

# Ozljede kraljeznice

---

**Kuran, Ivan**

**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:105:610082>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-26**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**MEDICINSKI FAKULTET**

**Ivan Kuran**

**Ozljede kralježnice**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2021.**

Ovaj diplomski rad izrađen je u Zavodu za traumatologiju i koštano-zglobnu kirurgiju Klinike za kirurgiju Kliničkog bolničkog centra Zagreb, pod vodstvom mentora doc.dr.sc. Ivana Dobrića, dr.med. i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2020./2021.

## **Popis i objašnjenje korištenih kratica**

WHO – Svjetska zdravstvena organizacija (eng. World Health Organization)

GCS – Glasgow Coma Scale

NEXUS – National Emergency X-Radiography Utilization Study

CCR – Canadian C-Spine Rule

CT – kompjuterizirana tomografija

ASIA – American Spinal Injury Association

AIS – ASIA Impairment Scale

MR – magnetska rezonancija

STIR – short-tau-inversion-recovery

AO – skupina za pitanja unutarnje fiksacije kostiju (njem. Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen)

SLIC – Subaxial Injury Classification System

TLICS – Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score

TLSO – torakolumbosakralna ortoza

LSO – lumbosakralna ortoza

CASH – cruciform anterior spinal hyperextension

PEEK – poli-eter-eter-ke-ton

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Epidemiologija.....	1
3. Anatomija kralježnice .....	2
4. Inicijalno zbrinjavanje i imobilizacija.....	3
5. Procjena neurološkog deficita.....	7
6. Radiološka dijagnostika .....	10
7. Klasifikacija .....	12
7.1. Ozljede vratne kralježnice.....	12
7.1.1. Ozljede gornje vratne kralježnice .....	12
7.1.2. Ozljede donje vratne kralježnice.....	14
7.2. Ozljede torakolumbalne kralježnice.....	17
8. Liječenje.....	21
8.1. Konzervativno liječenje.....	21
8.1.1. Konzervativno liječenje ozljeda vratne kralježnice .....	22
8.1.2. Konzervativno liječenje ozljeda torakolumbalne kralježnice .....	23
8.2. Kirurško liječenje.....	24
8.2.1. Kirurško liječenje ozljeda vratne kralježnice .....	24
8.2.2. Kirurško liječenje ozljeda torakolumbalne kralježnice .....	26
9. Rehabilitacija i oporavak .....	29
10. Zaključak .....	32
11. Zahvale .....	33
12. Literatura .....	34
13. Životopis.....	44

## **Sažetak**

Naslov rada: Ozljede kralježnice

Autor: Ivan Kuran

Ozljede kralježnice uključuju ozljede kralježaka i diskoligamentnih komponenti kralježničnog stupa te ozljede kralježnične moždine i korijena spinalnih živaca. Najčešće se događaju prilikom prometnih nesreća i padova. Ukupna incidencija ozljeda kralježnice je 10,5 na 100000 osoba godišnje u svijetu. To su relativno rijetke ozljede, ali predstavljaju velik javnozdravstveni problem jer mogu uzrokovati invaliditet koji se može razviti kao posljedica ozljede kralježnične moždine te vodi do smanjenja kvalitete i očekivanog trajanja života. Zbrinjavanje ozljeda kralježnice počinje od trenutka prvog kontakta s bolesnikom. Ako postoji sumnja na ozljedu kralježnice nužno je primijeniti mjere ograničavanja pokretljivosti kralježnice koristeći ovratnik i dasku za imobilizaciju. Mjere ograničavanja pokretljivosti kralježnice treba primjenjivati dok se ne isključi nestabilna ozljeda kralježnice. Prisutnost ozljede kralježnice se potvrđuje metodama radiološke dijagnostike: konvencionalni rendgenogram, kompjuterizirana tomografija ili magnetska rezonancija. Za precizno opisivanje težine ozljede te odluku o konačnom načinu liječenja koriste se klasifikacijski sustavi za ozljede kralježnice. Liječenje može biti konzervativno i kirurško. Većina ozljeda kralježnice se liječi konzervativno. Konzervativno liječenje se temelji na nošenju odgovarajućih ortoza za zaštitu i ograničavanje pokretljivosti kralježnice, uz primjenu analgezije i provođenje fizikalne terapije. Kirurški se liječe nestabilne ozljede i ozljede s neurološkim deficitom. Kirurško liječenje se temelji na dekompresiji komponenti živčanog sustava, prednjoj ili stražnjoj fiksaciji što kraćeg dijela kralježnice i fuziji kralježaka primjenom koštanih presadaka ili implantata. Nakon liječenja je nužno što ranije započeti s rehabilitacijom u svrhu sprječavanja nastanka komplikacija i postizanja najboljeg mogućeg oporavka funkcija bolesnika.

**Ključne riječi:** kralježnica, imobilizacija, klasifikacija ozljeda, neurološki deficit, ortoza, fiksacija, rehabilitacija

## **Summary**

Title: Spine injuries

Author: Ivan Kuran

Spine injuries include injuries to the vertebrae, discoligamentous components of the spinal column, spinal cord and spinal nerve roots. They are most frequently caused by road traffic accidents and falls. Total global incidence of spinal injuries is 10,5 per 100000 persons per year. Spine injuries are relatively infrequent, but they are a major issue for health care systems because they can cause disability as consequence of damage to the spinal cord, which causes reduced quality of life and reduced life expectancy. Management of spinal injuries begins from the moment of first contact with the patient. If a spinal injury is suspected, it is vital to provide spinal motion restriction using cervical collar and spinal backboard. Spinal motion restriction must be maintained until unstable injury is excluded. Presence of spinal injury is confirmed by radiologic techniques: X-ray, computed tomography and magnetic resonance imaging. Classification systems for spinal injuries are used to provide detailed description of severity of the injury and to guide decision about the definitive treatment. Treatment of the spinal injuries can be conservative and surgical. Majority of the spinal injuries are treated conservatively. Conservative treatment is based on wearing appropriate orthosis, analgesia and conducting physical therapy. Unstable injuries and injuries with neurologic impairment are treated surgically. Surgical treatment is based on decompression of components of the nervous system, anterior or posterior fixation of short segment of the spine and fusion of the vertebrae using bone grafts or implants. When the treatment is finished, it is necessary to start rehabilitation as early as possible to prevent complications and achieve optimal functional recovery of the patient.

**Key words:** spine, immobilization, injury classification, neurologic impairment, orthosis, fixation, rehabilitation

## 1. Uvod

Ozljede kralježnice uključuju ozljede koštanih struktura i diskoligamentnih komponenti kralježničnog stupa, ozljede kralježnične moždine i korijena spinalnih živaca. Ozljede mogu nastati kao posljedica niskoenergetskih i visokoenergetskih mehanizama te kao sekundarna posljedica tupe ili penetrantne ozljede. Oštećenje kralježničnog stupa može voditi do mehaničke nestabilnosti, boli i oštećene pokretljivosti. Ozljeda živčanih struktura obično rezultira djelomičnom ili potpunom paralizom. Ozljeda kralježnične moždine uzrokuje neurološki deficit. Neovisno o vrsti ozljede, ozljeda kralježnice može uzrokovati tešku onesposobljenost ili smrt (1).

## 2. Epidemiologija

Prema radu (1) u kojem je istraživana incidencija ozljeda kralježnice po regijama Svjetske zdravstvene organizacije (engl. „*World Health Organization*“, WHO) i prihodovnim grupama Svjetske banke, ukupna globalna incidencija traumatskih ozljeda kralježnice je 10,5 na 100000 osoba godišnje (95% CI 8,6-12,84/100000). Procijenjeni broj slučajeva godišnje u svijetu je između 768473 i 790695. Od ukupnog broja osoba sa ozljedom kralježnice u svijetu, 37,3% je imalo ozljedu kralježnične moždine. Srednja dob bolesnika s ozljedom kralježnice je 39,8 godina. Prosječni omjer muškaraca i žena među zahvaćenima je 3,37, što ukazuje da su muškarci češće od žena zahvaćeni ozljedom kralježnice. Ozljedama je najčešće zahvaćena vratna kralježnica s udjelom od 46,02%, a najrjeđe lumbosakralna kralježnica s udjelom od 24,8%. Najčešći mehanizmi nastanka ozljede kralježnice su prometne nesreće s udjelom od 39,5% i padovi s udjelom od 38,8%. Prijavljeni mortalitet posljedičan ozljedama kralježnice varira od 0% do 60%. Udio bolesnika koji su podvrgnuti kirurškom zahvatu varira od 36,4% do 59,1% (1).

Ozljede kralježnice se događaju na dijelovima s najvećom pokretljivošću. Epidemiološke studije pokazuju bimodalnu dobnu distribuciju bolesnika s ozljedom kralježnice. Prvi vršak se pojavljuje kod adolescenata i mlađih odraslih osoba, a drugi u populaciji starijih od 65 godina. Očekivani životni vijek za bolesnike s pretrpljenom ozljedom kralježnice je značajno niži nego u općoj populaciji (2).



Istraživanje Olivera i suradnika (3) je pokazalo da postoji polagani pad incidencije smrtnosti zbog ozljeda kralježnice, unatoč tome što ozbiljnost ozljede u populaciji bolesnika s ozljedom kralježnice ostaje konstantna. Smatra se da je to poboljšanje posljedica učinkovitije implementacije preventivnih mjera, šire dostupnosti specijaliziranih trauma-centara i usmjerenosti na koordiniranu multidisciplinarnu skrb, te općeg napretka u skrbi za traumatiziranog bolesnika, što uključuje napredak u reanimaciji, dijagnostici, intenzivnom liječenju i kirurškim intervencijama (3).

Traumatske ozljede kralježnice imaju velik javnozdravstveni značaj. Zbog rezidualne onesposobljenosti koja može biti prisutna u bolesnika koji prežive ozljedu kralježnice, one predstavljaju veliko opterećenje za zdravstveni sustav (3). Ozljede kralježnice s neurološkim ispadom su značajan uzrok smrti i onesposobljenosti, a uzroci su najčešće sprječivi. Takve ozljede imaju značajne posljedice za bolesnike i njihove obitelji jer često uzrokuju smrt ili tešku onesposobljenost. Javnozdravstvene politike bi se trebale usmjeriti prema prevenciji ozljeda kralježnice povećanjem sigurnosti cestovnog prometa te sprečavanjem padova i ozljeda u radnom i kućnom okruženju (1).

### **3. Anatomija kralježnice**

Kralježnica je kompleksan sustav koji se sastoji od koštanih, ligamentnih i mišićnih komponenti te komponenti živčanog sustava. Ljudski kralježnični stup se sastoji od 33 kralješka podijeljenih u 5 anatomskih regija: 7 cervikalnih (C1 do C7), 12 torakalnih (T1 do T12), 5 lumbalnih (L1 do L5), 5 sakralnih (S1 do S5) i 4 kokcigealna kralješka (4). Sakralni kralješci su međusobno srasli i oblikuju križnu kost. Kokcigealni kralješci su međusobno srasli i oblikuju trtičnu kost (5). Fiziološku funkciju kralježnice podržavaju ligamenti i zglobne kapsule. Prednji longitudinalni ligament se proteže cijelom dužinom kralježničnog stupa od ventralne granice foramena magnuma do sakruma i sprečava hiperekstenzijske pokrete. Stražnji longitudinalni ligament počinje na tektorijalnoj membrani drugog vratnog kralješka i proteže se unutar kralježničnog kanala do sakruma. Stražnji longitudinalni ligament sprečava hiperfleksijske pokrete. Interspinozni i supraspinozni ligamenti omogućavaju stabilnost dorzalnim elementima kralježničnog stupa. Žute sveze (lat. „*ligamenta flava*“) povezuju lamine kralježaka i

isprepletene su kapsulama fasetnih zglobova (4). Kralježnični kanal čine kralježnični otvori svakog pojedinog kralješka (5). Unutar kralježničnog kanala nalazi se kralježnična moždina koja se proteže od foramena magnuma do razine L1-L2. Na toj razini prelazi u skup živčanih korijenova koji se zove cauda equina. Fleksibilnost kralježnice razlikuje se od regije do regije i uvjetovana je anatomskim ograničenjima. Vratna kralježnica ima najveću fleksibilnost zbog potrebne pokretljivosti glave. Torakalna kralježnica je rigidna zbog svoje povezanosti s prsnom stijenkom. Fleksibilnost drugih regija kralježnice je uvjetovana hrskavičnim diskovima između tijela kralježaka i apofizealnim zglobovima dorzalno od lukova kralježaka, koji omogućavaju optimalnu stabilnost, fleksibilnost i pokretljivost (4).

Funkcionalno se kralježnica može podijeliti u tri kolumne. Prednja kolumna uključuje prednji longitudinalni ligament, prednji vezivni prsten intervertebralnog diska i prednje dvije trećine tijela kralježaka. Srednja kolumna sadrži stražnju trećinu tijela kralježaka, stražnji vezivni prsten intervertebralnog diska i stražnji longitudinalni ligament. Stražnja kolumna sadrži početke lukova i lukove kralježaka, fasetne zglobove i trnaste nastavke kralježaka te stražnje ligamente (6).

#### **4. Inicijalno zbrinjavanje i imobilizacija**

S bolesnikom kod kojeg postoji sumnja na ozljedu kralježnice važno je postupati kao da ima ozljedu kralježnice dok se ne dokaže suprotno. Potrebno je ograničiti pokrete kralježnice. U izvanbolničkim uvjetima za ograničavanje pokreta kralježnice prilikom inicijalnog zbrinjavanja i prijevoza bolesnika koriste se ovratnik i daska za imobilizaciju. Ograničavanje pokreta kralježnice se preporučuje kod bolesnika kod kojih mehanizam ozljede upućuje na moguću ozljedu kralježnice i kod kojih je prisutan barem jedan od sljedećih znakova: promijenjeno stanje svijesti ili intoksikacija, žarišna bol i/ili osjetljivost u središnjoj liniji kralježnice, žarišni neurološki simptomi i znakovi, anatomske deformitet ili odstupanje kralježnice, druga pridružena ozljeda. U bolesnika s bilo kojim od navedenih znakova, kralježnica mora biti imobilizirana dok se ne isključi nestabilna ozljeda (2).

