmanju količnu traume, ali uz povećan rizik postoperativnih komplikacija rane i postoperativne boli. Most tehnika nosi manji rizik od komplikacija rane i boli, ali se tokom procedure više manipulira venom. Osnova bilo koje metode treba biti što manja trauma vene.(12)



Slika 8: Preparacija vene saphene za graft. (Preuzeto sa Lawrence H. Cohn, David H. Adams, Cardiac Surgery in the Adult 5/e. New York: McGraw Hill Professional, 2017)

Endoskopski način započinje incizijom veličine 2cm u medijalnom dijelu ekstremiteta iznad koljena. Potom se aplicira CO<sub>2</sub> za vizualizaciju i disekciju, disekcija se usmjeruje u smjeru prepona te se u tom području napravi incizija kroz koju se vena izvuče.(12)



Slika 9: Endoskopska metoda vađenja vene. (Preuzeto sa Lawrence H. Cohn, David H. Adams, *Cardiac Surgery in the Adult 5/e*. New York: McGraw Hill Professional, 2017)

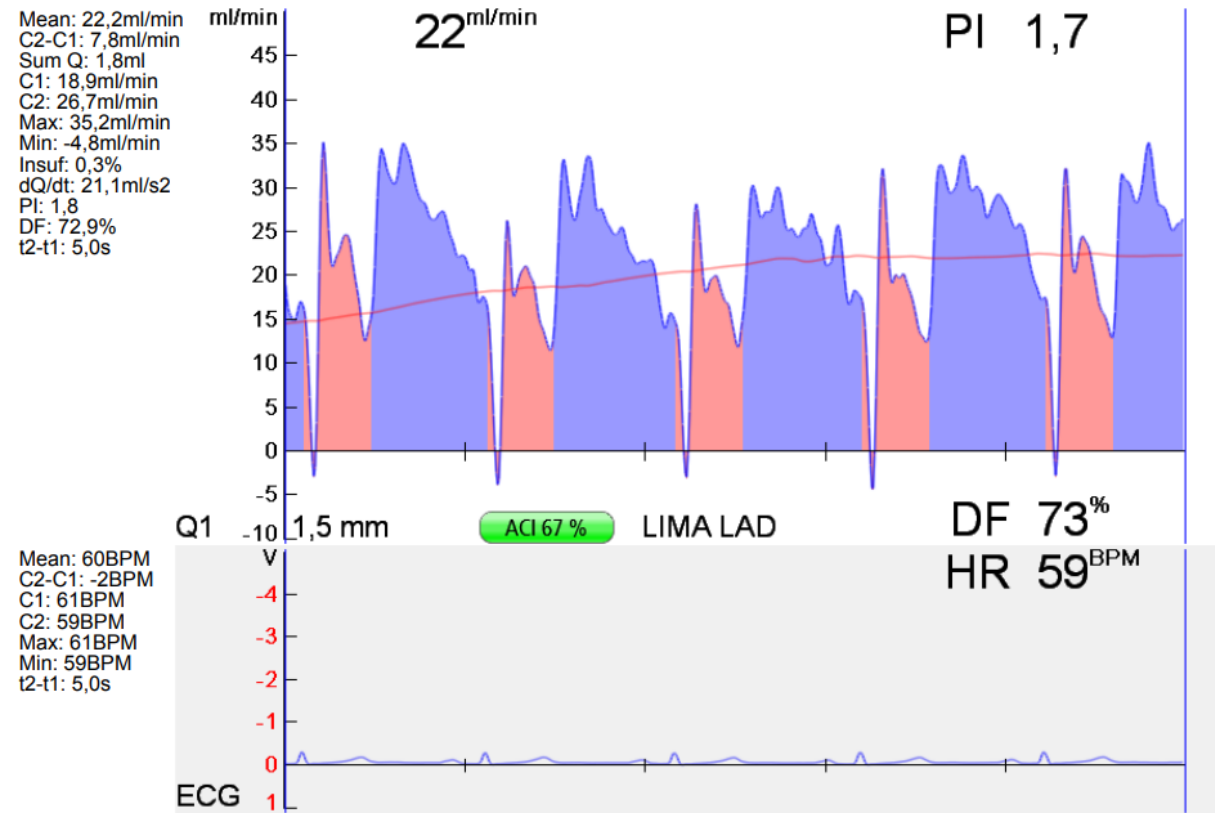
#### **4. Intraoperativna procjena protoka**

