

# Kirurško liječenje ozljeda krvnih žila

---

**Radić, Toni**

**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:105:839403>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-21**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Toni Radić**

**Kirurško liječenje ozljeda krvnih žila**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2021.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Katedri za kirurgiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom doc. dr. sc. Tomislava Meštrovića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2020./2021.

## **POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA korištenih u radu:**

**MKB-10** – medicinska klasifikacija bolesti, 10 verzija

**ISS** – ocjena ozbiljnosti ozljede (engl. Injury Severity Score)

**RTS** – revidirana ocjena traume (engl. Revised Trauma Score)

**TRISS** – ocjena ozbiljnosti ozljede u traumi (engl. Trauma Injury Severity Score)

**AAST – OIS** – ljestvica za ocjenu ozbiljnosti ozljede organa Američkog udruženja za kirurgiju u traumi (engl. Organ Injury Scale of the American Association for Surgery of Trauma)

**RDG** – rendgenogram

**CT** – kompjutorizirana tomografija

**TEVAR** – endovaskularni popravak torakalne aorte (engl. Thoracic Endovascular Aortic Repair)

**IVUS** – intravenski ultrazvuk (engl. Intravenous Ultrasonography)

**MSCT** – višeslojna kompjutorizirana tomografija (engl. Multislice Computerized Tomography)

**REBOA** – endovaskularna balonska okluzija aorte (engl. Resuscitative Endovascular Baloon Occlusion of Aorta)

**GMA** – gornja mezenterična arterija

# SADRŽAJ

Sažetak .....	I
Summary .....	II
1. Uvod .....	1
2. Ozljede krvnih žila glave i vrata .....	6
2.1. Penetrantne ozljede krvnih žila vrata .....	7
2.2. Tupe ozljede krvnih žila vrata .....	8
2.3. Ozljede karotidnih arterija .....	8
2.4. Ozljede vertebralnih arterija .....	9
2.5. Ozljede vratnih vena .....	10
3. Ozljede krvnih žila prsnog koša .....	11
3.1. Ozljede silazne prsne aorte .....	12
3.2. Ostale ozljede krvnih žila prsišta .....	14
4. Ozljede krvnih žila trbuha .....	15
4.1. Ozljede trbušne aorte .....	18
4.2. Ozljede celijačnog trunkusa .....	18
4.3. Ozljede gornje mezenterične arterije .....	19
4.4. Renovaskularne ozljede .....	20
4.5. Ozljede ilijačnih krvnih žila .....	21
4.6. Ozljede donje šuplje vene .....	22
4.7. Ozljede portalnog venskog sustava .....	23
5. Ozljede krvnih žila ekstremiteta .....	24
5.1. Ozljede krvnih žila gornjih ekstremiteta .....	25
5.2. Ozljede krvnih žila donjih ekstremiteta .....	26
6. Zahvale .....	28
7. Literatura .....	29
8. Životopis .....	35

## Sažetak

Toni Radić

Kirurško liječenje ozljeda krvnih žila

Ozljede zahvaćaju veliki udio u problemima zdravstvenih sustava svijeta zbog svog velikog pobola, smrtnosti i postotka invaliditeta u cjelokupnoj populaciji. Smrtnost i uzroci smrti od traume mogu biti izuzetno kompleksni i praćeni brojnim komplikacijama, ali u većini slučajeva se radi o traumatskoj ozljedi glave i mozga (50%), traumi srca i aorte (17%), krvarenju (12%) i sepsi (10%) i većina ozljeđenika s opsežnim ozljedama umire zbog iskrvarenja uzrokovanog nekim oblikom vaskularne ozljede. Upravo to je razlog zbog kojeg je iznimno bitno staviti naglasak na vaskularne ozljede i njihovo liječenje. Klinička klasifikacija dijeli vaskularne ozljede po mehanizmu nastanka na tupe, penetrantne i eksplozivne. S obzirom da se vaskularne ozljede mogu prezentirati na različite načine, danas zbog toga imamo i puno različitih opcija liječenja za njih, što nije bio slučaj prije 1800. godine kada su jedine opcije liječenja takvih ozljeda bile ligacija krvne žile ili amputacija ekstremiteta. Tehnološki napredak i industrijalizacija praćena unaprijeđenom higijenom i zdravstvom (kao što su brži transport do bolnice, upotreba antibiotika, unaprijeđena upotreba anestezije i opreme te postojanje jedinica intenzivne njege) su također dodatno pomogli u poboljšanju ishoda liječenja ozljeđenika i optimiziranju rezultata vaskularne traume. Zahvaljujući napretku dijagnostike, danas možemo s velikim uspjehom detektirati, dijagnosticirati i liječiti ozljeđenike s vaskularnom traumom. Osnovni princip liječenja vaskularne traume uključuje operacije kontrole štete koje su zapravo kombinacija dviju operacija – tijekom prve operacije jedini cilj je spasiti život ozljeđeniku i zaustaviti krvarenje, dok se definitivno liječenje ozljede postiže tijekom druge, naknadne operacije. Danas postoje mnoge kirurške tehnike za popravak krvne žile, kao što su ligacija, pojedinačni šav stijenke, angioplastika zakrpom ili postavljanje različitih autolognih i umjetnih presadaka. Nova tehnika koja se u zadnje vrijeme razvila, te se sve češće koristi s ciljem brzog zaustavljanja krvarenja, je endovaskularno liječenje, koje omogućuje pristup nekim, prethodno teško dostupnim mjestima ozljede.

**Ključne riječi: vaskularna trauma, kirurške tehnike, endovaskularno liječenje**

## Summary

Toni Radić

### Surgical treatment of blood vessel injuries

Injuries include big part of the healthcare system problems in the world because they have huge mortality, morbidity, and percentage of disability in overall population. Mortality and causes of death in trauma can be extremely complex with a lot of complications, but in most cases, they include traumatic head and brain injuries (50%), aortic and heart and injuries (17%), bleeding (12%) and sepsis (10%), and most patients with extensive injuries die from exsanguination caused by some kind of vascular damage. That is the reason why it is important to put an emphasis on vascular injuries and their treatment. Clinical classification divides vascular trauma by mechanism on penetrating, blunt and explosive injuries. Since vascular injuries are the most diverse of all injuries, today we have the most versatile arsenal of treatment options for them, which wasn't the case before 1800s, when the only treatment options were ligation or amputation. Technological improvements and industrialization with improved hygiene and healthcare (such as quicker transport to the hospital and use of antibiotics, improved anesthesia, improved equipment and intensive care units) also helped in improving patients' outcomes and optimizing the results of vascular trauma treatment. Thanks to the advancements in diagnostics, today we can detect, diagnose and treat vascular trauma patients with a great success. The basic principle of vascular trauma treatment is damage control surgery, which usually involves two consecutive surgeries - in the first procedure the only goal is to save the patient's life and stop the bleeding, while in the second procedure the final and complete repair of injuries is achieved. Today, there are many surgical techniques that surgeon can use to accomplish any of these repairs such as ligation, lateral repair of the blood vessel wall, patch angioplasty or different types of autologous or artificial grafts. One of the newest bleeding control techniques that is on the rise is endovascular treatment, which allows access to some, previously hard-to-reach injury sites.

***Keywords: vascular trauma, surgical techniques, endovascular treatment***

## 1. Uvod

Ozljede zahvaćaju veliki dio javnozdravstvenih problema u svijetu, a posebice u srednje i slabije gospodarski razvijenim zemljama, zbog toga jer imaju veliku smrtnost, pobol i stopu invaliditeta (1,2). U Republici Hrvatskoj se koristi Medicinska klasifikacija bolesti (MKB-10) i srodnih zdravstvenih problema u kojoj su trauma i ozljede svrstane pod oznake XIX. i XX, odnosno pod nazivima „Ozljede, otrovanja i ostale posljedice vanjskih uzroka“ i „Vanjski uzroci morbiditeta i mortaliteta“ i tamo su dodatno podijeljene po anatomskoj lokalizaciji i mehanizmu nastanka. U MKB-10 klasifikaciji ozljede krvnih žila su dodatno podijeljene i po vrsti ozljede na: avulzijske ozljede, posjekotine, laceracijske ozljede te na aneurizme ili arterijsko-venske fistule, arterijski hematomi i rupturu krvne žile. Za brzu kategorizaciju vaskularne traume u ratnim uvjetima i na bojištu (iako se može primijeniti i za civilnu vaskularnu traumu) korisno je upotrijebiti sistem tri stupnja koji je podijeljen ovisno o mjestu nastanka ozljede i mogućnosti kontrole krvarenja na: red broj jedan (distalno od aksilarne, odnosno femoralne arterije i vene) i koji je odgovoran za najmanji broj smrti na ratištu (oko 14%), red broj dva (prijelazi krvnih žila proksimalno od aksilarnih ili femoralnih žila koji su teško kompresibilni) i na red broj tri, odnosno ozljede žila unutar šupljina prsnog koša, abdomena ili zdjelice, koje su u potpunosti nekompresibilne i predstavljaju najsmrtonosnije ratne ozljede (67% svih smrti) (2).

Unatoč uspostavi i primjeni različitih trauma protokola i edukacija s ciljem brzog i učinkovitog pružanja terapije ozljeđenima, te velikom tehnološkom napretku, trauma i dalje ostaje veliki i rastući teret i problem zdravstvenog sustava. Trauma je u Sjedinjenim Američkim Državama prvi uzrok smrti pacijenata u dobi između 1 i 46 godina, a treći uzrok smrti kod svih godišta (3). U svijetu godišnje umire 5,8 milijuna ljudi zbog ozljeda svih uzroka, a glavni uzroci smrti zbog ozljeda su prometne nesreće (23%), samoubojstva (15%) i ubojstva (11%). Navedeni podaci koreliraju i s podacima za Republiku Hrvatsku, gdje godišnja incidencija ozljeda u desetogodišnjem razdoblju (2004. – 2014.) iznosi 61- 69 / 100000 osoba i pokazuje blagi rast, posebice u ženskom dijelu populacije (1). Najčešće korišteno sredstvo kod ubojstava ili samoubojstava varira od države do države, što najviše ovisi o dostupnosti vatrenog oružja populaciji. U državama gdje je pristup vatrenom oružju



relativno lagan (Sjeverna i Južna Amerika), korištenje vatrenog oružja je vodeći mehanizam nasilne smrti ili ozljede, dok u državama s težim pristupom vatrenom oružju, kao što su Hrvatska i Velika Britanija, najvećem dijelu nasilnih smrti oružjem doprinosi hladno oružje – nož ili drugi oštri predmeti. Incidencija penetrantne traume u Sjevernoj Americi je oko 35%, dok u Europi iznosi između 5% i 8% (4). Vaskularne ozljede vatrenim oružjem nisu toliko česte kao kod prometnih nesreća, ali su uzrok broj jedan koji najčešće dovede do smrtnog ishoda (2,5). Smrtnost i uzroci smrti kod traume mogu biti iznimno kompleksni i praćeni mnogobrojnim komplikacijama, ali u najvećem broju slučajeva se radi o traumatskoj ozljedi glave i mozga (50%), ozljedi srca ili aorte (17%), krvarenju (12%) i sepsi (10%) te većina ozljeđenika s opsežnijim ozljedama umire od iskrvarenja, što ukazuje na veliku važnost stavljanja naglaska na liječenje ozljeda krvnih žila u traumi (2,6). Vaskularna trauma, osim kao uzrok smrti i u ratu i u miru, može dovesti i do drugih dugotrajnih problema i tereta koji dodatno opterećuju zdravstveni sustav i ozljeđenika, kao što je nesposobnost i invaliditet zbog amputacije ekstremiteta, kronična bol ili posttraumatski stres poremećaj.