Tijekom prvog pregleda prioritetno je procijeniti dišni put, disanje i cirkulaciju (2,7). Osim navedenog, kod bolesnika s ozljedom kralježnice i kralježnične moždine važno je izbjegavati dodatne pokrete koji bi mogli pogoršati stanje patološkim pomicanjem dislociranih kralježničnih elemenata te minimizirati štetne učinke sekundarne kaskade ozljede maksimiziranjem oksigenacije krvi i tkivne perfuzije (7). Prilikom procjenjivanja onesposobljenosti bolesnika potrebno je napraviti osnovnu neurološku procjenu. U ozlijeđenih bolesnika za brzu procjenu se koristi Glasgow Coma Scale (GCS), veličina i reaktivnost zjenica i sposobnost pomicanja svih četiriju ekstremiteta (2). Osnovna neurološka procjena poduzeta tijekom prvog pregleda nije dovoljna za određivanje razine i ozbiljnosti akutne ozljede kralježnične moždine (8). Detaljan neurološki pregled i procjena neurološkog deficita će biti opisani u sljedećem poglavlju.

Osim neurološkog deficita, važno je utvrditi postoje li pridružene ozljede (9). U više od 50% bolesnika radi se o izoliranim ozljedama, dok kod približno 25% bolesnika postoje pridružene ozljede mozga, prsišta i/ili ekstremiteta (2). Ako bolesnik ima pridružene ozljede koje su opasne po život, potrebno je prvo pristupiti njihovom zbrinjavanju. Dijagnostika i liječenje većine ozljeda kralježnice mogu biti odgođeni u svrhu zbrinjavanja drugih po život opasnih ozljeda, kao što su krvarenje ili traumatska ozljeda mozga, dokle god se održavaju preventivne mjere ograničavanja pokretljivosti kralježnice (2).

Nakon što su zbrinute ili isključene ozljede opasne po život, može se učiniti detaljan pregled bolesnika. Ako se u bolesnika sumnja na ozljedu kralježnice, treba pregledati i palpirati cijeli kralježnični stup tražeći deformitet i područja žarišne osjetljivosti. Prijelomi i subluksacije kralježaka mogu uzrokovati odstupanja na kralježnici koja se mogu prepoznati palpacijom, kao i područja žarišne osjetljivosti duž središnje linije vrata ili leđa. Prisutnost prijapizma u muških bolesnika može ukazati na ozljedu kralježnične moždine (2). Za cijelo vrijeme trajanja pregleda treba primjenjivati mjere imobilizacije, odnosno ograničavanja pokretljivosti kralježnice (2,8).

Imobilizacija vratne kralježnice čvrstim ovratnikom je primjerena samo tijekom razdoblja inicijalnog zbrinjavanja i potreba za daljnjom imobilizacijom mora biti procijenjena čim se završi prvi pregled (10). Produljena imobilizacija vratne kralježnice nosi rizike i potencijalne komplikacije. Bolesnici imaju povećan rizik za razvoj ulceracija kože zbog pritiska ovratnika na donju čeljust, bradu, prsište i zatiljnu regiju. Ovratnik može smetati održavanju prohodnosti dišnog puta i ventilaciji te može povećati rizik od

infekcije. Opisano je i povišenje intrakranijalnog tlaka zbog jugularne venske kompresije (10,11). Zbog toga je potrebno identificirati bolesnike kojima je potrebna dugotrajna imobilizacija i one koji mogu biti oslobođeni (10).

Kao dodatak kliničkom pregledu, razvijeno je i dostupno nekoliko alata za kliničko odlučivanje koji mogu pomoći liječniku da procijeni prisutnost klinički značajne ozljede vratne kralježnice i potrebu za radiološkom dijagnostikom vratne kralježnice u bolesnika nakon tupe traume. Najčešće korišteni su National Emergency X-Radiography Utilization Study (NEXUS) kriteriji niskog rizika i Canadian C-Spine Rule (CCR) (10–12). Klinički značajne ozljede vratne kralježnice uključuju bilo koji prijelom, dislokaciju ili ligamentnu nestabilnost koja se može vidjeti na nalazima slikovne dijagnostike te zahtijeva kiruršku ili specijalističku obradu (11,12). NEXUS i CCR su razvijeni za procjenu budnih i hemodinamski stabilnih bolesnika nakon tupe traume (10).

Prema NEXUS kriterijima, radiološka dijagnostika vratne kralježnice je indicirana kod bolesnika sa ozljedom vrata ako ne zadovoljavaju sve od sljedećih kriterija: nema osjetljivosti u stražnjoj središnjoj liniji vratne kralježnice, nema dokaza o intoksikaciji, normalno stanje svijesti (GCS 15), nema žarišnog neurološkog deficita, nema bolnih pridruženih ozljeda (10–13).

**Tablica 1.** NEXUS kriteriji za procjenu prisutnosti ozljede vratne kralježnice (radiološka dijagnostika vratne kralježnice je indicirana ako barem jedan od navedenih kriterija nije zadovoljen). Pripremljeno prema (10–13).

Nema osjetljivosti/bolnosti pri palpaciji stražnje središnje linije vratne kralježnice
Nema znakova intoksikacije
Uredno stanje svijesti (GCS 15)
Nema žarišnog neurološkog deficita
Nema bolnih pridruženih ozljeda

CCR se bazira na tri kriterija visokog rizika, pet kriterija niskog rizika i sposobnosti bolesnika da rotira vrat (13). Prema CCR-u, bolesnik treba biti podvrgnut radiološkoj dijagnostici ako je prisutan barem jedan od sljedeća tri kriterija visokog rizika: dob od

65 godina ili više, opasan mehanizam ozljede ili parestezije u ekstremitetima. Opasan mehanizam ozljede podrazumijeva pad sa jednog ili više metara visine te 5 ili više stepenica, aksijalno opterećenje glave, sudar motornim vozilima brzinom većom od 100 km/h uz prevrtanje ili izbacivanje iz vozila, nesreće na biciklima ili motoriziranim rekreacijskim vozilima (10,11). Kriteriji niskog rizika su: jednostavan sudar stražnjim krajem motornog vozila, bolesnik u sjedećem položaju, bolesnik pokretan u bilo kojem trenutku, odgođeni nastanak boli u vratu, odsutnost osjetljivosti u stražnjoj središnjoj liniji vrata. Ako je prisutan jedan od pet kriterija niskog rizika, može se sigurno procjenjivati pokretljivost vratne kralježnice i bolesnikova sposobnost da aktivno rotira vrat za 45 stupnjeva u oba smjera. Ako nije prisutan nijedan od kriterija niskog rizika, indicirana je radiološka dijagnostika. Ako bolesnik ne može aktivno rotirati vrat za 45 stupnjeva u oba smjera, također je indicirana radiološka dijagnostika (10,11,13).

**Tablica 2.** Canadian C-Spine Rule. Pripremljeno prema (10,11,13).

<b>Kriteriji visokog rizika:</b> ako je prisutan barem jedan od navedenih kriterija, indicirana je radiološka dijagnostika vratne kralježnice	Dob od 65 godina ili više
	Opasan mehanizam ozljede (pad sa više od 1 m visine ili više od 5 stepenica, sudar motornim vozilom pri velikim brzinama, prevrtanje ili izbacivanje iz vozila)
	Parestezije u ekstremitetima
<b>Kriteriji niskog rizika:</b> ako je prisutan barem jedan od navedenih, može se procjenjivati pokretljivost vratne kralježnice i mogućnost rotiranja vrata za 45 stupnjeva; ako nije prisutan nijedan indicirana je radiološka dijagnostika	Jednostavan sudar stražnjim krajem motornog vozila
	Bolesnik u sjedećem položaju
	Bolesnik pokretan
	Odgođeni nastanak boli u vratu
	Nema bolnosti/osjetljivosti u stražnjoj središnjoj liniji vrata
<b>Mogućnost aktivnog rotiranja vrata za 45 stupnjeva</b>	Ako ne može aktivno rotirati vrat za 45 stupnjeva, indicirana je radiološka dijagnostika vratne kralježnice

NEXUS kriteriji su jednostavniji za primjenu u hitnim okolnostima (10). Istraživanja su utvrdila da CCR ima veću dijagnostičku točnost te veću osjetljivost i specifičnost za detektiranje klinički značajnih ozljeda vratne kralježnice u odnosu na NEXUS, pa se stoga preporuča primjena CCR-a (10,12,13). U bolesnika koji se ne mogu klinički procijeniti, ovratnik može biti uklonjen nakon negativnog nalaza kompjuterizirane tomografije (CT) vratne kralježnice. Vratna kralježnica mora biti snimljena CT-om od zatiljka do prvog torakalnog kralješka s aksijalnim presjecima debljine manje od 3 milimetra te s koronarnim i sagitalnim rekonstrukcijama (11,14).

Ne postoje slični kriteriji za isključivanje potrebe za radiološkom dijagnostikom u slučaju sumnje na ozljedu lumbalne kralježnice (7). Klinički pregled kao samostalna metoda probira nije dostatan za evaluaciju torakolumbalne kralježnice (15).

## **5. Procjena neurološkog deficita**

Ako je tijekom inicijalnog pregleda utvrđena prisutnost neuroloških abnormalnosti, potrebno je provesti detaljan neurološki pregled motoričkih i osjetilnih funkcija na svim razinama kralježnične moždine. Tijekom neurološkog pregleda bolesnik mora ostati imobiliziran (2).

Za provođenje neurološke procjene preporučuje se korištenje smjernica razvijenih od strane American Spinal Injury Association (ASIA), poznatih kao ASIA Impairment Scale (AIS) (8,9).

AIS je standardizirani pregled koji se sastoji od ispitivanja motorike baziranog na miotomima, ispitivanja osjeta baziranog na dermatomima i pregleda anorektuma. Na temelju nalaza tih pregleda vrednuje se težina i razina ozljede. Ispituje se osjet na lagani dodir i ubod iglom za 28 dermatoma bilateralno. Ocjena 0 označava odsutan osjet, ocjena 1 označava oštećen ili promijenjen osjet, dok ocjena 2 označava normalan osjet. Pregled motorike uključuje procjenu grube motoričke snage za 5 mišićnih skupina na gornjim ekstremitetima i 5 mišićnih skupina na donjim ekstremitetima, koje predstavljaju glavne cervikalne i lumbalne miotome. Gruba motorička snaga se ocjenjuje ljestvicom od 6 bodova (ocjene 0-5) pri čemu ocjena 0

označava potpunu paralizu, a ocjena 5 normalan aktivni pokret mišića. Pregledom anorektuma se digitalno ispituje osjet na pritisak i sposobnost voljne motoričke kontrakcije vanjskog analnog sfinktera. Pregled anorektuma je važan za određivanje je li ozljeda kralježnične moždine potpuna ili nepotpuna te za procjenu prisutnosti spinalnog šoka. Prema AIS-u, razina ozljede je definirana razinom najkaudalnijeg korijena spinalnog živca s očuvanim osjetom i ocjenom grube motoričke snage 3 ili više (16).

AIS razlikuje potpune i nepotpune ozljede kralježnične moždine. Potpune ozljede su definirane odsutnošću osjeta i motorike distalno od razine ozljede, označene su stupnjem A te imaju lošiju prognozu za oporavak funkcija. Nepotpune ozljede imaju očuvan određeni stupanj osjeta i motorike distalno od razine ozljede, označene su stupnjevima B-E te imaju bolju prognozu za oporavak funkcija (2,16). Bolesnici sa stupnjem ozljede B imaju djelomično očuvan osjet, ali bez očuvanih motoričkih funkcija. Bolesnici sa stupnjem ozljede C imaju ocjenu grube motoričke snage manju od 3 za mišićne skupine distalno od razine ozljede. Bolesnici sa stupnjem ozljede D imaju ocjenu grube motoričke snage 3 ili više za mišićne skupine distalno od razine ozljede. Bolesnici sa stupnjem ozljede E imaju uredne funkcije osjeta i motorike, ali mogu imati abnormalne reflekse ili druge neurološke fenomene (16).

Nakon ozljede kralježnične moždine u mnogih ozlijeđenih javlja se spinalni šok (17). Pojam spinalnog šoka se odnosi na gubitak somatskih i visceralnih spinalnih refleksa distalno od mjesta ozljede kralježnične moždine (9). Dolazi do potpunog gubitka motorike i osjeta, gubitka refleksa te inkontinencije mokraće i stolice. Ako je ozlijeđen dio kralježnice iznad sedmog prsnog kralješka dolazi do bradikardije, hipotenzije i poremećaja održavanja tjelesne temperature. Spinalni šok može trajati nekoliko sati do nekoliko dana. Najčešće traje oko 24 sata poslije ozljede. Znak prestanka spinalnog šoka je pojava bulbokavernoznog refleksa. Dok je prisutan spinalni šok nije moguće odrediti je li ozljeda potpuna ili nepotpuna (17).

Opisano je nekoliko neuroloških sindroma koji se pojavljuju nakon nepotpune ozljede kralježnične moždine (2).

Sindrom prednje kolumne se tipično manifestira gubitkom osjeta boli i temperature, potpunim gubitkom motoričke funkcije ispod razine ozljede i disfunkcijom mokraćnog mjehura. Ozljedom su zahvaćene prednje dvije trećine kralježnične moždine. Javlja se

nakon ozljede kralježnice s hernijacijom diska ili pritiskom frakturnih ulomaka na kralježničnu moždinu. Sindrom prednje kolumne ima najlošiju prognozu za oporavak (18).

