

# Kirurško liječenje bolesti torakalne aorte

---

Lipšinić, Antun

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:105:630836>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-11**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**MEDICINSKI FAKULTET**

**Antun Lipšinić**

# **Kirurško liječenje bolesti torakalne aorte**



**Diplomski rad**

**Zagreb, 2021.**

Ovaj diplomski rad izrađen je u Klinici za vaskularnu kirurgiju Kliničkog bolničkog centra Zagreb, pod vodstvom doc. dr. sc. Predraga Pavića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2020./2021.

Kratice korištene u ovom radu:

AAA (engl. *abdominal aortic aneurism*) – aneurizma abdominalne aorte

APTV – aktivirano parcijalno tromboplastinsko vrijeme

BMI (engl. *body mass index*) – indeks tjelesne mase

CD UZV (engl. *collor doppler ultrasound*) – color doppler ultrazvuk

CT (engl. *computerised tomography*) – kompjuterizirana tomografija

CTA (engl. *computerised tomography angiography*) – angiografija s kompjuteriziranom tomografijom

DIK – diseminirana intravaskularna koagulacija

EKG - elektrokardiogram

FBN1 (engl. *fibrillin 1*) – fibrilin 1

FTAAD (engl. *familial thoracic aortic aneurism and dissection*) – obiteljska aneurizma torakalne aorte i disekcija

KOPB - kronična opstruktivna plućna bolest

LHB (engl. *left heart bypass*) – premoštenje lijevog srca

MGF – minutna glomerularna filtracija

MIDAS (engl. *minimally invasive direct aortic surgery*) – minimalno invazivna izravna operacija aorte

MMP-1 (engl. *matrix metalloproteinase 1*) – matriks metaloproteinaza 1

MMP-2 (engl. *matrix metalloproteinase 2*) - matriks metaloproteinaza 2

MMP-9 (engl. *matrix metalloproteinase 9*) - matriks metaloproteinaza 9

MR (engl. *magnetic resonance*) – magnetska rezonanca

MRA (engl. *magnetic resonance angiography*) – angiografija s magnetskom rezonancijom

OLV (engl. *one lung ventilation*) – ventilacija jednog plućnog krila

PV – protrombinsko vrijeme

SMV – srčani minutni volumen

SSP – svježe smrznuta plazma

TAA (engl. *thoracic aortic aneurysm*) – aneurizma torakalne aorte

TAAA (engl. *thoracoabdominal aortic aneurysm*) – aneurizma torakoabdominalne aorte

TEVAR (engl. *thoracic endovascular aortic repair*) – torakalni endovaskularni postupak  
postavljanja stent-grafta

TT – tjelesna težina

## SADRŽAJ

### SAŽETAK

### SUMMARY

1. UVOD	1
1.1. Anatomija	1
1.2. Histologija	3
2. DEFINICIJA	4
3. EPIDEMIOLOGIJA	4
4. ETIOLOGIJA	5
5. KLINIČKA SLIKA	7
6. DIJAGNOSTIKA	8
7. KIRURŠKO LIJEČENJE	10
7.1. Indikacije i kontraindikacije za kirurško liječenje	11
7.2. Predoperativna obrada	12
7.3. Metode održavanja proksimalne i distalne aortne perfuzije	15
7.4. Kirurške tehnike	17
7.5. Postoperativna skrb i komplikacije operacijskog liječenja	20
8. ENDOVASKULARNO LIJEČENJE – TEVAR	22
9. ZAKLJUČAK	25
10. ZAHVALE	26
11. LITERATURA	27
12. ŽIVOTOPIS	30

## SAŽETAK

### Kirurško liječenje bolesti torakalne aorte

**Antun Lipšinić**

Aneurizma torakalne aorte (engl. *thoracic aortic aneurism*, TAA) označava lokalno proširenje aorte koje najčešće nastaje kao posljedica ateroskleroze i tada se naziva degenerativna aneurizma aorte, a njezin razvoj uvjetovan je složenom interakcijom genetskih čimbenika, stanične neravnoteže i promjene hemodinamskih čimbenika. U Republici Hrvatskoj se godišnje dijagnosticira oko 50 slučajeva TAA. Tijekom posljednjih desetljeća je primijećen porast incidencije TAA, što se smatra posljedicom mnogobrojnih čimbenika, kao što su napredak u tehnici slikovne dijagnostike i starenje populacije. Čimbenicima rizika za ubrzanje razvoja aneurizme smatraju se bijela rasa, dob iznad 60 godina, muški spol, kronična opstruktivna plućna bolest, hipertenzija, pušenje i naslijeđe. TAA se češće pojavljuje u mlađih pacijenata koji boluju od raznih bolesti vezivnoga tkiva i u pacijenata s obiteljskom TAA i disekcijom. Otvorena rekonstrukcija je nekada bila uobičajen i klasičan način liječenja bolesti torakalne aorte, a danas se za liječenje te patologije preferira torakalni endovaskularni postupak postavljanja stent-grafta (engl. *thoracic endovascular aortic reconstruction*, TEVAR). Tijekom otvorene rekonstrukcije torakalne aorte vaskularnim se hvataljkama privremeno prekine krvotok kroz aneurizmu, ona se otvori, iz nje se izljušti tromb, podvežu se svi ogranci aneurizme (interkostalne arterije) i distalni krvotok se rekonstruira umetanjem dakronskoga ili teflonskoga transplantata između proksimalnog i distalnog zdravog dijela aorte. Indikacije za operaciju aneurizme aorte dijelimo na vitalne, apsolutne i relativne, a vitalne indikacije za operaciju aneurizme aorte su postojanje rupture, odnosno zadržane rupture aneurizme aorte i simptomatske aneurizme aorte koja je predznak rupture. Predoperativna obrada u kirurškom liječenju bolesti torakalne aorte sastoji se od uzimanja detaljne anamneze, provođenja fizikalnog pregleda i analize laboratorijskih nalaza, EKG-a i radioloških nalaza. S posebnom pozornošću se prije operacije trebaju analizirati srčana, plućna i bubrežna funkcija pacijenta. Najčešće komplikacije otvorene operacije torakalne aorte su: akutno bubrežno zatajenje i ishemija kralješnične moždine, a rezultat su privremene ishemije tijekom operacije. Postupci kojima se smanjuje rizik nastanka postoperativnih komplikacija su: distalna aortna perfuzija, intraoperacijska i postoperacijska drenaža cerebrospinalnog likvora i hipotermija. TEVAR je endovaskularni postupak postavljanja aortnog stent-grafta u torakalnu aortu. TEVAR ima manji mortalitet i morbiditet u usporedbi s kirurškim pristupom, a neke od komplikacija zahvata su oštećenje periferne vaskulature, ishemijski moždani udar i „popuštanje“ (engl. *endoleak*).

**Ključne riječi:** aneurizma torakalne aorte, aneurizma torakoabdominalne aorte, otvorena rekonstrukcija, TEVAR

## **SUMMARY**

### **Surgical treatment of thoracic aortic disease**

**Antun Lipšinić**

Thoracic aortic aneurysm (TAA) is a local aortic dilatation that most often occurs as a result of atherosclerosis and is then called a degenerative aortic aneurysm. Its development is conditioned by a complex interaction of genetic factors, cellular imbalance and changes in hemodynamic factors. In the Republic of Croatia, about 50 cases of TAA are diagnosed annually. An increase in the incidence of TAA has been observed in recent decades, which is considered to be the result of many factors, such as advances in imaging techniques and population aging. Risk factors for accelerating the development of aneurysms are caucasian descent, age over 60 years, male gender, chronic obstructive pulmonary disease, hypertension, smoking and heritage. TAA occurs more frequently in younger patients suffering from various connective tissue diseases and in patients with familial TAA and dissection. Open reconstruction was once a common and classic way of treating thoracic aortic disease and today thoracic endovascular aortic reconstruction (TEVAR) is preferred. During open thoracic aortic reconstruction, blood flow through the aneurysm is temporarily interrupted with vascular forceps, the aneurysm is opened, thrombus is peeled off, all branches of the aneurysm are ligated and the distal blood flow is reconstructed by inserting a dacron or teflon graft between the proximal and distal healthy part of the aorta. Indications for aortic aneurysm surgery are divided into vital, absolute and relative. Vital indications for aortic aneurysm surgery are the existence of a rupture, delayed rupture of an aortic aneurysm and symptomatic aortic aneurysm which is a sign of rupture. Preoperative evaluation in the surgical treatment of thoracic aortic disease consists of taking a detailed medical history, conducting a physical examination, and analyzing laboratory findings, ECG, and radiological findings. The patient's cardiac, pulmonary, and renal function should be analyzed with special care prior to surgery. The most common complications of open thoracic aortic surgery are: acute renal failure and spinal cord ischemia, resulting from temporary ischemia during surgery. Procedures that reduce the risk of postoperative complications are: distal aortic perfusion, intraoperative and postoperative drainage of cerebrospinal fluid and hypothermia. TEVAR is an endovascular procedure for placing an aortic stent-graft in the thoracic aorta. TEVAR has a lower mortality and morbidity compared to the surgical approach and some of the complications of the procedure are damage to the peripheral vasculature, ischemic stroke and endoleak.

**Key words:** thoracic aortic aneurism, thoracoabdominal aortic aneurism, open reconstruction, TEVAR



## 1. UVOD

Još su od ranih 1950-ih ligacija, omatanje celofanom, endoluminalno ožičenje, endoaneurizmorafija i druge tehnike bili dobro prihvaćeni načini liječenja aneurizme torakalne aorte. Prve operacije TAA su se temeljile na korištenju aortnih homograftova dobivenih od preminulih donora. Iako su mnogi rani centri za kirurgiju aorte uspjeli brzo razviti banke aortnih graftova u kojima su se pripremali i pohranjivali aortni homograftovi, s vremenom je postalo jasno da homograftovi nisu idealni materijal za zamjenu aorte. Idealni graft aorte bio bi netoksičan, hipoalergen, izdržljiv, elastičan, podatan i lako dostupan u više veličina i oblika. Iako su se istraživali mnogi materijali, dakron, generičkog naziva polietilen-tereftalat, se pokazao najboljim materijalom za izradu aortnih graftova. Uspjeh dakrona je utkao put ekstranatomskom pristupu kirurškog liječenja aneurizme torakoabdominalne aorte (engl. *thoracoabdominal aortic aneurysm*, TAAA), koje je ostalo popularno slijedeća 2 desetljeća. S vremenom je u aortnoj kirurgiji prihvaćena inkluzijska tehnika koja slijedi anatomski pristup, zahtjeva manje vremena za završetak i povezana je s boljim postoperacijskim ishodom. Lijevo srčano premoštenje, drenaža cerebrospinalnog likvora i hladna perfuzija bubrega su dodani u postupak kirurškog liječenja bolesti torakalne aorte kao postupci kojima je cilj smanjiti incidenciju postoperativnih komplikacija.