Svaka trauma, pa tako i vaskularna, ima najveću incidenciju i smrtnost tijekom razdoblja velikih ratova i nemira, zbog čega ta razdoblja daju najpotpunije podatke za proučavanje problema krvarenja i vaskularne traume, kao i promjena u načinu liječenja ozljeda krvnih žila kroz povijest. Vaskularna trauma je jedan od najizazovnijih entiteta u traumatologiji i, iako se opisi vaskularne kirurgije i traume spominju u samim začetcima kirurgije, tek je u novijoj povijesti došlo do ozbiljnog napretka u njezinom zbrinjavanju. Prvi pisani spomen o liječenju ozljede krvne žile daje Galen u 2. stoljeću, gdje se prvi put spominje ligacija kao metoda liječenja i koja se kao metoda nije ponovno koristila do 16. stoljeća, kada se pojavio vojni kirurg Ambroise Pare. Sve do tehnološkog napretka stoljećima kasnije, jedine metode liječenja krvarenja bile su: ligacija krvne žile, kontrola krvarenja korištenjem pritiska i zavoja, te amputacija ekstremiteta. Početkom 20. stoljeća i napretkom tehnologije počinju se razvijati i druge metode, kao što je metoda arterijske anastomoze, popularizirana od strane Alexisa Carrela, koji je za nju dobio i Nobelovu nagradu, te Lexerovo korištenje vene safene kao grafta. Poboljšanje životnog standarda i primjena metoda bez kojih bi danas kirurgija bila nezamisliva kao što je antisepsa, antibiotici ili moderna anestezija, također su doveli do poboljšanja ishoda kod ozljeda krvnih žila i krvarenja (2,7,8). Epidemiološki pristup vaskularnoj traumi te proučavanje

registara s velikim uzorkom slučajeva ozljeđenika koji su stradali tijekom različitih sukoba (oba svjetska rata, Korejski rat i Vijetnamski rat) omogućio je uočavanje najkvalitetnijih i najboljih metoda sanacije ozljeda te daljnji napredak vaskularne kirurgije. Tijekom ovih ratova mogao se pratiti pad potrebe za amputacijom ekstremiteta nakon vaskularne traume od 72% tijekom Prvog svjetskog rata pa do 13% tijekom Vijetnamskog rata, što vrlo dobro korelira s korištenjem naprednih tehnika vaskularnih reparacija i korištenjem autolognih i umjetnih graftova koji su postupno zamijenili i uvelike izbacili ligaciju kao metodu izbora liječenja vaskularnih ozljeda (2,9). Ratne traume su dodatno ukazale na važnost hitnog prijevoza i brzog liječenja da bi se optimizirao ishod, ali i na to kako su se vrste ozljeda zbog napretka oružja i tehnologije mijenjale kroz vrijeme, te zbog toga i na potrebu za prilagodbom pristupa liječenju i kontroli krvarenja kod vaskularnih ozljeda.

Organizacija sustava i sistematizacija trauma još uvijek nije do kraja provedena te idealna klasifikacija traumatskih ozljeda još uvijek nije pronađena, usprkos tome što postoje brojne klasifikacije koje se mogu koristiti da bi nam olakšali pristup i upravljanje različitim traumama i ozljedama krvnih žila. Korištenje neke od klasifikacija ili sistema za procjenu stanja traume; kao što su ocjena ozbiljnosti ozljede (engl. Injury Severity Score, ISS), revidirana ocjena traume (engl. Revised Trauma Score, RTS), ocjena ozbiljnosti ozljede u traumi (engl. Trauma Injury Severity Score, TRISS) i ljestvica za ocjenu ozbiljnosti ozljede organa Američkog udruženja za kirurgiju u traumi (engl. Organ Injury Scale of the American Association for Surgery of Trauma, AAST – OIS); može biti iznimno korisno jer omogućava brzu i efikasnu trijažu pacijenata, te može osigurati bolji ishod i kvalitetu liječničke usluge, ali treba znati i njihove mane i nedostatke koji se pretežno odnose na to da navedene klasifikacije ne mogu u potpunosti precizno i sigurno odraziti utjecaj ozljede (vaskularne ili bilo koje druge) na morbiditet i mortalitet svakog pojedinog pacijenta te da pri njihovoj primjeni rezultati nisu jednaki kod istih civilnih i ratnih ozljeda (2,10). Brojne studije su pokazale da dobro organiziran i razvijen sustav za upravljanje i pravilno zbrinjavanje u centrima s visokim protokom traumatskih pacijenata dovodi do poboljšane prognoze i manje smrtnosti (do 20%), a istovremeno, osim tih pozitivnih kliničkih učinaka, smanjuje i trošak liječenja pacijenata (9,11–13).

Klinička prezentacija, uzorak pridruženih ozljeda, potreba za intervencijom i ishod nakon traumatske ozljede krvnih žila najviše ovisi o mehanizmu ozljede, pa

tako najčešće razlikujemo tupe, penetrantne i eksplozivne ozljede. Kombinacija svih ovih mehanizama ozljeda je moguća, posebno u ratnim uvjetima ili kod tupih trauma sa zahvaćanjem koštanih elemenata (2,14). Kod tupih ozljeda glavni čimbenik težine ozljede je brzina, odnosno sila udarca, a bitno je i anatomsko mjesto koje je prvotno zahvaćeno traumom. Kod penetrantnih ozljeda osim brzine, bitne su i karakteristike projektila, kao što je oblik, deformitet, postojanje fragmenata i nagib. Penetrantne ozljede se mogu dodatno podijeliti prema mehanizmu na: ubodne ozljede, penetrantne ozljede s prijenosom male količine kinetičke energije, te na one s prijenosom velike količine kinetičke energije, gdje do oštećenja tkiva dolazi i zbog efekta kavitacije i širenja okolnog tkiva oko projektila (2,4). Eksplozivna ozljeda je kombinacija tupe, penetrantne i termalne ozljede. Mehanizam nastanka eksplozivne ozljede može biti primarni (direktni udarac tlaka eksplozije), sekundarni (ozljede nastale zbog penetrirajućih fragmenata eksplozivnog sredstva), tercijarni (nastaje zbog kolizije s objektima u okruženju) i kvartarni (termalni) pri čemu su najčešće i najvažnije ozljede nastale sekundarnim i tercijarnim mehanizmom (2,15). Civilne vaskularne ozljede čine oko 1% do 2% svih ozljeda, ali su odgovorne za oko 20% svih smrti povezanih s traumom (16). U rasponu od 18 do 46 godina vaskularna trauma se u 70% slučajeva prezentira u muškaraca, i to kao penetrantna ozljeda ekstremiteta u 75% do 90% slučajeva. Najčešća lokalizacija penetrantne ozljede u odraslih su gornji ekstremiteti, s većinom vaskularnih ozljeda koje uključuju ozljedu ulnarne ili radijalne arterije (60% slučajeva), a nešto rjeđe brahijalnu arteriju (30% slučajeva); dok tupa vaskularna trauma, uz gornji ekstremitet, najčešće zahvaća i torakalno područje. Projektili iz pištolja su uzrok takvih penetrantnih vaskularnih ozljeda u gotovo 50% pacijenata, dok su ubodne rane uzrok u 30% slučajeva. Kod starijih ljudi učestalost penetrantnog mehanizma nastanka se smanjuje i sve više se izjednačava s tupom vaskularnom traumom koja najčešće nastaje tijekom prometnih nesreća ili padova (2,16,17).

Trauma, posebice vaskularna, zahtijeva brz pristup pacijentu te brz početak liječenja, čime se poboljšava i optimizira ishod. Liječenje takvih trauma može biti definitivno na mjestu nastanka ozljede u izvanbolničkim uvjetima ili češće nekim oblikom privremenog liječenja u obliku kontrole krvarenja tokom transporta do primjene definitivnog liječenja u bolnici. I kroz povijest, vrijeme je bilo bitna odrednica kod bolesnika s vaskularnom traumom, što je u medicini prikazano kroz pojam

„zlatnog sata“, kovanice koja se pripisuje R. Adams Cowleyu i koja označava vrijeme neposredno nakon nastanka traume u kojem su postupci resuscitacije i stabilizacije pacijenta najučinkovitiji. Napretkom tehnologije i organizacijom izvanbolničkog hitnog sustava u razvijenim zemljama, vrijeme provedeno bez medicinske pomoći te vrijeme do dolaska u bolnicu nakon vaskularne traume je iznimno skraćeno, što je dovelo do smanjenog mortaliteta kod tih ozljeđenika, posebice kod ozljeđenika s penetrantnom ozljedom, kod hipotenzivnih ozljeđenika i kod ozljeđenika s traumatskom ozljedom mozga. Povećanje broja prijema teških i kritičnih trauma pacijenata u bolnicu je bitno i za vođenje trauma registara, jer u prošlosti, kada često teži ozljeđenici nisu uspjeli stići živi do bolnice i kada zbog toga nisu bili uvedeni u sustav ni u registre za praćenje trauma pacijenata, bilo je teško prikazati stvarni pobol i smrtnost od vaskularnih trauma (2,18). U pravilu, postojanje takozvanih “čvrstih” (pouzdatih) znakova vaskularne ozljede (Tablica 1) je indikacija za eksplorativnu operaciju i ranu kontrolu vaskularnog krvarenja kod hemodinamski nestabilnog ozljeđenika, odnosno hitnu angiografiju kod hemodinamski stabilnog. Kod ozljeđenika s “mekanim” (nepouzdatim) znakovima, obično angiografiji prethodi ultrasonografska obrada (8). Napredak tehnologije je iznimno olakšao pristup i liječenje ozljeda krvnih žila kod takvih ozljeđenika, i na raspolaganju su nam različite dijagnostičke mogućnosti uz čiju pomoć se danas mogu dijagnosticirati i malene ozljede unutar zlatnog sata.

*Tablica 1. Pouzdani i nepouzdati znakovi vaskularne ozljede*

<b>Pouzdati znakovi</b>	<b>Nepouzdati znakovi</b>
Aktivno krvarenje	Anamneza krvarenja na mjestu nesreće
Pulzirajući ili rastući hematoma	Mali, nepulzirajući, stabilni hematoma
Nedostatak pulsa ili drugi znakovi akutne ishemije distalno od ozljede	Ipsilateralni neurološki ispad (u odsutnosti drugih znakova akutne ishemije)
Auskultatorni vaskularni šum	Penetrantna ili koštana ozljeda u blizini magistralne krvne žile
Palpabilno strujanje nad krvnom žilom	Hipotenzija

Kirurška strategija koja se danas koristi kod vaskularnih, ali i svih ostalih trauma, je metoda „kontrola štete“ i sekundarnog definitivnog operativnog liječenja. Ovaj način zbrinjavanja traume u stadijima kroz dvije ili više operacija nakon što je pacijent prvotno stabiliziran je zamijenio tradicionalan način liječenja kod kojeg se trauma zbrinjavala dugom operacijom uz mnogobrojne transfuzije krvi što je češće dovodilo do smrtonosnog trijasa acidoze, hipotermije i koagulopatije te u konačnici do smrti ozljeđenika. U prvoj operaciji, gdje je cilj samo postići brzu stabilizaciju vitalnih parametara zaustavljanjem krvarenja i kontaminaciju urinom ili stolicom, koriste se uglavnom metode brzog popravka krvnih žila, koje uključuju ligaciju, izravni šav i postavljanje privremenog shunta. Nakon jednog do dva dana može se pristupiti definitivnoj reparaciji krvne žile u sekundarnoj operaciji, gdje se koriste kirurške tehnike za koje je potrebno više vremena, kao što su angioplastika zakrpom, termino-terminalna anastomoza i primjena autolognih ili sintetskih interpozicijskih graftova (19).

## **2. Ozljeđe krvnih žila glave i vrata**

Vaskularne ozljede glave i vrata su iznimno teške za liječenje, pretežno zbog malog operativnog prostora i kompleksne anatomije tog područja, ali i zbog toga jer su vaskularne ozljede u tom području često praćene pridruženim ozljedama koje mogu zamaskirati traumu krvne žile. Napredak medicinske dijagnostike, a osobito otkriće kompjutorizirane tomografije, olakšalo je procjenu i otkrivanje ovih ozljeda, a razvojem endovaskularne kirurgije dodano je još jedno oruđe u liječenju i zbrinjavanju ozljeđenika s vaskularnom traumom (2).