Nakon konstrukcije grafta mjerenje protoka kroz graft daje uvid da li je graft uspješan te omogućava da se učini revizija ako nije i time osigura najbolji ishod za pacijenta. Protok kroz graft je važan faktor u pojavi srčanog morbiditeta i mortaliteta, osobito u prvih godinu dana, jer u prvih godinu danu 20% venskih graftova dolazi do okluzije, a u arterijskim graftovima iznosi 8%. (25) Za procjenu protoka se koristi transit time flow measurement (TTFM). Mjerenja učinjena ovom tehnikom su neovisna o intra i ekstravaskularnom promijeru i obliku žile,

minimalno invazivna i pokazuju informacije o hemodinamici u stvarnom vremenu.(26) Kod interpretacije TTFM-a važno je kao cjelinu sagledati sljedeće podatke: srednji protok, pulsatilni indeks te oblik valova protoka. Prvi parametar koji se uzima u obzir je srednji protok kroz graft i njegove vrijednosti upućuju kirurga da li postoji neki problem sa graftom. Protok od 20 do 30 mL/min upućuje na dobar graft, dok protok ispod 5 mL/min upućuje na loš graft. U slučaju vrijednosti ispod 5 mL/min potrebno je provjeriti graft da li ima kakvi prekinuća, spazama ili da li je tlak nizak. Nakon toga se opet izmjeri protok sa okluzijom native arterije kako bi se eliminirao kompetitivni protok. Kompetitivni protok nastaje kada parcijalno okludirana nativna koronarna arterija pridonosi protoku post anastomoziranom segmentu. Eliminacijom kompetitivnog protoka dobije se maksimalni mogući protok kroz graft. Ukoliko i dalje nije protok dobar potrebno je analizirati oblik valova te uzeti u obzir druge faktore kao što su visina i težina pacijenta, veličina žile, fiziološke faktore kao što su vazospazmi te ukoliko i dalje protok nije zadovoljavajuć učiniti reviziju grafta.(26,27)