### 1.1. Anatomija

Aorta je arterija koja izlazi iz srca i opskrbljuje krvlju cijelo tijelo. Proteže se od lijeve klijetke do četvrtog lumbalnog kralješka gdje se grana na dvije grane, *aa. iliacae communis*, i mali završni ogranak, *a. sacralis mediana*. Prsna aorta, dio aorte koji se nalazi u prsištu, *aorta thoracica*, topografski se dijeli u tri dijela: uzlazna aorta, *aorta ascendens*, luk aorte, *arcus aortae*, te prsni dio silazne aorte, *pars thoracica aortae descendens*. Uzlazna se aorta nalazi unutar osrčja, a proteže se od aortnog ušća do neposredno ispod odvajanja brahiocefaličnog arterijskog stabla. Uzlazna aorta započinje proširenjem, *bulbus aortae*, koje je u razini zalistaka aortnog ušća. Usmjerena je prema gore i desno, te doseže do hvatišta drugog desnog rebra na sternumu, odnosno razine *angulusa sterni*. Grane uzlazne aorte su koronarne arterije koje vaskulariziraju srce. Luk aorte se nalazi u prednjem

medijastinumu i konveksan je prema gore. Pruža se od mjesta izlaska aorte iz osrčja, tj. neposredno ispod polazišta brahiocefaličnoga arterijskog stabla, pa sve do iza lijevog glavnog bronha, gdje pristupa u stražnji medijastinum i gdje se nastavlja u silaznu aortu. Grane silazne aorte su *truncus brachiocephalicus*, *arteria carotis communis sinistra* i *arteria subclavia sinistra*. Sve grane luka aorte odvajaju se s konveksne, tj. gornje strane. Dio luka aorte, neposredno iza mjesta odvajanja lijeve potključne arterije je sužen, *isthmus aortae*, a nalazi se na mjestu pristupa *lig. arteriosum* (Botalli) na aortu (1). Prsni dio silazne aorte proteže se stražnjim sredopršnjem. Započinje na razini Th5 s lijeve strane kralježnice na mjestu gdje aorta dolazi iza lijevog glavnog bronha. Aorta je potom usmjerena gotovo okomito prema dolje, prvobitno neposredno lijevo uz kralježnicu, dok se ispod razine Th7/Th8 pruža više medijalno i naprijed, pristupa aortnom otvoru ošita (Th12/L1), prolazi kroz njega, te nastavlja silazni tijek u retroperitoneju kao abdominalna aorta. Ispred silazne aorte nalaze se od gore prema dolje lijeve plućne vene, osrčje i srce te u donjem dijelu medijastinuma jednjak. Iza je *v. hemiazygos accesoria* i *v. hemiazygos*. Desno od proksimalnoga dijela silazne aorte je jednjak, dok se iza i desno nalaze *ductus thoracicus* i *v. azygos*. Lijevo od silazne aorte je lijeva medijastinalna pleura (3). Parijetalne grane prsnog dijela silazne aorte su *arteriae intercostales posteriores* (III-XI), *arteria subcostalis* i *arteriae phrenicae superiores*. Visceralne grane prsnog dijela silazne aorte su *arteriae bronchiales*, *rami esophagi*, *rami mediastinales* i *rami pericardiaci* (1). *Aa. Intercostales posteriores*, stražnje međurebrene arterije, najvažniji su parijetalni ogranci prsne aorte. Odlaze od stražnje stijenke aorte po 10 sa svake strane. Prvi ogranak je smješten u trećem interkostalnom prostoru, a zadnji ogranak leži u žlijebu na donjoj strani 11. rebra i naziva se *a. subcostalis* i posljednji je ogranak prsne aorte. *Aa. intercostales posteriores* prijanjaju uz tijelo prsnog kralješka. Desne međurebrene arterije imaju duži tok na trupovima kralježaka jer je aorta smještena na lijevoj strani. U razini intervertebralnog otvora, međurebrena arterija daje *r. dorsalis*, koji daje *rr. spinales*, koji kroz intervertebralni otvor ulaze u kralješnični kanal i opskrbljuju kralješničnu moždinu i njezine ovojnice, te se dijeli na *r. cutaneus medialis et lateralis* (2).

## 1.2. Histologija

Stijenka aorte je građena od tri sloja: *tunica intima*, *tunica media* i *tunica adventitia*. *Tunica intima*, unutarnji sloj, građen je od endotela, subendotelnog sloja vezivnih vlakana u kojem se mogu nalaziti i glatka mišićna vlakna, te tankog sloja unutarnje elastične lamine koja sadrži elastin, a koji zahvaljujući rupama u svojoj strukturi omogućuje bolju difuziju tvari iz krvi u vanjske slojeve stijenke. Srednji sloj, *tunica media*, je građen od koncentrično poredanih glatkih mišićnih vlakana između kojih su umetnuta elastična i retikularna vlakna, te molekule proteoglikana. Na granici *tunicae mediae* i *tunicae adventitiae* se nalazi sloj vanjske elastične membrane koji je građom sličan unutarnjoj elastičnoj membrani. Vanjski sloj, *tunica adventitia*, je sloj vezivnog tkiva uglavnom građen od kolagena tipa 1 i elastičnih vlakana. *Tunica adventitia* većih krvnih žila također sadrži arteriole, kapilare i venule koje opskrbljuju krvlju njihove stijenke, te od tamo odvođe metabolite, a jednim imenom se nazivaju *vasa vasorum*. Mreža nemijeliziranih vazomotornih vlakna autonomnog živčanog sustava je također prisutna u *tunici adventitii* velikih arterija, a otpuštanjem noradrenalina, ta živčana vlakna uzrokuju vazokonstrikciju. Aorta je, zajedno s plućnom arterijom, svrstana u skupinu elastičnih arterija. Te arterije se još nazivaju i provodnim arterijama jer im je značajna uloga prijenos krvi u manje arterije. Najizrazitija značajka elastičnih arterija je debela *tunica media* u kojoj se izmjenjuju slojevi glatkih mišićnih i elastičnih vlakana. *Tunica media* aorte odrasle osobe sadrži otprilike 50 slojeva elastičnih vlakana. *Tunica intima* elastičnih arterija u svojem subendotelnom sloju sadrži mnogo glatkih mišićnih vlakana. Unutarnja elastična lamina je u elastičnih arterija bolje razvijena nego vanjska elastična lamina, a odnos debljine *tunicae adventitiae* i *tunicae mediae* je u elastičnih arterija znatno manji nego li u ostalih arterija. Velika zastupljenost elastičnih vlakana u stijenci aorte omogućuje izvođenje važne funkcije aorte, a to je održavanje arterijskog tlaka tijekom srčanog ciklusa ujednačenim (4). Ulaženje krvi u arterije tijekom sistole izaziva rastezanje njihovih stijenki i povišenje tlaka na približno 16,0 kPa. Nakon što lijevi ventrikul na kraju sistole prestane izbacivati krv i nakon što se aortni zalistci zatvore, elastične stijenke arterija održavaju visok tlak u njima čak i tijekom dijastole (5). Koncentracija elastičnih vlakana u stijenci aorte, odnosno omjer

elastina i kolagena, se smanjuje kako promatramo aortu od proksimalno, odnosno od njenog ishodišta iz srca, do distalno, odnosno do grananja u zajedničke ilijačne arterije (13).

## 2. DEFINICIJA

Aneurizme predstavljaju nenormalna proširenja arterija uzrokovana slabljenjem arterijskog zida. (5) . Uzimajući u obzir samo veličinu promjera, aneurizmom arterije se smatra svako lokalizirano simetrično ili asimetrično proširenje lumena arterije 50% veće od njezina normalnog promjera.

Uzimajući u obzir prosječne promjere, aneurizma torakalne aorte postoji ako je široka 4,5 cm (6).

Torakalne aneurizme aorte su aneurizme descendentne aorte. Pretežno su fuziformne, a uzrok im je ateroskleroza. Protežu se od lijeve potključne arterije (*a. subclavia sinistra*) distalno do ošita.

Torakoabdominalne aneurizme (TAAA) se protežu iz prsnog koša u trbušnu šupljinu, te je aorta proširena i u predjelu ošita (6). Kada se razmotre sve vrste aneurizmi torakalne aorte, može se zaključiti da se najčešće javljaju aneurizme uzlazne aorte (40%). Aneurizme silazne aorte čine 35% svih aneurizmi torakalne aorte, aneurizme luka aorte 15%, dok su najmanje zastupljene TAAA (10%).

TAAA se anatomske klasificiraju prema opsegu zahvaćenog dijela aorte, a što je povezano sa složenosti kirurškog liječenja aneurizme. Crawfordova klasifikacija podrazumijeva sljedeće tipove TAAA: Tip I označava aneurizmu aorte koja seže distalno od lijeve *a. subclaviae* do iznad renalnih arterija. Tip II je aneurizma distalno od lijeve *a. subclaviae*, a koja seže do ispod razine renalnih arterija. Tip III podrazumijeva aneurizmu koja se proteže od razine šestog interkostalnog prostora do ispod razine renalnih arterija. Tip IV je aneurizma koja seže od razine trinaestog interkostalnog prostora do ilijačnih arterija (7).