Vrat je tradicionalno podijeljen na tri zone koje određuju terapijski pristup. Prva zona počinje iznad manubrija prsne kosti i seže do krikoidne hrskavice. Na nju se nastavlja zona dva, koja je s gornje strane omeđena kutom donje čeljusti, gdje prelazi u zonu tri koja završava na bazi lubanje. Ozljedom je najčešće zahvaćena zona dva (47%), zatim zona tri (19%), a najrjeđe dolazi do ozljede u području prve zone (18%). Moguće su i ozljede kroz dvije ili sve tri zone, koje se nalaze kod većih trauma i uglavnom imaju nisku stopu preživljenja. Pristup ozljedama ovisi o zoni u kojoj se ozljeda nalazi, pa se tako ozljedama u zoni jedan pristupa medijanom sternotomijom, ozljedama u zoni dva direktnim kirurškim pristupom, a pristup ozljedama u trećoj zoni može biti otežan i zahtijevati subluksaciju ili osteotomiju

mandibule. Endovaskularni pristup je osobito koristan u situacijama kad je direktni kirurški pristup otežan. Ozljede vrata nastale sačmaricom, eksplozivne ozljede i transcervikalne ozljede češće su povezane s vaskularnim ozljedama, a posebnu pozornost treba obratiti i na pridružene ozljede traheobronhalnog stabla, jednjaka i kralježnične moždine, koje se javljaju u 1% do 7% slučajeva. Za vaskularnu ozljedu posebno je bitno uočiti postojanje čvrstih znakova vaskularne ozljede, gdje čak do 97% pacijenata s barem jednim čvrstim znakom doista ima vaskularnu ozljedu, nasuprot samo 3% ozljeđenika kod kojih su prisutni samo meki znakovi. Kod ozljeđenika s prisutnim čvrstim znakovima, nakon inicijalne obrade, pregleda i učinjenih rendgenograma (RDG) i kompjutoriziranih tomografskih (CT) pretraga prsnog koša i vrata indicirana je hitna eksploracija ozljede, no liječenje vaskularnih ozljeda može biti i neoperativno u slučaju okultnih ozljeda – odignuća režnjeva intime, manjih disekcija i pseudoaneurizama koje, uz antitrombotsku terapiju, zahtijevaju samo praćenje zbog mogućnosti pogoršanja ili nastanka embolije (2,4,19).

## **2.1. Penetrantne ozljede krvnih žila vrata**

Penetrantnim mehanizmom ozljeđivanja na vratu je najčešće zahvaćena unutarnja jugularna vena, a na drugom su mjestu unutarnja i zajednička karotidna arterija. Incidencija penetrantne vaskularne ozljede u području vrata je 20% svih penetrantnih ozljeda. Endovaskularni pristup kod penetrantnih cervikalnih vaskularnih ozljeda može se koristiti kada se želi izbjeći medijana sternotomija ili kod visokih, teško pristupačnih ozljeda blizu baze lubanje, odnosno kod ozljeda u zonama I i III, dok se kod liječenja ozljeda u zoni II prednost ipak daje direktnom otvorenom kirurškom pristupu. Nakon uspostave proksimalne i distalne kontrole krvarenja, kirurg se mora odlučiti koji oblik definitivnog popravka krvne žile želi primijeniti, pa tako krvnu žilu može ligirati, popraviti ili premostiti shuntom. Ligacija se može primijeniti kod unutarnje jugularne vene i kod vanjske karotidne arterije, dok je smrtnost pri ligaciji unutarnje karotidne arterije velika (45%), zbog čega se najčešće primjenjuje rekonstrukcija autolognim graftom vene safene magne ili površinske femoralne arterije. Kod čistih ubodnih i reznih rana, arterijska ozljeda se uglavnom može primarno popraviti, što najčešće nije slučaj kod ozljeda uzrokovanih vatrenim

oružjem. Kod hemodinamski stabilnih ozljeđenika s penetrantnom traumom u zonama I i III, zbog otežanog pristupa, uobičajeno je učiniti i CT angiografiju za bolji uvid u situaciju, dok se kod penetrantnih vaskularnih ozljeda u području zone II može odmah pristupiti rutinskoj eksploraciji (2,4,19).

## **2.2. Tupe ozljede krvnih žila vrata**

Iako je incidencija tupe cerebrovaskularne ozljede mala (1% svih tupih trauma), incidencija moždanog udara (25% - 58%) i smrtnost (32% - 59%) kod ovih pacijenata iznimno je velika. Napredak dijagnostičkih alata omogućio je bolje i brže uočavanje pacijenata s ovakvim ozljedama, posebice onih koji su asimptomatski ili se nalaze u periodu latencije nakon kojeg slijedi naglo pogoršanje stanja. Postoje tri mehanizma nastanka tupe traume krvnih žila vrata; ekstremna hiperekstenzija i rotacija, direktni vanjski udarac u žilu i laceracija žile preko podležećih koštanih fragmenata. Najčešći mehanizam je hiperekstenzija koja se vidi kod prometnih nesreća pri velikim brzinama. Ozljeđenici s tupim ozljedama krvnih žila vrata najčešće se prezentiraju s neurološkim simptomima i simptomima cerebralne ishemije, dok dio ozljeđenika ostaje bez simptoma i kod njih je brza dijagnoza od ključne važnosti za preživljenje. CT angiografija se smatra zlatnim standardom za dijagnostiku ovih ozljeda i dovela je do porasta u broju dijagnosticiranih tupih ozljeda vratnih žila. Glavna potpora u terapiji ovih ozljeda je primjena antitrombotske terapije koja smanjuje nastanak neuroloških komplikacija te poboljšava preživljenje (2,20). Endovaskularno liječenje postavljanjem stenta je rezervirano pretežito za kirurški teško dostupne disekcije, pseudoaneurizme i kod bolesnika s pogoršanjem neuroloških simptoma uz adekvatnu antitrombotsku terapiju. Slične su indikacije i za otvoreno kirurško liječenje, zbog čega kirurg mora odlučiti pojedinačno za svakog pacijenta u datom trenutku koji pristup će koristiti ovisno o pridruženim ozljedama, lokalizaciji ozljede te obilježjima bolesnika (2).

## **2.3. Ozljede karotidnih arterija**

Ozljede karotidnih arterija uključuju 5% svih vaskularnih ozljeda, od čega su 80% uzrokovane penetrantnim mehanizmom. Smrtnost kod ozljeda karotidne arterije iznosi i do 50%, pretežno zbog moždanog udara, a kod 16% preživjelih ostaje trajni

neurološki deficit. Glavni prediktori preživljenja su stupanj ozljede, odnosno stupanj pridruženih ozljeda, te prisutnost i pogoršanje neuroloških simptoma unutar prvog dana od nastanka ozljede. Dva osnovna manevra kod saniranja ovakvih ozljeda su pritisak na mjesto nastanka ozljede, zbog sprječavanja iskrvarenja, te intubacija ozljeđenika radi očuvanja prohodnosti dišnih putova. Karotidne arterije se standardno prikazuju incizijom uz prednji rub sternokleidomastoidnog mišića. Kod potrebe za proksimalnom kontrolom krvarenja u zoni I, može se pristupiti i medijanom sternotomijom. U slučaju potrebe za distalnom kontrolom, može se presjeći stražnji trbuh digastričnog mišića ili subluzirati mandibulu. Kod ozljeda koje su vrlo blizu bazi lubanje niti jedan od ovih pristupa nije moguć, zbog čega tada inicijalnu kontrolu krvarenja možemo postići tamponadom balonskim kateterom, a definitivno zbrinjavanje osiguravamo endovaskularnom kirurgijom. Kod klasičnog pristupa se, nakon početne incizije, disekcije platizme i retrakcije sternokleidomastoidnog mišića, uočava unutarnja jugularna vena, uz čiji se prednji rub daljnjom disekcijom dolazi do facijalne vene. Facijalna vena obično obilježava bifurkaciju karotidne arterije i najčešće se podvezuje i presjeca radi pristupa na zajedničku karotidnu arteriju i njene ogranke. Revaskularizacija se kod penetrantne ozljede zajedničke i unutarnje karotidne arterije najčešće ostvaruje izravnim šavom, termino-terminalnom anastomozom ili korištenjem interpozicijskog grafta, dok se penetrantne ozljede vanjske karotidne arterije najčešće rješavaju ligacijom žile. Kod tupih ozljeda dolazi do intimalnih ozljeda stijenke krvne žile s mogućom disekcijom i djelomičnom ili potpunom opstrukcijom, distalnom embolizacijom ili nastankom pseudoaneurizama, a opisane su i karotikokavernozne fistule. Liječenje asimptomatskih disekcija karotidnih arterija uglavnom je konzervativno, uz antiagregacijsku ili antikoagulantnu terapiju heparinom, dok se karotiko-kavernozne fistule liječe endovaskularno. U slučaju progresije ostalih navedenih komplikacija ili pogoršanja neurološkog stanja, tupe ozljede karotidnih arterija mogu se liječiti i endovaskularnim i kirurškim pristupom, ovisno o odluci kirurga (2,19).

#### **2.4. Ozljede vertebralnih arterija**

Ozljede vertebralnih arterija su rijetke. Najčešće nastaju zbog rana od metka ili uboda, ali su rijetko izolirane i uglavnom su pridružene ozljedama drugih krvnih žila kod penetrantne traume vrata. Zbog bogate kolateralne cirkulacije, ozljede jedne



vertebralne arterije u 80% slučajeva se prezentiraju bez simptoma, dok se u ostatku mogu prezentirati blažim ili težim neurološkim simptomima. Tupa ozljeda vertebralne arterije obično nastaje nakon frakture transversalnih otvora C2-C6 kralježaka. Iako tok vertebralne arterije možemo podijeliti na četiri dijela, samo je prvi dio do ulaska u koštani otvor cervikalnog kanala kirurški lako pristupačan, dok je oštećenja u daljnjem toku iznimno teško kontrolirati. Slično kao i kod ozljeda karotidnih arterija, antikoagulantna terapija i ovdje čini osnovu liječenja (2,21). Ozljede vertebralne arterije, zbog svoje benigne naravi u većini slučajeva najbolje je liječiti konzervativno ako je moguće, a u slučaju aktivnog krvarenja, nastanka pseudoaneurizama, povratnog krvarenja iz trećeg segmenta arterije i kod simptomatskih bolesnika koji ne podnose antikoagulaciju, može se pristupiti endovaskularnom ili otvorenom kirurškom liječenju. Kod endovaskularnog liječenja proksimalni i distalni krajevi lacerirane žile se emboliziraju, osim u slučaju kompromitirane krvne opskrbe, kad se može postaviti endovaskularni stent. Otvoreno kirurško liječenje ozljeda vertebralnih arterija provodi se kod bolesnika s aktivnim krvarenjem za vrijeme eksploracije vrata, a pristup je u početku jednak kao i kod ozljeda karotidnih arterija, samo što se dodatno radi transekcija sternokleidomastoidnog mišića i skalenskog masnog tkiva s oprezom da se ne ošteti frenički živac. Zatim se presijecanjem prednjeg skalenskog mišića pristupa početnom segmentu vertebralne arterije, dok je pristup daljnjim segmentima arterije moguć, ali iznimno težak i često praćen komplikacijama u vidu oštećenja okolnih struktura, te se za njihovo liječenje preporučuje endovaskularna embolizacija (2,19,22).

## **2.5. Ozljede vratnih vena**

Ozljede vratnih vena su gotovo isključivo penetrantne, dok je tupa trauma iznimno rijetka i na nju se može posumnjati kod prijeloma sternuma ili ključne kosti s pomakom ulomaka. Najčešće su zahvaćene unutarnja jugularna vena (20% svih penetrantnih trauma vrata) te potključna vena. Ozljede vena vrata su često prikrivene ozljedama okolnih struktura, a mogu se prezentirati "čvrstim" i "mekim" znakovima vaskularne ozljede, no pretežno se inicijalno manifestiraju samo hipotenzijom. Venama vrata se najčešće pristupa direktno kirurški, kao i kod pristupa ozljeđenim arterijama. Kirurška intervencija koja se primjenjuje kod ozljeda vratnih vena je ligacija uz postoperativnu elevaciju gornjih ekstremiteta i kompresiju. Jednostavnije

ozljede kod kojih je zahvaćeno manje od 50% stijenke žile mogu se riješiti pojedinačnim šavovima. Zajedničko za sve reparacije vena je da uvijek postoji mogućnost nastanka tromboze, zbog čega ove bolesnike postoperativno treba uvijek zaštititi nekim oblikom antikoagulantne terapije (2).