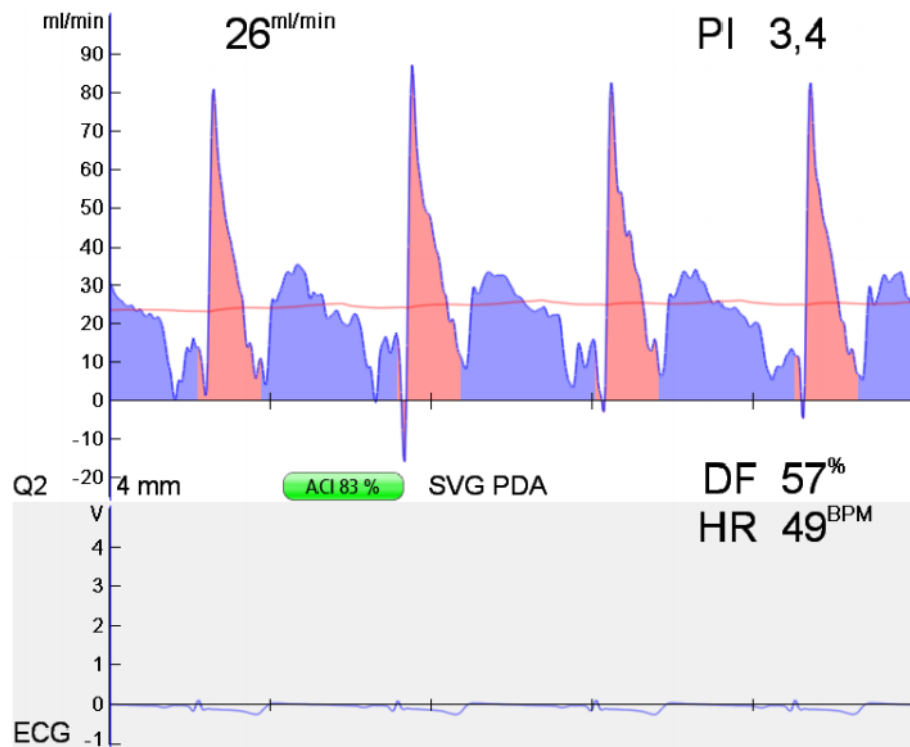
Ukoliko je izmjeren protok kroz graft u rasponu od 5 mL/min do 20 ili 30 mL/min analiza oblika valova je potrebna da se utvrdi da li su oni primjernog oblika. Graftovi lijevog ventrikula se prikazuju dijastoličko dominantnim valovima dok se graftovi desnog ventrikula prikazuju balansiranim sistoličko/dijastoličkim oblikom. Kod graftova lijevog ventrikula vrh koji je niži i kraći odgovara sistoli dok veći i širi vrh odgovara dijastoli. Volumen krvi koja se dovede miokardu u dijastoli je veći od volumena dovedenog u sistoli. Dok kod graftova desnog ventrikula, protok je jednak u sistoličkoj i dijastoličkoj fazi, što dovodi do sistoličkog vrha koji može biti dominantan ali nakon njega sljedi jednako snažan dijastolički vrh što dovodi do balansa.DF% je vrijednost koja uspoređuje dijastolički protok u odnosu na ukupni protok u dijastoli i sistoli. Vrijednosti DF%>67% upućuje na dojastoličko dominantni profil protoka, DF%

između 50% i 67% upućuje na balansiran profil, a  $DF% < 50%$  upućuje na sistoličko dominantan profil.(28)



Slika 10: Primjer dijastoličko dominantnog oblika valova karakterističnog za LIMA-LAD graft

Mean: 25,0ml/min  
C2-C1: -5,3ml/min  
Sum Q: 2,1ml  
C1: 30,4ml/min  
C2: 25,0ml/min  
Max: 87,1ml/min  
Min: -16,6ml/min  
Insuf: 0,4%  
dQ/dt: 57,4ml/s<sup>2</sup>  
PI: 4,1  
DF: 57,2%  
t2-t1: 5,0s



Mean: 48BPM  
C2-C1: 3BPM  
C1: 46BPM  
C2: 49BPM  
Max: 49BPM  
Min: 46BPM  
t2-t1: 5,0s

Slika 11: Balansirani dijastoličko-sistolčki profil karakterističan za graft desnog srca

## **5. Svrha rada**

Svrha ovog rada je analiza bolesnika operiranih off-pump CABG tehnikom i utjecaj intraoperativnog mjerenja protoka na reviziju učinjenih premosnica na pacijentima na Zavodu za kardijalnu kirurgiju, Klinike za kirurgiju, Kliničkog Bolničkog Centra (KBC) Rijeka u rasponu od 2020 do 2021.