## 3. EPIDEMIOLOGIJA

Aneurizme aorte najčešće zahvaćaju infrarenalni dio aorte (65%), torakoabdominalni dio (19%), a rjeđe izolirano torakalni dio aorte(2%) ili samo ilijačne arterije. TAA je u Republici Hrvatskoj 7 puta rjeđa bolest nego AAA, pa je omjer AAA:TAA 7:1. Iako se TAA jednostavno otkriva rendgenogramom pluća, zabilježeno je manje slučajeva nego kod AAA, tako da se godišnje u Republici Hrvatskoj primijeti oko 50 slučajeva TAA (6). Tijekom posljednjih desetljeća je primijećen porast incidencije TAA, što se smatra posljedicom mnogobrojnih čimbenika, kao što su napredak u

tehnici slikovne dijagnostike, starenje populacije, te povećanje svijesti pacijenata i liječnika o postojanju TAA i TAAA (7). Clouse i suradnici (8) su dokumentirali incidenciju TAAA u Sjedinjenim Američkim Državama od 10.4 na 100000 stanovnika. Olsson i suradnici (9) su analizirali prevalenciju TAA u populaciji Švedske u razdoblju od 1987. do 2002. godine, a na temelju Švedskog nacionalnog zdravstvenog registra. Utvrdili su da je u skupini od 14229 osoba u kojih je nakon smrti utvrđena prisutnost TAA, TAA zaživotno dijagnosticirana u 11039 slučajeva (78%), te su zaključili da je incidencija TAA porasla za 52% u muškaraca i 28% u žena i iznosi 16.3/100000 za muški, odnosno 9.1/100000 za ženski spol. TAAA je primarno bolest starijih, s prosječnom dobi pacijenta od 65 godina i odnosom oboljelih muškaraca i žena od 1.7:1. TAAA je očito uzrokovana i genetskim čimbenicima s obzirom da više od polovice oboljelih u obiteljskoj anamnezi navodi barem jednog krvnog srodnika u prvom koljenu koji, odnosno koja, boluje od aneurizme aorte (7). Rizičnim čimbenicima za ubrzavanje razvoja aneurizme smatraju se bijela rasa, dob iznad 60 godina, muški spol, kronična opstruktivna plućna bolest, hipertenzija, pušenje i nasljeđe (6). Nasljeđe se kao rizični čimbenik zamjećuje u mlađih pacijenata koji boluju od raznih bolesti vezivnoga tkiva poput Marfanovog, Loeys-Dietzovog, Ehlers-Danlosovog ili Turnerovog sindroma. TAA se također češće javlja u osoba rođenim s biskuspidalnim aortnim zalistkom, pri čemu 44% takvih pacijenata ima aneurizmu uzlazne aorte, a 20% aneurizmu silazne aorte. Milewicz i suradnici (11) su dokumentirali pojavu autosomno dominantnog nasljeđivanja TAA i disekcije torakalne aorte koje nije vezano za mutaciju FBN1 gena, koji je mutiran kod pacijenata s Marfanovim sindromom, ili mutaciju lokusa 3p24-25, koji je mutiran kod stanja sličnog Marfanovom sindromu. Dokumentirana obiteljska TAA je varijabilna s obzirom na dob nastanka bolesti, te je smanjene penetrantnosti što otežava identifikaciju oboljelih.

#### 4. ETIOLOGIJA

Etiološki se arterijske aneurizme, pa tako i aneurizme svrstavaju u neku od slijedećih 8 kategorija: kongenitalne, nastale zbog bolesti vezivnog tkiva, degenerativne, infektivne (mikotičke), upalne etiologije (vaskulitisi), postdisekcijske, poststenotičke, pseudoaneurizme (nastale traumom ili disrupcijom anastomoze) i miješane aneurizme (6).

Razvoj degenerativne aneurizme, najčešćeg oblika TAA i TAAA (80%), podrazumijeva složenu interakciju genetskih čimbenika, stanične neravnoteže i promjena hemodinamskih čimbenika. Novije studije upućuju na varijabilnost u genima koji kodiraju aktinska i miozinska vlakna ekstracelularnog matriksa kao na čimbenik razvoja TAA i TAAA. Sam proces nastanka TAA i TAAA započinje pojavom upale i patološkog remodeliranja ekstracelularnog matriksa mehanizmom razgradnje matriks metaloproteinazama, pri čemu se izvanstanični matriks brže razgrađuje nego što se stvara (7). Singha i suradnici (14) navode da su na histološkim preparatima stijenci TAAA u ljudi zabilježili povećanu koncentraciju matriks metaloproteinaze-9 (MMP-9), dok su na preparatima očuvanih dijelova aorte zabilježili povećanje aktivnosti matriks metaloproteinaze-2 (MMP-2), te su zaključili da je interakcija između MMP-2 i MMP-9 nužna za nastanak TAAA. Ikonomidis i suradnici (15) navode da su u ribljem modelu TAA detektirali promijenjene varijante matriks metaloproteinaze-1 (MMP-1) i tkivnog inhibitora MMP-2. Elefteriades i suradnici (17) su izvijestili o protektivnom djelovanju uzlazne TAA na pojavu arterioskleroze. Svoje izvješće temelje na opažanju da pacijenti koji su kirurški liječeni zbog aneurizme uzlazne aorte redovito nisu imali tragove arterioskleroze, posebice na femoralnim arterijama, koje nisu sadržavale arteriosklerotske plakove niti masne pruge, a bile su mekane i rastegljive. Opaženo protektivno djelovanje aneurizme uzlazne aorte na pojavu arterioskleroze se temelji na činjenici da matriks metaloproteinaze, koje su u suvišku, razgrađuju arteriosklerotske plakove koji nastaju, te smanjuju arteriosklerotsko opterećenje. Histološki je u stijenci aneurizme aorte najčešće vidljiv proces cistične nekroze medije, odnosno degeneracije aortne medije. Proces karakteriziraju fragmentacija i gubitak elastičnih vlakana, gubitak glatkih mišićnih stanica i nakupljanje kolagenih vlakana i proteoglikana. Iako se cistična degenracija medije smatra procesom do kojeg prirodno dolazi starenjem, određena klinička stanja, poput hipertenzije, ateroskleroze i Marfanovog sindroma, ubrzavaju njezin razvoj (7).

15-20% TAAA uzrokovane su disekcijom, a u mlađih pacijenata i češće nastaju na taj način, te takve aneurizme obuhvaćaju veće segmente aorte nego li je to slučaj kod degenerativnih aneurizmi. Najčešća prezentacija takvog procesa je disekcija torakalne aorte u području uzlazne ili silazne aorte, a najčešći morbiditeti koji se javljaju kao posljedica disekcije su akutni okluzivni sindromi i formiranje

aneurizme. Aneurizmataska degeneracija aorte nastala disekcijom se može prezentirati akutnom disekcijom i rupturom ili blažim oblikom akutne dilatacije aorte, nakon koje slijedi polagana dilatacija. Takav kronični oblik aneurizme aorte nastale zbog disekcije se dijagnostički obrađuje kao degenerativna aneurizma aorte (7).

Aneurizme povezane s autoimunim bolestima poput Takayasuovog arteritisa ili kroničnog nespecifičnog arteritisa također mogu uništiti *tunicu mediu* aorte i time dovesti do stvaranja aneurizme. Aneurizme povezane s arteritisima su češće u žena (7).

Aneurizme gornjih dijelova torakalne aorte mogu biti povezane s neliječenom ili ranije liječenom kongenitalnom koarktacijom aorte (7).

TAA mogu biti i posljedica infekcije. Takve aneurizme su po obliku sakularne i još se nazivaju mikotičke aneurizme, a najčešće su posljedica hematogenog širenja embolusa koji sadrži bakterije. Do nastajanja aneurizme dolazi zbog implantacije inficiranog embolusa u stijenku aorte što izaziva fokalnu upalu stijenke aorte i konačno stvaranje lažne aneurizme, aneurizme koja ne zahvaća sve slojeve stijenke arterije. Najčešći uzročnici infektivne aneurizme su *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Candida*, *Aspergillus*, *Treponema pallidum* i *Mycobacterium tuberculosis* (16). Kirurško liječenje inficiranih aneurizmi je često komplicirano zbog toga što je korištenje sintetskog prostetičkog materijala kontraindicirano, a tkivo koje okružuje aneurizmu je za nju priraslo, što tehnički otežava kirurški zahvat. Postoje izvješća o uspješnom liječenju inficirane TAAA endovaskularnim protezama (7).

## 5. KLINIČKA SLIKA

Najbolja podjela aneurizmi aorte je na asimptomatske i simptomatske. Asimptomatski oblici bolesti javljaju se tri puta češće nego simptomatski oblik. Simptomatska aneurizma aorte je vitalna indikacija za operacijski zahvat, dok asimptomatsku aneurizmu aorte valja što prije obraditi prema algoritmu i operirati nakon pripreme bolesnika. Asimptomatske aneurizme mogu se najlakše otkriti probirom. Muškarci stariji od 60 godina i žene starije od 65 godina bi trebali napraviti rendgenogram srca i pluća u dva smjera zbog otkrivanja TAA i TAAA, kao i ultrazvučni pregled trbuha zbog

otkrivanja AAA (6). Iako je češća asimptomatska TAAA, većina aneurizmi će postati simptomatska prije nego što rupturiraju. Najčešći simptom u pacijenata s TAAA je nejasna bol koju pacijent osjeća u predjelu prsa, leđa, slabina ili trbuha. Diferencijalna dijagnoza simptomatske TAAA stoga uključuje anginu pektoris, akutni koronarni sindrom, disekciju aorte i degenerativne bolesti kralježnice. Kronična bol povezana s TAAA se često pogrešno pripiše nekom drugom uzroku, prije postavljanja točne dijagnoze. Za sve aneurizme je tipično da se s povećanjem njihovog promjera drastično pojačava bol koju pacijenti osjećaju (7). TAA i TAAA mogu uzrokovati simptome pritiskom na okolne strukture, pa tako u pacijenta mogu biti prisutni podražajni suhi kašalj zbog pritiska na bronhe, hemoptiza kao posljedica pritiska aneurizme na plućni parenhim, promuklost koja nastaje zbog distenzije *n.laryngeus recurrens*, disfagija zbog pritiska aneurizme na jednjak ili dislokacije jednjaka, osjećaj hladnoće i slabosti lijeve ruke, odnosno gubitak pulzacija radijalno na lijevoj ruci zbog okluzije *a. subclaviae*, te bolovi u predjelu torakalne kralježnice uzrokovane uzurum kralježnice (6). U iznimno rijetke simptome TAAA ubrajaju se neurološki simptomi poput paraplegije i simptomi izazvani embolizacijom visceralnih i renalnih arterija i arterija donjih udova. Pacijenti s abdominalnom komponentom TAAA mogu iskusiti gastrointestinalno krvarenje zbog aortoenteričke fistule ili funkcijski ileus koji nastaje kao posljedica pritiska aneurizme na duodenum. Većina simptomatskih TAAA su ujedno i promjerom veće od 5 cm. Svaka bol u predjelu aneurizme aorte simptom je koji najavljuje rupturu, pa ju je potrebno posebno pomno i s opterećenjem pratiti. Kako bi se spriječila ruptura aneurizme aorte, svaki od navedenih simptoma je indikacija za operacijski zahvat bez odgađanja (6).