### **3. Ozljede krvnih žila prsnog koša**

Vaskularna ozljeda prsišta čini oko 10% svih vaskularnih trauma. Penetrantna i tupa deceleracijska ozljeda su otprilike jednako učestale (7% i 8% svih trauma, slijedom), ali penetrantni mehanizam prevladava kad se gledaju isključivo ozljede aorte. Oba mehanizma mogu dovesti do ozbiljnih ozljeda krvnih žila u prsištu, ali samo 10% do 15% ovih pacijenata zahtijeva hitnu torakotomiju (23). Kod ozljeda krvnih žila prsnog koša mogu se vrlo brzo razviti stanja opasna po život, koja imaju veliku smrtnost i prije dolaska u bolnicu. Stoga je, neovisno o mehanizmu nastanka, od ključne važnosti brz transport u bolnicu s kardiorakalnim odjelom, u slučaju potrebe za hitnom torakotomijom i operacijom. U ovih ozljeđenika osnovne radiološke pretrage su RTG toraksa te CT angiografija, a ponekad je indiciran i transezofagijski ultrazvuk. Za razliku od perifernih ili junkcijskih ozljeda krvnih žila, krvarenja kod ozljeda žila u području trupa ne možemo zaustaviti jednostavno pritiskom ili podvezivanjem iznad mjesta ozljede, te postoji potreba za torakotomijom ili laparotomijom, kao i za daljnjim razvitkom endovaskularnih metoda liječenja ovih stanja. Glavni koncepti liječenja prije same operacije uključuju održavanje "permisivne" hipotenzije do kontrole krvarenja, te rano korištenje plazme i prokoagulantnih sredstava kao što je traneksamična kiselina. U praksi se najčešće susreću tupe ozljede silazne aorte i penetrantne ozljede prijelaza donjeg dijela vrata u prsnu šupljinu, dok su ozljede ostalih vaskularnih struktura prsišta iznimno rijetke i obično smrtonosne u civilnim uvjetima. Usprkos ozbiljnosti ovih ozljeda, neke od njih se ne trebaju liječiti kirurški. Indikacije za otvorenu kiruršku eksploraciju prsišta su: pacijent s penetrantnom ozljedom u hemoraškom šoku i veliko inicijalno ili kontinuirano krvarenje na torakalni dren. U hemodinamski stabilnih pacijenata, odluka o mjestu reza i kirurški pristup ovise prvenstveno o rezultatima angiografije, dok mjesto reza kod hemodinamski nestabilnih pacijenata u šoku ovisi o liječničkoj prosudbi zbog potrebe za brzim saniranjem ozljede i nedostatka vremena za daljnjim pretragama. Najčešće se pristupa anterolateralnom torakotomijom kroz četvrti ili peti

međurebreni prostor. Iznimka od ovog pravila se javlja kod sumnje na ozljedu početnog dijela desne potključne arterije, i u slučaju ozljeda u donjem desnom kvadrantu prsišta (zbog često pridruženog oštećenja krvnih žila jetre), kada bi se ozljedi trebalo odmah pristupiti medijanom sternotomijom (2,24). Kirurg mora biti upoznat i s ostalim pristupima kod penetrantnih ozljeda prsišta zbog čestih pridruženih ozljeda u abdomenu ili vratu. Anterolateralni pristup najbolje može prikazati strukture prsišta te je najprilagodljiviji jer se lako može proširiti preko prsne kosti i u laparotomiju, dok se posterolateralni pristup koristi uglavnom kod ozljeda stražnjih struktura prsišta koje se prednjim pristupom ne mogu prikazati (2,19). Uz sanaciju ozljede krvne žile prsišta u 20% do 30% ozljeđenika potrebno je i napraviti neku vrstu resekcije pluća, većeg ili manjeg opsega (25).

### **3.1. Ozljede silazne prsne aorte**

Tupa ozljeda prsne aorte je čest uzrok smrti nakon traume, te drugi najčešći uzrok smrti od tupe traume svih lokalizacija (2,26). Ozljeđenici se mogu prezentirati širokim spektrom tegoba i znakova – od asimptomatskih, preko boli u prsima sa širenjem u okolne dijelove tijela, sve do hemoraškog šoka. U dijagnozi ove ozljede na RDG snimkama prsišta prošireni medijastinum može pobuditi sumnju na ozljedu, dok se definitivna dijagnoza postavlja korištenjem CT angiografije. S obzirom na nalaz angiografije i težinu zahvaćenosti aortalne stijenke razlikujemo četiri stupnja ozljede. Prvi stadij uključuje samo ozljedu intime, stadij dva intramuralni hematom, stadij tri pseudoaneurizmu, stadij četiri slobodnu rupturu aorte. Određivanje stupnja ozljede određuje daljnji tijek liječenja. Za prvi stupanj ozljede dovoljna terapija je agresivna kontrola tlaka ako je to moguće, dok je za teže stupnjeve, uz medikamentno liječenje, potrebno ozljedu sanirati i endovaskularno ili kirurški (2). Napretkom endovaskularnog liječenja torakalni endovaskularni popravak aorte (TEVAR) postao je osnovna metoda liječenja tupih ozljeda prsne aorte s manjim brojem postoperativnih komplikacija (paraplegija, renalna insuficijencija, transfuzija, reoperacija, srčane komplikacije, pneumonija i trajanje hospitalizacije) i manjom smrtnošću u odnosu prema otvorenom kirurškom pristupu. Negativna strana endovaskularnog pristupa liječenju je česta potreba (40% svih operacija) za prekrivanjem otvora lijeve potključne arterije, te mogući izostanak potpune obliteracije ulaska krvi u područje lezije aortalne stijenke, odnosno punjenje

pseudoaneurizme ili područja otvorene rupture krvlju („endoleak“) (27). Ove endovaskularne operacije se preferabilno izvode u hibridnoj sali, s mogućnošću konverzije operacije iz endovaskularne u otvorenu kiruršku, uz istovremeni pristup slikovnoj dijagnostici u realnom vremenu (digitalna suptraksijska angiografija). Nakon pripreme prepona za endovaskularni zahvat, napravi se aortogram luka aorte i potvrdi mjesto ozljede. Po potrebi i procjeni kirurga, dodatna obrada ozljede, posebno ako se planira pokriti ušće lijeve potključne arterije stentom, može se učiniti korištenjem intravenskog ultrazvuka (IVUS). Odabir veličine stenta radi se prema rekonstrukcijama višeslojne kompjutorizirane tomografije (engl. “multislice computerized tomography”, MSCT), učinjene s intravenskim kontrastom. Nakon postavljanja uređaja u aortu po potrebi se može napraviti balonska angioplastika u slučaju loše koaptacije proksimalnog dijela grafta. Ako je graft uspješno postavljen, pacijent se upućuje u intenzivnu jedinicu na daljnje praćenje nakon intervencije. U određenog broja ozljeđenika TEVAR nije moguće učiniti zbog nedostatka kvalitetne proksimalne zone za začepljenje stenta u aorti ili zbog neadekvatnih iliofemoralnih krvnih žila, te je za njih rezervirana hibridna ili otvorena kirurška metoda liječenja. U otvorenoj kirurgiji mjesto reza određujemo ovisno o mjestu ozljede aorte, a s obzirom da je najčešće mjesto ozljede prsne aorte kod tupe traume prsne aorte njezin istmus, lijeva posterolateralna torakotomija kroz četvrti međurebreni prostor je metoda izbora. Nakon otvaranja prsnog koša potrebno je postići proksimalnu i distalnu kontrolu mjesta ozljede, i to najčešće proksimalno postavljenjem stezaljke između lijeve zajedničke karotidne arterije i lijeve potključne arterije, dok se distalna kontrola postiže postavljanjem stezaljke na aorti ispod razine ozljede. Perfuzija distalnog dijela aorte postiže se premosnicom između “lijevog srca” (kanulacijom lijeve donje plućne vene, lijeve pretkljetke ili lijeve klijetke) i distalnog dijela prsne aorte ispod ozljede. U slučaju da to nije moguće, može se primijeniti i potpuna kardiopulmonalna. Za oba pristupa bolesnika je potrebno heparinizirati, što može predstavljati problem kod politraumatiziranih bolesnika s krvarenjem i zahtijeva oprezno titriranje doze. Kad se pristupi na ozljedu, ozljeđeni dio aorte se zamijeni interpozicijskim graftom (2). Točna procjena veličine i oblika ozljede ponekad se može odrediti isključivo nakon aortotomije. Kod manjeg dijela bolesnika kojima je potrebna otvorena operacija (oko 15%) ozljeda se može popraviti direktnim šavom umjesto postavljenjem interpozicijskog grafta (19). Tijekom otvorene operacije, zbog rizika od postoperativne paraplegije (8%), potrebno je paziti na čimbenike rizika, kao što su:

trajanje operacije, trajanje ishemije zbog postavljanja stezaljke, visina na kojoj je stezaljka postavljena, trajanje sistemske hipotenzije, tlak cerebrospinalnog likvora, tlak u distalnom dijelu aorte i broj ligiranih, odnosno reimplantiranih, interkostalnih žila (28). Penetrantne ozljede silazne aorte obično se kirurški eksploriraju i popravljaju primarnim šavom ili angioplastikom zakrpom.

### **3.2. Ostale ozljede krvnih žila prsišta**

Osim tupe ozljede silazne prsne aorte, u prsištu može doći i do ozljeda uzlazne aorte i luka aorte, ogranaka luka aorte, pazušnih ili interkostalnih krvnih žila. Učestalost ovih ozljeda je mala (3% svih vaskularnih trauma) i one pretežno nastaju tijekom različitih politrauma ili penetrantnih ozljeda prsišta (19). Većina ovih ozljeda ima veliku smrtnost, a obično se otkrije u sklopu CT protokola za politraumu. Jedna od najtežih ozljeda, koja se može komplicirati i srčanom tamponadom, i ima veliku smrtnost, je ozljeda uzlaznog dijela aorte. Ove ozljede se liječe otvorenom kardiokirurškom operacijom, s pristupom na aortu putem medijane sternotomije, uz korištenje kardiopulmonalne premosnice. Definitivni popravak može biti primarnim šavom ili postavljanjem interpozicijskog dakronskog grafta. Druga najčešća vaskularna ozljeda nakon tupe traume prsišta je ruptura ogranaka luka aorte i najčešće zahvaća bazu ovih krvnih žila. Popravku se pristupa najčešće medijanom sternotomijom, s mogućnošću proširenja reza cervikalno, obično uz postavljanje premosnice iz uzlazne aorte u distalni dio ozlijeđene žile koji se isključi iz cirkulacije ligacijom ili prešivanjem. Ozljedama brahiocefaličnog trunkusa, početnog dijela desne potključne arterije i zajedničkih karotidnih arterija i pristupa se medijanom sternotomijom, a lijeve potključne arterije lijevom anterolateralnom torakotomijom. Nakon prikaza ozljede, definitivni popravak se obično učini korištenjem grafta. No, pristup pacijentu s vaskularnom ozljedom prsišta mora biti individualan, uz prilagodbu situaciji. Zahvaljujući napretku medicine i tehnologije, ove ozljede se sve češće mogu liječiti i endovaskularno, postavljanjem stenta odnosno stent-grafta. Iako je potrebno vremena da se procijeni njihova dugoročna učinkovitost u odnosu na kirurško liječenje, rezultati dosadašnjih studija pokazuju da endovaskularne intervencije imaju manji broj komplikacija i manju postintervencijsku smrtnost nego otvorena kirurgija (2,23).

#### 4. Ozljeđe krvnih žila trbuha

Ozljeđe krvnih žila trbuha imaju veliku smrtnost (20% - 60%), posebice ako se radi o transaksijalnom putu ozljeđe, preko medijane linije trupa (50%). Penetrantna trauma je najčešći mehanizam nastanka vaskularne ozljeđe trbuha (do 90% u urbanim centrima) (29). Vaskularna ozljeđa u tupoj traumi abdomena može nastati na tri načina: naglom deceleracijom (kod sudara motornih vozila pri velikim brzinama), izravnim mehaničkim pritiskom sprijeda (automobilski pojas ili udarac u abdomen), te koštanim fragmentom nakon prijeloma kostiju zdjelice (2). Ovakvi ozljeđenici se prezentiraju u hitnim službama sa slobodnim krvarenjem u intraperitonealnoj šupljini ili kao hematoma retroperitoneja uz moguće ozljeđe intime i naknadne tromboze, a znakovi koji dodatno upućuju na vaskularnu ozljeđu su hipotenzija i distendirani trbuh. Hipotenzija je jedan od najvažnijih neovisnih čimbenika lošeg ishoda (2,29). Retroperitonealne ozljeđe se prema smještaju dijele u četiri zone. Prva zona, koja obuhvaća dio od aortalnog otvora dijafragme do sakralnog promontorija je dodatno podijeljena na supramezokoličnu i inframezokoličnu zonu. Supramezokolična zona sadržava suprarenalnu aortu s njezinim ograncima i početne dijelove renalnih arterija, supramezokoličnu donju šuplju venu i njezine pritoke, te gornju mezenteričnu venu. Inframezokolična zona obuhvaća infrarenalnu aortu i inframezokoličnu donju šuplju venu. U drugoj zoni se nalaze bubrezi, parakolični prostori i bubrežne krvne žile, treća obuhvaća zdjelični retroperitonej i ilijačne krvne žile, dok četvrta uključuje perihepatički prostor i retrohepatalnu donju šuplju venu. Kod ozljeđenika u neposrednom kardijalnom arestu koji su prethodno davali znakove života, potrebno je izvesti lijevu anterolateralnu torakotomiju, okludirati torakalnu aortu stezaljkom i pristupiti resuscitaciji srca. Ova metoda ima znatno veće izgleda za uspjeh nakon penetrantne traume prsišta, nego nakon tupe traume prsišta ili trbuha. Osim kod resuscitativne torakotomije, okluzija aorte se može učiniti na različitim mjestima kao metoda kontrole krvarenja (iznad dijafragme, supracelijačno, suprarenalno i infrarenalno), ovisno o potrebama određene operacije i ozljeđe. Nova alternativa ovoj metodi je endovaskularno postavljanje i inflacija balona u aortu preponskim pristupom (engl. "Resuscitative endovascular balloon occlusion of aorta", REBOA) čime se postiže djelomična ili potpuna kontrola krvarenja (2,19). Kod ovakvih teških ozljeđenika agresivna nadoknada tekućine povećava smrtnost i jačinu krvarenja zbog čega bi

nadoknada trebala biti poštena, uz poštivanje načela održavanja permisivne hipotenzije, osim kod ozljeđenika s iznimno velikim krvarenjima (30).