Sindrom srednje kolumne je najčešći sindrom s nepotpunom ozljedom kralježnične moždine. U starijih bolesnika se obično javlja nakon hiperekstenzijske ozljede uz podležeću stenozu kralježničnog kanala. U mlađih bolesnika najčešći mehanizam nastanka ovog sindroma je dislokacija prijeloma ili hernijacija diska kao posljedica hiperfleksijske ozljede, uz kompresiju kralježnične moždine. Osobe s prirođenom stenozom kralježničnog kanala imaju veću vjerojatnost za nastanak sindroma srednje kolumne nakon ozljede kralježnice. Klinička manifestacija sindroma srednje kolumne je u korelaciji s veličinom lezije (18). Sindrom se manifestira gubitkom motoričke funkcije u cervikalnim segmentima uz relativnu poštedu snage donjih ekstremiteta (2).

Brown-Sequardov sindrom se javlja uz ozljede koje zahvaćaju jednu polovicu kralježnične moždine. Najčešći uzrok je penetrirajuća ozljeda. Manifestira se ipsilateralnom mišićnom slabošću i gubitkom propriocepcije te kontralateralnim gubitkom osjeta boli i temperature (18).

Sindrom conusa medullaris se manifestira boli u leđima, slabošću mišića donjih ekstremiteta, smanjenim osjetom ili gubitkom osjeta u području „sedla“, disfunkcijom mokraćnog mjehura i rektalnog sfinktera te impotencijom. Obično je uzrokovan hernijacijom diska u donjem torakalnom ili gornjem lumbalnom dijelu kralježnice te kompresijskim ili „burst“ prijelomima kralježaka s retropulzijom fragmenata, što uzrokuje kompresiju kralježnične moždine (18).

Sindrom caudae equinae je uzrokovan kompresijom korijenova donjih lumbalnih i sakralnih živaca u kralježničnom kanalu ispod razine conusa medullaris. Ovaj sindrom ne uključuje ozljedu same kralježnične moždine. Postoji znatno preklapanje u kliničkoj slici sindroma caudae equinae i sindroma conusa medullaris. Najčešći uzrok je hernijacija diska kao posljedica degenerativnih bolesti (18).



## 6. Radiološka dijagnostika

Glavni ciljevi radiološke dijagnostike ozljeda kralježnice su brzo i precizno prikazivanje kralježnične osi i ukazivanje na mjesto na kojem će eventualno biti potrebno učiniti kiruršku dekompresiju (19).

Za prikazivanje kralježnice može se koristiti konvencionalni rendgenogram, kompjuterizirana tomografija (CT) i magnetska rezonancija (MR).

Konvencionalni rendgenogram je brzo dostupan u većini bolnica. Može biti koristan za detektiranje prijeloma, a uglavnom se koristi za detektiranje deformiteta kralježnice (19). Međutim, konvencionalni rendgenogram ne može isključiti ozljedu ni u jednom dijelu kralježnice (20). Primjenom konvencionalnog rendgenograma se ne može dovoljno dobro procijeniti opsežnost ozljede te lezije mogu ostati previđene. Konvencionalni rendgenogram detektira samo 60-80% prijeloma u području vratne kralježnice (19).

Kompjuterizirana tomografija (CT) ima ključnu ulogu u procjeni traumatiziranog ili politraumatiziranog bolesnika. Pregled CT-om ima veću osjetljivost i specifičnost u dijagnosticiranju ozljeda vratne kralježnice u usporedbi s konvencionalnim rendgenogramom. U području vratne kralježnice CT detektira 97-100% prijeloma (19). CT se provodi brže od rendgenograma i MR-a te je manje podložan tehničkim pogreškama (21). Također može prikazati značajne abnormalnosti mekih tkiva, na primjer traumatske hernijacije diska i značajno epiduralno krvarenje (19). Bolesnici su često podvrgnuti CT-u prsa, abdomena i zdjelice u okolnostima politraume. Studije su pokazale da su reformatirane snimke torakolumbalne kralježnice sa CT-protokola usmjerenog visceralnim organima dostatne za evaluaciju torakolumbalne kralježnice (21). CT skraćuje vrijeme do uklanjanja mjera ograničavanja pokretljivosti kralježnice, poboljšava iskorištenje resursa i ne rezultira značajno većom izloženošću bolesnika zračenju (19). Iako ima visoku osjetljivost za detektiranje ozljeda kostiju, CT ne može isključiti ozljede ligamenata (20). Najvažniji nedostatak CT-a je nemogućnost dokazivanja ozljeda ligamenata i kralježnične moždine (19). American College of Radiology preporučuje provođenje CT pregleda za sve odrasle i starije od 14 godina ako imaju indikacije za slikovnu dijagnostiku kralježnice. Ako je identificirana ozljeda na bilo kojoj razini kralježnice, treba snimiti cijelu kralježnicu pošto su uobičajene nesukladne ozljede kralježnice (21).

Magnetska rezonancija (MR) je tehnika izbora za detektiranje ozljeda mekih tkiva. Uglavnom se koristi da bi se isključilo postojanje skrivenih ozljeda i identificirale ozljede kralježnične moždine. MR je metoda izbora za procjenu traumatskih lezija koje uključuju intervertebralne diskove i kralježnične ligamente (19). U dijagnostici akutnih ozljeda kralježnice i kralježnične moždine koriste se T1, T2 i „short-tau-inversion-recovery“ (STIR) sekvence MR-a bez kontrasta (22). T1 snimke su najkorisnije za procjenu koštanih struktura (21). T2 snimke MR-a su idealne za prikazivanje edema, krvarenja ili kompresije kralježnične moždine. Edem kralježnične moždine se na T2 snimkama prikazuje jakim intenzitetom signala, a krvarenje se prikazuje slabim intenzitetom signala. STIR sekvencama se dobivaju snimke sa supresijom masti koje bolje prikazuju ozljede ligamenata i mekih tkiva (23). Takve snimke imaju veću osjetljivost za detektiranje edema i identificiranje mjesta ozljede u odnosu na T2 snimke sa supresijom masti (21). Jaki intenzitet signala u ligamentima može ukazati na njihovu ozljedu i potencijalnu nestabilnost kralježnice, posebno u slučaju ozljeda vratne kralježnice (23). MR ima veliku osjetljivost (91%) i specifičnost (100%) u detektiranju ozljeda ligamenata. Međutim, MR ima i veliku učestalost lažno pozitivnih nalaza bez pronađenih pripadajućih ozljeda ligamenata tijekom operacije. Stoga nalaz ozljeda ligamenata na MR-u kod bolesnika sa negativnim nalazom CT-a rijetko zahtijeva kiruršku intervenciju (21). Svakom bolesniku s perzistentnim neurološkim deficitom nakon ozljede kralježnice mora se učiniti MR da bi se isključilo izravno oštećenje ili kompresija kralježnične moždine (22). Kod takvih bolesnika MR može otkriti lokaciju i težinu lezije te ukazati na uzrok kompresije kralježnične moždine. To je posebno korisno u bolesnika s nepotpunom ozljedom kralježnične moždine kod kojih kirurška intervencija može spriječiti daljnje pogoršanje (19). Primjena MR-a u inicijalnoj procjeni bolesnika s ozljedama kralježnice je limitirana uglavnom zbog dugog trajanja snimanja (23).

## 7. Klasifikacija

### 7.1. Ozljede vratne kralježnice

Vratna kralježnica je podložna ozljedama zbog svoje značajne pokretljivosti (24). Najčešći uzroci ozljede vratne kralježnice su prometne nesreće, skok u plitku vodu i ozljede povezane sa sportom. Prema lokalizaciji i anatomskim osobitostima razlikujemo ozljede gornje i donje ili subaksijalne vratne kralježnice (C3-C7) (25,26). Procjenjuje se da trećinu ozljeda vratne kralježnice čine ozljede gornje vratne kralježnice, a dvije trećine čine ozljede donje vratne kralježnice (27). Više od 50% ozljeda vratne kralježnice je lokalizirano između kralježaka C5 i C7 (24).

#### 7.1.1. Ozljede gornje vratne kralježnice

U ozljede gornje vratne kralježnice anatomski se ubrajaju ozljede okcipito-cervikalnog spoja, atlasa (C1), atlanto-aksijalnog zgloba, axisa (C2) te zgloba između axisa i trećeg vratnog kralješka (27). Prijelomi u gornjoj vratnoj kralježnici uključuju prijelome zatiljnih kondila i atlasa, atlanto-aksijalnu dislokaciju, prijelome odontoidnog nastavka i „hangman“ prijelome drugog vratnog kralješka (26). Ti prijelomi se mogu opisivati prema specifičnim klasifikacijama ovisno o zahvaćenoj razini (26,28). Od posebne važnosti je povezanost ozljeda glave i ozljeda gornje vratne kralježnice. Za približno 5% bolesnika s umjerenim ili teškim ozljedama glave se može očekivati da imaju ozljedu vratne kralježnice. Dvadeset posto bolesnika s utvrđenom ozljedom vratne kralježnice može imati pridruženu ozljedu glave. Ozljede kralježnične moždine, moždanih živaca ili korijena vratnih spinalnih živaca se mogu pronaći u do trećine bolesnika s ozljedom gornje vratne kralježnice (27).

Grupa za kralježnicu skupine za pitanja unutarnje fiksacije kostiju (njem. „*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*“, AO Spine) je predložila klasifikaciju koja pruža sistematičan opis i procjenu stabilnosti ozljeda gornje vratne kralježnice koristeći sustav s tipovima ozljeda A, B, C. Prema toj klasifikaciji gornja vratna kralježnica je podijeljena u 3 regije, a svaka regija je definirana koštanim elementom i zglobom ispod njega (27,28).

Regiju 1 čine kondili zatiljne kosti i okcipito-cervikalni spoj. Regiju 2 čine atlas (C1) i atlanto-aksijalni zglobovi. Regiju 3 čine axis (C2) i zglobovi između axisa i trećeg vratnog kralješka (27,28).

AO Spine klasifikacija primjenjuje sustav s tipovima ozljeda A, B i C za ozljede u svakoj od navedenih regija (27).

Ozljede tipa A su koštane ozljede bez znatnih ozljeda ligamenata, diskova ili stražnjeg ligamentnog kompleksa. Ove ozljede su stabilne i za njih je najčešće primjereno konzervativno liječenje (27,28).

Ozljede tipa B su ozljede ligamenata ili stražnjeg ligamentnog kompleksa bez potpunog prekida anatomskog integriteta. Ove ozljede mogu biti stabilne ili nestabilne (27,28).

Ozljede tipa C su ozljede sa značajnim pomakom (translacijom) u bilo kojoj ravnini i prekidom anatomskog integriteta. Ove ozljede su same po sebi nestabilne i uvijek zahtijevaju kirurško liječenje (27,28).

Neurološki status se opisuje sljedećim oznakama: N0 za uredan neurološki status, N1 za prolazni neurološki deficit, N2 za ozljedu korijena živca ili radikulopatiju, N3 za nepotpunu ozljedu kralježnične moždine te potpunu ili nepotpunu ozljedu caudae equinae, N4 za potpunu ozljedu kralježnične moždine, Nx za bolesnika kojega se ne može pregledati i neurološki status mu je nepoznat i N+ za kompresiju kralježnične moždine koja je u tijeku (28).

U ovoj klasifikaciji postoje 4 modifikatora specifična za ozljedu. M1 označava ozljedu sa značajnim potencijalom za nestabilnost. M2 označava ozljede s velikim rizikom nezarastanja uz konzervativno liječenje. M3 se odnosi na obilježja specifična za bolesnika koja bi mogla utjecati na liječenje, na primjer dob, pušenje, komorbiditeti, pridružene ozljede ili metabolička bolest kostiju. M4 označava vaskularnu ozljedu ili abnormalnost koja bi mogla utjecati na liječenje (28). Ovakav sustav klasifikacije temeljen na tipovima ozljeda A, B, C te modifikatorima za neurološki status i specifične čimbenike kod bolesnika primjenjiv je za ozljede u svim regijama kralježnice (27,28).

### 7.1.2. Ozljeđe donje vratne kraljeŹnice

Razvijeni su brojni sustavi klasifikacija prijeloma donje vratne kraljeŹnice s razliĉitim stupnjevima pouzdanosti, toĉnosti i kliniĉke relevantnosti. Zbog širokog spektra ozljeda donje vratne kraljeŹnice bilo je teŹko stvoriti sveobuhvatan klasifikacijski sustav koji je jednostavan za uporabu (29).

Za klasifikaciju ozljeda donje vratne kraljeŹnice obiĉno se koristi Subaxial Injury Classification System (SLIC) predloŹen od strane Spinal Trauma Study Group (24). SLIC vrednuje tri parametra: morfologija ozljede, stabilnost kraljeŹnice i neuroloŹki status (30). Svaki od ovih faktora se klasificira zasebno, a konaĉna ocjena je zbroj ocjena svake pojedine varijable. Naĉin lijeĉenja se predlaŹe na temelju konaĉne ocjene teŹine ozljede (31).

Morfologija ozljede se opisuje kao bez abnormalnosti (ocjena 0), kompresijski prijelom (ocjena 1), „burst“ prijelom (ocjena 2), distrakcijska ozljeda (ocjena 3) i translacijska ozljeda (ocjena 4) (30).