## 6. DIJAGNOSTIKA

Oko 50-75% aneurizmi nema nikakvih simptoma. AAA se otkrivaju slučajno kao palpabilni pulzirajući tumori oko pupka, a TAA i TAAA na rendgenogramu pluća. Početne pretrage za postavljanje dijagnoze aneurizmi aorte su nativni rendgenogram i ultrazvuk trbuha. Kompjuterizirana tomografija (CT) je metoda izbora za određivanje promjera aneurizme i opsega zahvaćenosti aorte aneurizmom. (6)



Rendgenogram srca i pluća u 2 smjera može prikazati povećanu torakalnu aortu i kalcificiranu stijenku aorte. Neizravni nalaz koji upućuje na postojanje TAA ili TAAA je proširen medijastinum, povećanje sjene luka aorte i trahealna devijacija (7). Studije (18) su pokazale da pozitivna prediktivna vrijednost rendgenogramskog prikaza proširenog medijastinuma ili abnormalne sjene aorte iznosi 64%, odnosno 71%. Iako je sumacijska snimka torakalnih organa u 2 smjera standardna slikovna predoperativna pretraga, ona nije dovoljna za isključenje ili postavljanje dijagnoza bolesti torakalne aorte (7). CTA, sa mogućnošću trodimenzionalne rekonstrukcije, se u današnje vrijeme smatra zlatnim standardom za procjenu stanja aorte u pacijenata s TAA ili TAAA. Metoda se koristi za postavljanje dijagnoze i za evaluaciju aneurizme, odnosno planiranje eventualnog kirurškog zahvata. Noviji multidetektorski CT uređaji su demonstrirali osjetljivost i specifičnost iznad 90%. Spiralni CT se koristi rotacijom izvora zračenja za 360° oko promatranog objekta i kompjuterskim programom kako bi generirao sagitalni, koronarni, transverzalni ili kosi presjek, odnosno trodimenzionalnu rekonstrukciju anatomije pacijenta, te se time može utvrditi je li pacijent kandidat za postavljanje stent-grafta. CT omogućuje opću procjenu organa prsne šupljine, trbušne šupljine i zdjelice, a što omogućuje otkrivanje maligne bolesti koja bi mogla utjecati na strategiju liječenja pacijenta. U pacijenata s bubrežnom insuficijencijom se može izvoditi CT bez davanja kontrasta na bazi joda. Takvom pretraga se može koristiti za određivanje veličine TAA, ali se njome neće dobiti točni podatci o arteriosklerotskom statusu ogranaka aorte. CTA-om dobivamo podatke o eventualnoj prisutnosti okluzivne bolesti u granama aorte, protoku krvi kroz interkostalne arterije, na temelju čega se određuje hoće li arterija biti reimplantirana ako će se pristupiti otvorenom kirurškom zahvatu. Relativne prednosti CTA pred MRA su niža cijena izvođenja pretrage, kraće trajanje pretrage, veća dostupnost CTA, te mogućnost izvođenja CTA u pacijenata s feromagnetnim implantatima. Zbog nefrotoksičnosti jednog kontrasta koji se koristi pri izvođenju CTA, elektivne kirurške i endovaskularne zahvate bi trebalo izvoditi barem 24h nakon izvođenja CTA, osobito u pacijenata koji boluju od kronične bubrežne insuficijencije. Liječenje kontrastom izazvane nefropatije se provodi davanjem N-acetilcisteina i fiziološke otopine koja služi za hidrataciju pacijenta. Ako se u pacijenta

razvije kontrastom inducirana nefropatija nakon CTA, elektivni kirurški, odnosno endovaskularni zahvat treba odgoditi do normalizacije bubrežne funkcije (7).

MRA je korisna slikovna dijagnostička metoda u slučajevima kada je pacijentu kontraindicirano izvođenje CTA, posebice zbog bubrežne insuficijencije. MRA se također koristi i za prikaz cirkulacije leđne moždine u svrhu planiranja kirurškog zahvata (7).

Arteriografija se prije rutinski koristila kao metoda predoperativne procjene lokacije i opsega zahvaćenosti aorte u pacijenata s TAA/TAAA. Danas se angiografija smatra opsolentnom pretragom, osim u iznimnim situacijama poput potrebe za prikazom cirkulacije kralješnične moždine ili prikazom anatomije grana aorte u slučaju kontraindikacije za izvođenje CTA. Selektivna angiografija s razrijeđenim kontrastom ili ugljikovim dioksidom se može koristiti u liječenju periferne okluzivne bolesti u pacijenata s TAA/TAAA prije izvođenja kirurškog zahvata (7).

Trenutno ne postoji pouzdani biomarker koji bi ukazao na postojanje TAA, odnosno TAAA u nekog pacijenta. Wang i suradnici (12) su analizom periferne krvi pacijenata s TAAA i kontrolne skupine zabilježili mnoštvo gena koji su se razlikovali između te dvije skupine. Razlike su pronađene u genima koji kodiraju važne komponente staničnog ciklusa, metabolizma DNA, glikolize, signalizacije interferonom- $\gamma$  i transkripcije, a poznavanje tih razlika bi u budućnosti moglo pomoći u genetskoj dijagnostici asimptomatske TAA i TAAA.

## 7. KIRURŠKO LIJEČENJE

Nakon donošenja odluke o izvođenju operacije, kirurg i anesteziolog moraju razviti plan kirurškog zahvata. Taj će plan ovisiti o anatomiji i patološkim stanjima koja se mogu uvelike razlikovati među pacijentima, a što zahtijeva prilagodbu kirurga i anesteziologa. Pojedini kirurzi mogu favorizirati i različite kirurške pristupe liječenja bolesti torakalne aorte, u rasponu od jednostavnog unakrsnog stezanja (Crawfordova tehnika) s dodatnim mjerama zaštite bubrega i leđne moždine do potpomognute cirkulacije (atriofemoralna prenosnica ili femoralno-femoralna prenosnica) ili hipotermičnog zastoja cirkulacije (7). Otvorena rekonstrukcija je uobičajen i klasičan način operacije kojim se vaskularnim hvataljkama privremeno prekine krvotok kroz aneurizmu, ona se otvori, iz nje se

izljučiti tromb, podvežu se svi ogranci aneurizme (interkostalne arterije) i distalni krvotok se rekonstruira umetanjem dakronskoga ili teflonskoga transplantata između proksimalnog i distalnog zdravog dijela aorte. Potrebno je u aloplastični transplantat ugraditi barem dva para interkostalnih arterija kako bi se spriječile neurološke komplikacije (6).

Minimalno invazivna direktna kirurgija aorte (MIDAS) se počela koristiti za odabrane pacijente s aneurizmom abdominalne aorte, a obuhvaća dvije podgrupe operacije: laparoskopska kirurgija aneurizme abdominalne aorte i *hand-assisted* MIDAS (6).

### 7.1. Indikacije i kontraindikacije za kirurško liječenje

Indikacije za operaciju aneurizme aorte dijelimo na vitalne, apsolutne i relativne. Vitalne indikacije za operaciju aneurizme aorte su postojanje rupture, odnosno zadržane ruptore aneurizme aorte i simptomatske aneurizme aorte koja je predznak ruptore. U apsolutne indikacije za kirurško liječenje aneurizme torakalne aorte ubrajamo: promjer aneurizme veći od 6 cm, rast aneurizme veći od 0.5 cm u 6 mjeseci, raslojavanje stijenke ili tromba aneurizme, asimetrija aneurizme i nepravilna raspodjela intraluminalnog tlaka na stijenku (engl. *shear stress*), lokalizirano izbočenje stijenke aneurizme, stijenke aneurizme s trnovima kralježnice, aneurizma bez intraluminalnog tromba ili obiteljska anamneza ruptore aneurizme aorte. Asimptomatska aneurizma aorte i pridružene bolesti koje značajno povećavaju rizik operacije i aneurizma manja od 6 cm predstavljaju relativne indikacije za operaciju aneurizme torakalne aorte (6). U pacijenata kod kojih je kontraindicirano endovaskularno liječenje TAA, a koji su pogodni za operacijsko liječenje, postavljanje indikacije za otvoreni kirurški zahvat može se razmotriti kod promjera silazne aorte od 56-59 mm (34). U Kontraindikacije za kirurško liječenje aneurizme aorte postoje u 0,2% bolesnika planiranih za elektivni zahvat, a kirurško liječenje je kontraindicirano kod: umirućeg bolesnika, bolesnika s nepopravljivim neurološkim deficitom, bolesnika s sepsom koji ne reagira na liječenje, bolesnika kod kojeg je anatomski nemoguć pristup aneurizmi aorte i kod bolesnika koji ne pristaje na zahvat (6).

## 7.2. Predoperativna obrada

Fiziološki stres koji nameće operativni zahvat na torakalnoj aorti je neusporedivo veći nego kod većine ostalih operativnih zahvata, a predoperativna obrada pacijenta se može razlikovati ovisno o odabranoj kirurškoj tehnici. Predoperativna obrada u kirurškom liječenju bolesti torakalne aorte se sastoji od uzimanja detaljne anamneze, provođenja fizikalnog pregleda i analize laboratorijskih nalaza, EKG-a i radioloških nalaza. Prema navodima Obeida i suradnika (19), neki čimbenici koji povisuju rizik perioperativnog mortaliteta (mortalitet unutar 30 dana nakon operacije) su dob pacijenta iznad 67 godina, BMI viši od 27 i bubrežna insuficijencija, kao najvažniji čimbenik, pri čemu s porastom vrijednosti kreatinina u serumu za jednu jedinicu rizik za nepovoljni ishod u perioperativnom periodu raste za 23%. S posebnom pozornošću se trebaju analizirati srčana, plućna i bubrežna funkcija pacijenta (7). Predoperativna obrada kirurškog liječenja TAA i TAAA je određena smjernicama koje su izdala stručna društva, predvođena Američkim kardiološkim društvom (engl. *American College of Cardiology*).

Ateroskleroza koronarnih arterija i dekompenzacija srca su česti komorbiditeti u pacijenata s TAA, odnosno TAAA i, uzevši u obzir izrazito jak stres na organizam koji uzrokuje otvorena operacija aorte, vodeći su uzrok mortaliteta nakon otvorene operacije TAA. Zbog toga je u svih pacijenata prije izvođenja otvorene operacije TAA, odnosno TAAA potrebno procijeniti stanje koronarnih arterija i srčanih zalistaka (7). Prema smjernicama Američkog kardiološkog društva, pacijenti s TAA koji imaju simptome koronarne bolesti srca trebaju učiniti koronarografiju kako bi se odredila težina bolesti, a kod pacijenata koji boluju od značajne koronarne bolesti srca je indicirana kirurška revaskularizacija miokarda ili perkutana koronarna angioplastika, najčešće s postavljanjem stenta (20). Kod izvođenja kirurške revaskularizacije miokarda se u takvih pacijenata ne preporuča korištenje unutarnje grudne arterije (*a. mammaria interna*) kao premosnice jer je dio kolateralne cirkulacije kralješnične moždine i prsnog koša. Također, važno je odgoditi izvođenje elektivne otvorene operacije TAA na 6 tjedana u slučaju da je pacijent bio podvrgnut perkutanoj koronarnoj angioplastici s postavljanjem stenta jer je nakon takvog zahvata indicirana šestotjedna terapija inhibitorom trombocita klopidogrelom. Transezofagealni ultrazvuk (TEE) se u predoperativnoj

procjeni bolesnika s TAA koristi kao metoda procjene funkcije lijevog ventrikula i anomalija srčanih zalistaka. Prednosti TEE su to što je neinvazivna pretraga koja se, ako je dostupna, može koristiti u hitnoj službi i operacijskoj dvorani, te se njome može utvrditi prisutnost disekcije torakalne aorte (7).