Kod većine ozljeda kirurški pristup na trbuh je totalna medijana laparotomija, ali, osim pripreme trbuha za kiruršku operaciju kod većih vaskularnih trauma potrebno je i čim prije pripremiti prsište i noge zbog potrebe za širenjem reza, kardijalnom resuscitacijom ili uzimanjem vene safene kao grafta. Inicijalni cilj laparotomije je procijeniti težinu i mjesto ozljede, što se postiže hitnom evisceracijom i evakuacijom krvi. Aktivna krvarenja bi se trebala sanirati čim je prije moguće, pritiskom na mjesto ozljede. Takvim načinom privremene kontrole osigurava se vrijeme koje je potrebno da se napravi daljnji operativni plan i idealni uvjeti za spašavanje života pacijenta (29). Tijekom laparotomije potrebno je učiniti sve da se spriječi hipotermija te ordinirati odgovarajuće pripravke krvi i plazme u adekvatnoj količini (2,19). Nakon učinjene laparotomije, vaskularna trauma se nađe u 14,3% ozljeda nastalih korištenjem vatrenog oružja, u 10% ubodnih rana te u 3% tupih ozljeda (31–33). Ozljede arterija su jednako učestale, dok se pojedinačno najčešće nađe ozljeda donje šuplje vene (25%), a zatim slijede aorta (21%), ilijačne arterije (20%), ilijačne vene (17%), gornja mezenterična vena (11%) i gornja mezenterična arterija (10%). Ove ozljede se najčešće evidentiraju tijekom operacije (34).

Svi retroperitonealni hematomi penetrantnog mehanizma nastanka bi trebali biti operativno eksplorirani (osim u slučaju malog hematoma u zoni četiri), ali se ne bi trebali otvarati do uspostave proksimalne i distalne kontrole krvarenja, jer se u njihovoj pozadini često nalazi vaskularna ili visceralna ozljeda. U slučaju da je hematom nastao tupom ozljedom, eksploriraju se uvijek oni koji se nalaze u zoni I, paraduodenalno ili u korijenu mezenterija, dok je eksploracija hematoma u zoni II i III rezervirana za rastuće, pulzirajuće ili krvareće hematomne, te za bolesnike bez pulsa u istostranoj preponi. Hematomi koji se nisu kirurški eksplorirali prate se obojenim doplerom ili MSCT angiografijom.

Nakon otvaranja hematoma, potrebno je identificirati ozlijeđenu krvnu žilu, zaustaviti krvarenje izravnim pritiskom, te uspostaviti proksimalnu i distalnu kontrolu. Nakon određivanja operativnog plana pristupa se definitivnoj sanaciji ozljede. Pristup velikim retroperitonealnim vaskularnim strukturama težak. Da bismo te strukture prikazali tijekom operacije, potrebno je napraviti mobilizaciju okolnog visceralnog peritoneja, a ovisno o mjestu ozljede, svakoj anatomskej zoni može se pristupiti različitim tehnikama i manevrima. Najteži je pristup supravezokoličnoj zoni I, zbog

postojanja velike količine vaskulature na tom području. Pristup na ovo područje se uspostavlja Mattoxovim manevrom - medijalnom visceralnom rotacijom organa gornjeg lijevog dijela trbuha u desno (fundus želuca, rep gušterače, slezena, lijevi kolon i lijevi bubreg). Postupak započinje incizijom lateralnog peritoneja sigmoidnog i silaznog kolona, nastavlja se tupom disekcijom i pomicanjem gore navedenih organa u desno, odnosno prema medijalnoj liniji. Ovim manevrom se mogu se prikazati suprarenalna aorta i njezini ogranci (osim desne bubrežne arterije). Ponekad se proksimalna kontrola krvarenja u ovom području može uspostaviti jedino lijevom torakotomijom i okluzijom descendentne aorte vaskularnom stezaljkom ili endoluminalnom okluzijom aorte. Za prikaz donje šuplje vene, desnog bubrega i njegovih pripadajućih žila, duodenuma i glave pankreasa, koriste se prošireni Kocherov i Cattel–Braaschov manevar (desnostrana medijalna visceralna rotacija, odnosno pomak visceralnih organa desne strane trbuha prema medijalnoj liniji). Inframezokoličnoj zoni jedan pristupa se retrakcijom poprečnog kolona prema van, pomicanjem dijela tankog crijeva na tom području u desno i rezom peritoneja koji prekriva žilje tog područja. Zbog težine ovih ozljeda i velikog rizika od intraoperativnog razvitka hipotermije, acidoze i koagulopatije, te, konačno, smrti, operativni zahvati kod bolesnika s vaskularnim ozljedama trbuha trebali bi se voditi načelom „kontrola štete“. Prva operacija koja se izvodi trebala bi biti isključivo u svrhu sanacije štete i spašavanja života, dok definitivno liječenje manje ugrožavajućih ozljeda treba pričekati naknadne operacije, kad se pacijent stabilizira. Ovakav koncept bi posebno trebao biti naglašen kod ozljeđenika starije dobe s brojnim pridruženim bolestima. Početna sanacija ozljeda i krvarenja tijekom prve operacije se kod ovih ozljeđenika postiže ligacijom kod većine venskih ozljeda, odnosno postavljanjem privremenog shunta kod arterijskih ozljeda. Nakon prve operacije zbog masivnih intraabdominalnih vaskularnih ozljeda, trbušna stijenka se obično ne zatvara primarnim šavom, zbog velike učestalosti abdominalnog kompartment sindroma, već se zatvara privremeno, “Bogota” vrećicom, zakrpom od sterilnog sintetskog materijala ili sustavom za primjenu negativnog tlaka, a bolesnik se upućuje u intenzivne jedinice gdje čeka definitivni popravak ozljede i definitivno zatvaranje trbušne stijenke. Alternativni način sanacije abdominalnih vaskularnih ozljeda je endovaskularna kirurgija uz pomoć koje se može postići prvotna, ali i definitivna stabilizacija krvarenja (angioembolizacija, postavljanje stenta) (2,4,19).



#### **4.1. Ozljede trbušne aorte**

Ozljede trbušne aorte gotovo uvijek nastaju penetrantnim mehanizmom, a najčešće je ozlijeđen dio aorte ispod mjesta izlaska renalnih arterija (50% slučajeva) (35). Ozljede trbušne aorte uzrokovane tupom traumom su iznimno rijetke (mogu se susresti kod prijeloma torakolumbalne kralježnice ili kod ozljeda uzrokovanih pritiskom automobilske pojase prilikom prometnih nesreća) i najčešće se prezentiraju kao ozljede intime, a rjeđe rupturom ili pseudoaneurizmom (36). Neovisno o mehanizmu nastanka, ozlijeđenici sa slobodnom rupturom trbušne aorte rijetko uspiju živi doći do bolnice i uglavnom umiru na mjestu nesreće. Smrtnost od tupe traume trbušne aorte je manja nego od penetrantne (30% naspram 67% do 85%, ovisno o različitim studijama). Ozljede aorte iznad polazišta bubrežnih arterija imaju znatno lošiju prognozu u odnosu na infrarenalne ozljede. Gotovo svi ozlijeđenici (93%) uz ozljedu aorte imaju i druge pridružene ozljede (tankog crijeva u 45% ozlijeđenika, kolona u 30%, jetara u 28%) (37–39). Dijagnoza se kod stabilnih bolesnika sa sumnjom na ozljedu abdominalne aorte postavlja CT angiografijom, a kod hemodinamski nestabilnih bolesnika hitnom laparotomijom. Bolesnici s penetrantnim ozljedama trbušne aorte zahtijevaju otvoreno kirurško liječenje, dok liječenje ozljeda nastalih tupom traumom ovisi o lokaciji i vrsti ozljede i može biti tretirano konzervativno, endoskopski, postavljanjem stent-grafta ili otvorenom kirurškom operacijom (2,37). Otvorenoj operaciji pristupa se metodama i manevrima opisanima u uvodu kao način pristupa zoni I retroperitoneuma, ovisno o mjestu same ozljede. Definitivni popravak aorte ostvaruje se korištenjem sintetskih graftova, pri čemu se poseban oprez pridaje toaleti trbušne šupljine zbog mogućnosti nastanka infekcije kod pridruženih ozljeda crijeva i izljeva fekalnog sadržaja, a graftovi i mjesta anastomoza se prekrivaju peritonealizacijom, te po potrebi i omentalnim režnjem (2).

#### **4.2. Ozljede celijačnog trunkusa**

Celijačni trunkus izlazi s prednje strane aorte u području T12/L1 kralješka te se nakon 1,5 cm grana na zajedničku jetrenu, lijevu želučanu i lijenalnu arteriju. Ozljede ovog područja su rijetke i uglavnom su povezane s penetrantnim traumama. Osnova liječenja ozljeda celijačnog trunkusa je čim ranija kontrola krvarenja, što se postiže kirurškim zbrinjavanjem same ozljede ili postavljanjem stezaljke oko aorte do

trenutka definitivnog zbrinjavanja. Usprkos velikoj smrtnosti ovih ozljeda (38% do 75%), ako se uspije pristupiti mjestu ozljede, bilo direktnom disekcijom iznad trbušne aorte, bilo medijalnom rotacijom organa gornjeg trbuha (korištenjem Mattox ili Catell – Braash manevara), sanacija ovih ozljeda je često, ali ne i uvijek, moguća jednostavnom ligacijom, koja se uglavnom dobro podnosi zbog dobro razvijene kolateralne cirkulacije tog područja (ako je kolateralna cirkulacija adekvatno prohodna i ne postoje pridružene ozljede tih krvnih žila) (2,40).

### **4.3. Ozljede gornje mezenterične arterije**

Gornja mezenterična arterija (GMA) polazi s prednje strane aorte, nešto kaudalnije od celijačnog trunkusa, u razini L1 kralješka, a zatim prelazi ispred uncinatnog procesusa gušterače i ulazi u korijen mezenterija. U svom toku daje brojne ogranke za opskrbu želuca, crijeva i gušterače krvlju. Ozljede ove arterije se dijele na četiri zone po Fullenu. Prva zona uključuje područje između mjesta izlaska GMA iz aorte pa do njezinog prvog ogranka, donje pankreatikoduodenalne arterije. Zona II se proteže od polazišta donje pankreatikoduodenalne arterije do polazišta srednje količne arterije, dok zona III obuhvaća arterijsko stablo GMA distalno od polazišta srednje količne arterije. Zona IV uključuje segmentalne crijevne ogranke. Ova podjela je bitna zbog pristupa liječenju ozljeda ovih žila, jer je ligacija opcija izbora u zonama III i IV, dok se u prve dvije zone mora izbjegavati kad god je moguće, jer bi se nakon ligacije razvila teška ishemija i nekroza tankog crijeva i desnog kolona. Klinička prezentacija ovih ozljeda ovisi o mehanizmu nastanka i vrsti ozljede, postojanju pridruženih ozljeda te vremenu koje je proteklo do dolaska u bolnicu, a smrtnost ovih ozljeda iznosi između 33% i 68% što najviše ovisi o mjestu ozljede (2,41,42). I kod ozljeda GMA glavni mehanizam nastanka ozljede je penetrantna trauma iako je tupa trauma kao mehanizam ozljede češća nego kod ozljeda drugih krvnih žila trbuha (10 do 20% svih ozljeda GMA). Iskrvarenje je glavni uzrok rane smrti ovih pacijenata dok su kasni uzroci smrti sepsa, višestruko zatajenje organa i ishemija crijeva (41). Ozljede GMA standardno se prikazuju lijevostranom medijalnom visceralnom rotacijom, ali u određenim slučajevima do GMA se može brzo pristupiti resekcijom vrata pankreasa ili proširenim Kocherovim manevrom. Eksploracija ozljede GMA trebala bi se raditi nakon uspostave privremene kontrole krvarenja pritiskom ili stezanja aorte stezaljkom, dok se eksploracija ne preporučuje

kod stabilnih hematoma bez ishemije crijeva nastalih tupom traumom. Terminoterminalna anastomoza je rijetko izvediva zbog malog, gusto zbijenog prostora i mnogobrojnih okolnih žila, ali se može pokušati učiniti kod oštih transekcija. Ostali načini rješavanja ovih ozljeda uključuju postavljanje interpozicijskog grafta (sintetskog ili venskog) ili ligaciju arterije u zoni III ili IV. Kod kritičnih i iznimno nestabilnih pacijenata zaustavljanje krvarenja se može pokušati postići i endovaskularnim metodama. Vaskularna anastomoza nakon kirurške rekonstrukcije se treba zaštititi prekrivanjem režnjem omentuma i okolnog tkiva od enzima gušterače. Svim bolesnicima treba postoperativno učiniti MSCT angiografiju, uz vrlo nizak prag indikacije za „second-look“ operaciju već na inicijalnoj operaciji (2,43).