## 6. Metode rada i ispitanici

Ovaj retrospektivni rad obuhvaća podatke dobivene iz operativnih protokola i medicinske dokumentacije bolesnika liječenih na Zavod za kardijalnu kirurgiju i u Jedinici intenzivnog liječenja Kliničkog bolničkog centra Rijeka. Obuhvaća 139 bolesnika u razdoblju od siječnja 2020. do veljače 2021. Zbog nepotpunih podataka broj pacijenata se smanjio na 137. U obzir su uzeti opći podatci( dob, spol, ejectiveska frakcija, da li je operacija bila hitna ili elektivna, hematokrit, hemoglobin, urea i kreatinin), intraoperativni podatci( broj preosnica, da li je korišten arterijski ili venski graft, protoci i da se operacija izvela off-pump tehnikom) i postoperativni podatci( hematokrit, hemoglobin, srčani enzimi, urea, kreatini, krvarenje, EKG, vrijeme provedeno u JIL-u, vrijeme provedeno na odjelu, srčana insuficijencija, bubrežna insuficijencija te major i minor poremećaji).

## 7. Rezultati istraživanja

### 7.1 Demografske osobine

Demografske osobine ispitanika prikazane su u tablici 2.

*Tablica 2: Osnovne demografske osobine*

Broj bolesnika	137
Muški spol	113(83%)
Ženski spol	24(17%)
Prosječna dob	67

### 7.2 Prijeoperacijski podatci

Tablica 3 pokazuje prijeoperacijske podatke te prosječne vrijednosti hemoglobina, hematokrita, ureje i kreatinina i ejekcijske frakcije.

*Tablica 3: Prijeoperacijski podatci ispitanika*

Broj bolesnika	137
EF(%)	51%
Hitna operacija	11
Elektivna operacija	126
Hemoglobin	140,35
Hematokrit	0,43
Urea	7,12
Kreatinin	91,43

EF= ejekcijska frakcija

### 7.3 Intraoperacijski podatci

U tablici 4. su prikazani intraoperacijski podatci pacijenata koji obuhvaćaju broj premosnica, te broj arterijskih i venskih graftova, te broj graftova podvrgnutih reviziji.

*Tablica 4: Intraoperacijski podatci ispitanika*

Broj pacijenata	137
Broj premosnica	311(2,28)
Arterijski graft	92(30%)
Venski graft	234(75%)
Revidirani graftovi	11(3,5%)

### 7.4 Postoperacijski podatci

U tablici 5. su prikazani postoperativni podatci koji uključuju hemoglobin, hematokrit, ureju, kreatinin, troponin, kreatin kinazu, te vrijeme provedeno u JIL-u i na odijelu.

*Tablica 5: Postoperativni podatci pacijenata*

Broj pacijenata	137
Hemoglobin	115
Hematokrit	0,345
Urea	7,04
Kreatinin	85,15
Troponin	646
CK	337
Vrijeme JIL	1 dan

Vrijeme odjel	6 dana
---------------	--------

CK-kreatin kinaza, JIL- jedinica intenzivnog liječenja

U tablici 6. su prikazani postoperativni poremećaji

*Tablica 6: Postoperativni poremećaji*

Broj pacijenata	137
Bubrežna insuf.	1(0,7%)
Srčana insuf.	0
Fibrilacija atrijsa	16(11%)
Smrtni ishod	5(3,6%, Muškarci-2(1,5%) -Žene-3(2,1%)
Sepsa	1(0,7%)
Infekcija rane	3(2,2%)
Pneumotoraks	3(2,2%)
Infarkt	2(1,5%)