Kompresijske ozljede obuhvaćaju ozljede s vidljivim gubitkom visine tijela kraljeŹka (24). Ovoj skupini pripadaju jednostavni kompresijski prijelomi, „burst“ prijelomi, prijelomi kraljeŹka u sagitalnoj ili koronarnoj ravnini i „tear-drop“ prijelomi, odnosno fleksijski kompresijski prijelomi koji primarno zahvaćaju tijelo kraljeŹka. Jednostavni kompresijski prijelomi se prepoznaju po vidljivom gubitku visine u prednjoj kolumni kraljeŹnice. „Burst“ prijelomi su ozbiljnije ozljede kod kojih fraktura pukotina zahvaća cijelo tijelo kraljeŹka (32).

Distrakcijske ozljede su posljedica vertikalno orijentiranih sila koje rezultiraju subluksacijom fasetnih zglobova (24). Prepoznaju se dokazivanjem anatomske disocijacije u vertikalnoj osi kraljeŹnice. Nastaju djelovanjem većih sila i oznaćavaju veći stupanj anatomske disrupcije i potencijalne nestabilnosti. Pojavljuju se rjeđe od kompresijskih ozljeda (32).

Kod translacijskih ozljeda dominantna sila je obiĉno rotacija. Mogu se prezentirati unilateralnom ili bilateralnom dislokacijom fasetnog zgloba i frakturom (30). Sila koja djeluje pri tim ozljedama je joŹ veća nego kod distrakcijskih ozljeda (24). Morfologija se bazira na radioloŹkom dokazivanju horizontalnog pomaka jednog dijela vratne kraljeŹnice u odnosu na drugi. PredloŹeni prag rotacije je relativna angulacija od 11 stupnjeva ili više. Stupanj patoloŹkog pomaka za translaciju je 3,5 mm (32).

Stabilnost kralježnice se primarno procjenjuje po sveukupnom poravnanju kralježnice i cjelokupnosti diskoligamentnog kompleksa. Diskoligamentni kompleks obuhvaća intervertebralne diskove, prednji i stražnji longitudinalni ligament, interspinozne ligamente, kapsule fasetnih zglobova i žute sveze (30). Ovaj kompleks omogućuje stabilnost kralježnice u odnosu na deformirajuće sile dok istodobno omogućuje pokretljivost pri normalnim fiziološkim opterećenjima (32). SLIC vrednuje cjelokupnost diskoligamentnog kompleksa kao očuvanu (ocjena 0), neodređenu (ocjena 1) i poremećenu (ocjena 2) (30). Kompetentnost diskoligamentnog kompleksa se najčešće utvrđuje indirektno. O poremećaju se zaključuje kada slikovni nalazi konvencionalnog rendgenograma, CT-a ili MR-a pokazuju abnormalne odnose među kralješcima, kao što su proširen međuprostor između dva susjedna spinozna nastavka, dislokacija ili separacija fasetnih zglobova, subluksacija tijela kralježaka ili abnormalno proširenje prostora diska. Abnormalno poravnanje faseta se može smatrati apsolutnim pokazateljem poremećaja diskoligamentnog kompleksa, jer su kapsule fasetnih zglobova njegova najsnažnija stražnja podržavajuća komponenta. Abnormalno proširenje prednjeg prostora diska se također može smatrati apsolutnim pokazateljem poremećaja diskoligamentnog kompleksa, jer je prednji longitudinalni ligament najsnažnija prednja ligamentna struktura. Distrakcijske i translacijske ozljede su gotovo uvijek povezane s određenim stupnjem kompromitiranosti diskoligamentnog kompleksa (32). Vrednovanje cjelokupnosti diskoligamentnog kompleksa kao neodređene (ocjena 1) je najsporniji aspekt SLIC sustava jer MR može precijeniti stvarnu ozljedu diskoligamentnog kompleksa, dajući lažno pozitivne nalaze, čime se nepotrebno povisuje ukupna ocjena ozljede i zbog čega se provode kirurški zahvati koji zapravo nisu nužni (24,31).

Procjena neurološkog statusa u SLIC-u se bazira na AIS-u (30). Bolesnicima sa stupnjem ozljede A po AIS-u (potpuna ozljeda kralježnične moždine) dodjeljuju se 2 boda. Bolesnicima sa stupnjevima ozljede B, C i D po AIS-u (nepotpuna ozljeda kralježnične moždine) dodjeljuju se 3 boda. Bolesnicima s ozljedom korijena spinalnog živca dodjeljuje se 1 bod, a bolesnicima s urednim neurološkim statusom dodjeljuje se 0 bodova. Neki bolesnici mogu imati druge simptome disfunkcije kralježnične moždine, kao što su parestezije, gubitak motoričke spretnosti i poremećaj ravnoteže. Ti simptomi nisu uračunati u ocjenu po SLIC sustavu, ali može biti potrebno razmotriti ih u neurološkoj klasifikaciji bolesnika ovisno o njihovom intenzitetu (31).

Izbor između konzervativnog i kirurškog liječenja je određen konačnom SLIC ocjenom. Ako je konačna ocjena između 1 i 3, može se primijeniti konzervativno liječenje. Ako je konačna ocjena veća ili jednaka 5, preporučuje se kirurško liječenje (32). Bolesnici s ocjenom 4 mogu biti liječeni konzervativno ili kirurški, a odluka o tome se zasniva na iskustvu liječnika i komorbiditetima bolesnika (24,30).

**Tablica 3.** SLIC klasifikacijski sustav za ozljede donje vratne kralježnice. Pripremljeno prema (24,26,30,31).

<b>Morfologija ozljede</b>	<b>Bodovi</b>
Bez abnormalnosti	0
Kompresijski prijelom	1
„Burst“ prijelom	2
Distrakcijska ozljeda	3
Translacijska ozljeda	4
<b>Cjelokupnost diskoligamentnog kompleksa</b>	<b>Bodovi</b>
Očuvan	0
Neodređen	1
Oštećen	2
<b>Neurološki status</b>	<b>Bodovi</b>
Uredan	0
Ozljeda korijena spinalnog živca	1
Potpuna ozljeda kralježnične moždine	2
Nepotpuna ozljeda kralježnične moždine	3
Perzistentna kompresija kralježnične moždine	+1

## 7.2. Ozljede torakolumbalne kralježnice

U literaturi je opisano nekoliko klasifikacijskih sustava za ozljede torakalne i lumbalne kralježnice koji su se ranije koristili (33). Danas je za usmjeravanje liječenja najšire prihvaćen Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS) s kliničkom sigurnošću koja je potvrđena u brojnim istraživanjima (34). Nedavno je objavljen novi klasifikacijski sustav za torakolumbalne ozljede od strane AO Spine, kojim se pokušalo pojednostaviti sveobuhvatnu Magerl/AO klasifikaciju te uključiti značajke i TLICS-a i Magerl/AO klasifikacije (35). Taj sustav pokazuje obećavajuće rezultate u kliničkoj primjeni, ali se još uvijek standardizira i potrebne su daljnje studije za procjenu njegove pouzdanosti i kliničke učinkovitosti u adekvatnom liječenju ozljeda (35,36). Stoga će u ovom poglavlju biti opisan TLICS.

Thoracolumbar Injury Classification System and Severity Score (TLICS) je razvijen od strane Vaccara i suradnika u suradnji sa Spine Trauma Study Group i objavljen 2005. godine (37,38). TLICS je bio prvi torakolumbalni klasifikacijski sustav koji je odbacio ideju nekih prijašnjih sustava da su sve ozljede srednje kolumne kralježnice nestabilne. To je također prvi klasifikacijski sustav koji je uključivao cjelokupnost stražnjeg ligamentnog kompleksa i neurološki status bolesnika (39).

TLICS se bazira na tri glavne kategorije: morfologija ozljede, cjelokupnost stražnjeg ligamentnog kompleksa i neurološki status bolesnika (40).

Morfologija ozljede se utvrđuje na temelju nalaza rendgenograma, CT-a ili MR-a. Prijelomi se klasificiraju kao kompresijski, „burst“ prijelomi, translacijski/rotacijski i distrakcijski prijelomi. Za kompresijske prijelome se dodjeljuje 1 bod, za „burst“ prijelome 2 boda, za translacijske/rotacijske prijelome 3 boda, a za distrakcijske prijelome 4 boda (41). Ako su prisutni prijelomi na više razina kralježnice, boduje se samo onaj s ozbiljnijom morfologijom ozljede. Također, ako je na nekoj razini kralježnice prisutno više morfologija ozljede, boduje se samo najozbiljnija (40).

Kompresijski prijelom je rezultat aksijalnog opterećenja kralježnice i najčešći je tip torakolumbalnog prijeloma. Translacijske/rotacijske ozljede su posljedica torzijskih sila ili sila smicanja, ili oboje. Uzrokuju značajna ligamentna ili koštana oštećenja koja rezultiraju nestabilnom kralježnicom. Distrakcijske ozljede opisuju vlačni prekid kralježnice. Distrakcija može uzrokovati koštane, ligamentne ili kombinirane ozljede kralježnice i obično rezultira cirkumferentnom nestabilnošću (40).



Stražnji ligamentni kompleks uključuje supraspinozni ligament, interspinozni ligament, žute sveze i čahure fasetnih zglobova (42,43). Ovaj kompleks doprinosi kralježničnoj stabilnosti. Zbog njegovog lošeg kapaciteta za cijeljenje, poremećaj samo stražnjeg ligamentnog kompleksa, bez druge ozljede, može zahtijevati kiruršku stabilizaciju. Stražnji ligamentni kompleks može biti opisan kao očuvan, poremećen ili neodređen. Za ozljede u kojima je stražnji ligamentni kompleks očuvan dodjeljuje se 0 bodova, ako je neodređen dodjeljuju se 2 boda, a ako je poremećen dodjeljuju se 3 boda (43). Na oštećenje stražnjeg ligamentnog kompleksa može se posumnjati ako se na nalazu rendgenograma ili CT-a uoči dijastaza fasetnih zglobova, povećan razmak između spinoznih nastavaka, subluksacija ili distrakcija kralježnice (42,43). Prikrivene ozljede mogu biti identificirane MR-om (41).

Bolesnikov neurološki status može biti uredan, za što se dodjeljuje 0 bodova. Za ozljedu korijena spinalnog živca i za potpunu ozljedu kralježnične moždine dodjeljuju se 2 boda. Ako je prisutna nepotpuna ozljeda kralježnične moždine ili sindrom caudae equinae dodjeljuju se 3 boda (41,43). Za nepotpunu ozljedu kralježnične moždine i sindrom caudae equinae dodjeljuju se 3 boda jer je u tim kliničkim scenarijima potrebna najhitnija intervencija (43).

Bolesnici s TLICS zbrojem 3 ili manjim mogu biti liječeni neoperativno. Bolesnici s TLICS zbrojem 5 ili većim bi trebali biti podvrgnuti kirurškom zahvatu (40,41). Bolesnici s TLICS zbrojem 4 mogu biti liječeni konzervativno ili kirurški, a odluka o tome će ovisiti o dodatnim čimbenicima vezanim za bolesnika, ozljedu ili liječnika koji nisu obuhvaćeni klasifikacijskim sustavom (41). U obzir treba uzeti brojne čimbenike, uključujući dodatne ozljede, bolesnikovu dob, otprije postojeću bolest kralježnice i bolesnikove preferencije (42).

Trenutni dokazi govore u prilog sigurnosti primjene TLICS sustava (33). Prema Vaccaru i suradnicima, 96,2% kirurga se slaže s preporukama za liječenje koje su sugerirane primjenom TLICS-a (39). Dawkins i suradnici (44) su u svojoj studiji zaključili da TLICS ima dobru pouzdanost i kad se primjenjuje na pedijatrijskoj populaciji, uz napomenu da pretjerano oslanjanje na nalaz MR-a može smanjiti pouzdanost TLICS sustava (44). MR se smatra referentnom slikovnom metodom za vizualizaciju stražnjeg ligamentnog kompleksa (45). Smatralo se da MR ima visoku osjetljivost, ali nisku specifičnost u dijagnosticiranju ozljeda stražnjeg ligamentnog kompleksa. Specifičnost MR-a u dijagnosticiranju ozljeda pojedinih komponenti

stražnjeg ligamentnog kompleksa je varirala između 53% i 65%, što je ukazivalo na visoku stopu lažno pozitivnih nalaza (46). Primjenom novijih kriterija i adekvatnog MR protokola koji uključuje T2-snimke sa sekvencom supresije masti i STIR sekvence može se postići kvalitetnije dijagnosticiranje ozljeda interspinoznog ligamenta i žutih sveza, uz specifičnosti od 93% i 100%. U dijagnosticiranju stabilnosti stražnjeg ligamentnog kompleksa u cjelini, osjetljivost je 91% a specifičnost 100%. Unatoč povećanoj točnosti MR-a u dijagnosticiranju ozljeda stražnjeg ligamentnog kompleksa, na konačnu dijagnozu mogu utjecati mnogi drugi faktori (47).

Važan problem TLICS-a su nedosljednosti u preporučenom liječenju „burst“ prijeloma u bolesnika s urednim neurološkim statusom (33). U takvog bolesnika preporuka za liječenje se zasniva na cjelokupnosti stražnjeg ligamentnog kompleksa. Ako je on očuvan, ukupna ocjena po TLICS-u je 2 i preporučeno je neoperativno liječenje. Ako je poremećen, ukupna ocjena je 5 i preporučeno je kirurško liječenje. Ako je status stražnjeg ligamentnog kompleksa neodređen, ukupna ocjena je 4 i TLICS ne daje čvrstu preporuku za daljnje liječenje (39). Zbog toga je važno precizno utvrditi stanje stražnjeg ligamentnog kompleksa. Prema Pizonesu i suradnicima (48), pokazalo se da se primjenom MR-a u obradi bolesnika može promijeniti ukupna TLICS ocjena (33,48). U istraživanju Pizonesa i suradnika (48), primjenom MR-a modificirana je dijagnoza u 40% bolesnika, klasifikacija prijeloma u 24% bolesnika, a odluka o liječenju je promijenjena u 16% bolesnika. MR se pokazao kao koristan alat u obradi akutnih torakolumbalnih prijeloma jer omogućava bolju vizualizaciju cjelokupnosti stražnjeg ligamentnog kompleksa i zahvaćenih razina kralježnice (48).