Testovi plućne funkcije, poput spirometrije i pulsne oksimetrije, te analiza acidobaznog statusa iz arterijske krvi se rutinski koriste kao metoda predoperacijske analize plućne funkcije pacijenata s TAA (7). Njihovo izvođenje je važno jer je nastanak plućnih komplikacija nakon otvorene operacije TAAA česta pojava, a incidencija KOPB-a u skupini pacijenata s plućnim komplikacijama je 30-40% i povezana je s višim postoperativnim mortalitetom od onog u skupini pacijenata bez KOPB-a (21). Predoperativni postupci za poboljšanje plućne funkcije prije otvorene operacije TAAA uključuju prestanak pušenja, korištenje odgovarajućih bronhodilatatora i u slučaju egzacerbacije KOPB-a predoperativno uzimanje kortikosteroida. Pacijentima se može prepisati i program vježbi koji za cilj ima gubitak TT u slučaju da je kod njih prisutna pretilost koje je vezana za plućnu bolest.

Procjena bubrežne funkcije, koja se temelji na utvrđivanju koncentracije kreatinina u serumu, je obavezan dio predoperativne procjene pacijenata s TAAA jer je stopa bubrežne insuficijencije nakon operacije TAAA između 5-40%, s povezanim mortalitetom od 70% (7). Metode procjene bubrežne funkcije su i mjerenje koncentracije ureje u krvi, albumina u urinu i minutne glomerularne filtracije (MGF). Akutna bubrežna insuficijencija je povezana i s većom stopom respiratornih postoperativnih komplikacija, uključujući akutno hipoksemično zatajenje disanja. Predoperativna bubrežna insuficijencija, s vrijednošću kreatinina u serumu od 159  $\mu\text{mol}$  ili višom, je vrlo točan prediktor nepovoljnog ishoda nakon otvorenih operacija TAAA tipa II-V po Crawfordu zbog čega je predloženo da se takva vrijednost kreatinina u serumu smatra relativnom kontraindikacijom za otvorenu operaciju TAAA tipa II-V (7). Huynh i suradnici (35) dokumentirali su da je procjena MGF-a pouzdaniji pokazatelj rizika za nepovoljan ishod otvorene operacije TAAA od vrijednosti serumske koncentracije kreatinina. CT-om se može utvrditi veličina bubrega i težina renovaskularne ateroskleroze. CD UZV-om se također može procijeniti težina ateroskleroze bubrežnih arterija, a UZV-om parenhima bubrega se može procijeniti bubrežna funkcija (7). Prema Ahmedu i suradnicima (22) sa serumskom koncentracijom kreatinina, od ultrazvučnih pretraga, najbolje korelira ehogenost

bubrežnog korteksa i njezina usporedba s uzdužnom dužinom bubrega, debljinom parenhima i debljinom bubrežnog korteksa u bolesnika s kroničnim zatajenjem bubrega. Budući da je ehogenost bubrežnog korteksa ireverzibilna u odnosu na vrijednost koncentracije kreatinina u serumu, može se koristiti kao parametar za procjenu bubrežne funkcije (22). Ako se pristupa otvorenoj operaciji TAAA u pacijenta s teškom okluzivnom bolešću renalnih arterija, imperativ je da se intraoperacijski izvede endarterektomija, *stenting* ili ugradnja prenosnice kako se bubrežna funkcija ne bi pogoršala. Pacijenti s bubrežnom insuficijencijom bi prije otvorene operacije TAA, odnosno TAAA trebali biti hospitalizirani i intravenski hidrirani, te bi se u takvih pacijenata trebala izbjegavati intravenska kontrastna sredstva koja sadrže jod, kao i drugi nefrotoksični agensi. U tih je pacijenata potrebno i predoperativno mehaničko čišćenje crijeva, često kombinacijom oralnih laksativa i klizme, s svrhom redukcije crijevne flore i smanjenja mogućnosti bakterijske translokacije u uvjetima visceralne ishemije tijekom postavljanja sintetičkog presatka aorte za vrijeme operacije TAAA (7).

CTA i MRA su neinvazivne radiološke metode prikaza patoloških promjena krvnih žila i imaju neizostavno mjesto u predoperacijskoj procjeni pacijenata s TAA, odnosno TAAA. CT-angiografijom precizno se mogu prikazati bolesti aorte: disekcija, aneurizma, traumatska lezija aorte, kao i kongenitalne bolesti poput koarktacije. Glavna prednost CT-angiografije u odnosu na MR-angiografiju jest visoka prostorna rezolucija s mogućnosti prikaza krvnih žila malenog promjera, dok su njezine mane korištenje ionizirajućeg zračenja, jednog kontrastnog sredstva i otežani prikaz prohodnog lumena na mjestu obilnih kalcificiranih aterosklerotskih plakova (23). Visoka prostorna rezolucija omogućuje prikaz interkostalnih arterija, anatomije disekcije i procjenu morfologije aterosklerotskog plaka u krvnoj žili (7). MRA uključuje niz tehnika snimanja kojima se prikazuju krvne žile različitih dijelova tijela s ili bez intravenske primjene paramagnetskog kontrastnog sredstva gadolinija putem automatskog injektora. Glavna prednost MR-angiografije u odnosu na CT-angiografiju je to što se pri snimanju ne koristi ionizirajuće zračenje i znatno rjeđa pojava alergijskih reakcija na paramagnetska kontrastna sredstva nego na jodna kontrastna sredstva (23). Pretraga se koristi za utvrđivanje lokacije propusnih interkostalnih, odnosno lumbalnih arterija koje se mogu reimplantirati tijekom kirurškog zahvata, no konačna odluka o reimplantaciji određene interkostalne

arterije se donosi intraoperacijski, nakon potvrde predoperativnog MRA, odnosno intraoperacijskim odabirom prohodne interkostalne ili lumbalne arterije koja se često nalazi između razine T8 i L2 kralješnične moždine. 4-dimenzijska MRA je nova metoda prikaza patoloških promjena krvnih žila koja, osim što daje detaljan prikaz anatomije aneurizme aorte, omogućuje mjerenje brzine protoka krvi kroz aneurizmu i gradijent tlaka kojom krv djeluje na stijenk aneurizme, što produbljuje spoznaju o kompleksnoj dinamici protoka i gradijenta tlaka u aneurizmi aorte (7).

### 7.3. Metode održavanja proksimalne i distalne aortne perfuzije

Atriofemoralni ili lijevi srčani *bypass* (engl. left heart bypass, LHB) je vrlo često korištena metoda u angiokirurškim rekonstrukcijama TAAA. Arterijska krv teče kroz kanilu u lijevom atriju ili plućnoj veni kroz centrifugalnu mehaničku pumpu do kanile u femoralnoj arteriji, čime se omogućuje retrogradna perfuzija zdjelčnih i visceralnih arterija tijekom operativnog zahvata (7). Protok kroz takav sklop se može regulirati, čime se može kontrolirati distalni srednji aortni tlak koji bi pri vrijednosti protoka od 25-40 mL/kg/min trebao iznositi 60-70 mmHg, što je dovoljno za održavanje zadovoljavajuće perfuzije bubrega i kralješnične moždine (7). Atriofemoralni *bypass* učinkovita je tehnika distalne aortne perfuzije koja rasterećuje srce, smanjujući volumno opterećenje lijeve klijetke, SMV, ali i proksimalni aortni tlak, a time i tlačno opterećenje srca (7) (24). Učinkovitost perfuzije ovom tehnikom ovisi o srčanoj i plućnoj funkciji i ne zahtjeva potpunu heparinizaciju.

Hipotermični zastoj cirkulacije zahtjeva primjenu kardiopulmonarnog *bypass*-a. U standardnoj postavi sustava, venska, neoksigenerana krv se uvodi u sustav iz desnog atrija ili iz obaju šupljih vena, alternativno iz femoralne vene, te se prikuplja u venskom rezervoaru. Iz venskog rezervoara krv odlazi u arterijsku pumpu gdje se pumpa, odnosno dobiva potrebnu energiju te prolazi kroz oksigenator. Oksigenirana se krv nakon prolaska kroz oksigenator vraća u arterijski sustav na mjestu koje je za to pogodno (obično je to neka od velikih arterija: ascendentna aorta, *a. femoralis*, *a. axillaris*). Osnovnom sistemu mogu biti dodane raznovrsne druge linije za krv (za uzimanje krvnih uzoraka, zasebnu opskrbu krvi u neke posebno važne organe, posebna linija za perfuziju mozga, koronarnih arterija ili miokarda retrogradno kroz koronarni sinus) (6). Korištenje dubokog hipotermičkog

zatajenja srca i kardiopulmonarnog *bypass*-a podrazumijeva spuštanje tjelesne temperature pacijenta na 16-18 °C, što štiti organe od ishemije tijekom otvorene rekonstrukcije TAA, no unatoč tome se zbog kompliciranosti izvođenja rijetko koristi. Yoo i suradnici (25) izvještavaju da se korištenjem kardiopulmonarnog *bypass*-a bez hipotermičkog zastoja cirkulacije, odnosno s kucajućim srcem smanjuje rizik od postoperativno niskog SMV-a i prolongirane potrebe za mehaničkom ventilacijom nakon operacije.

Distalna aortna perfuzija i selektivna perfuzija mezenterijskih arterija se mogu postići i bez sustava koji uključuju pumpe za pogon krvi, korištenjem pasivnih shuntova (7). Oni preusmjeruju krv od proksimalnog prema distalnom dijelu aorte ili femoralnoj arteriji, pod tlakom kojeg generira srce, te kontroliraju hipertenziju proksimalno od shunta smanjujući tlačno opterećenje srca (preload). Da bi shunt bio učinkovit, protok kroz njega mora iznositi minimalno 60% protoka krvi u silaznoj torakalnoj aorti. Najčešće korišten shunt je Gottov shunt promjera 9 mm obložen heparinom koji ne zahtjeva sistemnu heparinizaciju. Proksimalni se kraj shunta postavlja na ascendentnu aortu, jer se tamo ostvaruje najviši stupanj protoka, iako luk aorte i proksimalni dio descendentne aorte može poslužiti kao ishodište. Korištenje lijeve potključne arterije za ishodište shunta nastoji se izbjeći, zbog moguće pojave sindroma krađe krvi iz vertebrobazilarne cirkulacije, s reverznim protokom krvi kroz vertebralnu arteriju u potključnu arteriju (od koje polazi prednja spinalna arterija) i u unutarnju grudnu arteriju. Nedostaci tehnike pasivnog shunta su tehnička zahtjevnost izvođenja, krvarenje, pomicanje shunta, ishemijski CVI uzrokovan embolijom ili smrt (26). Gelosomino i suradnici (27) opisuju modifikaciju Gottovog shunta s dodatnom cijevi promjera 10 mm umetnutom između bočnog otvora kanile uzlazne aorte i lijeve potključne arterije. Korištenjem te tehnike ostvaruje se odgovarajuća cerebralna i distalna perfuzija, te se smanjuje srčano opterećenje u odnosu na korištenje klasičnog Gottovog *shunta*.



#### 7.4. Kirurške tehnike

Operacija aneurizme torakalne aorte se izvodi u općoj anesteziji i zahtjeva vještinu pri pozicioniranju pacijenta, hemodimskom nadzoru tijekom operacije, ventilaciji samo jednog plućnog krila (engl. *one lung ventilation*, OLV), kontroli proksimalne i distalne perfuzije i nadziranju funkcije i prevenciji razvoja disfunkcije bubrega, probavnog sustava i kralješnične moždine, te nadoknadi velikog volumena krvi koji se izgubi tijekom operacije (26).

Pacijent se smješta u lijevi bočni položaj s uzdignutom lijevom stranom tijela od podloge. Ramena su obično postavljena vertikalno, a zdjelica je nagnuta horizontalnije, pod kutem od 60°, kako bi se osigurao pristup femoralnoj arteriji i veni (7). Razina kirurške incizije se određuje prema dijelu aorte nad kojim će se operirati. Aneurizmama silazne aorte se može pristupiti rezom u području petog, šestog ili sedmog interkostalnog prostora, ovisno o velični aneurizmom zahvaćenog dijela aorte. Incizija za pristup aneurizmi distalnog dijela luka aorte se izvodi u razini četvrtog interkostalnog prostora. Opseg pristupa granama luka aorte je određen mjestom predviđenim za stavljanje proksimalne aortne stezaljke. Pri postavljanju proksimalne stazaljke treba izbjeći ozljedu *n.phrenicusa*, *n. vagusa* i *n. laryngeus recurrensa* jer ozljede tih živaca povisuju rizik od postoperativne respiratorne komplikacije. Pacijente treba upozoriti o postojanju mogućnosti ozljede *n.laryngeus recurrensa* i posljedične disfunkcije glasnica, što se događa u 10% pacijenata kod kojih je proksimalna aortna stezaljka postavljena u razini ili proksimalno od ishodišta lijeve potključne arterije. U slučaju vrlo velike proksimalne aorte ili prisutnosti medijastinalnog hematoma, može se učiniti incizija perikarda kako bi se omogućio bolji pristup proksimalnom dijelu luka aorte. Popravku TAAA tipa III i IV se može pristupiti ekstraperitonealnim pristupom pomoću incizije na razini osmog ili devetog interkostalnog prostora, a TAAA tipa I ili II incizijom na razini petog ili šestog interkostalnog prostora, te produljenjem incizije na abdomen, odnosno intraabdominalnim pristupom. U takvim slučajevima se ošit presijeca kroz *hiatus aorticus* kako bi se omogućio pristup cjelokupnoj silaznoj torakalnoj i abdominalnoj aorti i njenim visceralnim granama, te ilijačnim arterijama (7). Očuvanje ošita, odnosno presijecanje samo mišićnog dijela ošita uz očuvanje tetivnog dijela je povezano s ranijim odvajanjem od mehaničke ventilacije postoperativno, nego što je slučaj pri

korištenju tehnike potpunog presijecanja ošita. Važno je učiniti inciziju Gerotine renalne fascije blizu središnje linije kako bi se omogućio lakši pristup retroperitonealnom periaortnom prostoru. Kirurški pristup aorti mogu otežavati periaortno ožiljno tkivo, upala ili adhezije aorte, posebice s parijetalnom pleurom, nastali kao posljedica prethodne operacije torakalne aorte ili nekog torakokirurškog zahvata. Disekcija ožiljnog tkiva i adhezija može biti zamorna za operatera i rezultirati ozljedom pluća i posljedičnim krvarenjem (7). Afifi i suradnici (28) opisuju pristup koji koriste za operativni zahvat TAAA tipa II u pacijenata s Marfanovim sindromom, te u pristup u pacijenata s obiteljskom TAA i disekcijom (FTAAD). U slučaju operacije TAAA tipa II, incizija počinje na mjestu malo iznad pubične simfize i seže od umbilikusa do rebrene hrskavice, te se produžuje za 2 cm ispod kuta lopatice paralelno s vertebralnom granicom lopatice. *M. latissimus dorsi* i *m. serratus anterior* se pritom presjecaju. Pleuralnoj šupljini pristupaju na razini šestog interkostalnog prostora, a ošit ostaje očuvan, pristupa se intraabdominalnom prostoru, te se organi rotiraju medijalno i nadzire se temperatura bubrežnog korteksa pomoću sonde kojom se mjeri temperatura (28).

Nakon što je osiguran pristup aorti, sistolički krvni tlak niži od 100 mmHg, tjelesna temperatura ispod 34°C, te je cerebrospinalna tekućina pod tlakom nižim od 6 mmHg, izvodi se klemanje aorte. To je postupak u kojem se dio aorte s aneurizmom isključi iz cirkulacije postavljanjem aortnih stezaljki, bez korištenja *shunta* ili mehaničke pumpe kako bi se održala distalna cirkulacija. Klemanje aorte uzrokuje hipertenziju u arterijama proksimalno od mjesta gdje je postavljena stezaljka. Rastu tlak punjenja srca i potrošnja kisika, a smanjuju se ejekcijska frakcija srca i SMV. Stupanj hipertenzije proksimalno od aortne stezaljke ovisi o mjestu postavljanja stezaljke, stanju kolateralne cirkulacije i brzini protoka krvi kroz aortu prije klemanja. Nakon klemanja obično dolazi do 40-85%-tnog snižavanja srednjeg arterijskog tlaka (MAP) proksimalno i distalno od aortne stezaljke. Nakon klemanja aorte također dolazi do refleksne bradikardije, smanjenja kontraktilnosti srca i periferne vazodilatacije. Distalno od mjesta klemanja dolazi do prelaska s aerobnog na anaerobni metabolizam i rasta koncentracije mliječne kiseline, čemu pridonosi bubrežna i jetrena hipoperfuzija zbog koje je smanjena sposobnost uklanjanja laktata iz organizma. Korištenje tehnika parcijalnih *bypass*-a i privremenih intraoperacijskih *shuntova* se smanjuje nakupljanje laktata. Prestanak klemanja aorte,

odnosno uklanjanje aortnih stezaljki može dovesti do izrazite hipertenzije zbog hipovolemije, smanjenog perifernog vaskularnog otpora, smanjena kontraktilnost miokarda, iznenadno povećanje intravaskularnog volumena, ispiranje laktata i ostalih metabolita, hiperkalemija, povišenje koncentracije VIP-a i reaktivna hiperemija organa (26). Nakon klemanja aorte longitudinalnim rezom se otvara aneurizma aorte. Ako je prisutno više propusnih interkostalnih arterija ili ako se koristi neka vrsta *bypass*-a (atriofemoralni, femoralna vena-femoralna arterija) potrebno je koristiti tehniku distalnog sekvencijalnog klemanja s postavljanjem aortne stezaljke distalno od proksimalne stezaljke, a da se izbjegne eksangvinacija putem interkostalnih i lumbalnih arterija (7). Interkostalne arterije na razinama T3 do T7 se podvezuju šavom debljine 2.0, a u slučaju zahvaćenosti duljeg segmenta aorte, interkostalne arterije na razinama T8-T12, pogodne za reimplantaciju, se okludiraju korištenjem Fogartyjeva balon katetera (26).

Za stvaranje anastomoze aorte i sintetičkog grafta se najčešće koristi 2.0 Prolenski šav i velika CT-1 igla (7). U većini otvorenih operacija TAA i TAAA se koriste graftovi napravljeni od dakrona. Dakronski graftovi imaju mogućnost stvaranja pseudoendotelnog sloja, odnosno subendotelnog sloja pseudointime transformacijom fibroblasta koji su migrirali iz ekstravaskularnog prostora u unutrašnjost grafta, čime se minimalizira rizik od nastanka embolije. Graftovi mogu biti pleteni ili tkani. Pleteni graftovi su porozniji i brzo stvaraju pseudoendotelni sloj, ali su skloni krvarenju. Tkani graftovi su nepropusniji i stoga se najčešće koriste za nadomjestak aorte. Transplantati su obično impregnirani kolagenom kako bi se izbjeglo stvaranje ugrušaka na površini grafta, te potaknulo optimalno zacjeljivanje (29).

Nakon uspostave proksimalne anastomoze aorte i grafta, pacijent se postavlja u Trendelenburgov položaj i testira se integritet anastomoze postavljanjem stezaljke na graft i uklanjanjem proksimalne aortne stezaljke. Ako se uoči curenje krvi kroz anastomozu, defekt na anastomozi se popravља, ako je to moguće, postavljanjem dodatnog šava bez ponovnog postavljanja proksimalne aortne stezaljke. Aortni graft se nakon toga „ispere“ kratkotrajnim otpuštanjem stezaljke postavljene na graft, čime se iz grafta uklanjaju zrak i ugrušci koji bi, ako se ne uklone, mogli postati embolus (7).

Kod operacije TAAA, potrebno je na graft prišiti visceralne i renalne arterije, što se radi korištenjem Carrelvog *patcha*. Konfiguracija *patcha* je određena razmakom arterija, a najčešće se celijačna arterija, gornja mezenterična i desna bubrežna arterija šiju zajedno na graft, a lijeva bubrežna arterija zasebno. Carrelov *patch* se nastoji napraviti što manjim, odnosno s najmanjim mogućim promjerom da bi se što više smanjila mogućnost nastanka aneurizme. Procjena protoka kroz bubrežne arterije se intraoperacijski izvodi palpacijom i CD UZV-om. Prosječno vrijeme proteklo od klemanja aorte do uspostavljanja proksimalne anastomoze i završetka reimplantacije bubrežnih arterija je 47 minuta, a u slučaju da je potrebno više od 1 h, kroz bubrežne arterije se bubrezi ponovno „isperu“ otopinom za renalnu perfuziju (7).

Nakon završetka reimplantacije visceralnih arterija, aortni graft se šije na distalni dio aorte, što je kod TAA silazna torakalna aorta, a kod TAAA je to najčešće račvište aorte.

Interkostalne arterije se implantiraju isključivo nakon uspostave proksimalne i distalne anastomoze aorte i grafta (7). Tanaka i suradnici (30) preporučuju reimplantaciju interkostalnih arterija na razinama T8 – T12, te primjenu distalne aortne perfuzije i drenaže cerebrospinalne tekućine jer se time smanjuje incidencija paraplegije kao komplikacije otvorenog kirurškog zahvata na torakalnoj aorti. Neki se kirurzi služe intraoperacijskim mjerenjem somatosenzornih i/ili motornih evociranih potencijala kao metodom probira interkostalnih arterije pogodnih za reimplantaciju, iako nestanak motornih evociranih potencijala uzrokovan ishemijom perifernih živaca onemogućuju detekciju promjene motornih evociranih potencijala zbog ishemije kralješnične moždine (7). Korištenje metode distalne aortne perfuzije isključivo zbog mogućnosti intraoperacijskog mjerenja motornih i/ili somatosenzornih evociranih potencijala dodatno komplicira kirurški zahvat, te nije povezano sa smanjenjem rizika od paraplegije (7).

#### 7.5. Postoperativna skrb i komplikacije operacijskog liječenja

Pacijenti su nakon operativnog zahvata smješteni u jedinicu intenzivnog liječenja i ako je u njih postoperativno primijenjena likvorska drenaža, nalaze se u blagom obrnutom Trendelenburgovom položaju. Mehanički su ventilirani prosječno 2-4 dana, dok ne počnu spontano disati. Prestanak

ovisnosti o mehaničkoj ventilaciji nakon operacije TAAA tipa IV se može dogoditi i već nakon nekoliko sati od operacije, dok je nakon operacije TAAA tipa II za to potrebno oko 2 dana.

Postoperativno povišenje tjelesne temperature na normalnu vrijednost, nakon intreoperativno izazvane hipotermije, se odvija spontano, bez uporabe sustava za kontrolu tjelesne temperature poput Bair Huggesovog sustava. Odgovarajućom nadoknadom volumena i inotropnim lijekovima se srednji arterijski tlak MAP održava iznad 90 mmHg u prvih 48h nakon operacije, kako bi se održala kolateralna perfuzija kralješnične moždine. Fentanil se, umjesto morfija, koristi kao analgetik, a propofol kao sedativ jer omogućuje brzo buđenje pacijenta u slučaju da je potrebno napraviti neurološku procjenu ili ga odvojiti od mehaničke ventilacije (7).

Incidencija akutnog bubrežnog zatajenja nakon otvorene operacije TAA iznosi 5-13%. Nastaje zbog smanjenja protoka krvi kroz bubrežne arterije i reperfuzijske ozljede. Najvažniji čimbenik rizika za nastanak akutnog bubrežnog zatajenja je vrijeme klemanja aorte dulje od 30 min. Ostali čimbenici rizika uključuju predoperativnu bubrežnu insuficijenciju, hipotenziju i nizak SMV, te nekorištenje tehnike atriofemoralnog *bypass*-a tijekom operacije. Kraćim trajanjem klemanja aorte i održavanjem adekvatnog intravaskularnog volumena, SMV-a i srednjeg arterijskog tlaka se najučinkovitije smanjuje rizik od akutnog bubrežnog zatajenja. Niske doze dopamina (1-3 µg/kg), furosemid i manitol se koriste za povećanje brzine proizvodnje urina. Iako diuretici Henleove petlje teoretski povećavaju bubrežnu toleranciju na ishemiju smanjujući potrebu bubrežnih tubula za kisikom, a manitol uzrokuje bubrežnu vazodilataciju, nije primijećeno da njihova primjena smanjuje rizik od akutnog bubrežnog zatajenja (26).

Klemanje aorte proksimalno od ishodišta *truncus coeliacusa* uzrokuje ishemiju i reperfuziju mezenterijske cirkulacije, te mogućnost nastanka krvarenja i potrošne kogulopatije nakon uklanjanja stezaljki aorte. Brza reimplantacija *truncus coeliacusa* i gornje mezenterične arterije, čime se održava odgovarajuća perfuzija probavnog sustava, te korištenje tehnika distalne aortne perfuzije i mezenterijskih *shuntova* intraoperacijski smanjuje vjerojatnost nastanka ove komplikacije.

Ishemija kralješnične moždine se prezentira paraplegijom i komplikacija je kirurškog liječenja TAA koja se javlja u 5-30% slučajeva. Nastaje zbog prolongirane ishemije kralješnične moždine

tijekom operacije ili zbog resekcije Adamkiewiczove arterije. Klemanje aorte snizuje srednji arterijski tlak distalno i time povisuje tlak cerebrospinalne tekućine jer povisuje središnji venski tlak i stvaranje cerebrospinalnog likvora. Čimbenici rizika za razvoj te komplikacije su postojanje disekcije aorte, duljina aorte zahvaćene aneurizmom, reimplantacija malog broja ili niti jedne interkostalne arterije. Dob pacijenta, perioperativna hipotenzija, hipoksemija. Mjere kojima se sprječava nastanak ishemije kralješnične moždine uključuju održavanje srednjeg arterijskog tlaka između 80-100 mmHg, drenaža likvora, primjena distalne aortne perfuzije i hipotermije, reimplantacija odgovarajuće propusnih interkostalnih arterija i intratekalna primjena papaverina, kortikosteroida, barbiturata, blokatora kalcijevih kanala i naloksona (26). Postoperativna drenaža likvora primjenjuje tijekom 3 dana, pri čemu se tlak cerebrospinalnog likvora održava ispod 10 mmHg, uz drenažni protok do 15 mL/h. Nakon 3 dana, kateter se odstranjuje, a ponovno se postavlja na dodatna 72 h u slučaju pojave odgođenog neurološkog deficita. Primjenom likvorske drenaže pri operacijama TAA i TAAA rizik od nastanka neurološkog deficita smanjuje se za 70 % (30). Regionalno hlađenje kralješnične moždine fiziološkom otopinom na temperaturi od 4 °C putem epiduralnog katetera se koristi kako bi se povećala tolerancija kralješnične moždine na ishemiju, a tim se postupkom također povisuje tlak cerebrospinalnog likvora, što ima negativan utjecaj na perfuziju kralješnične moždine (26).

Inteoperativno krvarenje je značajan uzrok ranog mortaliteta nakon otvorene operacije TAA. Gubitak krvi tijekom operacije povećavaju hipotermija, acidoza, heparinizacija i diseminirana intravaskularna koagulacija (DIK) do koje dolazi zbog reperfuzije nakon prestanka klemanja aorte. Zbog hipoperfuzije jetre dolazi do nakupljanja citrata i hipokalcemije. Velik gubitak krvi uzrokuje dilucijsku trombocitopeniju i depleciju faktora zgrušavanja. Koagulabilnost krvi se procjenjuje određivanjem PV-a i APTV-a. Puna krv, koncentrat trombocita i SSP se koriste za korigiranje trombocitopenije i deplecije faktora zgrušavanja (26).

## 8. ENDOVASKULARNO LIJEČENJE - TEVAR

Do prvog pokušaja endoluminalnog liječenja aneurizmatičke bolesti došlo je sredinom prošlog stoljeća kada je objavljeno Dotterovo izvješće u kojemu je prikazao primjenu spiralne opruge kao

endarterijskoga grafta kod poplitealne aneurizme psa. Najznačajnije radove o tome objavili su Parodi u Argentini i Lazarus u SAD-u 1991. g. Na temelju njih endoluminalno postavljnje proteze ušlo je u kiruršku praksu (6). Torakalni endovaskularni postupak postavljanja aortnog stent-grafta, odnosno endovaskularni popravak torakalne aorte (engl. *thoracic endovascular aortic repair, TEVAR*) je manje invazivna metoda od otvorene operacije koja uključuje umetanje cijevi koja se sastoji od tkanine u torakalnu aortu kroz preponsku arteriju (femoralnu arteriju) što pomaže ojačavanju aortnog zida (31). TEVAR ima manji mortalitet i morbiditet u usporedbi s kirurškim pristupom, s mortalitetom od 2,1% prema 11,7%, incidencijom ishemije leđne moždine od 3% prema 14% i višestruko manjom pojavom respiratorne i bubrežne insuficijencije kao komplikacije liječenja. Indikacije za TEVAR su: aneurizma, a ne disekcija, mogućnost postavljanja stent-grafta distalno od lijeve od lijeve potključne arterije, po mogućnosti da je ne pokriva mogućnost postavljanja proksimalno od celijačnog trunkusa, dobar vaskularni pristup, prisutnost adekvatnog proksimalnog i distalnog „vrata” za postavljanje u „zdravo” tkivo, odsutnost tromba i minimalna prisutnost kalcija u krvotoku.

Intervencija se planira nakon analize CT aortografije, kojom se određuje promjer femoralne arterije i provode točna mjerenja proksimalnog i distalnog „vrata”, prema čemu se određuju dimenzije stent-grafta.

Komplikacije TEVAR-a najčešće uključuju oštećenje periferne vaskulature zbog velikih dimenzija uređaja (14%), neurološke komplikacije, kao što su ishemijski moždani udar (4%), parapareza/paraplegija (3%), smrtni ishod (2%) i nepotpuno isključenje aneurizme, odnosno „popuštanje“ (engl. *endoleak*), koji se, s obzirom na ishodište dijeli na 4 tipa: Tip 1 označava propuštanje na proksimalnom ili distalnom kraju grafta, tip 2 podrazumijeva pojavu povratnoga krvarenja iz manjih krvnih žila, pokrivenih graftom, tip 3 znači popuštanje na mjestu preklapanja dva ili više grafta, a tip IV je rijedak oblik *endoleaka* i nastaje zbog poroznosti grafta (32). Prema Gallittou i suradnicima (33) endovaskularni popravak zadržane rupture TAAA izvediv je fleksibilnim pristupom u odabranih hemodinamski stabilnih bolesnika s prikladnom anatomijom. Iako je u ranom razdoblju nakon liječenja prisutan visok mortalitet i morbiditet, te česta potreba za reintervencijom, u kasnom

razdoblju nakon zahvata više nisu potrebne reintervencije, te je ono oslobođeno mortaliteta povezanog s TAAA.



## 9. ZAKLJUČAK

Kirurško liječenje je često primjenjivan način liječenja aneurizme torakalne aorte, a počeo se primjenjivati u drugoj polovici 20. stoljeća. Od svojih je začetaka kirurška tehnika popravka TAA znatno unaprijeđena, zahvaljujući doprinosu mnogih pojedinaca koji su svojim inovacijama u području aortne kirurgije doprinijeli smanjenju mortaliteta i incidencije komplikacija nakon otvorenog kirurškog zahvata na torakalnoj aorti, no perioperativna smrtnost od 14% nakon operacije torakalne aorte je i dalje relativno visoka stopa smrtnosti za neku elektivnu operaciju, a objašnjava se brojnim komorbiditetima koje pacijenti s aneurizmom aorte redovito imaju. TEVAR kao metoda endovaskularnog liječenja aneurizme torakalne aorte ima manju smrtnost od otvorenog kirurškog načina liječenja TAA, ali još nedostaju radovi koji bi usporedili dugoročne ishode obaju metoda. Brzim razvojem tehnologije i inovacija u području aortne kirurgije možemo očekivati sve niži mortalitet i morbiditet nakon kirurškog i endoluminalnog načina liječenja bolesti torakalne aorte.

## 10. ZAHVALE

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Predragu Paviću na mentorstvu i pomoći oko izrade ovog diplomskog rada.

Također se zahvaljujem obitelji i prijateljima na podršci tijekom cijelog studija.

## 11. LITERATURA

1. Jalšovec, D, Sustavna i topografska anatomija čovjeka. Zagreb: Školska knjiga; 2005.
2. Krmpotić-Nemanić J., Marušić A, Anatomija čovjeka. 2. korigirano izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2007.
3. Jalšovec D, Anatomia. Zagreb: ZT Zagraf d.o.o., Sveta Nedjelja; 2015.
4. Mescher A. L. Junqueira's Basic Histology Text And Atlas. 14th edition. New York: McGraw Hill; 2016.
5. MSD: MSD priručnik dijagnostike i terapije [Internet]. Split: Placebo d.o.o., inc. 2014. - Aneurizme; [pristupljeno 01.07.2021.]. Dostupno na: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/kardiologija/bolesti-aorte-i-njenih-ogranaka/aneurizme>
6. Šoša T. i sur., Kirurgija. Zagreb: Naklada Ljevak d.o.o.; 2007.
7. Cronenwett J. L., Johnson K. W., Rutheford's Vascular Surgery. 8th edition. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2014.
8. Clouse WD, et al: Improved prognosis of thoracic aortic aneurysms: a population-based study. *JAMA* 280:1926–1929, 1998.
9. Olsson C, et al: Thoracic aortic aneurysm and dissection: increasing prevalence and improved outcomes reported in a nationwide population-based study of more than 14,000 cases from 1987 to 2002. *Circulation* 114:2611–2618, 2006.
10. Salameh MJ, Black JH 3rd, Ratchford EV. Thoracic aortic aneurysm. *Vasc Med*. 2018 Dec;23(6):573-578. doi: 10.1177/1358863X18807760. Epub 2018 Oct 29. PMID: 30370834.
11. Milewicz DM, Chen H, Park ES, Petty EM, Zaghi H, Shashidhar G, Willing M, Patel V. Reduced penetrance and variable expressivity of familial thoracic aortic aneurysms/dissections. *Am J Cardiol*. 1998 Aug 15;82(4):474-9. doi: 10.1016/s0002-9149(98)00364-6. PMID: 9723636.
12. Wang Y, et al: Gene expression signature in peripheral blood detects thoracic aortic aneurysm. *PLoS One* 2:e1050, 2007.
13. Andreotti L, et al: Aortic connective tissue in ageing—a biochemical study. *Angiology* 36:872–879, 1985.
14. Sinha I, et al: A biologic basis for asymmetric growth in descending thoracic aortic aneurysms: a role for matrix metalloproteinase 9 and 2. *J Vasc Surg* 43:342–348, 2006.
15. Ikonomidis JS, et al: Effects of deletion of the matrix metalloproteinase 9 gene on development of murine thoracic aortic aneurysms. *Circulation* 112(Suppl):I242–I248, 2005.
16. Brown SL, et al: Bacteriologic and surgical determinants of survival in patients with mycotic aneurysms. *J Vasc Surg* 1:541–547, 1984
17. Elefteriades JA, Farkas EA. Thoracic aortic aneurysm clinically pertinent controversies and uncertainties. *J Am Coll Cardiol*. 2010 Mar 2;55(9):841-57. doi: 10.1016/j.jacc.2009.08.084. PMID: 20185035.

- 18 Klompas M: Does this patient have an acute thoracic aortic dissection? *JAMA* 287:2262–2272, 2002
- 19 Obeid T, Hicks CW, Yin K, Arhuidese I, Nejim B, Kilic A, Black JH, Malas M. Contemporary outcomes of open thoracoabdominal aneurysm repair: functional status is the strongest predictor of perioperative mortality. *J Surg Res.* 2016 Nov;206(1):9-15. doi:10.1016/j.jss.2016.06.051. Epub 2016 Jun 29. PMID: 27916380.
- 20 Hiratzka LF, et al; Writing Group Members: 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *Circulation* 121:e266–e369, 2010.
- 21 Svensson LG, et al: Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. *J Vasc Surg* 17:357–368; discussion 368–370, 1993.
- 22 Ahmed S, Bughio S, Hassan M, Lal S, Ali M. Role of Ultrasound in the Diagnosis of Chronic Kidney Disease and its Correlation with Serum Creatinine Level. *Cureus.* 2019;11(3):e4241. Published 2019 Mar 12. doi:10.7759/cureus.4241
- 23 Hrabak, CT-angiografija i MR-angiografija – neinvazivne radiološke metode prikaza patoloških promjena krvnih žila
- 24 Coselli JS, LeMaire SA, Conklin LD, Adams GJ. Left heart bypass during descending thoracic aortic aneurysm repair does not reduce the incidence of paraplegia. *Ann Thorac Surg* 2004; 77:1298-303
- 25 Yoo JS, Kim JB, Joo Y, Lee WY, Jung SH, Choo SJ, Chung CH, Lee JW. Deep hypothermic circulatory arrest versus non-deep hypothermic beating heart strategy in descending thoracic or thoracoabdominal aortic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014 Oct;46(4):678-84. doi: 10.1093/ejcts/ezu053. Epub 2014 Feb 26. PMID: 24578408.
- 26 Madhusudan Rao Puchakayala, Wei C Lau. Descending thoracic aortic aneurysms. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2006; 6 (2): 54-59
- 27 Gelsomino S, Bidar E, Jainandunsing JS, Tielliu IFJ, Lorusso R, Johnson D, Maessen JG, Natour E. Modified Gott shunt to avoid left ventricular overload and cerebral hypoperfusion during distal aortic arch surgery. *J Vasc Surg Cases Innov Tech.* 2019 Mar 11;5(1):65-67. doi: 10.1016/j.jvscit.2018.11.005. PMID: 30911702; PMCID: PMC6416372.
- 28 Afifi RO, Tanaka A, Yazji I, Safi HJ, Estrera AL. Thoracoabdominal aortic aneurysm repair in Marfan syndrome: how we do it. *Ann Cardiothorac Surg.* 2017;6(6):709-711. doi:10.21037/acs.2017.11.04
- 29 Medscape: news and perspective [Internet]. New York: WebMD LLC., inc. 1994. – Tseng E., How is Dacron tube graft used in the repair of thoracic aortic aneurysm (TAA)?; [ažurirano 02.04.2021.; pristupljeno 5.7.2021.]

- 30 Cina CS, Abouzahr L, Arena GO, Lagana A, Devereaux PJ, Farrokhyar F. Cerebrospinal fluid drainage to prevent paraplegia during thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg* 2004; 40:36-44
- 31 Cochrane: Cochrane [Internet]. London: Cochrane - Ponovna uspostava protoka (revaskularizacija) lijeve potključne arterije u postupku unutaržilnog (endovaskularnoga) popravka prsne (torakalne) aorte; [pristupljeno 02.07.2021.]. Dostupno na: [https://www.cochrane.org/hr/CD011738/PVD\\_ponovna-uspostava-protoka-revaskularizacija-lijeve-potkljucne-arterije-u-postupku-unutarzilnog](https://www.cochrane.org/hr/CD011738/PVD_ponovna-uspostava-protoka-revaskularizacija-lijeve-potkljucne-arterije-u-postupku-unutarzilnog)
- 32 Strozzi, M. (2015). Torakalni endovaskularni postupak postavljanja aortnog stent-grafta u Kliničkom bolničkom centru Zagreb: deset godina od prve intervencije, problemi i rezultati. *Cardiologia Croatica*, 10 (5-6), 141-147. <https://doi.org/10.15836/ccar.2015.141>
- 33 Gallitto E, Faggioli G, Pini R, Mascoli C, Freyrie A, Vento V, Ancetti S, Stella A, Gargiulo M. Total Endovascular Repair of Contained Ruptured Thoracoabdominal Aortic Aneurysms. *Ann Vasc Surg*. 2019 Jul;58:211-221. doi: 10.1016/j.avsg.2018.12.065. Epub 2019 Feb 11. PMID: 30763709.
- 34 Riantbau V, Böckler D, Brunkwall J, Cao P, Chiesa R, Coppi G, Czerny M, Fraedrich G, Haulon S, Jacobs MJ, Lachat ML, Moll FL, Setacci C, Taylor PR, Thompson M, Trimarchi S, Verhagen HJ, Verhoeven EL, Esvs Guidelines Committee, Kolh P, de Borst GJ, Chakfé N, Debus ES, Hinchliffe RJ, Kakkos S, Koncar I, Lindholt JS, Vega de Ceniga M, Vermassen F, Verzini F, Document Reviewers, Kolh P, Black JH 3rd, Busund R, Björck M, Dake M, Dick F, Eggebrecht H, Evangelista A, Grabenwöger M, Milner R, Naylor AR, Ricco JB, Rousseau H, Schmidli J. Editor's Choice - Management of Descending Thoracic Aorta Diseases: Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2017 Jan;53(1):4-52. doi: 10.1016/j.ejvs.2016.06.005. PMID:28081802.
- 35 Huynh TT, et al: Glomerular filtration rate is superior to serum creatinine for prediction of mortality after thoracoabdominal aortic surgery. *J Vasc Surg* 42:206–212, 2005.

## 12. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 2. ožujka 1997. u Karlovcu. Osnovnu školu Dragojle Jarnević sam završio u Karlovcu, a srednjoškolsko obrazovanje sam stekao u Gimnaziji Karlovac, smjer jezična gimnazija. 2015. sam upisao Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija bio sam član Studentske sekcije za kirurgiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.