## 8. Rasprava

U ovom retrospektivnom radu od 137 pacijenta, njih 113(83%) je bilo muškog spola, a 24(17%) su bile žene, dok je prosječna dob svih pacijenata bila 67 godina. S obzirom da su muški spol i starija životna rizični čimbenica za bolest koronarnih arterija ovi podatci su uskladu sa epidemiološkim karakteristikama. Ukupano je konstruirano 311 premosnica na 137 pacijenata, gdje prosječan broj graftova po pacijentu iznosi 2,28 od kojih 92 bile arterijske premosnice(30%), a njih 234 su bile venske premosnice(75%). Zadovoljavajući graftovi su postignuti kod 300 premosnica(96,5%) sa adekvatnim vrijednostima protoka, pulsatilnog indeksa i oblika valova. Od 311 premosnica njih 11(3,5%) je zahtijevalo reviziju. Ti graftovi nisu pokazivali primjerene vrijednosti protoka, pulsatilnog indeksa i oblika valova te njihovom revizijom je došlo do poboljšanja tih vrijednosti. U 6 graftova od 11(55%) revidiranih je LIMA zamjenjena venskim graftom ili je učinjena ekstenzija LIMA-VSM-LAD. 3 VSM-LAD grafta(27%) i 2 LIMA-LAD grafta(18%) su revidirana reanastomozom. Od postoperacijskih poremećaja najčešće se javljala fibrilacija atriya u 16 pacijenata(11%) koja je uspješno konvertirana farmakološki u sinus ritam. Bubrežna insuficijencija se javila kod jednog pacijenta(0,7%). Infekcija rane se javila kod troje pacijenata(2,2%) kao i pneumotoraks. Sepsa se pojavila kod jednog pacijenta.(0,7%) Smrtni ishod se javio kod 5 pacijenata(3,6%) gdje je u 2 slučaja riječ o muškom spolu(1,5%) a u 3 slučaja se radilo o ženskom spolu(2,1%). Prosječno vrijeme provedeno na JIL-u je iznosilo 1 dan, a vrijeme provedeno na odjelu je iznosilo 6 dana nakon čega su pacijenti bili otpušteni kući.

## 9. Zaključci

1. Korištenje TTFM je omogućilo brzu i jednostavnu provjeru kvalitete grafta prije napuštanja operacijskog polja, i dalo mogućnost operateru da učini reviziju grafta ukoliko je to potrebno.
2. Najčešća postoperacijska komplikacija je bila fibrilacija atrijska, dok postotak smrtnog ishoda postoperativno odgovara podacima iz literature.
3. Postotak infarkta miokarda također odgovara podacima u literaturi.

## 10. Sažetak

Indikacije za primjenu kirurške revaskularizacije su signifikantno suženje lijeve koronarne arterije, okluzija LAD, višezilna bolest koronarne cirkulacije i jednožilna ili dvožilna bolest koronarne cirkulacije koja se ne može riješiti PCI metodom. Kirurško liječenje koronarne bolesti arterija se može izvoditi on-pump tehnikom uz prisustvo kardiopulmonalnog bypassa i off-pump tehnikom bez njega. Kod on-pump tehnike je srce zaustavljeno u dijastoli, dok kod off-pump tehnike se operacija vrši na kucajućem srcu uz elevaciju. Prilikom konstrukcije prenosnica mogu se koristiti arterijski ili venski graftovi. Žila izbora za arterijske graftove je LIMA, a žila izbora za venske graftove je vena saphena magna. Nakon konstrukcije grafta mjerenje protoka kroz graft daje uvid da li graft ima protok. Za procjenu protoka se koristi TTFM. Kod interpretacije TTFM-a važno je kao cjelinu sagledati sljedeće podatke: srednji protok, pulsatilni indeks te oblik valova protoka. Protok od 20 do 30 mL/min upućuje na dobar graft, dok protok ispod 5 mL/min upućuje na loš graft. Posljednji faktor koji se treba uzeti u obzir prilikom TTFM-a je indeks pulsatilnosti. On se definira kao apsolutna vrijednost koja se dobije kad se razlika maksimalnog i minimalnog protoka podijeli sa srednjom vrijednosti protoka. Pulsatilni indeks manji od 5 označava da je riječ o adekvatnom graftu dok pulsatilni indeks veći od 5 na neadekvatan graft. U ovoj retrospektivnoj studiji su proučena 137 pacijenta liječeni na Zavodu za kardijalnu kirurgiju Kliničkog Bolničkog Centra (KBC) Rijeka u razdoblju od siječnja 2020. do veljače 2021. Podatci pokazuju vrijednost TTFM u procjeni kvalitete grafta.