**Tablica 4.** TLICS klasifikacijski sustav za ozljede torakolumbalne kralježnice. Pripremljeno prema (37–42).

<b>Morfologija ozljede</b>	<b>Bodovi</b>
Bez abnormalnosti	0
Kompresijski prijelom	1
„Burst“ prijelom	2
Translacijska/rotacijska ozljeda	3
Distrakcijska ozljeda	4
<b>Stražnji ligamentni kompleks</b>	<b>Bodovi</b>
Očuvan	0
Neodređen ili suspektna ozljeda	2
Oštećen	3
<b>Neurološki status</b>	<b>Bodovi</b>
Uredan	0
Ozljeda korijena spinalnog živca	2
Potpuna ozljeda kralježnične moždine ili conus medullaris	2
Nepotpuna ozljeda kralježnične moždine ili conus medullaris	3
Sindrom caudae equinae	3

## 8. Liječenje

Primjena temeljnih principa traumatologije lokomotornog sustava na ozljede kralježnice je uvijek bila izazovna. Razlog tome su određeni čimbenici po kojima se razlikuje traumatologija kralježnice i ostalih dijelova lokomotornog sustava. Značajan čimbenik su ozljede živčanog tkiva. Ozljede kralježnične moždine i caudae equinae uz prijeteće ireverzibilno oštećenje živčanog tkiva imaju izražen učinak na ishode liječenja bolesnika te mogu utjecati na odluku o načinu zbrinjavanja. Osim toga, ozbiljne ozljede kralježnice su često prisutne u politraumatiziranih bolesnika te koincidiraju sa životno ugrožavajućim ozljedama prsišta i abdomena. Zbog navedenih čimbenika odlučivanje o načinu zbrinjavanja ozljeda kralježnice je kompleksno (49).

Ozljede kralježnice mogu biti liječene konzervativno i kirurški. Odluka o konačnom zbrinjavanju pojedine ozljede mora biti zasnovana na studijama temeljenim na dokazima te na očekivanim ishodima konzervativnih i kirurških metoda. Adekvatne metode slikovne dijagnostike i klasifikacija ozljede su ključne za uspješan plan zbrinjavanja (50).

### 8.1. Konzervativno liječenje

Metode konzervativnog liječenja se koriste u inicijalnoj procjeni i zbrinjavanju bolesnika sa ozljedom kralježnice na mjestu nesreće. U većini slučajeva ozljeda kralježnice konzervativno liječenje će biti primijenjeno i kao konačna metoda liječenja (50,51). Konzervativno se mogu liječiti stabilne ozljede kralježnice (17). Ciljevi konzervativnog liječenja ozljeda kralježnice su isti kao i ciljevi kirurškog liječenja. Ciljevi uključuju očuvanje neurološke funkcije, poboljšanje neurološkog deficita ako je već prisutan, redukciju deformiteta kralježnice, minimalizaciju gubitka pokretljivosti kralježnice i postizanje izliječenog i stabilnog kralježničkog stupa (51). U bolesnika s mehanizmom ozljede koji se može povezati sa ozljedom kralježnice prioritet je osigurati imobilizaciju kralježnice. Zlatni standard za zaštitu kralježnice tijekom prijevoza ozlijeđene osobe uključuje imobilizaciju vratne kralježnice u tri točke, koristeći ovratnik, trake i bočne fiksatore za glavu, te tvrdi spinalnu dasku za održavanje poravnanja ostatka kralježnice (52). Bolesnik treba stići u bolnicu zbrinut prema tim principima (51). Do 25% ozljeda kralježnične moždine se dogodi nakon primarne ozljede tijekom izvlačenja, prijevoza i manipuliranja bolesnikom (52).

Pomicanje bolesnika s daske i na dasku zbog toga treba svesti na najmanju moguću mjeru dok se stabilnost kralježnice ne bude mogla adekvatno procijeniti. Pretrage poput CT-a treba koordinirati tako da se snimanje svih regija tijela koje treba snimiti učini u jednom aktu te uz samo jedno pomicanje bolesnika s daske (51).

Konzervativno liječenje stabilnih ozljeda kralježnice općenito uključuje mirovanje u krevetu i primjenu odgovarajuće analgezije do smirivanja akutnih bolova, nakon čega slijedi mobilizacija uz zaštitu ozlijeđenog dijela kralježnice odgovarajućom ortozom (17).

### **8.1.1. Konzervativno liječenje ozljeda vratne kralježnice**

U konzervativnom liječenju ozljeda vratne kralježnice koriste se ortoze i Halo vanjski fiksator (51).

Ortoze za vratnu kralježnicu se dijele na meke i čvrste. Meki ovratnik ima mali učinak na ograničavanje pokretljivosti u bilo kojem dijelu vratne kralježnice. Indikacije za korištenje mekog ovratnika su trzajna ozljeda vrata i bol u vratu bez nestabilne koštane ili ligamentne ozljede. Kontraindikacija za korištenje mekog ovratnika su ozljede s potencijalnom nestabilnošću. Čvrsti ovratnici su učinkoviti u ograničavanju pokreta u sagitalnoj ravnini, ali manje učinkoviti u ograničavanju pokreta rotacije i lateralne fleksije. Primjeri čvrstih ovratnika su Philadelphia, Miami J i Aspen ovratnici (53).

Halo vanjski fiksator je najčvršći oblik vanjske imobilizacije i najbolji je izbor za imobilizaciju gornje vratne kralježnice jer ograničava pokrete fleksije i ekstenzije u atlantoaksijalnom zglobu za 75%, dok konvencionalni ovratnici ograničavaju te pokrete za samo 45%. Kada se koristi kao konačna metoda liječenja ozljeda gornje vratne kralježnice, uz pravilno postavljenu indikaciju, primjenu i rukovanje uređajem, stopa uspješnosti liječenja je oko 85% (54). Osim Halo vanjskog fiksatora, mogu se koristiti i čvrsti ovratnici (51).

Ozljede donje vratne kralježnice koje imaju ocjenu 3 ili manje prema SLIC klasifikaciji mogu biti liječene konzervativno (32). Konzervativno liječenje uključuje ograničavanje pokretljivosti vratne kralježnice uporabom ovratnika raznih stupnjeva čvrstoće. Koštane ozljede s manjom nestabilnošću trebaju biti stabilizirane polučvrstim ovratnikom kao što je Philadelphia ovratnik. Halo vanjski fiksator omogućuje najveću

stabilnost među svim dostupnim metodama konzervativnog liječenja, međutim njegova primjena je invazivna i povezana sa značajnim stopama komplikacija, zbog čega bi trebala biti ograničena na iznimne slučajeve s velikom nestabilnošću koji se ne mogu liječiti na drugi način. Imobilizacija treba trajati najmanje 6 tjedana, ali ne duže od 12 tjedana, uz redovito kliničko i radiološko praćenje te adekvatnu analgeziju prema ljestvici boli WHO-a (55).

### **8.1.2. Konzervativno liječenje ozljeda torakolumbalne kralježnice**

Većina prijeloma torakolumbalne kralježnice su stabilne ozljede koje se mogu liječiti konzervativno (56,57). Za stabilne ozljede se očekuju dobri ishodi liječenja nakon što zacijele. Glavni cilj liječenja bolesnika s ozljedom bez neurološkog deficita je održavanje dugoročne stabilnosti kralježnice i očuvanje neurološke funkcije (58).

Jednostavni kompresijski i stabilni „burst“ prijelomi bez neuroloških komplikacija se obično mogu liječiti komercijalno dostupnim torakolumbalnim ortozama ili hiperekstenzijskim ortozama, koje omogućavaju ranu mobilizaciju (56,57). Neke studije ukazuju na to da u liječenju kompresijskih prijeloma uz očuvan stražnji ligamentni kompleks nošenje ortoze možda nije ni potrebno (50).

Poput vratnih, torakolumbalne ortoze također mogu biti meke i čvrste. Postoje torakolumbosakralne ortoze (TLSO), torakolumbalne hiperekstenzijske ortoze, lumbosakralne ortoze (LSO) i razne vrste mekih lumbalnih i torakolumbalnih ortoza. TLSO se koriste za zbrinjavanje prijeloma od razine T6 do razine L4. Za prijelome na razini L3 i niže koriste se LSO. TLSO omogućuju ograničavanje lateralne fleksije od 94% i ograničavanje pokreta fleksije i ekstenzije od 69% u lumbalnoj kralježnici. U torakalnoj kralježnici pokreti fleksije i ekstenzije su ograničeni za 49%, lateralna fleksija za 38% i ukupna rotacija za 60%. Neke torakolumbalne hiperekstenzijske ortoze su dizajnirane za rasterećenje prednje kolumne kralježnice. Najčešće korištene su ortoza po Jewettu i CASH (cruciform anterior spinal hyperextension) ortoza (53).

Trenutno ne postoji usuglašenost o trajanju takvog načina liječenja (57). Prije otpusta preporučuje se napraviti rendgenogram kralježnice u uspravnom položaju s postavljenim gipsom ili ortozom (56). Tijekom neoperativnog liječenja u većine

bolesnika moguće je zamijetiti određeni stupanj kifoze prijeloma. Postojanje takve kifoze ne korelira s intenzitetom boli (56,57).

## **8.2. Kirurško liječenje**

Osnovni principi kirurškog liječenja su primjenjivi u svim dijelovima kralježnice. Oni uključuju: dekompresiju komponenti živčanog sustava u svrhu održavanja ili poboljšanja neurološke funkcije, ponovno uspostavljanje anatomskog poravnania kralježnice, stabilizaciju kralježnice, prevenciju deformiteta, prevenciju daljnje neurološke ozljede i očuvanje pokretnih segmenata ako je to izvedivo (59).

Postoji opći konsenzus da bolesnike s ozljedom kralježnične moždine ili očitom mehaničkom nestabilnošću kralježnice treba liječiti kirurški (49).

Kirurško liječenje ozljeda gornje vratne kralježnice se preporučuje za nestabilne ozljede tipa B i sve ozljede tipa C prema AO Spine klasifikaciji (27,28)

Kirurško liječenje ozljeda donje vratne kralježnice se preporučuje za ozljede koje imaju ocjenu veću od 4 prema SLIC klasifikacijskom sustavu (32,60).

Kirurško liječenje ozljeda torakolumbalne kralježnice se preporučuje za ozljede koje imaju ocjenu veću od 4 prema TLICS klasifikacijskom sustavu (40,41,60).

### **8.2.1. Kirurško liječenje ozljeda vratne kralježnice**

Za kiruršku dekompresiju i stabilizaciju vratne kralježnice može se koristiti prednji, stražnji i kombinirani pristup (61–63).

Prednji pristup je praktičan i primjeren za zbrinjavanje patologije koja zahvaća prednju kralježničnu kolumnu. Prednji pristup vratnoj kralježnici ima 3 varijante: transoralni, anterolateralni (Smith-Robinson) i pristup manubriotomijom (64).

Transoralni pristup omogućava izravno pristupanje prednjim segmentima od razine zatiljnih kondila do razine C3 kralješka (64).

Anterolateralni Smith-Robinsonov pristup se najčešće koristi za pristup vratnoj kralježnici od razine C3 do T1 (64).

Pristup manubriotomijom omogućava pristupanje najnižim razinama vratne kralježnice, cervikotorakalnom prijelazu i torakalnoj kralježnici do razine T4 (64).

Nekoliko je prednosti prednjih pristupa u odnosu na stražnje: bolesnik može biti u položaju ležeći na leđima, lakša je pristupačnost, gubitak krvi je manji te su manje stope kirurške traume i infekcija (62). Također se postižu visoke stope fuzije i održavanje segmentalne lordoze (65).

Nedostaci prednjeg pristupa su njegova biomehanička inferiornost u usporedbi sa stražnjom fiksacijom i komplikacije poput disfagije, promuklog glasa i ranog radiološki dokazanog neuspjeha liječenja u slučaju nekih opsežnijih ozljeda (65).

Anterolateralni pristup po Smith-Robinsonu je primjeren za većinu ozljeda donje vratne kralježnice (55,64). Za razine C3 do C6 preferira se pristup s desne strane, a za cervikotorakalni prijelaz pristup s lijeve strane da bi se izbjegla potreba za zaštitom povratnog laringealnog živca (64).

Ozljede prednje kolumne mogu biti zbrinute prednjim pristupom uz korporektomiju i instrumentalnu fuziju (62). Općenito, u liječenju ozljeda s nepotpunim neurološkim deficitom kod kojih kompresiju na kralježničnu moždinu uzrokuju komponente prednje kralježnične kolumne, a stražnji ligamentni kompleks je očuvan, potrebno je koristiti prednji pristup (60). Uklanjanjem prednjih komprimirajućih struktura (tijelo kralješka, intervertebralni disk) postiže se direktna dekompresija komponenti živčanog sustava (62). Instrumentalna fuzija je nužna za održavanje redukcije dok se ne postigne koštana fuzija. Za instrumentalnu fuziju se koriste kavezi od titanija i poli-eter-eter-ketona (PEEK), korteks grebena crijevne kosti i alogeni koštani transplantati. Za postizanje primjerene stabilnosti mora se koristiti i prednja pločica (55). Neke ozljede srednje i stražnje kolumne također mogu biti zbrinute prednjim pristupom. Vrlo nestabilne ozljede mogu zahtijevati kombinirani prednji i stražnji pristup ili intraoperativnu konverziju prednjeg pristupa u kombinirani ako se sam prednji pristup pokaže nedovoljnim (62).

U slučajevima kada je potreban stražnji pristup standardno se koristi mediosagitalni pristup. Modificirani stražnji pristupi mogu biti potrebni u slučaju perkutane instrumentacije ili minimalno invazivnih procedura (55). Stražnji pristup je primjeren za ozljede s poremećajem diskoligamentnog kompleksa uz uredan neurološki status ili ozljedu korijena spinalnog živca (60). Stražnji pristup se bazira na tehnikama rigidne



fiksacije pedikularnim vijcima ili vijcima za lateralne mase kralježaka (62). Primjenom divergentno postavljenih vijaka za lateralne mase postiže se dostatna biomehanička stabilnost te je manji rizik za ozljedu vertebralne arterije (55). Fiksacija pedikularnim vijcima se pokazala kao najstabilnija opcija za instrumentalnu fiksaciju vratne kralježnice te se njome postiže stabilnija fiksacija u odnosu na fiksaciju vijcima za lateralne mase (66). Za sigurno postavljanje pedikularnih vijaka između razina C3 i C6 preporuča se intraoperativna navigacija ili 3D oslikavanje (55). Stražnji pristup uz fiksaciju pedikularnim vijcima je prihvatljiva terapijska opcija za pacijente s dislokacijom faseta koji nisu kandidati za zatvorenu redukciju ili kod kojih zatvorena redukcija nije bila uspješna (67). Također je dobar izbor za distrakcijske i translacijske/rotacijske ozljede jer se sila redukcije može direktno primijeniti za uspostavljanje poravnanja kralježnice (62). Ako se planira učiniti otvorena repozicija bez prednje dekompresije obavezno je učiniti predoperativni MR da bi se isključila hernijacija diska i njegovo prolabiranje u kralježnični kanal (68).

Kao prednost stražnjeg pristupa se ističe njegova biomehanička superiornost u odnosu na prednji pristup (62,65,67).

Odluka o tome koji će se pristup koristiti primarno se zasniva na morfologiji ozljede (62,63). Nema razlike između prednjeg i stražnjeg pristupa što se tiče neurološkog oporavka i ishoda liječenja (62).

### **8.2.2. Kirurško liječenje ozljeda torakolumbalne kralježnice**

Kirurško liječenje ozljeda torakolumbalne kralježnice je indicirano uglavnom za nestabilne ozljede poput fleksijskih-distrakcijskih ozljeda, nestabilnih „burst“ prijeloma i prijeloma s dislokacijom (57). Rijetko je indicirano za kompresijske prijelome (69). Ciljevi kirurškog liječenja ozljeda kralježnice su prevencija ili poboljšanje neurološkog deficita, postizanje dugoročne stabilnosti, ispravljanje deformiteta i prevencija jakih bolova (70). Brza kirurška stabilizacija omogućava brzu mobilizaciju i raniju rehabilitaciju te se u određenim situacijama može pouzdanije uspostaviti sagitalno poravnanje (56).

Apsolutna indikacija za hitnu operaciju je progresivno pogoršanje neurološkog statusa u prisutnosti značajne kompromitiranosti kralježničnog kanala. Što ranija kirurška

stabilizacija je indicirana za bolesnike s prijelomima s dislokacijom i nepotpunim neurološkim deficitom (69).

Kirurško liječenje torakolumbalnih prijeloma s neurološkim deficitom se zasniva na tri opća principa: dekompresija kralježnične moždine ili korijena spinalnih živaca, redukcija prijeloma povećavanjem lordoze i stabilizacija stražnjom osteosintezom koristeći pedikularne vijke, šipke i kuke (71).

Najvažnija terapijska opcija u kirurškom liječenju prijeloma torakolumbalne kralježnice je otvorena redukcija s unutarnjom fiksacijom (72).

Prijelomi torakolumbalne kralježnice se mogu kirurški zbrinjavati prednjim, stražnjim i kombiniranim pristupom (57). Nema dovoljno jasnih znanstvenih dokaza koji bi ukazivali na to da je pojedini pristup bolji u odnosu na neki drugi što se tiče kliničkih, neuroloških i radioloških ishoda liječenja (57,73). Izbor kirurškog pristupa uvelike ovisi o samom kirurgu i njegovom poznavanju tehnika, a na odluku o tome koji će se pristup koristiti mogu utjecati i tehničke mogućnosti te druge bolesti bolesnika (69).

Stražnja dekompresija kralježničnog kanala se izvodi laminektomijom prelomljenog kralješka i kralješka koji prekriva komprimirani dio kralježničnog kanala. Uklanjanje koštanih fragmenata koji su završili unutar kralježničnog kanala zahtijeva resekciju zglobnih nastavaka te ponekad i pedikula kralježaka. Treba izbjegavati manipulaciju kralježničnom moždinom da se ne bi pogoršalo njeno oštećenje. Na lumbalnim razinama mogu se mobilizirati korijeni spinalnih živaca da bi se omogućilo uklanjanje koštanih fragmenata (71).

U kirurškom liječenju većine prijeloma torakolumbalne kralježnice koristi se stražnja fiksacija kratkog segmenta kralježnice. Fiksiraju se ozlijeđeni kralježak te susjedni proksimalni i distalni kralježak uz korištenje pedikularnih vijaka (57). Stražnja fiksacija kratkog segmenta pruža zadovoljavajuću stabilizaciju kralježnice. Indirektna redukcija i dekompresija koje se postižu ovakvim načinom liječenja se uvelike oslanjaju na očuvanost stražnjeg longitudinalnog ligamenta, te su stoga često kontraindicirane ako postoji potpuna ruptura stražnjeg longitudinalnog ligamenta (69). Ako postoji potpuno oštećenje stražnjeg ligamentnog kompleksa, potreban je kombinirani prednji i stražnji pristup (74).

Vrlo nestabilne ozljede poput prijeloma s dislokacijom zahtijevaju stabilizaciju više razina kralježnice. Za takve ozljede preporuča se fiksacija dva ili tri segmenta ispod i iznad razine ozljede u svrhu postizanja redukcije dislokacije i stabilne fiksacije (57).

Prednji pristupi su korisni u liječenju torakolumbalnih prijeloma sa ozbiljnim ozljedama prednje i srednje kolumne ili svih triju kolumni kralježnice. U tim slučajevima je prednji pristup učinkovitiji jer omogućava direktan pristup živčanim strukturama i njihovu dekompresiju, te omogućava snažnu potporu kralježnici za podnošenje opterećenja. Nedostatak prednjeg pristupa je činjenica da je invazivniji i tehnički zahtjevniji (69).

Za pristup torakalnoj kralježnici od cervikotorakalnog prijelaza do T5 kralješka može se koristiti modificirani transmanubrijalni pristup. Torakalnoj kralježnici od razine T4 do T6 kralješka se uglavnom pristupa koristeći desnu torakotomiju. Ozljedama na razini T7 do T12 kralješka se uglavnom pristupa koristeći lijevu torakotomiju (75). Za ozljede na razinama T12 i L1 koristi se torakoabdominalni pristup, a na razinama L2 i L3 retroperitonealni pristup (76). U tim slučajevima se preferira pristup s lijeve strane, jer na desnoj strani postoji mogućnost ozljeđivanja donje šuplje vene i teško je retrahirati jetru (75).

Prednji pristup je najčešće indiciran za nestabilne „burst“ prijelome na razinama T10 do L3 praćene nepotpunim neurološkim deficitom i s radiološki dokazanom kompresijom živčanog tkiva. Dekompresija samo prednjim pristupom se rijetko koristi za druge tipove ozljeda. „Burst“ prijelomi udruženi s ozljedom stražnjeg ligamentnog kompleksa su izrazito nestabilne ozljede. Nakon prednje dekompresije živčanih struktura takva kralježnica postaje još nestabilnija te je potrebno učiniti rekonstrukciju u svrhu postizanja stabilnosti i normalnog poravnanja kralježnice. Za postizanje stabilnosti koriste se kavezi, sustavi sa šipkom i vijcima ili pločicom i vijcima, te vanjske ortoze. Mogu se koristiti koštani presadci sa grebena crijevne kosti, goljenične kosti i nadlaktične kosti. Implantati moraju biti postavljeni lateralno da bi se izbjegao njihov kontakt s aortom. Prednji sustavi sa šipkom i vijcima ili pločicom i vijcima se ne bi trebali koristiti ispod razine L4 da bi se izbjegle ozljede ilijačnih krvnih žila (76).

## 9. Rehabilitacija i oporavak

Po završetku kirurškog liječenja bolesnika s ozljedom kralježnice potrebno je provesti pravilnu fizikalnu terapiju i rehabilitaciju. Rehabilitacija treba biti započeta što je prije moguće te treba biti pravilno usmjerena i stručno nadzirana (17). Uz sve danas dostupne metode liječenja ne preporučuje se dugotrajno mirovanje u trajanju od nekoliko tjedana ili mjeseci (61). Takvo dugotrajno mirovanje može uzrokovati emboliju, dekubituse i plućne komplikacije čime će se pogoršati opće stanje bolesnika. Stoga se preporučuje mobilizacija bolesnika što je prije moguće (77). Istraživanje provedeno na bolesnicima s osteoporoznim prijelomima kralježaka je pokazalo da je stopa komplikacija značajno niža ako se rano započne sa fizioterapijom. Prema tome, može se zaključiti da bi se sličan pozitivan učinak mogao postići i za prijelome kralježaka koji nisu osteoporozne etiologije (78).

Rana rehabilitacija je definirana kao rehabilitacija koja je započeta unutar 30 dana od ozljede (79).

U bolesnika koji su pretrpjeli ozljedu kralježnice bez neurološkog deficita cilj rehabilitacije je jačanje paravertebralne muskulature i vraćanje opsega pokreta kralježnice u prvotno stanje (17). Izometričke vježbe rezultiraju povećanjem mišićne mase koje je usporedivo s povećanjem koje se postiže fleksijskim vježbama. Prednost izometričkih vježbi je u tome što su sile koje djeluju na prijelom manje nego kod fleksijskih vježbi (78).

Nema dovoljno dokaza o učinkovitosti termoterapije, krioterapije, elektroterapije, terapijske primjene ultrazvuka i magnetskog polja u rehabilitaciji ozljeda kralježnice (78).

U bolesnika s ozljedom vratne kralježnice koji su liječeni konzervativno treba što ranije započeti stabilizirajuću fizikalnu terapiju vratne kralježnice. Nakon što je radiološki potvrđeno cijeljenje ozljede, treba započeti mobilizirajuću fizikalnu terapiju (55). Ako je učinjena kirurška stabilizacija ozljede, te ako nije prisutna ozljeda kralježnične moždine, pacijent se može mobilizirati odmah nakon oporavka od anestezije (61). Ako je ozljeda adekvatno stabilizirana, treba započeti fizikalnu terapiju (55).

U bolesnika s ozljedom torakolumbalne kralježnice ishodi liječenja su bolji ako se uz nošenje ortoze rano započne i provodi fizikalna terapija (77). Nema preporuka o tome

koje modalitete fizikalne terapije treba primjenjivati i kojom frekvencijom. Plan rehabilitacije se prilagođava pacijentu. Treba učiniti kontrolni rendgenogram u uspravnom položaju nakon mobilizacije te nakon 1, 3, 6 i 12 tjedana (78). Za kontrolu boli preporuča se slijediti trostupanjku ljestvicu boli WHO-a (78).

U bolesnika s ozljedom kralježnične moždine rehabilitacija je usmjerena sprečavanju ili minimiziranju komplikacija vezanih uz ozljedu kralježnične moždine, poboljšavanju preostalih funkcija koje nisu izgubljene i pomaganju bolesniku da se prilagodi na život sa invaliditetom. Rehabilitacija takvih bolesnika je multidisciplinarni proces u koji su uključeni zdravstveni djelatnici raznih profesija. Važan dio tog procesa je fizikalna terapija, koja uključuje jačanje snage sa ciljem uspostavljanja i optimiziranja funkcije i pokretljivosti gornjih ekstremiteta, vježbe za dišni i kardiovaskularni sustav te istezanje mišića u svrhu sprečavanja nastanka kontraktura (80). Preporuča se da se s rehabilitacijom započne čim je bolesnik medicinski stabilan i može podnositi napore potrebne za provođenje rehabilitacije. Rano započinjanje rehabilitacije skraćuje trajanje boravka u bolnici i ima pozitivan učinak na funkcioniranje bolesnika nakon liječenja (81). Većina poboljšanja u oporavku funkcija živčanog sustava se postiže unutar prva tri mjeseca od ozljede kralježnične moždine. Ranim započinjanjem rehabilitacije se maksimalno iskorištava to vremensko razdoblje čime se postižu bolji kratkoročni i dugoročni ishodi liječenja te veća funkcionalna neovisnost bolesnika (82). Rehabilitacija se planira i provodi individualno za svakog bolesnika ovisno o njegovoj razini onesposobljenosti i očekivanoj dugoročnoj prognozi za oporavak. Na početku i tijekom rehabilitacije se procjenjuje AIS da bi se utvrdila razina i opsežnost ozljede te da bi se pratio napredak bolesnika (81).

Očekivana razina funkcionalne neovisnosti bolesnika nakon ozljede kralježnične moždine pokazuje jaku povezanost s razinom ozljede i time je li ozljeda potpuna ili nepotpuna (82). Stopa oporavka motoričkih funkcija nakon ozljeda torakalnih segmenata kralježnične moždine je lošija u odnosu na ozljede cervikalnih i lumbalnih segmenata (80).

Važan pokazatelj oporavka je mogućnost samostalnog hodanja (80). Ozljede stupnja A po AIS-u imaju prognoziranu vjerojatnost od 8,3% za samostalno hodanje unutar godinu dana od ozljede kralježnične moždine. Za ozljede stupnja D po AIS-u ta vjerojatnost iznosi 97,3%. Prognozirana vjerojatnost samostalnog hodanja za ozljede stupnja B i C je varijabilna. Najvažniji prediktor za neurološki oporavak i mogućnost

samostalnog hodanja nakon ozljede kralježnične moždine je očuvanost osjeta u sakralnim segmentima (S4-S5) 72 sata do tjedan dana nakon ozljede. Oko 54% bolesnika s inicijalno očuvanim osjetom u sakralnim segmentima i stupnjem ozljede B po AIS-u uspije postići značajnu funkcionalnu snagu ispod razine ozljede te im se stupanj ozljede po AIS-u popravi na C ili D. Bolesnici mlađi od 50 godina kojima je 72 sata nakon ozljede stupanj ozljede po AIS-u klasificiran kao C imaju prognozu od 80% do 90% za ponovno postizanje samostalnog hodanja, dok je kod bolesnika starijih od 50 godina sa istim stupnjem ozljede prognoza značajno lošija i kreće se oko 30% do 40% (83).

Stopa mortaliteta unutar godinu dana nakon ozljede kralježnične moždine iznosi 3,8%. Očekivano trajanje života nakon ozljede kralježnične moždine je skraćeno te iznosi od 18,1% do 88,4% od očekivanog trajanja života opće populacije. Viša razina ozljede, lošija ocjena ozljede po AIS-u i starija životna dob u trenutku ozljede povezani su s većim skraćanjem očekivanog trajanja života (80).

## 10. Zaključak

Ozljede kralježnice same po sebi nisu životno ugrožavajuće, ali mogu biti uzrok trajnog invaliditeta koji uzrokuje smanjenje kvalitete i očekivanog trajanja života, zbog čega predstavljaju velik javnozdravstveni problem. Dodatnu težinu im daje činjenica da su ozljedama kralježnice često zahvaćene osobe mlađe životne dobi. Za postizanje što boljeg ishoda liječenja važno je pravilno postupanje u svakoj fazi zbrinjavanja ozljeda kralježnice, što uključuje inicijalno zbrinjavanje i imobilizaciju neposredno nakon ozljede, kvalitetan klinički pregled i postavljanje sumnje na ozljedu kralježnice, odabir primjerenih metoda slikovne dijagnostike, preciznu klasifikaciju težine i opsežnosti ozljede, izbor definitivnog načina liječenja i što ranije započinjanje rehabilitacije. Izbor između konzervativnog i kirurškog liječenja je uglavnom uvjetovan ocjenom težine ozljede prema klasifikacijskim sustavima za ozljede kralježnice. Preporučuje se korištenje SLIC klasifikacijskog sustava za ozljede donje vratne kralježnice i TLICS klasifikacijskog sustava za ozljede torakolumbalne kralježnice. Također treba uzeti u obzir eventualne pridružene ozljede te bolesnikovu dob i komorbiditete. Ozljede kralježnice se najčešće liječe konzervativno. Takav način liječenja se temelji na nošenju odgovarajućih ortoza sa svrhom zaštite i ograničavanja pokretljivosti kralježnice, uz primjenu analgezije po potrebi i provođenje fizikalne terapije. Kirurški se u pravilu liječe nestabilne ozljede kralježnice i ozljede s neurološkim deficitom. Kirurško liječenje se temelji na dekompresiji komponenti živčanog sustava, stabilizaciji kralježnice prednjom ili stražnjom fiksacijom i fuziji kralježaka primjenom koštanih presađaka ili implantata. Nakon završetka liječenja potrebno je što ranije započeti s rehabilitacijom da bi se spriječile komplikacije i omogućilo optimalno funkcioniranje bolesnika.

## **11. Zahvale**

Zahvaljujem svojem mentoru, doc.dr.sc. Ivanu Dobriću, na uloženom trudu, vremenu i savjetima kojima je pomogao u pisanju ovog diplomskog rada.

Također zahvaljujem članovima komisije, prof.dr.sc. Davoru Mijatoviću i doc.dr.sc. Tomislavu Meštroviću na uloženom vremenu za čitanje i ocjenjivanje ovog rada.

Posebno zahvaljujem svojim roditeljima Ljiljani i Ranku i sestri Željani na podršci i razumijevanju koje su mi pružali tijekom života i obrazovanja.

Najviše zahvaljujem svojoj djevojci Sari na ljubavi, podršci, strpljivosti i razumijevanju koje mi je pružala kroz dane studiranja i pisanja ovog rada.



## 12. Literatura

1. Kumar R, Lim J, Mekary RA, Rattani A, Dewan MC, Sharif SY, i ostali. Traumatic Spinal Injury: Global Epidemiology and Worldwide Volume. *World Neurosurg.* 2018.;113:e345–63. doi: 10.1016/j.wneu.2018.02.033
2. Stein DM, Knight WA. Emergency Neurological Life Support: Traumatic Spine Injury. *Neurocrit Care.* 2017.;27(s1):170–80. doi: 10.1007/s12028-017-0462-z
3. Oliver M, Inaba K, Tang A, Branco BC, Barmparas G, Schnüriger B, i ostali. The changing epidemiology of spinal trauma: A 13-year review from a Level I trauma centre. *Injury.* 2012.;43(8):1296–300. doi: 10.1016/j.injury.2012.04.021
4. Wardak Z, Lavelle ED, Lavelle WF. Functional Anatomy of the Spine. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. *Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management* [Internet]. 4. izd. Elsevier Limited. 2017. str. 43-50.e1. [pristupljeno 14.02.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323400305000058>
5. Dubravko Jalšovec. Sustavna i topografska anatomija čovjeka. Zagreb: Školska knjiga; 2005. str. 3-6
6. Van Thielen T, van den Hauwe L, Van Goethem JW, Parizel PM. Current Status of Imaging of the Spine and Anatomical Features. U: Adam A, Dixon AK, Gillard JH, Schaefer-Prokop CM, ur. *Grainger & Allison's Diagnostic Radiology* [Internet]. 7. izd. Elsevier, Inc. 2021. str. 1225–42. [pristupljeno 16.02.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780702075247000471>
7. Kebaish KM, Harris A. Spine and Spinal Cord Injuries. U: Cameron AM, Cameron JL, ur. *Current Surgical Therapy* [Internet]. 13. izd. Elsevier, Inc. 2021. str. 1221–6. [pristupljeno 23.02.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323640596002243>
8. Shank CD, Walters BC, Hadley MN. Current Topics in the Management of Acute Traumatic Spinal Cord Injury. *Neurocrit Care.* 2019.;30(2):261–71. doi: 10.1007/s12028-018-0537-5
9. Licina P, Nowitzke AM. Approach and considerations regarding the patient with

- spinal injury. *Injury*. 2005.;36(Suppl. 2):S2–12. doi: 10.1016/j.injury.2005.06.010
10. Moeri M, Rothenfluh DA, Laux CJ, Dominguez DE. Cervical spine clearance after blunt trauma: current state of the art. *EFORT open Rev*. 2020.;5(4):253–9. doi: 10.1302/2058-5241.5.190047
  11. Yorkgitis BK, McCauley DM. Cervical spine clearance in adult trauma patients. *J Am Acad PAs*. 2019.;32(2). doi: 10.1097/01.JAA.0000552718.90865.53
  12. Michaleff ZA, Maher CG, Verhagen AP, Rebbeck T, Lin C-WC. Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injury in patients following blunt trauma: a systematic review. *CMAJ*. 2012.;184(16):E867–76. doi: 10.1503/cmaj.120675
  13. Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull MJ, Rowe BH, i ostali. The Canadian C-Spine Rule versus the NEXUS Low-Risk Criteria in Patients with Trauma. *N Engl J Med*. 2003. ;349(26):2510–8. doi: 10.1056/NEJMoa031375
  14. Patel MB, Humble SS, Cullinane DC, Day MA, Jawa RS, Devin CJ, i ostali. Cervical spine collar clearance in the obtunded adult blunt trauma patient: a systematic review and practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015.;78(2):430–41. doi: 10.1097/TA.0000000000000503
  15. Inaba K, DuBose JJ, Barmparas G, Barbarino R, Reddy S, Talving P, i ostali. Clinical Examination Is Insufficient to Rule Out Thoracolumbar Spine Injuries. *J Trauma Acute Care Surg*. 2011.;70(1). doi: 10.1097/TA.0b013e3181d3cc6e
  16. Roberts TT, Leonard GR, Cepela DJ. Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clin Orthop Relat Res*. 2017.;475(5):1499–504. doi: 10.1007/s11999-016-5133-4
  17. Tomislav Šoša i suradnici. *Kirurgija*. Zagreb: Naklada Ljevak; 2007. str. 953-959
  18. Kunam VK, Velayudhan V, Chaudhry ZA, Bobinski M, Smoker WRK, Reede DL. Incomplete Cord Syndromes: Clinical and Imaging Review. *Radiogr a Rev Publ Radiol Soc North Am Inc*. 2018.;38(4):1201–22. doi: 10.1148/rg.2018170178
  19. Parizel PM, van der Zijden T, Gaudino S, Spaepen M, Voormolen MHJ, Venstermans C, i ostali. Trauma of the spine and spinal cord: imaging strategies.

- Eur Spine J. 2010.;19(1):8–17. doi: 10.1007/s00586-009-1123-5
20. Rankine JJ. Spinal Trauma. U: Adam A, Dixon AK, Gillard JH, Schaefer-Prokop CM, ur. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology [Internet]. 7. izd. Elsevier, Inc. 2021. str. 1332–47. [pristupljeno 17.02.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780702075247000525>
  21. Jo AS, Wilseck Z, Manganaro MS, Ibrahim M. Essentials of Spine Trauma Imaging: Radiographs, CT, and MRI. Semin Ultrasound, CT, MRI [Internet]. 2018.;39(6):532–50. [pristupljeno 18.02.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/1-s2.0-S0887217118300854>
  22. Sundgren PC, Flanders AE. Spinal trauma and spinal cord injury. Dis Brain, Head Neck, Spine 2016-2019 Diagnostic Imaging. 2016.;187–93. doi: 10.1007/978-3-319-30081-8\_21
  23. Vedantam A, Kaushal M, Kurpad SN. Imaging the Spine after Trauma. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management [Internet]. 4. izd. Elsevier, Inc. 2017. str. 1090-1099.e1. [pristupljeno 08.05.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323400305001258>
  24. Feuchtbaum E, Buchowski J, Zebala L. Subaxial cervical spine trauma. Curr Rev Musculoskelet Med. 2016.;9(4):496–504. doi: 10.1007/s12178-016-9377-0
  25. Chen TC, Khoo LT, Stillerman CB, Daffner SD, Westerlund LE, Vaccaro AR. Trauma Surgery : Cervical Spine. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management [Internet]. 4. izd. Elsevier Limited. 2017. str. 1132-1147.e3. [pristupljeno 23.02.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323400305001295>
  26. Marcon RM, Cristante AF, Teixeira WJ, Narasaki DK, Oliveira RP, de Barros Filho TEP. Fractures of the cervical spine. Clinics (Sao Paulo). 2013.;68(11):1455–61. doi: 10.6061/clinics/2013(11)12
  27. Chapman JR, Oskouian RJ. Upper cervical spine trauma. U: Devlin VJ, ur. Spine Secrets. 3. izd. Elsevier, Inc. 2021. str. 532-544.e1. [pristupljeno 15.03.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0->

B9780323636629000653

28. Divi SN, Schroeder GD, Oner FC, Kandziora F, Schnake KJ, Dvorak MF, i ostali. AOSpine-Spine Trauma Classification System: The Value of Modifiers: A Narrative Review With Commentary on Evolving Descriptive Principles. *Glob spine J.* 2019.;9(1 Suppl):77S-88S. doi: 10.1177/2192568219827260
29. Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, Oner FC, Reinhold M, Schnake KJ, i ostali. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *Eur Spine J.* 2016.;25(7):2173–84. doi: 10.1007/s00586-015-3831-3
30. Li Y, Parmar V, Jones M, Anderson PA, Resnick DK. Subaxial Cervical Spine Injuries. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. *Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management [Internet].* 4. izd. Elsevier, Inc. 2017. str. 1118-1131.e4. [pristupljeno 10.03.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323400305001283>
31. Joaquim AF, Patel AA. Subaxial cervical spine trauma: evaluation and surgical decision-making. *Glob spine J.* 2014.;4(1):63–70. doi: 10.1055/s-0033-1356764
32. Vaccaro AR, Hulbert RJ, Patel AA, Fisher C, Dvorak M, Lehman RAJ, i ostali. The Subaxial Cervical Spine Injury Classification System: A Novel Approach to Recognize the Importance of Morphology, Neurology, and Integrity of the Disco-Ligamentous Complex. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007.;32(21). doi: 10.1097/BRS.0b013e3181557b92
33. Joaquim AF, de Almeida Bastos DC, Jorge Torres HH, Patel AA. Thoracolumbar Injury Classification and Injury Severity Score System: A Literature Review of Its Safety. *Glob spine J.* 2016.;6(1):80–5. doi: 10.1055/s-0035-1554775
34. Yacoub AR, Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Patel AA. Evaluation of the safety and reliability of the newly-proposed AO spine injury classification system. *J Spinal Cord Med.* 2017.;40(1):70–5. doi: 10.1179/2045772315Y.0000000042
35. Curfs I, Schotanus M, VAN Hemert WLW, Heijmans M, DE Bie RA, VAN Rhijn LW, i ostali. Reliability and Clinical Usefulness of Current Classifications in Traumatic Thoracolumbar Fractures: A Systematic Review of the Literature. *Int J spine Surg.* 2020.;14(6):956–69. doi: 10.14444/7145

36. Vu C, Gendelberg D. Classifications in Brief: AO Thoracolumbar Classification System. Clin Orthop Relat Res. 2020.;478(2):434–40. doi: 10.1097/CORR.0000000000001086
37. Awad AJ, Ghobrial GM, Harrop JS. Classification of Cervical, Thoracic, and Lumbar Spine Injuries. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management [Internet]. 4. izd. Elsevier, Inc. 2017. str. 1100-1106.e1. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B978032340030500126X>
38. An Z, Zhu Y, Wang G, Wei H, Dong L. Is the Thoracolumbar AOSpine Injury Score Superior to the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score for Guiding the Treatment Strategy of Thoracolumbar Spine Injuries?. World Neurosurg [Internet]. 2020.;137:e493–8. [pristupljeno 19.03.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/1-s2.0-S1878875020302783>
39. Schroeder GD, Harrop JS, Vaccaro AR. Thoracolumbar Trauma Classification. Neurosurg Clin N Am [Internet]. 2017.;28(1):23–9. [pristupljeno 19.03.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/1-s2.0-S1042368016300432>
40. Lee JY, Vaccaro AR, Lim MR, Oner FC, Hulbert RJ, Hedlund R, i ostali. Thoracolumbar injury classification and severity score: a new paradigm for the treatment of thoracolumbar spine trauma. J Orthop Sci. 2005.;10(6):671–5. doi: 10.1007/s00776-005-0956-y
41. Magnusson E, Spina N, Fernando ND. Classifications In Brief: The Thoracolumbar Injury Classification. Clin Orthop Relat Res. 2018.;476(1):160–6. doi: 10.1007/s11999.0000000000000004
42. Kashlan O, Park P, La Marca F. Thoracic and Lumbar Spine Injuries. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management [Internet]. 4. izd. Elsevier, Inc. 2017. str. 1154-1160.e2. [pristupljeno 17.03.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323400305001313>
43. Rihn JA, Anderson DT, Harris E, Lawrence J, Jonsson H, Wilsey J, i ostali. A review of the TLICS system: a novel, user-friendly thoracolumbar trauma

- classification system. *Acta Orthop.* 2008.;79(4):461–6. doi: 10.1080/17453670710015436
44. Dawkins RL, Miller JH, Ramadan OI, Lysek MC, Kuhn EN, Rocque BG, i ostali. Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score in children: a reliability study. *J Neurosurg Pediatr PED.* 2018. 21(3):284–91. doi: 10.3171/2017.7.PEDS1720
  45. Winklhofer S, Thekkumthala-Sommer M, Schmidt D, Rufibach K, Werner CML, Wanner GA, i ostali. Magnetic resonance imaging frequently changes classification of acute traumatic thoracolumbar spine injuries. *Skeletal Radiol.* 2013.;42(6):779–86. doi: 10.1007/s00256-012-1551-x
  46. Vaccaro AR, Rihn JA, Saravanja D, Anderson DG, Hilibrand AS, Albert TJ, i ostali. Injury of the Posterior Ligamentous Complex of the Thoracolumbar Spine: A Prospective Evaluation of the Diagnostic Accuracy of Magnetic Resonance Imaging. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009.;34(23). doi: 10.1097/BRS.0b013e3181bd11be
  47. Pizones J, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Álvarez P, Izquierdo E. Prospective Analysis of Magnetic Resonance Imaging Accuracy in Diagnosing Traumatic Injuries of the Posterior Ligamentous Complex of the Thoracolumbar Spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013.;38(9). doi: 10.1097/BRS.0b013e31827934e4
  48. Pizones J, Izquierdo E, Álvarez P, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Chimeno P, i ostali. Impact of magnetic resonance imaging on decision making for thoracolumbar traumatic fracture diagnosis and treatment. *Eur Spine J.* 2011.;20(3):390. doi: 10.1007/s00586-011-1913-4
  49. Oner C, Rajasekaran S, Chapman JR, Fehlings MG, Vaccaro AR, Schroeder GD, i ostali. Spine Trauma—What Are the Current Controversies? *J Orthop Trauma.* 2017.;31. doi: 10.1097/BOT.0000000000000950
  50. Rechtine GR. Nonoperative Management and Treatment of Spinal Injuries. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006.;31(11S). doi: 10.1097/01.brs.0000217947.43730.a6
  51. Prasarn ML, Rechtine GR. Nonoperative Management and Treatment of Spine Injuries. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. *Benzel's Spine Surgery: Techniques,*

- Complication Avoidance and Management [Internet]. 4. izd. Elsevier, Inc. 2017. str. 1231-1238.e3. [pristupljeno 24.04.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323400305001404>
52. Sandean D. Management of acute spinal cord injury: A summary of the evidence pertaining to the acute management, operative and non-operative management. *World J Orthop.* 2020.;11(12):573–83. doi: 10.5312/wjo.v11.i12.573
  53. Agabegi SS, Asghar FA, Herkowitz HN. Spinal Orthoses. *JAAOS - J Am Acad Orthop Surg.* 2010.;18(11). doi: 10.5435/00124635-201011000-00003
  54. Koutsogiannis P DT. Halo Brace [Internet]. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2020. [zadnji put ažurirano 06.05.2020., pristupljeno 25.04.2021.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557546/>
  55. Schleicher P, Kobbe P, Kandziora F, Scholz M, Badke A, Brakopp F, i ostali. Treatment of Injuries to the Subaxial Cervical Spine: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). *Glob spine J.* 2018.;8(2 Suppl):25S-33S. doi: 10.1177/2192568217745062
  56. Wood KB, Li W, Lebl DS, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine Journal, The* [Internet]. 2014.;14(1):145–64. [pristupljeno 25.04.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/1-s2.0-S1529943013006797>
  57. Rajasekaran S, Kanna RM, Shetty AP. Management of thoracolumbar spine trauma: An overview. *Indian J Orthop.* 2015.;49(1):72–82. doi: 10.4103/0019-5413.143914
  58. Joaquim AF, Patel AA, Schroeder GD, Vaccaro AR. Clinical application and cases examples of a new treatment algorithm for treating thoracic and lumbar spine trauma. *Spinal cord Ser cases.* 2018.;4:56. doi: 10.1038/s41394-018-0093-4
  59. Silverstein MP, Moore TA. Trauma Surgery : Low Lumbar Injuries. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. *Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management* [Internet]. 4. izd. Elsevier, Inc. 2017. 1178-1185.e2. [pristupljeno 29.04.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323400305001337>

60. Yue JK, Winkler EA, Chan AK, Birk H, Duarte SM, Dhall SS. Polytrauma Patient. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management [Internet]. 4. izd. Elsevier, Inc. 2017. str. 1257-1262.e2. [pristupljeno 29.04.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B978032340030500143X>
61. O'Dowd JK. Basic principles of management for cervical spine trauma. *Eur Spine J.* 2010.;19 Suppl 1(Suppl 1):S18–22. doi: 10.1007/s00586-009-1118-2
62. Sharif S, Ali MYJ, Sih IMY, Parthiban J, Alves ÓL. Subaxial Cervical Spine Injuries: WFNS Spine Committee Recommendations. *Neurospine.* 2020.;17(4):737–58. doi: 10.14245/ns.2040368.184
63. Zaveri G, Das G. Management of Sub-axial Cervical Spine Injuries. *Indian J Orthop.* 2017.;51(6):633–52. doi: 10.4103/ortho.IJOrtho\_192\_16
64. Cheung KMC, Mak KC, Luk KDK. Anterior Approach to Cervical Spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012.;37(5). doi: 10.1097/BRS.0b013e318239ccd8
65. Dvorak MF, Fisher CG, Fehlings MG, Rampersaud YR, Öner FC, Aarabi B, i ostali. The Surgical Approach to Subaxial Cervical Spine Injuries: An Evidence-Based Algorithm Based on the SLIC Classification System. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007.;32(23). doi: 10.1097/BRS.0b013e318158ce16
66. Nakashima H, Yukawa Y, Ito K, Machino M, El Zahlawy H, Kato F. Posterior approach for cervical fracture-dislocations with traumatic disc herniation. *Eur Spine J.* 2011.;20(3):387–94. doi: 10.1007/s00586-010-1589-1
67. Park JH, Roh SW, Rhim SC. A single-stage posterior approach with open reduction and pedicle screw fixation in subaxial cervical facet dislocations. *J Neurosurg Spine SPI.* 2015. 23(1):35–41. doi: 10.3171/2014.11.SPINE14805
68. Schleicher P, Pingel A, Kandziora F. Safe management of acute cervical spine injuries. *EFORT open Rev.* 2018.;3(5):347–57. doi: 10.1302/2058-5241.3.170076
69. Dai L yang. Principles of management of thoracolumbar fractures. *Orthopaedic surgery.* Wiley-Blackwell; 2012. ;4(2):67–70. doi: 10.1111/j.1757-7861.2012.00174.x



70. Joaquim AF, Patel AA, Schroeder GD, Vaccaro AR. A simplified treatment algorithm for treating thoracic and lumbar spine trauma. *Journal of Spinal Cord Medicine*. Taylor and Francis Ltd.; 2019. 42(4):416–22. doi: 10.1080/10790268.2018.1433267
71. Charles YP, Steib JP. Management of thoracolumbar spine fractures with neurologic disorder. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*. Elsevier Masson SAS; 2015. 101(Suppl 1):S31–S40. [pristupljeno 30.04.2021.]. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877056814003181>
72. Zhu Q, Shi F, Cai W, Bai J, Fan J, Yang H. Comparison of anterior versus posterior approach in the treatment of thoracolumbar fractures: A systematic review. *International Surgery*. International College of Surgeons; 2015. 100(6):1124–33. doi: 10.9738/INTSURG-D-14-00135.1
73. O'Toole JE, Kaiser MG, Anderson PA, Arnold PM, Chi JH, Dailey AT, i ostali. Congress of neurological surgeons systematic review and evidence-based guidelines on the evaluation and treatment of patients with thoracolumbar spine trauma: Executive summary. *Clinical Neurosurgery*. Oxford University Press; 2019. 84(1):2–6. doi: 10.1093/neuros/nyy394
74. Madineni RA, Krupa K, Krupa K, Ghobrial GM, Vaccaro AR, Harrop JS. Trauma Surgery : Thoracic and Thoracolumbar Junction. U: Steinmetz MP, Benzel EC, ur. Benzel's Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance and Management [Internet]. 4. izd. Elsevier, Inc. 2017. str. 1161-1177.e3. [pristupljeno 07.05.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323400305001325>
75. De Giacomo T, Francioni F, Diso D, Tarantino R, Anile M, Venuta F, i ostali. Anterior approach to the thoracic spine. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011.;12(5):692–5. doi: 10.1510/icvts.2010.257360
76. Kirkpatrick JS. Thoracolumbar Fracture Management: Anterior Approach. *JAAOS - J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. 2003.;11(5):355-363. [pristupljeno 07.05.2021.]. Dostupno na: [https://journals.lww.com/jaaos/Fulltext/2003/09000/Thoracolumbar\\_Fracture\\_M](https://journals.lww.com/jaaos/Fulltext/2003/09000/Thoracolumbar_Fracture_M)

anagement\_\_Anterior.8.aspx

77. Kim B-G, Dan J-M, Shin D-E. Treatment of thoracolumbar fracture. *Asian Spine J.* 2015.;9(1):133–46. doi: 10.4184/asj.2015.9.1.133
78. Spiegl UJ, Fischer K, Schmidt J, Schnoor J, Delank S, Josten C, i ostali. The Conservative Treatment of Traumatic Thoracolumbar Vertebral Fractures. *Dtsch Arztebl Int.* 2018.;115(42):697–704. doi: 10.3238/arztebl.2018.0697
79. Labruyère R, Agarwala A, Curt A. Rehabilitation in Spine and Spinal Cord Trauma. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010.;35(21S). doi: 10.1097/BRS.0b013e3181f1a979
80. Copley PC, Jamjoom AAB, Khan S. The management of traumatic spinal cord injuries in adults: a review. *Orthop Trauma [Internet].* 2020.;34(5):255–65. [pristupljeno 19.05.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/1-s2.0-S1877132720300695>
81. Darwish S, Tsirikos AI, Maguire S. Rehabilitation following spinal cord injury. *Orthop Trauma [Internet].* 2020.;34(5):315–9. [pristupljeno 19.05.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/1-s2.0-S1877132720300762>
82. Truchon C, Fallah N, Santos A, Vachon J, Noonan VK, Cheng CL. Impact of Therapy on Recovery during Rehabilitation in Patients with Traumatic Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma.* 2017.;34(20):2901–9. doi: 10.1089/neu.2016.4932
83. Sharif S, Jazaib Ali MY. Outcome Prediction in Spinal Cord Injury: Myth or Reality. *World Neurosurg [Internet].* 2020.;140:574–90. [pristupljeno 19.05.2021.]. Dostupno na: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/1-s2.0-S1878875020310032>

### **13. Životopis**

Rođen sam 3.8.1996. godine u Splitu.

Od 2003. do 2011. pohađao sam Osnovnu školu Vladimira Nazora u Pločama.

Od 2011. do 2015. pohađao sam Srednju školu fra Andrije Kačića Miošića u Pločama, smjer opća gimnazija, koju završavam s odličnim uspjehom. Tijekom srednjoškolskog obrazovanja sudjelovao sam na natjecanjima iz kemije, fizike i geografije.

Redovni sam student Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu od akademske godine 2015./2016. Za vrijeme studiranja radio sam kao demonstrator na Katedri za anatomiju u akademskoj godini 2016./2017. i 2017./2018. Bio sam aktivan član Studentske sekcije za kirurgiju.

Aktivno se služim engleskim jezikom.