#### **4.4. Renovaskularne ozljede**

Bubrežne arterije izlaze iz trbušne aorte u razini L2 kralješka. Desna arterija je nešto duža od lijeve i svom toku prolazi iza donje šuplje vene koja je štiti, zbog čega ima 1,3 do 1,6 puta manju šansu da se ozlijedi tupom traumom od lijeve bubrežne arterije (44,45). Otprilike 30% populacije ima dodatnu renalnu arteriju koja uglavnom završava u donjim polovima bubrega. Bubrežne vene se nalaze ispred arterija i primaju vene gonada i nadbubrežnih žlijezda, te silaznu lumbalnu venu. Tupa trauma renalne arterije uključuje otprilike 0,05% svih prijema zbog tupe traume i može se prezentirati razdorima intime, trombozom ili avulzijskom ozljedom (2,44). Smrtnost od ovih ozljeda je teška za procijeniti zbog čestih pridruženih teških ozljeda i kreće se između 0% i 57%, ovisno da li se radi o tupoj ili penetrantnoj traumi (44,46).

Dijagnoza penetrantnih renovaskularnih ozljeda uspostavlja se intraoperativno, dok se dijagnoza tupih renovaskularnih ozljeda najčešće postavlja korištenjem CT dijagnostike zbog malobrojnih ili odsutnih simptoma koji je prate. Kod ozljeđenika s renovaskularnim ozljedama nastalima tupom traumom (razdor intime, akutna okluzija žile, lažna aneurizma, arterijsko–venska fistula) prvi modalitet liječenja bi trebalo biti endovaskularno postavljanje stent-grafta, iako se zbog kasno postavljene dijagnoze češće pristupa otvoreno kirurški. Kirurško liječenje renovaskularnih ozljeda ovisi o mehanizmu i vrsti ozljede, vremenu do postavljanja dijagnoze, trajanju ishemije, općem stanju pacijenta, te o kvaliteti kontralateralnog bubrega. U stabilnih ozljeđenika kod kojih je ozljeda prepoznata unutar 6 sati, liječenje bi trebalo uključivati

revaskularizaciju. Kirurška rekonstrukcija bubrežnih arterija je definitivna metoda popravka ovih ozljeda i može se realizirati primjenom različitih metoda kao što su arteriorafija, venska zakrpa, resekcija i anastomoza ili postavljanje interpozicijskog grafta. Ipak, rekonstrukcija bubrežnih arterija serijetko izvodi kirurški, osim kod obostranih ozljeda bubrega, zbog lošeg dugoročnog ishoda, razvoja hipertenzije i povećane potrebe za naknadnom nefrektomijom (2,46). Kumulativni uspjeh kirurške revaskularizacije bubrežnih arterija je mali i iznosi 28% (47). Revaskularizacija renovaskularnih ozljeda postavljanjem stent-grafta endovaskularnim putem postupno zamjenjuje kiruršku revaskularizaciju i preporučuje se u svim slučajevima, osim kad se ozljeda bubrežnih arterija evidentira tek intraoperativno. Ozljede bubrežnih vena rješavaju se izravnim šavom ili ligacijom, u slučaju ekstenzivne ozljede (2).

#### **4.5. Ozljede ilijačnih krvnih žila**

Ozljede ovih žila se javljaju gotovo isključivo nakon penetrantne traume, iako ih može uzrokovati i tupa trauma, zbog rastezanja ili povlačenja preko koštanih struktura zdjelice. Penetrantnom traumom su najčešće zahvaćene zajedničke ilijačne arterije. Ilijačne krvne žile su ozlijeđene u oko 10% svih slučajeva abdominalne vaskularne ozljede i 2% svih vaskularnih trauma. Smrtnost kod ovih ozljeda iznosi između 24% i 40% (48). Pozitivna anamneza ozljede vatrenim oružjem, te hipotenzivan ozlijeđenik s distendiranim trbuhom bez palpabilnog femoralnog pulsa su indikativni za ozljedu ilijačnih arterija. Za dodatnu sigurnost i postavljanje dijagnoze koristi se MSCT angiografija. Kod ozlijeđenika s kroničnim ozljedama ili kod stabilnih ozlijeđenika s tupom traumom, terapija izbora je endovaskularna kirurgija s postavljanjem stenta, a kod ostalih se odmah pristupa otvorenoj kirurškoj operaciji. Sve penetrantne ozljede trebaju biti kirurški eksplorirane, kao i svi rastući, pulzirajući ili krvareći hematomi. Pristup ovim ozljedama najčešće je izravan, disekcijom peritoneja iznad ozljede, čime se dobiva na brzini prikaza, iako se optimalna izloženost ovih struktura postiže tek medijalnom rotacijom uzlaznog ili silaznog kolona. Tijekom ovih operacija potrebno je izolirati i pratiti tijekom mokraćovoda i vena koji se nalaze neposredno uz arterije, jer su ozljede ovih struktura često pridružene ozljedama arterija i zbog toga jer postoji mogućnost sekundarne, ijtrogene ozljede (2,48).

Ligacija ilijačnih arterija se ne preporučuje, zbog loših kratkoročnih i dugoročnih rezultata. Manje ozljede arterija mogu se zašiti 4-0 ili 5-0 vaskularnim šavovima, a veće se mogu zbrinuti termino-terminalnom anastomozom ili postavljanjem sintetskog grafta. Prije definitivnog popravka ozljede potrebno je uz pomoć balon-katetera ukloniti ugruške koji se mogu stvoriti kaudalno i kranijalno od mjesta lezije, odnosno arteriotomije (2).

Pristup i kirurško liječenje ozljeda ilijačnih vena su izuzetno teški, zbog njihovog položaja iza arterija, osobito na desnoj strani, u blizini konfluensa ilijačnih vena u donju šuplju venu (48). Mobilizacijom i povlačenjem nadležućih arterija pristupa se venama, a definitivni popravak ozljede uspostavlja se najčešće ligacijom vene. Postranični šav se izbjegava zbog velike učestalosti stenoze te posljedične tromboze i plućne embolije. Komplikacija na koju treba obratiti pozornost nakon ovih operacija je sindrom mišićnih odjeljaka ekstremiteta, jer zahtijeva hitnu fasciotomiju (2).

#### **4.6. Ozljede donje šuplje vene**

Tok donje šuplje vene počinje u razini L5 kralješka lateralno desno i iza aorte spajanjem dvaju zajedničkih ilijačnih vena. Donja šuplja vena prati aortu, prolazi iza jetre kroz dijafragmu i ulazi u desni atrij. U svojem toku prima brojne ogranke: desnu gonadalnu venu, desnu nadbubrežnu venu, bubrežne vene, lumbalne i dijafragmalne vene (2). Donja šuplja vena je najčešće ozlijeđena trbušna krvna žila, s udjelom od 25% svih vaskularnih trbušnih ozljeda (34). Tupom ozljedom je najčešće zahvaćen retrohepatalni segment vene, i takva ozljeda se javlja u oko 10% svih ozljeda donje šuplje vene. Dominantni mehanizam ozljeđivanja je penetrantna trauma u oko 87% slučajeva, dok ostatak ozljeda uključuje tupu traumu (49). U 18% bolesnika s ozljedom donje šuplje vene postoji i pridružena ozljeda aorte, a isti postotak ozljeda zahtijeva i hitnu torakotomiju (50). Ozljede donje šuplje vene praćene su velikom smrtnošću – polovica bolesnika umire prije dolaska u bolnicu, dok smrtnost kod onih koji uspiju živi doći do bolnice iznosi između 20% i 57% (49). Ozljede donje šuplje vene se često prezentiraju stabilnim hematoma u trbušnoj šupljini zbog niskih tlakova unutar same vene. Sve hematome koji su posljedica penetrantne traume potrebno je eksplorirati, s iznimkom retrohepatičkog hematoma. Ovisno o mjestu gdje se hematoma nalazi, ovisi i način pristupa na donju šuplju venu. U većini slučajeva, nakon incizije je potrebno primijeniti desnostranu medijalnu visceralnu rotaciju

(uzlaznog kolona, hepatalne fleksure kolona i dvanaesnika), te na taj način prikazati mjesto ozljede. Najteže se prikazuje retrohepatička lokalizacija hematoma, kojoj se pristupa desnim ili bilateralnim subkostalnim rezom, koji se, po potrebi, može proširiti na medijanu sternotomiju. U slučajevima kada ni takav pristup ne omogućuje kvalitetan prikaz retrohepatičkog hematoma i mjesta ozljede, mogu se učiniti radikalnije metode s kojima se postiže proksimalna i distalna kontrola kao što su: vaskularna izolacija jetre, atriokavalni shunt ili, rijetko, divizija jetre, kao oblik direktnog pristupa kod teških ozljeda. Definitivni popravak ozljeda donje šuplje vene postiže se lateralnom venorafijom, primjenom šavova tenzilne snage 3-0 ili 4-0.. Ligacija vene iznad razine bubrega je kontraindicirana zbog toga jer uzrokuje zatajenje bubrega, dok je ligacija ispod razine bubrega moguća, ali se koristi rijetko, uglavnom kod hemodinamski nestabilnih pacijenata s teškim ozljedama vene ili kod velikog rizika za razvoj stenoze nakon venorafije. Ozljeđenima se, nakon ligacije donje šuplje vene, primjenjuje postoperativna elevacija i elastična kompresija donjih ekstremiteta, zbog čestog nastanka edema nogu koji može prijeći u sindrom mišićnih odjeljaka (2,49,50).

#### **4.7. Ozljede portalnog venskog sustava**

Portalna vena nastaje spajanjem lijenalne i gornje mezenteričke vene, te u svom toku iza dvanaesnika ulazi u hepatoduodenalni ligament, nakon čega se grana u hilusu jetre. Ozljede portalne vene su rijetke, i čine otprilike 1% svih bolesnika laparotomiranih zbog traume (51). Skoro sve ozljede portalne vene (90%) nastaju zbog penetrantne traume (52). Smrtnost ovih ozljeda je velika, često zbog pridruženih teških ozljeda u trbuhu i iznosi oko 46% (53). Pacijenti s ovim ozljedama dolaze pretežno u hemoraškom šoku, zbog čega se odmah radi eksplorativna laparotomija, pri čemu se nađe hematom i aktivno krvarenje. Pristup portalnoj veni postiže se desnostranom medijalnom visceralnom rotacijom. Ako se ovim postupcima ne uspije vizualizirati ozljeda, opcija izbora je divizija glave gušterače, kojom se pristupa izravno na portalnu venu. Kad god je to moguće, ozljeda se sanira lateralnom venorafijom, a kompleksne rekonstrukcije se zbog teškog stanja pacijenta nastoje izbjeći. Ligacija portalne vene kod ozljeđenika sa zdravom jetrenom arterijom je moguća, ali se kod takvih pacijenata razvija edem crijeva, te se trbuh takvih

pacijenata nikad ne smije primarno zatvoriti jer će se u tom slučaju razviti abdominalni kompartment sindrom (2,51–53).

## **5. Ozljede krvnih žila ekstremiteta**

Vaskularne ozljede ekstremiteta uključuju 1% svih trauma, a njihov udio kod svih vaskularnih trauma varira od 36% do 44% (54,55). Većina ovih ozljeđenika su muškarci (70% - 86%) u dobi između 30 i 40 godina (2). Penetrantna i tupa trauma su približno jednako učestale (55.7%, odnosno 44.3%), ali je tupa trauma nešto češća kod donjih ekstremiteta dok je penetrantna učestalija kod gornjih ekstremiteta. Ozljede donjih ekstremiteta praćene su većom smrtnošću, češćim perioperativnim komplikacijama i većim postotkom amputacija u usporedbi s ozljedama gornjih ekstremiteta, jer se takvi ozljeđenici prezentiraju u lošijem stanju tijekom inicijalne obrade i imaju veću učestalost pridruženih ozljeda. Učestalost amputacija kod bolesnika s vaskularnom ozljedom ekstremiteta varira između 7% i 30%, a rizik raste kod ozljeda u području koljena ili lakta. Kod donjih ekstremiteta, ovisno o mehanizmu traume, najčešće ozlijeđene krvne žile su poplitealna arterija kod tupe traume i površinska femoralna arterija kod penetrantne traume; dok su u gornjim ekstremiteta najčešće ozlijeđene krvne žile podlaktice, neovisno o mehanizmu nastanka (54,56,57). Vaskularne ozljede ekstremiteta, a posebno one nastale tupom traumom, često su praćene i ozljedama drugih tkiva kao što su kosti, živci i meko tkivo, zbog čega je iznimno važno učiniti kompletan pregled ekstremiteta. Kod bolesnika koji se prezentiraju čvrstim znakovima ozljeda krvnih žila odmah se pristupa kirurškoj eksploraciji i popravku oštećenja, a kod bolesnika s mekim znakovima vaskularne ozljede indicirana je dodatna dijagnostička obrada. Zlatni standard u dijagnostici vaskularnih ozljeda ekstremiteta je MSCT angiografija, a kao dodatne dijagnostičke metode mogu se koristiti dupleks-ultrazvuk ili digitalna suptrakcijska angiografija (2).

Lakše ozljede krvnih žila ekstremiteta, kao što su manje ozljede intime, pseudoaneurizme ili arterijsko–venske fistule ne zahtijevaju uvijek operativno liječenje, ali ih se treba pratiti zbog mogućeg pogoršanja stanja i potrebe za intervencijom - endovaskularnom ili kirurškom (2). Otvorena kirurgija je osnovna metoda liječenja ozljeda krvnih žila ekstremiteta, a ozljedi se najčešće pristupa longitudinalnim rezovima proksimalno i distalno od mjesta ozljede. Incizije se prema potrebi mogu i produžiti nakon što se uspostavi kontrola krvarenja. Prilikom

debridmana bitna je procjena količine preostalog zdravog tkiva za pokrivanje ozljede nakon njene sanacije s ciljem smanjivanja rizika dehiscence i infekcije anastomoze, odnosno grafta. Prije definitivnog popravka ozljede potrebno je provjeriti prohodnost proksimalno i distalno od mjesta ozljede balon–kateterom zbog mogućnosti širenja ozljede intime koja može dovesti do tromboze. Kod definitivnog popravka uvijek je cilj postići kontinuitet žile i distalnu opskrbu krvlju. Ako to nije moguće bez vitalnog ugrožavanja bolesnika, pristupa se ligaciji žile i praćenju pacijenta, te, u slučaju nastanka ishemije revaskularizaciji, postavljanju shunta ili amputaciji. Tri su osnovne metode popravka ozljeda krvnih žila ekstremiteta: terminoterminalna anastomoza, angioplastika zakrpom i postavljanje interpozicijskog autolognog ili umjetnog grafta. Kao autologni graft najčešće se koristi vena safena – uglavnom kod otvorenih kontaminiranih ozljeda kod kojih je velik rizik infekcije (2). Posljednjih desetljeća se sve više koristi endovaskularno liječenje postavljanjem stent-grafta, zbog jednostavnosti, te razvoja hibridnih kirurških sala i idealno je kod penetrantnih ozljeda male energije, kod teže pristupačnih lokalizacija, posebice na donjem ekstremitetu i kod ozljeda kod kojih je rizik od ijtrogene ozljede velik. Endovaskularno liječenje može se koristiti kao definitivni zahvat ili kao oblik kontrole štete koji će omogućiti preživljavanje pacijenta do stabilizacije i definitivne kirurške reparacije ozljede, ako je ona potrebna (58).

### **5.1. Ozljede krvnih žila gornjih ekstremiteta**

Ozljeda aksilarne arterije pretežno se javlja kod penetrantnih trauma i često su joj pridružene ozljede brahijalnog plexusa. U dijagnozi ovih ozljeda koriste se MSCT angiografija i ultrazvuk - obojeni dopler. Ove ozljede se najčešće zbrinjavaju primarnim popravkom ili postavljanjem interpozicijskog grafta, s iznimkom ozljeda proksimalnog dijela arterije, kod kojih se, zbog težeg pristupa ozljedi, liječenje može provesti i endovaskularnim tehnikama i postavljanjem stenta, odnosno stent-grafta. Kirurški pristup je pretežno infraklavikularni ili prednji aksilarni. Ozljede vena većinom se zbrinjavaju lateralnom venorafijom (2,59).

Ozljede brahijalne arterije su češće uzrokovane tupom traumom, prilikom koje je došlo do frakture nadlaktične kosti ili luksacije lakta i ozljede žile. Ozljeda se može potvrditi CT angiografijom ili ultrazvukom. Ove ozljede se uglavnom liječe otvorenim kirurškim pristupom – terminoterminalnom anastomozom ili postavljanjem



interpozicijskog grafta, najčešće vene safene. Ozljede vena nadlaktice liječe se lateralnom venorafijom ili ligacijom (2,60,61).

Ozljede radijalne i ulnarne arterije uglavnom su praćene i velikim oštećenjima lokalnog mekog tkiva. Dijagnoza se može postaviti doplerom i Allenovim testom za procjenu opskrbe palmarnog luka. Kod ozljeda samo jedne od podlaktičnih arterija, odluka o vrsti liječenja ovisi o prohodnosti palmarnog luka i prohodnosti druge magistralne arterije, pa se tako kod prohodnog luka radi ligacija ozlijeđene arterije, ako je druga prohodna. Ako je palmarni luk neprohodan ili je druga magistralna arterija otprije okludirana, potrebna je reparacija ozlijeđene arterije. U slučaju ozljeda obje arterije, radi se reparacija ulnarne arterije (2,60).

## **5.2. Ozljede krvnih žila donjih ekstremiteta**

Ozljede bedrene arterije uglavnom su praćene odsutnošću distalnog pulsa i ostalim čvrstim znakovima u ekstremitetu zahvaćenom ozljedom, ali u slučaju bilo kakvih sumnji, MSCT angiografija je metoda izbora za dokaz ozljede. Sve penetrantne ozljede moraju biti kirurški eksplorirane. Ozljede duboke bedrene arterije se najčešće zbrinjavaju postavljanjem kratkog interpozicijskog grafta ili venske zakrpe, a kod površinske bedrene arterije, ozljeda se ponekad može popraviti i terminoterminalnom anastomozom. Krvarenje iz ozlijeđenih ogranaka duboke bedrene arterije može se zaustaviti i endovaskularnom embolizacijom (2).

Na ozljede poplitealne arterije, slično kao i kod brahijalne arterije, bi se trebalo posumnjati kod svakog prijeloma ili ozljede u području koljena. Traume poplitealne arterije prati velika učestalost amputacija (čak do 30%). Kod ovih ozljeda brza i rana dijagnoza je iznimno bitna, bilo angiografijom kod hemodinamski stabilnog bolesnika, bilo brzom kirurškom eksploracijom ozljede kod hemodinamski nestabilnog bolesnika ili neposredne ugroženosti ekstremiteta ishemijom, te kod aktivnog krvarenja; jer je to jedini čimbenik koji smanjuje postotak amputacija. Na poplitealnu arteriju pristupa se najčešće medijalnim rezom iznad i ispod razine koljena, a ti rezovi se mogu proširiti u svim smjerovima po potrebi. Ponekad je potreban i stražnji pristup, "S" incizijom u poplitealnoj jami. Definitivno liječenje postiže se postavljanjem interpozicijskog grafta, češće venskog nego sintetskog, a tek rijetko primarnom anastomozom, zbog lošeg anatomskeg položaja arterije (2,19).

Na ozljede arterija potkoljenice trebalo bi se posumnjati kod svih penetrantnih ozljeda, posebice kod onih s velikom energijom projektila. Ove ozljede se prezentiraju nedostatkom distalnog pulsa i ishemijskim promjenama stopala, i često su udružene s ozljedama kosti i mekih tkiva. Oštećenje jedne potkoljenične arterije obično ne zahtijeva rekonstrukciju zbog rijetkih potreba za amputacijom. Kod ozljeda većeg broja potkoljeničnih arterija, uglavnom je dovoljno napraviti rekonstrukciju jedne od njih. Pristup na tibijalne arterije se postiže kroz prednje ili stražnje odjeljke lista, a pristup na fibularnu arteriju zahtijeva resekciju dijela fibule. Definitivni oblik liječenja ovih ozljeda je kirurški, postavljanjem interpozicijskog grafta ili spajanjem krajeva, dok se komplikacije kao što su pseduoaneurizme ili arterijsko–venske fistule zbrinjavaju endovaskularnim tehnikama i postavljanjem stent-graftova (2,62).

## 6. Zahvale

Prije svega zahvaljujem svom mentoru doc. dr. sc. Tomislavu Meštroviću, dr. med. na prilici koju mi je pružio te na velikoj pomoći, angažmanu i savjetima oko izrade ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem i svim ostalim profesorima i suradnicima Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na trudu i vremenu koje su utrošili u naše obrazovanje tijekom ovih 6 godina studija.

Zahvaljujem se i svim svojim kolegama i prijateljima sa fakulteta s kojima sam zajedno prebrodio ovaj period studentskog života, a posebice mojoj djevojci Tei koja mi je uvijek bila podrška i dijelila sa mnom brige i veselje koje sam doživio tijekom studija.

Na kraju, želio bih se zahvaliti i svojoj obitelji, posebice roditeljima Đaniju i Ivani, te djedu Anti na bezrezervnoj potpori i pomoći koju sam imao tijekom svakog koraka i bez kojih ništa od ovoga ne bi bilo moguće.

## 7. Literatura

1. Biloš BI i sur. Ozljede u Republici Hrvatskoj. Hrvatska: Hrvatski zavod za javno zdravstvo. 2014.
2. Sidawy AN, Perler AB. Rutherford's Vascular Surgery and Endovascular Therapy. 9. izd. Philadelphia(PA): Elsevier; 2019.
3. Rhee P, Joseph B, Pandit V, Aziz H, Vercruyssen G, Kulvatunyou N, i sur. Increasing trauma deaths in the United States. *Ann Surg.* 2014.;260(1):13–21.
4. Davies HA, Brophy MC, ur. Vascular surgery. United States of America: Springer; 2006.
5. Savić D, Glavina, Tadić J. Dostupnost oružja i broja ubojstava u državama s prostora bivše Jugoslavije. *Zagreb: Policijska Sigur.* 2011;3:380-399.
6. Sobrino J, Shafi S. Timing and causes of death after injuries. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2013.;26(2):120–3.
7. Rich N-M, McKay P-L, Welling D-R, Rasmussen T-E. Vascular trauma: selected historical reflections from the western world. *Chinese J Traumatol = Zhonghua chuang shang za zhi.* 2011.;14(2):67–73.
8. Pedro TGR DJ. Surgical Management of Vascular Trauma. *Surg Clin N Am.* 2017.;1133–55.
9. Nathens AB, Jurkovich GJ, Rivara FP, Maier R V. Effectiveness of state trauma systems in reducing injury-related mortality: a national evaluation. *J Trauma.* 2000.;48(1):21–5.
10. David JS, Bouzat P, Raux M. Evolution and organisation of trauma systems. *Anaesthesia, Crit care pain Med.* 2019.;38(2):161–7.
11. Celso B, Tepas J, Langland-Orban B, Pracht E, Papa L, Lottenberg L, i sur. A systematic review and meta-analysis comparing outcome of severely injured patients treated in trauma centers following the establishment of trauma systems. *J Trauma.* 2006.;60(2):371–8; discussion 378.
12. Twijnstra MJ, Moons KGM, Simmermacher RKJ, Leenen LPH. Regional trauma system reduces mortality and changes admission rates: a before and after study. *Ann Surg.* 2010.;251(2):339–43.
13. MacKenzie EJ, Weir S, Rivara FP, Jurkovich GJ, Nathens AB, Wang W, i sur. The value of trauma center care. *J Trauma.* 2010.;69(1):1–10.
14. Liu J-L, Li J-Y, Jiang P, Jia W, Tian X, Cheng Z-Y, i sur. Literature review of

- peripheral vascular trauma: Is the era of intervention coming? *Chinese J Traumatol = Zhonghua chuang shang za zhi*. 2020.;23(1):5–9.
15. Bryden DW, Tilghman JI, Hinds SR. Blast-Related Traumatic Brain Injury: Current Concepts and Research Considerations. *J Exp Neurosci [Internet]*. 2019.;13:1179069519872213. Dostupno na: <https://europepmc.org/articles/PMC6743194>
  16. Huber GH, Manna B. Vascular Extremity Trauma. U: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [pristupljeno 15.05.2021.] Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536925/>
  17. Konstantinidis A, Inaba K, Dubose J, Barmparas G, Lam L, Plurad D, i sur. Vascular trauma in geriatric patients: a national trauma databank review. *J Trauma*. 2011.;71(4):909–16.
  18. Harmsen A, Giannakopoulos G, Moerbeek P, Jansma EP, Bonjer J, Bloemers F. The influence of prehospital time on trauma patients outcome: A systematic review. *Injury*. 2015.;5.
  19. Seabrook G. Haimovici's Vascular Surgery, Fifth Edition. U: Haimovici's Vascular Surgery: 6th Edition. 2008. str. 843–58.
  20. Fabian TC, Patton JHJ, Croce MA, Minard G, Kudsk KA, Pritchard FE. Blunt carotid injury. Importance of early diagnosis and anticoagulant therapy. *Ann Surg*. 1996.;223(5):513–5.
  21. Reid JD, Weigelt JA. Forty-three cases of vertebral artery trauma. *J Trauma*. 1988.;28(7):1007–12.
  22. Mwipatayi BP, Jeffery P, Beningfield SJ, Motale P, Tunncliffe J, Navsaria PH. Management of extra-cranial vertebral artery injuries. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg*. 2004.;27(2):157–62.
  23. KL M. Thoracic Vascular Trauma. *J Vasc Surg*. 1988.;7(5):725–9.
  24. Demetriades D, Velmahos GC. Penetrating injuries of the chest: indications for operation. *Scand J Surg SJS Off organ Finnish Surg Soc Scand Surg Soc*. 2002.;91(1):41–5.
  25. Gasparri M, Karmy-Jones R, Kralovich KA, Patton JHJ, Arbabi S. Pulmonary tractotomy versus lung resection: viable options in penetrating lung injury. *J Trauma*. 2001.;51(6):1092–7.
  26. Clancy T V, Gary Maxwell J, Covington DL, Brinker CC, Blackman D. A statewide analysis of level I and II trauma centers for patients with major

- injuries. *J Trauma* [Internet]. 2001.;51(2):346—351. Dostupno na: <https://doi.org/10.1097/00005373-200108000-00021>
27. DuBose JJ, Leake SS, Brenner M, Pasley J, O'Callaghan T, Luo-Owen X, i sur. Contemporary management and outcomes of blunt thoracic aortic injury: a multicenter retrospective study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015.;78(2):360–9.
  28. Demetriades D, Velmahos GC, Scalea TM, Jurkovich GJ, Karmy-Jones R, Teixeira PG, i sur. Operative repair or endovascular stent graft in blunt traumatic thoracic aortic injuries: results of an American Association for the Surgery of Trauma Multicenter Study. *J Trauma*. 2008.;64(3):561.
  29. Kobayashi LM, Costantini TW, Hamel MG, Dierksheide JE, Coimbra R. Abdominal vascular trauma. *Trauma Surg acute care open*. 2016.;1(1):e000015.
  30. Stern SA, Dronen SC, Birrer P, Wang X. Effect of blood pressure on hemorrhage volume and survival in a near-fatal hemorrhage model incorporating a vascular injury. *Ann Emerg Med*. 1993.;22(2):155–63.
  31. Demetriades D, Velmahos G, Cornwell E 3rd, Berne T V, Cober S, Bhasin PS, i sur. Selective nonoperative management of gunshot wounds of the anterior abdomen. *Arch Surg*. 1997.;132(2):178–83.
  32. Feliciano D V. Abdominal vascular injuries. *Surg Clin North Am*. 1988.;68(4):741–55.
  33. Cox EF. Blunt abdominal trauma. A 5-year analysis of 870 patients requiring celiotomy. *Ann Surg*. 1984.;199(4):467–74.
  34. Asensio JA, Chahwan S, Hanpeter D, Demetriades D, Forno W, Gambaro E, i sur. Operative management and outcome of 302 abdominal vascular injuries. *Am J Surg*. 2000.;180(6):524–8.
  35. Lopez-Viego MA, Snyder WH 3rd, Valentine RJ, Clagett GP. Penetrating abdominal aortic trauma: a report of 129 cases. *J Vasc Surg*. 1992.;16(3):332–6.
  36. Inaba K, Kirkpatrick AW, Finkelstein J, Murphy J, Brenneman FD, Boulanger BR, i sur. Blunt abdominal aortic trauma in association with thoracolumbar spine fractures. *Injury*. 2001.;32(3):201–7.
  37. de Mestral C, Dueck AD, Gomez D, Haas B, Nathens AB. Associated injuries, management, and outcomes of blunt abdominal aortic injury. *J Vasc Surg*.

- 2012.;56(3):656–60.
38. Demetriades D, Theodorou D, Murray J, Asensio JA, Cornwell EE, Velmahos G, i sur. Mortality and prognostic factors in penetrating injuries of the aorta. *J Trauma* [Internet]. 1996.;40(5):761—763. Dostupno na: <https://doi.org/10.1097/00005373-199605000-00013>
  39. Degiannis E, Levy RD, Florizoone MG, Badicel T V, Badicel M, Saadia R. Gunshot injuries of the abdominal aorta: a continuing challenge. *Injury*. 1997.;28(3):195–7.
  40. Asensio JA, Forno W, Roldán G, Petrone P, Rojo E, Ceballos J, i sur. Visceral vascular injuries. *Surg Clin North Am* [Internet]. 2002.;82(1):1—20, xix. Dostupno na: [https://doi.org/10.1016/S0039-6109\(03\)00138-5](https://doi.org/10.1016/S0039-6109(03)00138-5)
  41. Asensio JA, Berne JD, Chahwan S, Hanpeter D, Demetriades D, Marengo J, i sur. Traumatic injury to the superior mesenteric artery. *Am J Surg*. 1999.;178(3):235–9.
  42. Sirinek KR, Gaskill HV 3rd, Root HD, Levine BA. Truncal vascular injury--factors influencing survival. *J Trauma*. 1983.;23(5):372–7.
  43. Lucas AE, Richardson JD, Flint LM, Polk HCJ. Traumatic injury of the proximal superior mesenteric artery. *Ann Surg*. 1981.;193(1):30–4.
  44. Sangthong B, Demetriades D, Martin M, Salim A, Brown C, Inaba K, i sur. Management and hospital outcomes of blunt renal artery injuries: analysis of 517 patients from the National Trauma Data Bank. *J Am Coll Surg*. 2006.;203(5):612–7.
  45. Spirnak JP, Resnick MI. Revascularization of traumatic thrombosis of the renal artery. *Surg Gynecol Obstet*. 1987.;164(1):22–6.
  46. Tillou A, Romero J, Asensio JA, Best CD, Petrone P, Roldan G, i sur. Renal vascular injuries. *Surg Clin North Am*. 2001.;81(6):1417–30.
  47. Haas CA, Dinchman KH, Nasrallah PF, Spirnak JP. Traumatic renal artery occlusion: a 15-year review. *J Trauma*. 1998.;45(3):557–61.
  48. Lee JT, Bongard FS. Iliac vessel injuries. *Surg Clin North Am*. 2002.;82(1):21–48, xix.
  49. Kuehne J, Frankhouse J, Modrall G, Golshani S, Aziz I, Demetriades D, i sur. Determinants of survival after inferior vena cava trauma. *Am Surg*. 1999.;65(10):976–81.
  50. Buckman RF, Pathak AS, Badellino MM, Bradley KM. Injuries of the inferior

- vena cava. *Surg Clin North Am.* 2001.;81(6):1431–47.
51. Mattox KL, Espada R, Beall ARJ. Traumatic injury to the portal vein. *Ann Surg.* 1975.;181(5):519–22.
  52. Buckman RF, Pathak AS, Badellino MM, Bradley KM. Portal vein injuries. *Surg Clin North Am.* 2001.;81(6):1449–62.
  53. Stone HH, Fabian TC, Turkleson ML. Wounds of the portal venous system. *World J Surg.* 1982.;6(3):335–41.
  54. Perkins ZB, De'Ath HD, Aylwin C, Brohi K, Walsh M, Tai NRM. Epidemiology and outcome of vascular trauma at a British Major Trauma Centre. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* 2012.;44(2):203–9.
  55. DuBose JJ, Savage SA, Fabian TC, Menaker J, Scalea T, Holcomb JB, i sur. The American Association for the Surgery of Trauma PROspective Observational Vascular Injury Treatment (PROOVIT) registry: multicenter data on modern vascular injury diagnosis, management, and outcomes. *J Trauma Acute Care Surg [Internet].* 2015.;78(2):215—22; discussion 222—3. Dostupno na: <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000520>
  56. Tan T-W, Joglar FL, Hamburg NM, Eberhardt RT, Shaw PM, Rybin D, i sur. Limb outcome and mortality in lower and upper extremity arterial injury: a comparison using the National Trauma Data Bank. *Vasc Endovascular Surg.* 2011.;45(7):592–7.
  57. Kauvar DS, Sarfati MR, Kraiss LW. National trauma databank analysis of mortality and limb loss in isolated lower extremity vascular trauma. *J Vasc Surg.* 2011.;53(6):1598–603.
  58. Johnson CA. Endovascular management of peripheral vascular trauma. *Semin Intervent Radiol.* 2010.;27(1):38–43.
  59. Graham JM, Mattox KL, Feliciano D V, DeBakey ME. Vascular injuries of the axilla. *Ann Surg.* 1982.;195(2):232–8.
  60. Franz RW, Goodwin RB, Hartman JF, Wright ML. Management of upper extremity arterial injuries at an urban level I trauma center. *Ann Vasc Surg.* 2009.;23(1):8–16.
  61. Ergunes K, Yilik L, Ozsoyler I, Kestelli M, Ozbek C, Gurbuz A. Traumatic brachial artery injuries. *Texas Hear Inst J.* 2006.;33(1):31–4.
  62. Padberg FTJ, Rubelowsky JJ, Hernandez-Maldonado JJ, Milazzo V, Swan KG, Lee BC, i sur. Infrapopliteal arterial injury: prompt revascularization affords



optimal limb salvage. J Vasc Surg. 1992.;16(6):876-7.

## 8. Životopis

### OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Toni Radić  
Datum rođenja: 01.01.1997.  
Mjesto rođenja: Makarska, Hrvatska

### ŠKOLOVANJE

2015.-2021. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
2011.-2015. I. Gimnazija Varaždin (prirodoslovno – matematički smjer)  
2007.-2011. VI. OŠ Varaždin  
2003.-2007. OŠ Bariše Granića Meštra, Baška Voda

### IZVANNASTAVNE AKTIVNOSTI PRI MEDICINSKOM FAKULTETU

2020.-2021. volonter u pozivnom centru Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (praćenje kontakata pozitivnih na COVID-19)  
25.11.2020. objavljen zajednički rad sa temom Gender differences in acute coronary syndrome: experience from the Croatian branch of the ISACS-CT registry u European Heart Journal  
2019.-2021. voditelj Odbora za muški rukomet pri Sportskoj udruzi studenata medicine (SportMEF)  
2018./2019. Rektorova nagrada za društveno koristan rad u akademskoj i široj zajednici Biomedicine i zdravstva Sveučilišta u Zagrebu za sudjelovanje u radu i napredovanju ISACS-CT registra  
2019.-2021. aktivni član Sekcije za kirurgiju  
2018.-2021. Studentski koordinator PANORAMA-HF kliničkog istraživanja u pedijatrijskog populaciji  
2017.-2021. član tima International Survey of Acute Coronary Syndrome in Transitional Countries (ISACS-CT) Hrvatske  
2016.-2017. demonstrator na Katedri za anatomiju i kliničku anatomiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

### POSEBNA ZNANJA I VJEŠTINE

Strani jezici: aktivno služenje engleskim u govoru i pismu  
Rad na računalu: MS Office, Internet  
Vozačka dozvola: B kategorija  
Sportske aktivnosti: rukomet, podvodni ribolov