Ključne riječi: off-pump, LIMA, TTFM, indeks pulsatilnosti

## **11. Summary**

Indications for surgical revascularization are significant narrowing of left coronary artery, LAD occlusion, multivessel coronary artery disease and one or two vessel coronary artery disease that can not be treated with PCI. Surgical revascularization of CAD can be performed on-pump with cardiopulmonary bypass or off-pump without cardiopulmonary bypass. In on-pump technique the heart is stopped in diastole, while off-pump technique is performed on the beating heart with help of devices which elevate the heart. Arterial or venous grafts can be used to construct the bypass. Arterial graft of choice is LIMA, while venous graft of choice is vena saphena magna. After bypass construction, flow measurement gives the insight if the graft is patent or not. TTFM is used for flow assessment. With TTFM interpretation it is important to look at mean flow, pulsatility index and waveforms as a whole. Mean flow above 20 or 30 mL/min indicates a good graft, while mean flow below 5 mL/min indicates a bad graft. Last factor that needs to be taken into consideration is pulsatility index. Pulsatility index is absolute value of difference between maximum and minimum flow divided by mean flow. Pulsatility index lesser than 5 indicates a good graft, while higher than 5 indicates a bad graft. In this retrospective study, we studied 137 patients treated on Zavodu za kardijalnu kirurgiju, Klinike za kirurgiju, Kliničkog Bolničkog Centra (KBC) Rijeka between January 2020. and February 2021. The data show the value of TTFM in graft patency assessment.

Key words: off-pump, LIMA, TTFM, pulsatility index



## 12. Literatura

1. Križan Z. Kompendij anatomije čovjeka, III. dio. Pregled građe grudi, trbuha, zdjelice, noge i ruke. Zagreb: Školska knjiga, 1986. (2. izd. 1989; 3. izd. 1997.)
2. Kirklin, J. and Kouchoukos, N., Kirklin/Barratt-Boyes cardiac surgery. 4th ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders, 2013.
3. <https://thoracickey.com/12-general-anatomy-of-the-heart/>
4. Daves ML. Cardiac roentgenology: the loop and circle approach. Radiology 1970;95:157
5. James TN. Anatomy of the coronary arteries. New York: Hoeber, 1961.
6. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. 13th edition. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2016
7. Gensini GG. Coronary arteriography. Mount Kisco, N.Y.: Futura, 1975.
8. Vrhovac, B. Interna medicina. Zagreb: Naklada Ljevak, 2008.
9. Braunwald E. Unstable angina. A classification. Circulation 1989; 80:410
10. T. Šoša i sur. Kirurgija. Zagreb: Medicinska biblioteka. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu 2007.
11. Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, et al: 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation 2011; 124(23):e652-735
12. Lawrence H. Cohn, David H. Adams, Cardiac Surgery in the Adult 5/e. New York: McGraw Hill Professional, 2017
13. Yau JM, Alexander JH, Hafley G, et al: Impact of perioperative myocardial infarction on angiographic and clinical outcomes following coronary artery bypass grafting (from PProject of

Ex-vivo Vein graft ENgineering via Transfection [PREVENT] IV). *Am J Cardiol* 2008; 102(5):546-551.

14.Klatte K, Chaitman BR, Theroux P, et al: Increased mortality after coronary artery bypass graft surgery is associated with increased levels of postoperative creatine kinase-myocardial band isoenzyme release: results from the GUARDIAN trial. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38(4):1070-1077

15.Rao V, Ivanov J, Weisel RD, et al: Predictors of low cardiac output syndrome after coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 112(1):38-51

16.Roach GW, Kanchuger M, Mangano CM, et al: Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group and the Ischemia Research and Education Foundation Investigators. *N Engl J Med* 1996; 335(25): 1857-1863.

17.McKhann GM, Grega MA, Borowicz LM Jr, et al: Is there cognitive decline 1 year after CABG? Comparison with surgical and nonsurgical controls. *Neurology* 2005; 65(7):991-999.

18.Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al: J. Maxwell Chamberlain memorial paper. Sternal wound complications after isolated coronary artery bypass grafting: early and late mortality, morbidity, and cost of care. *Ann Thorac Surg* 1990; 49(2):179-186; discussion 186-187

19.Kaiser AB, Kernodle DS, Barg NL, et al: Influence of preoperative showers on staphylococcal skin colonization: a comparative trial of antiseptic skin cleansers. *Ann Thorac Surg* 1988; 45(1):35-38

20.Cimochowski GE, Harostock MD, Brown R, et al: Intranasal mupirocin reduces sternal wound infection after open heart surgery in diabetics and nondiabetics. *Ann Thorac Surg* 2001; 71(5):1572-1578; discussion 1578-1579.

21. Mangano CM, Diamondstone LS, Ramsay JG, et al: Renal dysfunction after myocardial revascularization: risk factors, adverse outcomes, and hospital resource utilization. The Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Ann Intern Med* 1998; 128(3):194-203.
22. Ricci M, Karamanoukian HL, D'Ancona G, Bergsland J, Salerno TA. Exposure and mechanical stabilization in off-pump coronary artery bypass grafting via sternotomy. *Ann Thorac Surg* 2000; 70:1736.
23. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al: Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; 314(1):1-6.
24. Calafiore AM, Vitolla G, Iaco AL, et al: Bilateral internal mammary artery grafting: midterm results of pedicled versus skeletonized conduits. *Ann Thorac Surg* 1999; 67(6):1637-1642.
25. Ohmes LB, Di Franco A, Di Giammarco G, Rosati CM, Lau C, Girardi LN, Massetti M, Gaudino M. Techniques for intraoperative graft assessment in coronary artery bypass surgery. *J Thorac Dis.* 2017 Apr;9(Suppl 4):S327-S332. doi: 10.21037/jtd.2017.03.77. PMID: 28540076; PMCID: PMC5422662.
26. D'Ancona G, Ricci M, Bergsland J, Salerno TA, Karamanoukian HL. Graft Patency Verification in Coronary Artery Bypass Grafting: Principles and Clinical Applications of Transit Time Flow Measurement. *Angiology.* 2000;51(9):725-731.
27. Une D, Deb S, Chikazawa G, Kommaraju K, Tsuneyoshi H, Karkhanis R, Singh S, Vincent J, Tsubota H, Sever J, Moussa F, Cohen G, Christakis GT, Fremes SE. Cut-off values for transit time flowmetry: are the revision criteria appropriate? *J Card Surg.* 2013 Jan;28(1):3-7. doi: 10.1111/jocs.12036. Epub 2012 Nov 28. PMID: 23189982.

28.Mindich BP et al, "Reduction of Technical Graft Problems Utilizing. Ultrasonic Flow Measurements,"NY Thoracic Society, 2001

29.Nordgaard HB, Vitale N, Astudillo R, Renzulli A, Romundstad P, Haaverstad R. Pulsatility index variations using two different transit-time flowmeters in coronary artery bypass surgery. Eur J Cardiothorac Surg. 2010 May;37(5):1063-7. doi: 10.1016/j.ejcts.2009.11.030. Epub 2009 Dec 23. Erratum in: Eur J Cardiothorac Surg. 2010 Oct;38(4):512. PMID: 20031439.

### **13. Životopis**

Šime Pavlović rođen je 21. 11. 1996. godine u Čapljini u Bosni i Hercegovini. 1998. godine se sa obitelji doseljava u Rijeku. Pohađao je Osnovnu školu Podmurvice koju je završio 2011. godine nakon čega je srednjoškolsko obrazovanje nastavio u Salezijanskoj klasičnoj gimnaziji koju je završio 2015. i upisao Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci.