

Utjecaj vrste sudara na ozljede sudionika u prometnim nesrećama

Mlinjarić, Ilija

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:744936>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ilija Mlinjarić

UTJECAJ VRSTE SUDARA NA OZLJEDE SUDIONIKA U
PROMETNIM NESREĆAMA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

Utjecaj vrste sudara na ozljede sudionika u prometnim
nesrećama

Effect of Collision Injuries of Participants in Traffic Accidents

Mentor: dr. sc. Željko Šarić

Student: Ilija Mlinjarić, 0135214426

Zagreb, 2015.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. PROMETNE NESREĆE S OBZIROM NA TEŽINU I VRSTU OZLJEDA	3
2.1. Vrste ozljeda s obzirom na težinu ozljede.....	4
2.1.1. Problemi pri utvrđivanju smrti	5
2.2. Vrste najčešćih ozljeda u prometnim nesrećama	6
2.3. Zbrinjavanje ozlijeđenih u prometnoj nesreći	7
2.4. Utjecaj alkohola na sigurnost u prometu	7
2.5. Utjecaj umora na sigurnost prometa	8
3. KLASIFIKACIJA OZLJEDA SUDIONIKA PROMETNIH NESREĆA	10
3.1. Mehaničke ozljede	10
3.1.1. Otvorene mehaničke ozljede (rane).....	11
3.1.2. Zatvorene mehaničke ozljede.....	12
3.2. Kemijske ozljede	15
3.3. Toplinske ozljede	16
3.3.1. Opekline	16
3.3.2. Toplinski udar ili sunčanica	17
3.3.3. Ozeblina	17
3.3.4. Smrzotine	18
3.4. Psihogene ozljede.....	18
4. MEHANIZAM OZLJEĐIVANJA PRILIKOM NASTANKA PROMETNE NESREĆE	19
4.1. Mehanizam ozljeđivanja kod frontalnih sudara	19
4.1.1. Dinamika kretanja tijela prilikom frontalnog sudara.....	25
4.1.2. Karakteristične ozljede pri frontalnom sudaru	31
4.2. Mehanizam ozljeđivanja kod bočnog sudara.....	37
4.2.1 Najčešće ozljede prilikom bočnih sudara	39
4.3. Mehanizam ozljeđivanja kod udara straga.....	43
4.4. Mehanizam ozljeđivanja prilikom prevrtanja vozila.....	46
4.5. Mehanizam ozljeđivanja pri naletu na pješaka.....	46
4.6. Mehanizam ozljeđivanja vozača motocikla	50
4.7. Mehanizam ozljeđivanja biciklista	53
5. ANALIZA STATISTIČKIH PODATAKA O OZLIJEĐENIM I POGINULIMA U PROMETNIM NESREĆAMA.....	55

5.1. Struktura prometnih nesreća i posljedica od 2004. do 2013. godine.....	56
5.2. Vrijeme prometnih nesreća u danima u tjednu i mjesecima.....	59
5.3. Nastradali sudionici prometnih nesreća	61
5.4. Vrste prometnih nesreća i stradale osobe u 2013. godini	63
6. PRIJEDLOZI ZA POBOLJŠANJE PREVENCIJA NASTANKA OZLJEDA USLIJED PROMETNIH NESREĆA.....	66
6.1. Zračni jastuci kao mjera prevencije nastanka ozljeda u prometnim nesrećama.....	66
6.2. Pravilno korištenje sigurnosnih pojaseva kao mjera prevencije nastanka ozljeda u prometnim nesrećama	68
6.3. Naslon za glavu kao mjera prevencija nastanka ozljeda u prometnim nesrećama.....	71
6.4. Prevencija nastanka prometne nesreće sustavom zaštite od frontalnog sudara.....	72
7. ZAKLJUČAK.....	74
8. LITERATURA	76
8.1. Popis slika	78
8.2. Popis tabela.....	79
8.3. Popis grafikona.....	79

1. UVOD

Bitno obilježje suvremene civilizacije je cestovni promet motoriziranih vozila. Svaka dobrobit ove pojave plaća se neželjenim visokim stradavanjem ljudskih života.

Društvo ima velike gubitke zbog prometnih nesreća, usprkos osobnim gubitcima. U posljednjih deset godina dogodilo se prosječno 52.000 prometnih nesreća na hrvatskim cestama. U čak 29% prometnih nesreća bilo je ljudskih žrtava. Tako je godišnje u prometu stradavala 21.000 ljudi. Od toga je 2% osoba pogibalo, što je 526 osoba. Dok je teške tjelesne ozljede zadobilo 18% osoba, a 80% zadobilo je lakše tjelesne ozljede. Hrvatska danas prema najnižim procjenama ekonomskih analitičara i stručnjaka za osiguranja, radi prometnih nesreća ima direktan gubitak društvenih vrijednosti u iznosu od 2% BDP-a, a indirektni gubici su višestruki.

Naslov ovog diplomskog rada je: **Utjecaj vrste sudara na ozljeda sudionika u prometnim nesrećama**. Biti će objašnjene ozljede nastale u prometnim nesrećama, te mehanizmi ozljeđivanja prilikom sudara, također će biti prikazani statistički podaci o ozlijeđenima i poginulima u prometnoj nesreći i prijedlozi za poboljšanje prevencija nastanka ozljeda uslijed prometnih nesreća.

Materija je izložena u 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Prometne nesreće s obzirom na težinu i vrstu ozljeda
3. Klasifikacija ozljeda sudionika u prometnim nesrećama
4. Mehanizam ozljeđivanja prilikom nastanka prometnih nesreća
5. Analiza statističkih podataka o ozlijeđenim i poginulima u prometnim nesrećama
6. Prijedlozi za poboljšanje prevencija nastanka ozljeda uslijed prometnih nesreća
7. Zaključak

U drugom poglavlju, radi boljeg upoznavanja vrsta ozljeda u prometnim nesrećama, opisane su glavne značajke istih.

Podjela ozljeda na lake teške i smrtonosne, te ozljede karakteristične za određenu vrstu prometne nesreće. Također će biti opisani utjecaji čimbenika prometa na prometnu nesreću. Utjecaj čovjeka u nastanku prometne nesreće je 85%.

U trećem poglavlju su opisane vrste ozljeda karakterističnih za prometne nesreće koje se dijele na mehaničke, kemijske, toplinske i psihogene.

Mehaničke ozljede mogu biti otvorene i zatvorene. Kemijske ozljede nastaju djelovanjem kiselina i lužina na kožu. Toplinske ozljede su opekline, toplinski udar, ozeblina i smrzotine.

U četvrtom poglavlju opisane su vrste sudara i karakteristične ozljede za određenu vrstu sudara.

U frontalnom sudaru najčešće su ozljede glave, prsa, abdomena, nogu i zdjelice. Bočni sudar je teško predvidiv pa može doći i do oštećenja unutarnjih organa, glave, vrata, prsa, trbuha, nadlaktice, ramena, zdjelice i nogu. Kod udara straga najčešća ozljeda je trzajna ozljeda vrata.

U petom poglavlju izloženi su statistički podaci iz Biltena o sigurnosti cestovnog prometa ozlijeđenih i poginulih sudionika u prometu u Republici Hrvatskoj u 2013. godini.

U šestom poglavlju izložene su prijedlozi za poboljšanje mjera prevencije nastanka ozljeda u prometnim nesrećama. Prikazani su sigurnosni sustavi vozila, te inovacije u istima kod pojedinih proizvođača vozila.

2. PROMETNE NESREĆE S OBZIROM NA TEŽINU I VRSTU OZLJEDA

Prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta. Nije prometna nesreća kada je radno vozilo, radni stroj, motokultivator, traktor ili zaprežno vozilo, krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu, sletjelo s nerazvrstane ceste ili se prevrnulo ili udarilo u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta. [11]

Prema zakonu o sigurnosti prometa na cestama, prometne nesreće možemo podijeliti na: [3]

Prema nastalim posljedicama prometne nesreće možemo podijeliti na:

Prometne nesreće sa teže ozlijeđenim ili poginulim osobama

Prometne nesreće sa lakše ozlijeđenim osobama

Prometne nesreće u kojima je nastala manja materijalna šteta

Prometne nesreće sa imovinsko-materijalnom štetom velikih razmjera.

Ljudske žrtve u prometnoj nesreći su ozlijeđeni ili poginuli (aktivni i pasivni) sudionici u prometu. Kada je u prometnoj nesreći nasilno narušena cjelovitost ljudskog tijela na jednom ili više mjesta, nazivamo ozljede ili traume. [2]

U prometnom nesretnom događaju mogu sudjelovati: [2]

- aktivni sudionik u prometu – vozač ili pješak u pokretu
- pasivni sudionik u prometu – putnik u vozilu ili pješak u mirovanju.

Nalet prometnog vozila je vrsta prometne nesreće pri kojoj vozilo udari ili pregazi pješaka ili pasivnog sudionika u prometu. [2]

2.1. Vrste ozljeda s obzirom na težinu ozljede

Radi sudsko medicinskog vještačenja ozljede se mogu podijeliti na: [2]

- lake
- teške
- smrtonosne.

Lake tjelesne ozljede su površinska oštećenja tijela, većinom se liječe ambulantno i ne ostavljaju trajnih posljedica ni funkcionalno ni estetski. Tu uglavnom pripadaju površinske rane i nagnječenja mekih tkiva, uganuća zglobova i slično. [2]

Teške tjelesne ozljede su znatnija tjelesna oštećenja koja većinom zahtijevaju bolničko liječenje, a ostavljaju trajne štetne posljedice, bilo estetski ili u smanjenju radne sposobnosti. Tu pripadaju prijelomi kostiju, otvorena iščašenja zglobova, ozljede mozga i ostalih organa važnih za život, zatim teže opekline, unutarnja i vanjska krvarenja koja ugrožavaju život bolesnika. [2]

Posebnu skupinu teških tjelesnih ozljeda čine tzv. politraume. To su višestruke ozljede tijela od kojih je jedna osobito teška i izravno ugrožava život bolesnika. [2]

Smrtonosne ozljede su one koje uzrokuju neposrednu smrt na mjestu prometne nesreće, ili, prema preporuci Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), najkasnije nakon trideset dana. Nakon toga vremena smatra se da je smrt nastala zbog neke druge dodatne bolesti. U sudsko medicinskom vještačenju smrt u prometnoj nesreći se dijeli na: [2]

- smrt na mjestu prometne nesreće je ona koja nastaje trenutačno tijekom prometne nesreće ili neposredno nakon toga, ali svakako dok je ozljeđenik na mjestu gdje se prometna nesreća dogodila;
- smrt u transportu je ona koja nastaje tijekom prevoženja ozlijeđene osobe od mjesta prometne nesreće do zdravstvene ustanove u kojoj je trebalo obaviti definitivno liječenje;
- smrt u bolnici je ona koja nastaje za vrijeme liječenja ozlijeđene osobe u bolnici, ali najdulje do trideset dana, kako se računa prema WHO.

2.1.1. Problemi pri utvrđivanju smrti

Kod razmatranja utvrđivanja smrti potrebno je reanimirati unesrećenog, te utvrditi zadobivene posljedice. A posljedice mogu biti klinička smrt, moždana, biološka i socijalna.

Klinička smrt je kad nastane prestanak disanja, zastoj srca i krvotoka i prekid moždanih aktivnosti, ali ne nepovratno. To se događa kad se takvo stanje rano prepozna i na vrijeme započne reanimacija (masaža srca, umjetno disanje), što može rezultirati ponovnim uspostavljanjem funkcija važnih za oživljavanje. [2]

Cerebralna ili moždana smrt je nepovratno oštećenje mozga. Takvo stanje postaje evidentno tek nakon reanimacije i uspostavljanja krvotoka i srčanog rada, dok se disanje umjetno održava. Iz takve skupine ozlijeđenih odabiru se kandidati za transplataciju organa. [2]

Biološka smrt neizbježno slijedi kliničku smrt ako se ne obavi odgovarajuća reanimacija ili se ona pokaže neuspješnom zbog nepovratnog oštećenja vitalnih organa. [2]

Socijalna smrt (trajno vegetativno stanje) s trajnim oštećenjem mozga, pri čemu ozlijeđena osoba ostaje u nesvjesnom stanju, ali ima aktivan EEG i poneke reflekse. To stanje treba razlikovati od cerebralne smrti pri kojoj je EEG tih i ne postoje moždani refleksi i pokreti spontanog disanja. U vegetativnom stanju može se naizmjenično pojavljivati buđenje i spavanje. [2]

2.2. Vrste najčešćih ozljeda u prometnim nesrećama

U najčešće ozljede koje nastaju kao posljedica prometnih nesreća spadaju: [2]

- Trzajne ozljede
- Ozljede glave
- Ozljede leđa
- Ozljede prsa

Trzajne ozljede spadaju u najčešći tip ozljeda u automobilskoj nesreći ozljede. Trzajne ozljeda mogu biti izazvane velikom silom koja je udarila u vozilo. Ovaj tip ozljede obično se javlja kod udara straga. Kad sila od udarca iza vozila dosegne vozača, njegova glava će krenuti naglo naprijed i gotovo odmah vratiti se natrag. Ovakva vrsta fizičke traume općenito je opasna s obzirom na količinu sile koja djeluje na njegov vrat. Ostali zdravstveni problemi kao posljedica trzajnih ozljeda su kronični bolovi, disfunkcija zglobova i hernija diskova koji se mogu pojaviti zbog ozljeda na meko tkivo. [2]

Ozljede glave spadaju u vrlo česte ozljede u slučaju prometne nesreće. Ozljede glave su uzrokovane udarcima koje nastaju kada glava udari različitim silama na različite podloge. Glava može udariti na bilo koju podlogu poput prozora, vjetrobrana, krova automobila, upravljača ili čak u kontrolnu ploču. [2]

Ozljede leđa se događaju vrlo često stoga ih svrstavaju na treće mjesto na popisu najčešćih ozljeda u prometnoj nesreći. Kralježnica i mišići u leđima mogu biti vrlo lako povrijeđeni. Kralježnica je važan dio živčanog sustava, ali je vrlo osjetljiva i može se ozlijediti za vrijeme nesreće ili traume. Ozljede mogu biti ozljede na leđima kao što je hernija diska pa sve do jednostavnijih kao oštećenje živaca. Iako su obje jednako opasne ozljede, tretmani su potpuno drugačiji. Međutim, većina liječnika i odvjetnika primjenjuje tretman "ozljeda mekog tkiva" za probleme zadobivene u leđima kod prometnih nesreća. [2]

Ozljede prsa su ozljede nastale na prsima možda neće biti tako česte kao ostale tri gore spomenute, ali one se ne pojavljuju u mnogim nesrećama. Glavni uzrok ozljeda prsnog koša proizlazi kada vozač i putnici ne nose sigurnosne pojaseve. Međutim, ni nošenje pojasa ne daje vozačima punu garanciju kod

činjenice da neće biti ozlijeđen. Ozljede na grudima su kontuzije, slomljene kosti i modrice. [2]

2.3. Zbrinjavanje ozlijeđenih u prometnoj nesreći

Pri nastanku prometne nesreće potrebno je unesrećenome pružiti prvu pomoć upotrebom priručnih sredstava. Te je potrebno ukloniti prijeteće uzroke smrti, odnosno zaustaviti krvarenje, spriječiti ugušenje, vratiti disanje i reanimirati osobu u srčanom zastoju. Potrebno je također spriječiti daljnje komplikacije kao što su infekcije. [14]

Jako je važno imobilizirati ozlijeđenog i staviti ga u nepokretan položaj, na taj način će se otkloniti štetne posljedice prilikom prijevoza ozlijeđenog do stručnije pomoći, odnosno bolnice. Kod pružanja prve pomoći, ako se sumnja na unutarnje ozljede unesrećenome se ne smije dati hrana i piće, zbog moguće hitne kirurške operacije prilikom dolaska u bolnicu. [14]

Hitna medicinska služba treba odrediti po život opasne ozljede u što kraćem vremenu, da ne bi došlo do ozbiljnijih i trajnih posljedica. Preživljavnje hitno zbrinutih je za 85% veće u prvom satu od ozljeđivanja („golden hour“). [13]

Cijena zbrinjavanja ozlijeđenih u SAD-u godišnje dosegne i 210 bilijuna \$, što je dva puta više nego cijena zbrinjavanja kardiovaskularnih i malignih bolesti zajedno! Na jednog preminulog dolazi 10 hospitalizacija i 100 obrada u Hitnoj službi. [13]

2.4. Utjecaj alkohola na sigurnost u prometu

Prema rezultatima istraživanja stručnjaka utvrđeno je da već 0,2 promila alkohola u krvi ima nepovoljan utjecaj na vožnju i ponašanje vozača. S tako malim količinama alkohola otežava se zapažanje vozača i usporuju reakcije, a povećava se samopouzdanje i smanjuje osjećaj odgovornosti. Pod utjecajem alkohola, vozač precjenjuje svoje vozačke sposobnosti, a opasnost mu je relativna. Postaje

neoprezan i sklon je ignoriranju prometnih propisa. Uslijed konzumacije alkohola povećava se rizik nastanka prometne nesreće. [41]

Prema rezultatima istraživanja U Njemačkoj (Medicinsko-psihološki institut iz Essena) utvrđeno je da količina od 0,5 grama alkohola po kilogramu čovjeka udvostručuje, 0,6 promila utrostručuje, a od 0,8 promila rizik je četiri puta veći. [41]

Kod većih količina alkohola u krvi: [41]

- 1 promil – rizik 7 puta veći
- 1,2 promila – rizik 10 puta veći
- 1,4 promila – rizik 20 puta veći

Iz ovoga je vidljivo da već male količine alkohola bitno utječu na čovjekovo psihofizičko stanje, te na samu sigurnost prometa. Ali nisu svi jednako podložni alkoholu. Ista količina će drugačije djelovati na osobu s obzirom na dob, visinu, težinu i građu. [41]

2.5. Utjecaj umora na sigurnost prometa

Kod umornog vozača, narušena je psihofizička sposobnost i reakcije prilikom upravljanja vozilom. Podrazumijeva se da mu je narušena percepcija opasnosti i sigurnosnih elemenata u njegovom okruženju. Uslijed takvog utjecaja smanjuju se brzina reakcija i spretnost upravljanja vozilom, a povećava se neoprez i dekoncentriranost. Reakcije se odvijaju iznenadno i ubrzano, ali nespretno i isprekidano. Umor smanjuje sposobnosti vožnje, te je štetno djeluje na sigurnost prometa. [42]

Osobitost umora je složena i neistražena. Nastaje djelovanjem niza psihofizičkih čimbenika, a osim fiziološkog trošenja energije pospanost i umor izazivaju monotoniju ceste, nezainteresiranost za vožnju, osamljenost, a posebice na dugim putovanjima. Neovisno o želji za vožnjom, odnosno užitka koji pruža vožnja i putovanjem, umor se u pravilu javlja već nakon nekoliko sati vožnje, najčešće između 2 i 7 sati vožnje, odnosno nakon 200 do 500 kilometara, ovisno o uvjetima

prometnice. Zahtjevne i monotone ceste će najviše umoriti vozača, te bitno utječu na povećanje razine umora. [42]

Pojava umora se jednako odražava na sve vozače, u početku stvara želju za spavanjem, te se uslijed toga javlja bockanje u očima, osjećaj topline, ukočenost vrata, ramena i ruku, ukočenost kralježnice, noge trnu, cirkulacija slabi, te se kapci sklapaju. Takvo stanje može dovesti do polusvijesti i smanjenja sposobnosti percepcije. Najgora posljedica umora je da vozač zaspi za volanom, a to dovodi do tragičnih posljedica. [42]

Umor se može smanjiti ugodnom atmosferom u vozilo, slušanje glazbe, laganim razgovorom sa suputnicima, promjenom brzine, okoliša, te situacija u prometu. Ujedno je potrebno da vozilo bude odgovarajuće klimatizirano. Također je važno koliko se odmoran sjeda za volan, te je potrebno raditi pauze tijekom vožnje. Prilikom stanke dobro je sjesti, jer je drugačiji položaj nego u vozilu, razgibati se, pojesti laganu hranu i popiti vode. Kada je vozač svjestan umora, najbolje rješenje je pristati i odspavati. [42]

3. KLASIFIKACIJA OZLJEDA SUDIONIKA PROMETNIH NESREĆA

Ozljede ili lezije su skup lokalnih ili općih poremećaja funkcije tijela, nastalih djelovanjem bilo kojeg štetnog agensa jačeg od otpora tkiva. Izraženost patoloških poremećaja ovisi prvenstveno o tome koliko je štetna bila sila koja ih je prouzročila te koliko su opsežno različita tkiva bila zahvaćena njezinim djelovanjem. [1]

Koštani prijelom bez ozljede kože (rane) zovemo zatvorenim prijelomom. Ako na mjestu prijeloma postoji rana, to je otvoreni ili vanjski prijelom. Koštani ulomci mogu svojim oštrim rubovima ozlijediti krvne žile, živce i mišiće ili probiti kožu. To se može dogoditi u trenutku prijeloma ili naknadnim pomicanjem slomljenih kostiju. [15]

Prometne nesreće su složeni događaji koje rezultiraju različitim ozljedama. Ozljede se mogu podijeliti na: [2]

- Mehaničke
- Kemijske
- Toplinske
- Psihogene

3.1. Mehaničke ozljede

Mehaničke ozljede su oštećenja koja nastaju kao posljedica mehaničkog djelovanja mehaničkim sredstvima. U slučaju prometnih nesreća ta mehanička sredstva koja pod utjecajem mehaničkih sila izazivaju ozljede na tijelu čovjeka jesu tupi i oštri dijelovi karoserije vozila kao i oprema prometnice. Mehanička aktivnost sile koja izaziva traumu može se podijeliti na: djelovanje energije koja gnječi – kompresija, na djelovanje uvrtnanja – torzija, te na djelovanje rastezanja – trakcija. Sile kompresije uzrokuju ozljede izravno na mjestu djelovanja, dok su traume kao posljedica sila torzije i trakcije na udaljenom mjestu od djelovanja istih. To se događa iz razloga što te dvije sile razvlače tkiva. Sličan način funkcioniranja ima i fleksija, ali

ona djeluje samo na čvrsta tkiva kao što su kosti (tzv. fleksija fraktura). Na taj način nastaju zatvorene ozljede. [1]

3.1.1. Otvorene mehaničke ozljede (rane)

Ako je kožni omotač popustio i došlo je do njegova prekida, tada nastaju unutarnje ozljede ili stanje poznato kao rana. [1]

Rane definiramo kao ozljede čije je osnovno obilježje prekid kontinuiteta kože ili sluznice, pri čemu može doći do djelomičnog ili potpunog oštećenja i na dubljim tkivima. Ovo obilježje razlikuje rane od razderotina i posjekotina. [1]

Rane prema vanjskom izgledu mogu biti: [1]

- Ubodna rana
- Posjekotina
- Razderotina
- Razderana i prignječena rana
- Nagnječenje
- Amputacija

Ubodna rana (vulnus punctum, seu vulnus ictum), koja nastaje djelovanjem šiljastog uskog oruđa ili oružja, kao što su vršak noža ili igle. Rana je mala i nekad jedva uočljiva. Rubovi rane su oštri bez promjene ruba okoline rane. Rane koje imaju samo ulazni otvor su ubodne, a one s izlaznim otvorom su probodne. Ove rane mogu biti složene, ukoliko je došlo do ozljede dubljih tkiva ili jednostavne, ukoliko do nje nije došlo. Ako je prisutno otvaranje tjelesnih šupljina (abdomen, pleura), onda su rane penetratne, ako je probijen neki od šupljih organa, onda su perforativne. [1]

Posjekotina (vulnus scissum), koja nastaje djelovanjem oštrog i pločastog predmeta (sječiva). Rubovi rane su oštri, a oštećenja su uočljiva i u okolini rane. Ako rana zjapi ili je preklopljenih rubova, onda je zatvorena. Najčešće je prisutno manje ili

obilnije krvarenje, a uz presijecanje krvnih žila najčešće su presječeni i živci i tetive, što takve rane čini složenima. [1]

Razderotina (vulnus laceratum), zbog relativno pravilnih, ali neravnih te malo nagnječenih rubova. Uglavnom je ispunjena krvlju, dok se u dubini mogu uočiti ozlijeđene krvne žile, živci i tetive. Što je posljedica mehanizma kidanja i trakcije, izazvana udarcem tupim predmetom. [1]

Razderana i prignječena rana (vulnus lacerococtusum), koja nastaje kombinacijom djelovanja sila gnječenja i trakcije. Nepravilnog izgleda, nagnječenih rubova i neravnomjernog toka, ova rana u pravilu uključuje i oštećenje dubljih tkiva. Krvarenje je izraženije nego u razderotini, a opasnost od infekcije pojačana je zbog prisutnosti devitaliziranog tkiva. [1]

Nagnječenje (vulnus contusum), koje nastaje prilikom gnječenja, uzrokovanim tupom mehaničkom silom koja je bila dovoljno intenzivna da prouzroči pucanje kože ili sluznica. [1]

Amputacija je odstranjivanje dijela tijela. Traumatskom amputacijom se definira otrgnuće uda ili dijela uda pri ranjavanju (projektilom, eksplozivom, hladnim oružjem, ili pak ugrizom životinje, odnosno u prometnoj nesreći). Pri kirurškoj amputaciji liječnik odstranjuje neizlječiv ili nepopravljivo oštećen ud ili dio uda kako bi zaštitio ostatak organizma, a time i život. Kirurška amputacija može biti neminovna i nakon liječničke pogreške. Razvitak medicine i protetike omogućio je u posljednjih nekoliko desetljeća dotad nezamisliv stupanj rehabilitacije pacijenata koji su pretrpjeli kiruršku amputaciju. [16]

3.1.2. Zatvorene mehaničke ozljede

Zatvorene ozljede koje nastaju djelovanjem udarca tupog predmeta ili padom na tvrdu površinu, pri čemu ne dolazi do prekida cjelovitosti kože ili sluznice, osim kod ogrebotina (ekskoriationes). [1]

Međutim, javljaju se znatnije promjene na unutrašnjim tkivima, kao što su: [1]

- potres tkiva (commotio),
- naboj tkiva (contusio),
- zgnječenosť tkiva (conquastio),
- prekid tkiva (ruptura),
- istegnuće tkiva (distensio),
- uganuće organa (distorzio),
- iščašenje (luxatio) i
- prijelom kosti (fraktura).

Potresom tkiva smatramo ozljede nastale od posljedica udarca u glavu. Udarac u glavu je česta ozljeda koja uglavnom prolazi bez posljedica. Postoji mogućnost da je došlo i do težih ozljeda koje uključuju potres mozga, a ponekad i prijelom kostiju glave. Potres mozga je mehanička ozljeda glave koja nije uzrokovala trajno oštećenja mozga nego samo kratkotrajni poremećaj funkcije. Nema ozljeda kostiju glave. Glavni simptomi su kratkotrajna nesvijest, neposredno nakon ozljede, amnezija ili gubitak pamćenja, te mučnina, vrtoglavica i slabost. Nakon udarca u glavu potrebno je mirovanje, te promatranje unesrećenika, kako bi se na vrijeme mogle uočiti komplikacije izazvane ozljedom. Potrebno je provjeravati stanje unesrećenika svakih 2-3 sata, a tijekom noći ga buditi. [17]

Ako se mišić previše istegne, primjerice zbog žestoke ili neuobičajene aktivnosti, može doći do kidanja dijela mišićnih vlakana. Mišić se tada kontrahira (skupi), a može i oteći zbog unutarnjeg krvarenja. Glavni simptom je bol prilikom ozljede. Istegnuti mišić je bolno osjetljiv, može oteći i neće djelotvorno funkcionirati sve dok pokidana vlakna ne zacijele. U nekim slučajevima može uslijediti i ruptura (potpuno kidanje) mišića, zbog koje mišić neće uopće funkcionirati. No, bolan mišić ne znači nužno i istegnuće. Mišić koji postepeno postane ukočen, osjetljiv i bolan (često preko noći) često je rezultat prekomjernog naprezanja mišića. [18]

Uganuće ili distorzija je ozljeda ligamenata i zglobne čahure nastala zbog naglog, prejakog pokreta u zglobu. Najčešće se događa u gležnju i vratnoj kralježnici. [19]

Uganuće gležnja se često događa pri hodanju i trčanju po neravnom terenu. Javlja se oštra bol, a zatim i otekline zglobova. Tegobe se mogu ublažiti hladnim oblogom ili ledom. Noga treba mirovati u povišenom položaju. U težim slučajevima potreban je liječnički pregled. [19]

Distorzija vratne kralježnice - Događa se u prometnim nesrećama zbog naglog pomicanja glave pri sudaru (trajna ozljeda vratne kralježnice). Očituje se kao bol u stražnjem dijelu vrata koja se javlja odmah nakon nesreće ili malo poslije. Bol se može širiti u potiljak, leđa i ruke, a pojačava se pokretima glave pa osoba drži vrat ukočenim. Potrebna je liječnička pomoć. Treba imati na umu da u sudaru mogu nastati i znatno teže ozljede vratne kralježnice s prijelomima vratnih kralježaka i mogućnošću oštećenja kralježnične moždine. Ovakve ozljede traže znatno složeniji pristup u pružanju prve pomoći. [19]

Iščašenje zglobova ili luksacija (lat. luxatio) je gubitak međusobnog kontakta između dvije zglobne površine kostiju koje čine zglob. Ako se zglobne površine samo djelomično dotiču, stanje se naziva subluksacija. [20]

U zdravom zglobu čvrsto vezivno tkivo povezuje kosti snažnim tračcima ili ligamentima i zglobnom čahuricom ili ovojnicom koja formira zglobnu šupljinu. Ligamenti i zglobna čahura su čvrsti i neelastični, ali dozvoljavaju pokrete unutar normalnih granica za pojedini zglob. U slučaju iščašenja jedna od kostiju koje čine zglob biva izbačena iz svog prirodnog položaja uslijed prekomjernog istezanja i trganja zglobne kapsule i ligamenata. [20]

Uzroci iščašenja su neprilagođeni nasilni pokreti zgloba koji prelazi izdržljive granice pokreta. Obično je to zbog nastupa traume pri udarcu izazvanom prometnim udesom, skoku ili padu. Sila koja djeluje je obično neizravna, putem mehanizma poluge. [20]

Prijelom ili fraktura je ozljeda koja prekida tijek kosti. Najčešće nastaje kratkotrajnim djelovanjem snažne vanjske sile. [21]

Prema uzroku, prijelom može biti spontan ili traumatski. Spontani prijelom nastaje zbog povećane lomljivosti kostiju uzrokovane bolestima kao što su koštani tumori, metastaze, osteoporoza i osteomijelitis. Traumatski prijelom nastaje djelovanjem snažne mehaničke sile na zdravu kost. [21]

Stres fraktura je lom kosti, obično malih kostiju, koji nastaje zbog djelovanja ponavljanih ili dugotrajnih vanjskih sila na kost. Prema odnosu prijeloma i mekog tkiva razlikujemo otvoreni i zatvoreni prijelom. [21]

Otvoreni prijelom je ozljeda kod koje je prekinut tijek kože ili sluznice iznad kosti zbog pomicanja ulomaka kosti. [21]

Zatvoreni prijelom je onaj kod kojeg je cjelovitost kože očuvana. Prijelom, nadalje, može biti kompletni kad je puknuta kost cijelom širinom ili dužinom te inkompletni kod kojeg postoje napukline. [21]

Prema obliku može biti: [21]

- linearni prijelom - poprečni ili kosi
- kominutivni prijelom - postoji veći broj ulomaka
- prijelom s defektom - kad se otrgne dio kosti, najčešće zbog strijelne ozljede
- prijelom zelene grančice (green stick) - tijek kosti je samo djelomično prekinut

3.2. Kemijske ozljede

Kemijske ozljede su otvorene ozljede nastale djelovanjem korozivnog sredstva (kislina, lužine, soli, teških metala) na kožu. Kemijske ozljede zahtijevaju hitno zbrinjavanje u bolnici. [22]

Potrebno je identificirati kemijsko sredstvo koje je uzrok ozljede. Obavezna zaštitna sredstva i pažljivo rukovanje s ostacima kemijskog sredstva i natopljenom odjećom. [22]

3.3. Toplinske ozljede

Toplinske ozljede nastaju djelovanjem topline ili hladnoće na čovjekovo tijelo. Dijelimo ih na: [2]

- opekline
- toplinski udar
- ozeblina
- smrzotine

3.3.1. Opekline

Opekline mogu nastati djelovanjem zraka, vode i pare visoke temperature, ali i dodiranjem električne struje i izlaganjem sunčevim zrakama. Težina opekline procjenjuje se prema dubini, zahvaćenoj površini kože i prema dijelu tijela koje je opečeno.

Mogu se stupnjevati prema dubini opekotine: [2]

- Prvi stupanj, kad je zahvaćena samo pokožica odnosno površinski sloj kože. Pojavljuje se crvenilo, osjeća se bol na dodir i koža je nešto vlažna i otečena.
- Drugi stupanj, kad se na opečenom dijelu pojave mjehuri ispunjeni krvnom plazmom, a oko njih je koža crvena i bolna
- Treći stupanj, kad je opečena cijela debljina kože, ali i dublje postavljena tkiva, kao što su mišići, tetive, živci i krvne žile
- Četvrti stupanj, kad je nastala karbonizacija, odnosno pougljenjivanje opečenog dijela tijela.

Prema težini opekline mogu biti: [2]

- Lagane opekline su one pri kojima je, u drugom stupnju, oštećeno manje od 10% površine ili u trećem stupnju manje od 2% površine. Opekline prvog stupnja pripadaju u ovu skupinu bez obzira na površinu.

- Srednje teške opekline su one drugog stupnja koje zahvaćaju 10-20% kože ili one trećeg stupnja ako je opečeno manje od 10% kože.
- Teške opekline su one drugog stupnja koje zahvaćaju više od 25% površine i one trećeg stupnja ako je opečeno više od 10% površine. Tu pripadaju i sve opekline očiju, dišnih putova kao i one nastale u dodiru s električnom strujom.

Električne opekline nastaju zbog vrlo visokih temperatura koje dosežu i do 5000 °C pa prodiru duboko u tijelo. Električni udar, pogotovo izmjenične struje, osim opekline može izazvati prestanak disanja i treperenje srca, ali i oboje. [2]

3.3.2. Toplinski udar ili sunčanica

Toplinski udar nastaje pri fizičkom radu i lošim vremenskim uvjetima, kad je zrak vlažan, bez vjetra, s niskim barometarskim tlakom, pa se čovjek ne znoji, zbog nakupljanja topline u tijelu. Najprije se pojavljuje umor, glavobolja, žeđ, ubrzano bilo i disanje, porast tjelesne temperature, mučnina, nemir, nesnalaženje u prostoru i vremenu, a potom i gubitak svijesti. [2]

3.3.3. Ozeblina

Ozeblina su lokalna akutna oštećenja kože i potkožnog tkiva prouzrokovane hladnoćom. Najčešće zahvaćaju periferne dijelove tijela. Ozeblina mogu biti površinske i duboke. Na početku smrzavanja javlja se nagli prestanak osjećaja hladnoće, manja osjetljivost na dodir, tvrdoća i bljedilo, a kasnije plavkasta boja kože. Poslije nekog vremena se pojavljuju plikovi. Dubinske ozeblina nastaju kada se smrzne i potkožno tkivo ili čak mišići i kosti. Na površini se pojavljuju plikovi ispunjeni krvavom tečnošću. [23]

3.3.4. Smrzotine

Smrzotina je ozljeda nastala smrzavanjem tkiva. Početni izgled može biti zavaravajuće benignan. Koža može biti blijeda ili s plikovima i obamrla, a zagrijavanje izaziva priličnu bol. Može se razviti gangrena. Liječi se zagrijavanjem u toploj (40–42 °C) vodi i lokalnom njegom. Teško oštećena tkiva mogu podleći autoamputaciji. Kirurška je amputacija ponekad nužna, no odluku o njoj, često na osnovi ishoda slikovnih pretraga, obično treba odgoditi do nekoliko mjeseci nakon ozljede. Smrzotina obično nastaje na ekstremnoj hladnoći, osobito na velikim nadmorskim visinama, a pogoršava ju hipotermija. Najčešće su zahvaćeni distalni dijelovi ekstremiteta i nezaštićeni dijelovi kože. Unutar stanica ili između njih se stvaraju kristali leda koji smrzavaju tkivo i uzrokuju smrt stanica. I susjedna tkiva koja nisu smrznuta su u opasnosti, jer vazokonstrikcija i tromboza mogu uzrokovati ishemično oštećenje. Prilikom reperfuzije tijekom zagrijavanja se otpuštaju upalni citokini (npr. tromboksani, prostaglandini), pojačavajući oštećenje tkiva. [24]

3.4. Psihogene ozljede

Prometne traume kod aktivnih i pasivnih sudionika u prometu mogu prouzročiti tzv. postraumaski stres. To je sklop psihogenih reakcija koje se pojavljuju prvenstveno neposredno nakon preživljene ili viđene prometne nesreće. One su to jače izražene što je osoba psihički labilnija. Očituje se u nekontroliranom ponašanju koje može pokazivati znakove psihogenog šoka s padom krvnog tlaka i nesvjesticom, ali i agresivno ponašanje. [2]

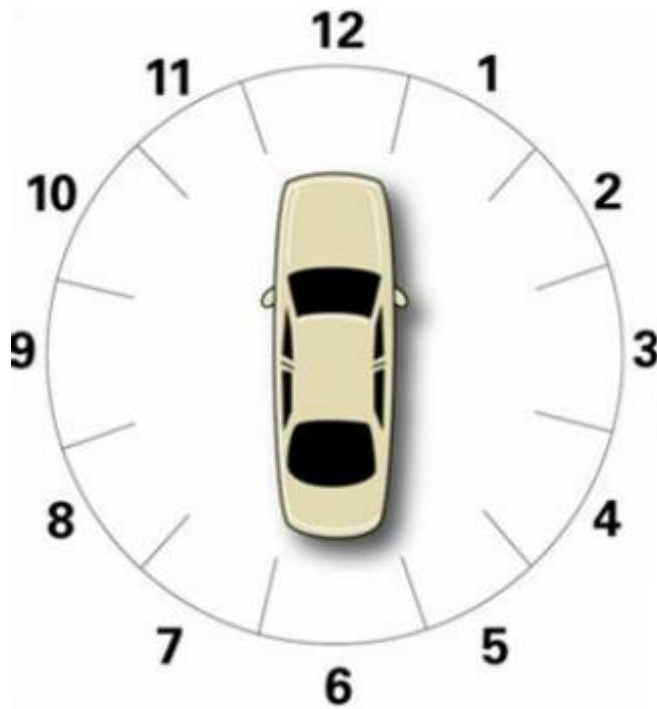
4. MEHANIZAM OZLJEĐIVANJA PRILIKOM NASTANKA PROMETNE NESREĆE

Za razumijevanje utjecaja kinetičke energije koja je posljedica nastalih ozljeda, odnosno mehanizma ozljeđivanja, potrebno je poznavati djelovanje energije na organizam, na koji se način ona predaje tijelu, te karakteristike anatomije oštećenih organa i ekstremiteta. Okolnosti nastanka ozljeda su različite, jer različite vrste sudara nemaju jednake posljedice. U ovom poglavlju obrađene su vrste sudara i utjecaj nastanka različitih ozljeda s obzirom na vrstu sudara.

4.1. Mehanizam ozljeđivanja kod frontalnih sudara

Pri frontalnom sudaru se brzine zbrajaju pa su ozljede vrlo teške. S obzirom na to da čovjek u vozilu nastavlja kretanje iako se vozilo zaustavilo, vozač i suvozač imaju veliku vjerojatnost udara u vjetrobransko staklo i u upravljač vozila. Ako se ne koristi sigurnosni pojas i zračni jastuk, nastaju ozljede glave, prsa, gornjeg dijela trbuha te gornjih i donjih udova. Ako nema naslona za glavu ili on nije visinski prilagođen, pojavljuju se i ozljede vratne kralježnice. [2]

Rezultati istraživanja na Sveučilištu u Michigan-u (SAD), pokazala su da frontalni sudari čine 30 – 40 % ukupnih sudara. Frontalni sudar određuje se primjenom principa smjera djelovanja sile (slika 1.), odnosno PDOF-a (*eng. Principle direction of force*). Princip smjera djelovanja sile opisuje se klasičnim satom na kazaljke. Prema principu smjera djelovanja sile u skupinu frontalnih sudara spadaju oni koji se nalaze između 10 i 2 sata. [4]



Slika 1. Princip smjera djelovanja sile

Izvor: [4]

Smjer djelovanja sile u trenutku sudara je glavni pokazatelj u pogledu mehanizma ozljeđivanja putnika u vozilu, jer je odgovor tijela na sudar u istom i suprotnom smjeru od principa djelovanja sile. Uz pomoć njega, moguće je okvirno odrediti kojim su ozljedama osobe u vozilu bile izložene. Određivanje principa smjera djelovanja sile obavlja se pomoću Superman tehnike.¹ Ovom tehnikom se virtualno jednim prstom oštećeni dio vozila povlači u onom smjeru, u kojem bi to povlačenje rezultiralo njegovim popravkom i vraćanje u prvobitno stanje. Upravo je taj smjer suprotan od Principa smjera djelovanja sile. Na slici je prikazano vozilo koje je udarilo u drugo vozilo. Uz pomoć Superman tehnike, može se vidjeti da smjer djelovanja sile pokazuje 12 sati i 30 minuta (slika 2.). [5]

¹ Stewart C. Wang; Profesor kirurgije, program za istraživanje i edukaciju prometnih nesreća na Sveučilištu u Michigan-u.



Slika 2. Princip smjera djelovanja sile uz pomoć Superman tehnike

Izvor: [5]

Težina i lokalitet ozljede ovisi i o vrsti frontalnog sudara. Osim kategorija istih s obzirom na princip smjera djelovanja sile, može ih se također podijeliti i na potpune frontalne sudare, djelomične frontalne sudare i frontalne sudare s uskim objektima. [6]

Pri potpunom frontalnom sudaru, u kojem cijela prednja strana vozila čini udarnu frontu. Analiza ove vrste sudara je jako bitna za područje koje se bavi razvojem sigurnosnih sustava, kao što su sigurnosni pojasevi i zračni jastuk. Razlog je mogućnost iskorištenja svih sigurnosnih sposobnosti ovih sustava i incidentnim situacijama ovog tipa. [6]

Prilikom djelomičnog frontalnog sudara samo dio prednjeg dijela vozila čini udarnu frontu. Pri ovoj vrsti sudara postoji velik rizik naguravanja karoserije u putničku kabinu. Putnici su češće u kontaktu s unutrašnjosti vozila, te nisu u potpunosti zaštićeni zračnim jastucima. Prikaz ove vrste sudara uz pomoć umjetnog

modela na računalu, može se vidjeti da prilikom udara dolazi do blage rotacije obaju vozila (slika 3.). U tom trenutku tijelo vozača se kreće prema vratima, a glava udara u bočni prozor te se približava okviru vjetrobranskog stakla. [6]



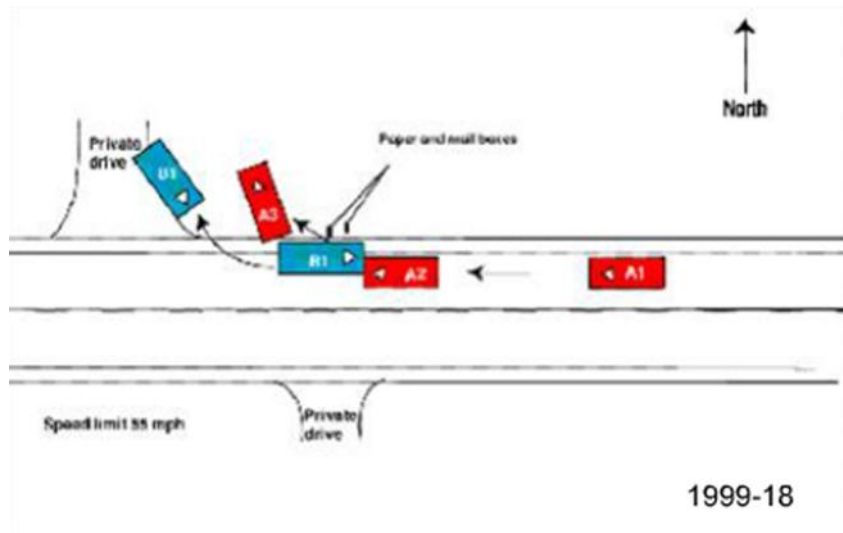
Slika 3. Djelomični frontalni sudar

Izvor: [6]

Obilježje frontalnog sudara s uskim objektom je znatno reduciran učinak zone gužvanja, jer uski objekt naglo prodire u unutrašnjost zone gužvanja. „Zone gužvanja” su tzv. slabe točke na vozilu, koje su inženjeri osmislili i ugradili u strukturu automobila s namjerom da se iste unište na kontroliran način. Pri deformaciji školjke automobila, oslobađa se energija čija se količina kontroliranim gužvanjem karoserije reducira kako bi se eliminirala ili barem smanjila oštećenja putničke kabine. Frontalne sudare s uskim objektima karakteriziraju ozbiljniji intenziteti sudarnih sila, a reducirani učinak zone gužvanja rezultira manjom apsorpcijom energije, zbog čega se povećava rizik naguravanja karoserije u putničku kabinu.

Za primjer, prikazani su rezultati analize stvarnog slučaja, koju je provela inženjerska ekipa za istraživanje ozljeda u prometnim nesrećama. Slučaj koji se promatra je incidentni događaj, koji se dogodio u SAD-u 1998. godine. Subjekt analize predstavlja crveno vozilo, koje se kretalo dvosmjernom prometnicom s malim usponom. Kada je promatrano vozilo došlo na vrh brijega, vozač nije uočio dostavno

vozilo, koje se zaustavilo ispred desne strane njegova vozila. Pozicija A1 na slici predstavlja kretanje subjekt vozila prema naprijed, sve do trenutka kada ono dođe do pozicije A2 te svojim prednjim desnim dijelom udara u prednji desni dio parkiranog vozila. Subjekt vozilo nastavlja gurati parkirano vozilo u svom smjeru kretanja prema desno. Ubrzo nakon toga se zaustavlja u poziciji A3 (slika 4.).



Slika 4. Primjer prometne nesreće koja se dogodila u SAD-u 1998. godine

Izvor: [8]

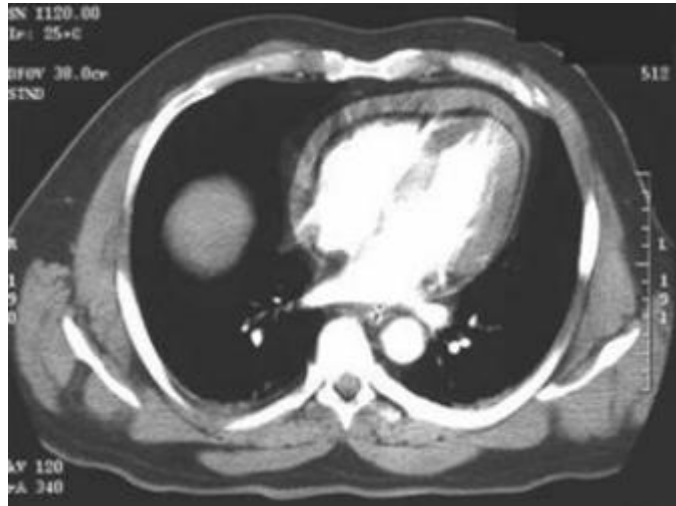
Vozač u trenutku sudara nije koristio sigurnosni pojas, ali je vozilo bilo opremljeno zračnim jastukom koji se u trenutku sudara aktivirao. Detaljna analiza vozila, pokazala je da se isto u trenutku sudara kretalo brzinom 50 km/h. Na vanjskoj strani vozila, vidljiva su oštećenja prednjeg desnog dijela, deformacija kotača i okvira vjetrobranskog stakla. Smjer djelovanja sile pokazao je 12 sati, a duljina oštećenog dijela iznosila je 123 cm. U trenutku udara, upravljačke papučice su pomaknute 12 cm prema natrag, a kontrolna ploča 10 cm u istom smjeru. Isto tako je došlo do oštećenja upravljača i njegovog vertikalnog pomicanja prema gore i horizontalnog prema naprijed. [8]



Slika 5. Dostavno vozilo nakon prometne nesreće u SAD-u 1998. godine

Izvor: [8]

Neposredno nakon sudara, vozač se požalio na bol u prsima i u području iznad abdomena. Kada je prevezen u zavod za hitnu medicinu, na njegovom tijelu nije bilo vidljivih vanjskih ozljeda, no detaljnim pregledom je utvrđeno da pacijent ima unutarnje ozljede donjeg dijela prsa i abdomena. Podvrgnut je CT skeniranju koje je ukazalo na višestruki prijelom rebra i tekućinu oko srca kako je prikazano na slici 6. Vitalni znakovi su u početku bili uredni, no naknadno su se pojavile perokardijalne anomalije, tahikardija i sniženi krvni tlak. Utvrđeno je oštećenje vene cave te je došlo do unutarnjeg krvarenja. Pretraga CT-a je također pokazala ozljede jetre i slezene. [8]



Slika 6. CT snimka frakture rebara i ozljede abdomena

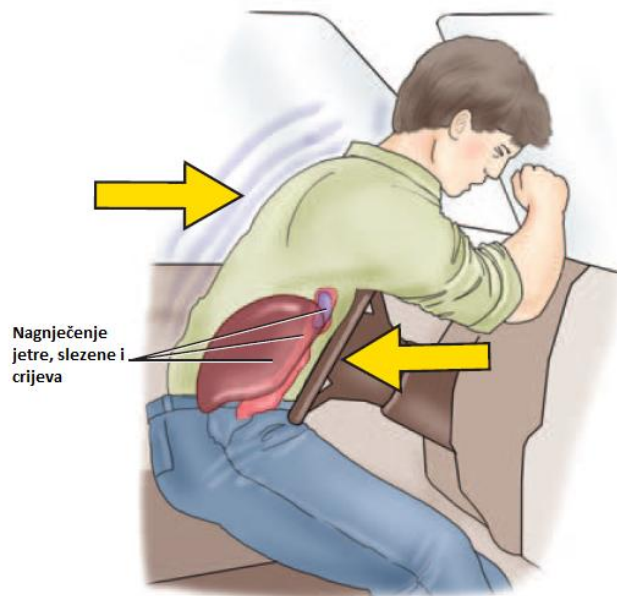
Izvor: [8]

4.1.1. Dinamika kretanja tijela prilikom frontalnog sudara

U trenutku frontalnog sudara tijelo vozača se giba prema naprijed i naglo zaustavlja. Postoje dva načina gibanja, a ovo su primjeri prilikom ne korištenja sigurnosnog pojasa, to su kretanja gore-iznad i kretanje dolje-ispod. [25]

4.1.1.1. Kretanje gore-iznad

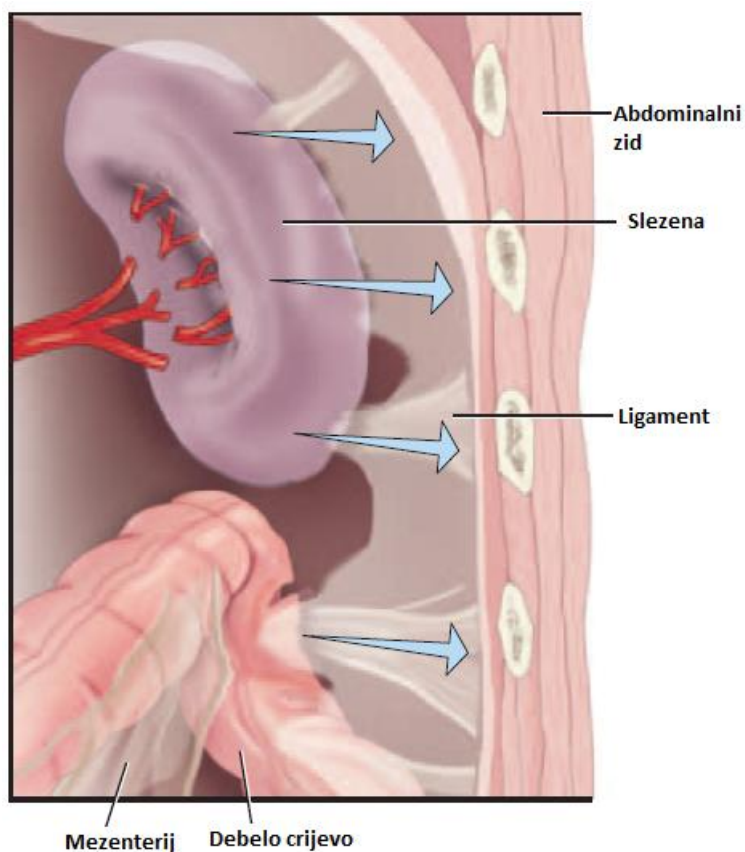
U ovom slučaju kada se tijelo vozača pri frontalnom sudaru kreće prema naprijed i u smjeru prema gore. Vozač glavom udara u vjetrobransko staklo, okvir vjetrobrana ili krov vozila. Nakon udarca, glava se prestaje kretati prema naprijed. Ali trup tijela nastavlja gibanje prema naprijed dok se ne apsorbira energija duž kralježnice. Vratna kralježnica je najmanje zaštićeni dio kralježnice. Ovisno o položaju torza sljedeći na udaru su abdomen ili prsa. Udarcem prsa u upravljač, dolazi do ozljeda prsnog koša, pluća i aorte. Udarcem u području abdomena, dolazi do nagnječenja i ozljeda čvrstih organa (slika 7.). [25]



Slika 7. Nagnječenje jetre, slezene i crijeva pri udarcu abdomena u upravljač

Izvor: [25]

Pri naglom udarcu u abdomen koji se brzo zaustavlja, dolazi do ozljede bubrega, slezene i jetre ili se organ u potpunosti istrgne iz svog prirodnog položaja i potpornih tkiva (slika 8.). Također postoji mogućnost povišenja tlaka u nekim organima i probijanje šupljih organa. Neprestano gibanje bubrega prema naprijed nakon prestanka gibanja kralježnice, uzrok je pomicanja duž vezivnog tkiva, te ugrožava organe i dovodi krv u njih, a samo gibanje može dovesti do puknuća krvnih žilica. Oštećenje tkiva može dovesti do puknuća i oštećenja aorte u prsima. [25]



Slika 8. Istrgnuće slezene kod naglog udarca abdomena u upravljač

Izvor: [25]

4.1.1.2. Kretanje dolje ispod

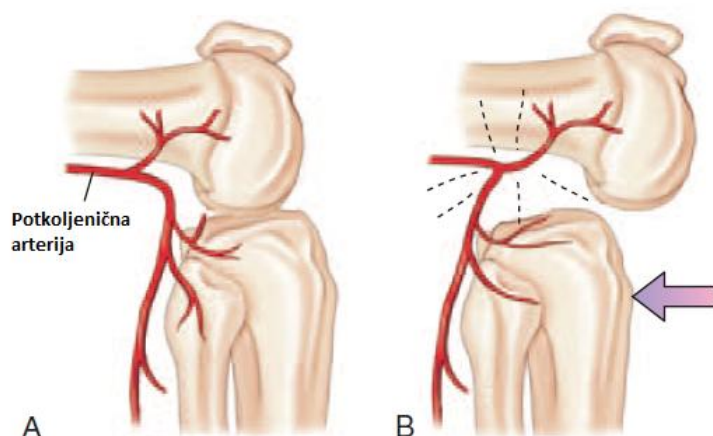
U slučaju kada se tijelo vozača u trenutku kontakta kreće prema naprijed, te smjeru prema dolje tijelo udara u kontrolnu ploču. Važnost i poznavanje kinematike upućuje i na ozljede nogu do kojih dolazi prilikom ovakve vrste udarca. Budući da je mnoge ozljede kod prometnih nesreća teško prepoznati, bitno je poznavanje i razumijevanje mehanizma ozljeđivanja. Kada je položaj noge na papučici kočnice ili na podu automobila, a koljeno se nalazi u ravnom položaju, dolazi do iščašenja noge i frakture skočnog zgloba, zbog neprestanog naglog gibanja torza. Češće se događa da su koljena u skvrčenom položaju, pa energija nije usmjerena na zglobove nego na koljena, pa ona udaraju u kontrolnu ploču (slika 9). [25]



Slika 9. Tijelo u trenutku kontakta se kreće prema naprijed i u smjeru dolje

Izvor: [25]

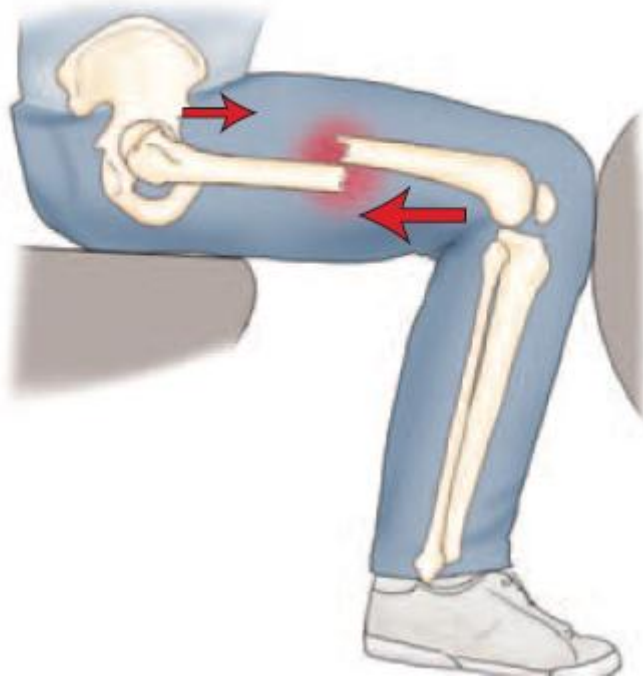
Pri ozljedi koljena postoje dvije točke udara nogu u kontrolnu ploču, to su goljenica i iver koljena. Kada goljenica prva udari u kontrolnu ploču vozila, iver koljena se i dalje giba. Dolazi do iščašenja koljena s popucalim ligamentima i tetivama, te oštećenja drugog potpornog tkiva. Potkoljениčna arterija se nalazi blizu zgloba koljena, te iščašenje zgloba u frontalnom sudaru može dovesti do oštećenja arterije (slika 10). [25]



Slika 10. Iščašenje koljena

Izvor: [25]

Arterija može biti u potpunosti poremećena ili se može oštetiti samo podstava. U svakom slučaju, može doći do nastanka krvnog ugruška, koji će znatno smanjiti protok krvi u tkivo noge ispod koljena, zbog posljedica ozljeda u vozilu. Rana identifikacija ozljede koljena i mogućnosti unutarnjih ozljeda, pravovremeno će upozoriti liječnika zbog prepoznavanja simptoma. Pravovremeno uočavanje i liječenje ozljede potkoljениčne arterije, značajno smanjuje komplikacije kao što je distalna ishemija ekstremiteta. Potrebno je što prije vratiti protok krvi, a najbolje je to učiniti unutar šest sati. Zakašnjenja se događaju, jer je bolnička njega zanemarila mehanizam ozljeđivanja ili su im promaknuli važni tragovi kod pregleda unesrećenog. Otisak koljena koji se može vidjeti na kontrolnoj ploči detaljnim pregledom vozila, ključni je indikator da je sila prilikom frontalnog sudara bila usmjerena na područje koljena i na druge strukture. Kada je točka udara iver koljena, energija se apsorbira na bedrenu kost, koja tada puca (slika 11). [25]



Slika 11. Lom bedrene kosti

Izvor: [25]

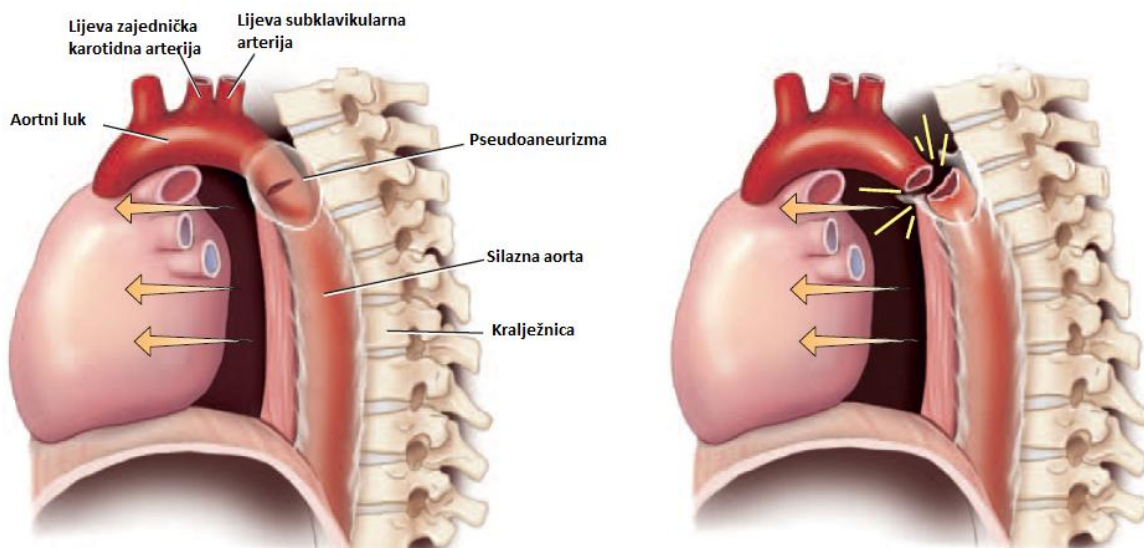
Neprestano gibanje zdjelice prema naprijed na iver koljena koji ostaje netaknut, uzrokuje da bedrena kost ispadne iz čašice, što uzrokuje daljnje posljedice i lomove (slika 12.). [25]



Slika 12. Ispadanje bedrene kosti iz čašice zdjelice

Izvor: [25]

Torzo se nakon zaustavljanja kretanja nogu i koljena savija na upravljač ili upravljačku ploču. Osoba koja nije vezana, udarcem prsa u upravljač zadobiva ozljede prsnog koša, pluća, srca i aorte (slika 13). Ako se ovakav udarac dogodi u području abdomena, dolazi do nagnječenja i oštećenja čvrstih organa. Prepoznavanje ovih potencijalnih ozljeda, liječnici mogu iskoristiti u korist pacijentu.



Slika 13. Pseudoaunerizma koja dovodi do puknuća unutarnje obloge aorte

Izvor: [25]

4.1.2. Karakteristične ozljede pri frontalnom sudaru

Istraživanja u Michigan-u su potvrdila da prilikom frontalnog sudara dolazi do raznih ozljeda. A najčešće dolazi do ozljeda na ovim karakterističnim područjima tijela: [7]

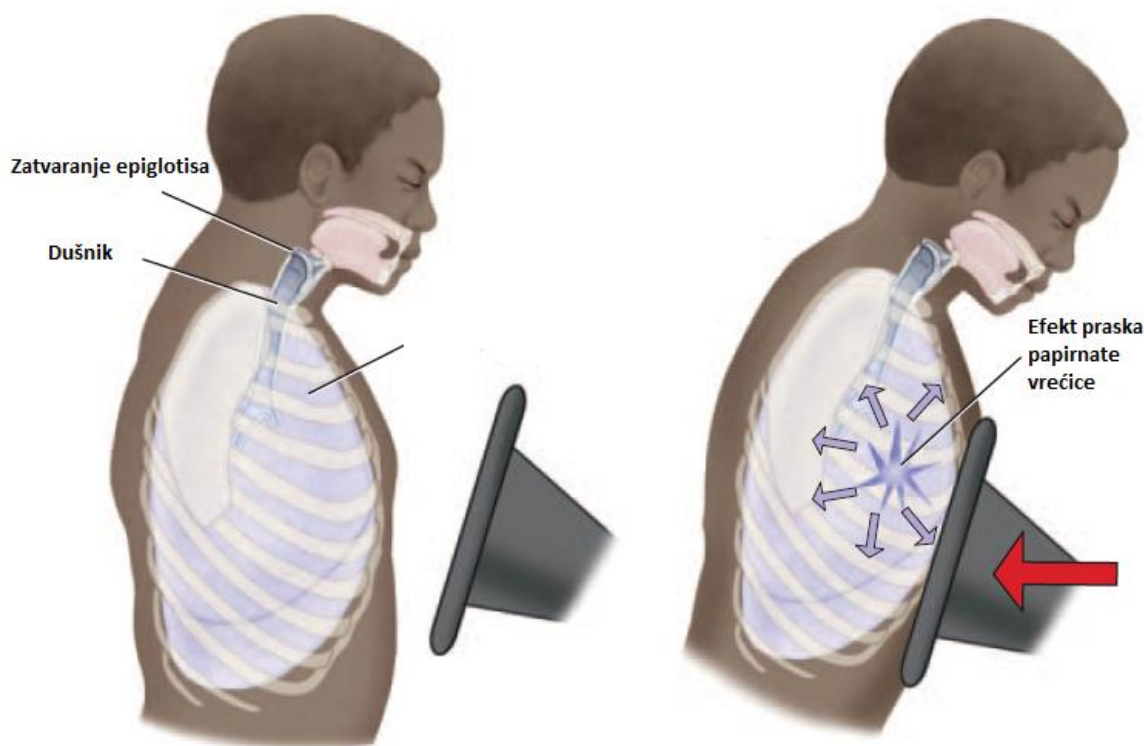
- Noge
- Zdjelica
- Prsni koš
- Glava
- Abdomen

Kod prijeloma bedrene kosti dolazi kod djelovanja sile sabijanja na kost. Oštri rubovi kosti mogu dovesti do oštećenja okolni mišića, tetiva, ligamenata, živaca ili krvnih žila. Prijelom bedrene kosti može dovesti do oštećenja okolnih tkiva što stvara dodatne komplikacije. Najveća oštećenja okolnih mekih tkiva može prouzrokovati otvoreni prijelom bedrene kosti. Unesrećeni se žali na intenzivne bolove neposredno nakon nesreće. Nemoguće oslanjanje ili pokreti ozlijeđenom nogom unesrećenom je nemoguće. Ozlijeđena noga je obično nešto kraća od zdrave noge. Jasno je vidljiva deformacija noge. Ako se radi o otvorenom prijelomu, kost je vidljiva kroz probijenu kožu. Ako je došlo do ozljede živca ili krvnih žila javiti će se utrnulost, gubitak osjeta i smanjena mogućnost pokreta. Bol, otok i podljevi biti će prisutni i nekoliko tjedana nakon ozljede. [26]

Fraktura zdjelice pri kojoj dolazi do ispadanja glave bedrene kosti iz čašice, je najčešća ozljeda zdjelice. Unesrećeni se žali na bolove u kuku, a noga je blago zaokrenuta u odnosu na prirodni položaj. Frakture zdjelice mogu izazvati ozljede mjehura te razderotine krvnih žilica u zdjeličnoj šupljini. [25]

Prsna kost će primiti energiju prsnog koša od udara koji je u trenutku sudara usmjeren u centar prsnog koša. Kada se ona zaustavi gibati. Sljedeći na udaru su dijelovi prsnih stijenki, organa, prsni dio kralježnice i organi unutar prsne šupljine, koji se nastavljaju gibati dok ne udare u prsnu kost i budu kompresirani na nju. Nastavak kretanja prsnog dijela tijela uzrokuje savijanje rebara. Ukoliko sila udar prijeđe

granicu čvrstoće rebara, doći će do njihove frakture. Ovakvo nastajanje ozljede slično je onome kada vozilo iznenada i naglo udari u nekakvu prepreku. Prednji dio vozila se savija, te se tako apsorbira energija. Stražnji dio vozila nastavlja svoje kretanje prema naprijed sve do trenutka kada prednji dio vozila ne apsorbira cijelu količinu energije. Na isti način, prsne stijenke nastavljaju svoje kretanje prema naprijed sve dok rebra ne apsorbiraju cijelu energiju. Sabijanje prsnog koša karakteristična je ozljeda kod frontalnog i bočnog sudara koji mogu proizvesti zanimljiv fenomen papirnate vrećice, a koji rezultira pneumotoraksom. Unesrećenik instinktivno napravi duboki udah te taj dah zadržava do trenutka neposredno prije udara. To dovodi do zatvaranja epiglotisa, što ima efekt hermetičkog zatvaranja pluća. Energija udara te sabijanje prsnih stijenki u ovakvoj situaciji mogu dovesti do prsnuća pluća sličnog prasku papirnate vrećice (slika 14.). Pluća također mogu biti nagnječena što onemogućuje ili otežava disanje. Sabijene ozljede unutarnjih prsnih struktura mogu podrazumijevati i kardijalne ozljede koje su rezultat sabijanja srca između prsne kosti i kralježnice, što dovodi do aritmije srca. Puno češće traume koje su uzrokovane sabijanjem su plućne ozljede. Iako se klinički znakovi ove bolesti mogu razviti na vrijeme, postoji velika opasnost da unesrećeni prestane disati neposredno nakon ozljeđivanja. Plućne ozljede mogu imati teške posljedice tijekom transporta u vozilu hitne pomoći i tijekom reanimacije nakon dolaska u zavod za hitnu medicinu. Vrijeme trajanja prijevoza ovakvih unesrećenog do bolnice ima ključnu ulogu u saniranju ozljeda. Najčešće ozljede prsnog koša su pneumotoraks i hemotoraks. Pneumotoraks je stanje prisutnosti slobodnog zraka u pleuralnoj šupljini, dok je hemotoraks izljev krvi u pleuralnoj šupljini. [25]



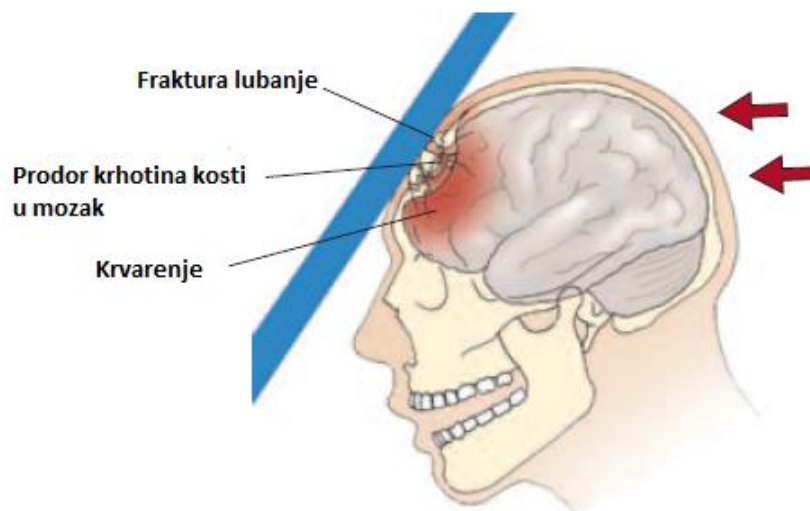
Slika 14. Na ilustraciji lijevo je prikazano zatvaranje glotisa pri instinktivnom udahu unesrećenog neposredno prije prometne nesreće, a ilustracija desno prikazuje uzrok zatvaranja glotisa koji se naziva efekt papirnate vrećice.

Izvor: [25]

Srce, ulazna aorta i aortni luk su relativno slobodni u odnosu na prsni dio tijela. Ulazna aorta ipak čvrsto pranja na stražnji dio prsnih stijenki i na stup kralježnice. Konačne kretnje aorte su slične onima kada doktor hoće staviti fleksibilni dio stetoskopa u uši. Kada se skeletna struktura uslijed sudara naglo zaustavi, srce i dijelovi aorte zaustavljaju kretanje prema naprijed. Sile smicanja prouzroče puknuće aorte na dijelu spoja koji se slobodno kreće. Mala oštećenja aorte mogu dovesti do potpunog puknuća aorte. Neka puknuća aorte su djelomična, te jedan ili više slojeva tkiva ostaju neoštećeni, no i oni su izloženi velikom pritisku, pa se razvija traumatska aneurizma. Radi lakšeg definiranja ovog pojma, može se reći da je ona slična situaciji kada se na slabijem dijelu pneumatika stvori mali balončić ili izbočina kuglastog oblika. Do puknuća aneurizme, može doći u nekoliko minuta, sati ili dana nakon

prvotne ozljede. Otprilike 80% ovih pacijenata umire na mjestu događaja. Preostalih 20% jedna trećina umire unutar 6 sati, jedna trećina unutar 24 sata, dok ih jedna trećina živi tri dana ili duže. Jako je bitno da medicinski djelatnici koji dođu na mjesto događaja na vrijeme prepoznaju ovu ozljedu i proslijede informacije medicinskom osoblju u bolnici. [25]

Prilikom frontalnog sudara u trenutku kada se tijelo zajedno sa glavom kreće prema naprijed, ona prva udara u vjetrobransko staklo ili upravljačku ploču vozila, te se na nju prenosi energija udara. U sljedećem trenutku inercija torza uzrokuje sabijanje glave. Inicijalna energija se prenosi na kožu lubanje i samu lubanju. Sabijanje lubanje dovodi do frakture (slika 15.), uslijed koje krhotine kostiju lubanje mogu doći u mozak i izazvati veće komplikacije. [25]



Slika 15. Fraktura lubanje

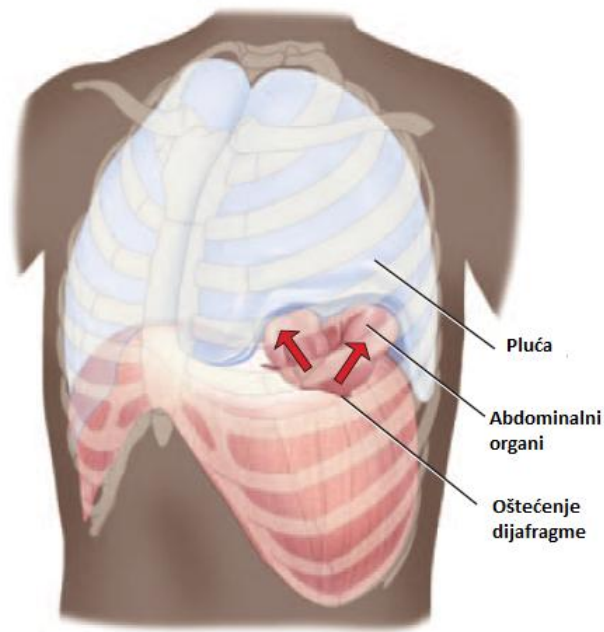
Izvor: [25]

Nakon što se glava zaustavi, mozak se nastavlja kretati prema naprijed, što prouzroči sabijanje na zdravu ili oštećenu lubanju, a posljedice toga su potres mozga, nagnječenja i razderotine. Unesrećeni s ovakvim ozljedama ne mogu se sjetiti što je uzrok prometne nesreće. Fizički znakovi ozljede glave su hematomi, deformacije lica te smanjena svijest unesrećenog. Kod osoba s ovakvim ozljedama potrebno je obratiti pažnju na dišne puteve i utvrditi dali postoje unutarnja krvarenja.

Nastavak kretanja mozga može dovesti do njegova odvajanja od leđne moždine, što često završava teškim posljedicama. [25]

Ugradnjom zračnih jastuka u upravljač, te u interijer ispred suvozača, rezultiralo je rjeđim slučajevima ozljede glave i lica. Usprkos sigurnosnim sustavima, ozljede prsa su još uvijek česte, ali su ozljede aorte i srca u padu. Statistike ukazuju na činjenicu da su ozljede donjih ekstremiteta u porastu. Analizom pojedinih ozljeda na prethodno navedenim dijelovima tijela, utvrdilo se da su pri frontalnom sudaru neke ozljede učestalije od drugih. [25]

Obzirom da kralježnica pritišće unutarnje organe u abdomenu na upravljač ili kontrolnu ploču vozila, te može dovesti do njihova oštećenja i puknuća. Efekt naglog porasta pritiska, sličan je situaciji kada bi se ti unutarnji organi stavili na nakovanj i udarili čekićem. Ovakvim ozljedama najčešće su izloženi gušterača, bubrezi, jetra i slezena. Ozljede također mogu biti rezultat prevelikog pritiska u abdomenu. Dijafagma je 5 mm debeo mišić smješten na vrhu abdomena gdje se razdvajaju abdominalna i prsna šupljina. Njezina stezanja otežavaju disanje i strujanje zraka. Prednji dio abdominalnog zida obuhvaća dva sloja tankog vezivnog tkiva i jedan jako snažni mišić. Tri bočna sloja mišića sa slojem tankog vezivnog tkiva, slabinska kralježnica i stražnji mišići daju snagu stražnjem dijelu abdominalnog zida. Dijafagma je najslabiji dio strukture abdominalnog zida okružen abdominalnom šupljinom. Ona se porastom pritiska u abdomenu može odcijepiti ili puknuti (slika 16.). To može dovesti do otežanog disanja uzrokovanog stezanjem dijafragme, ishemije organa zbog njihova premještanja i nedovoljne prokrvljenosti, ulaska unutarnjih organa u prsnu šupljinu čime se smanjuje prostor za širenje pluća i hemotoraksa uzrokovanog izljevom krvi. [25]



Slika 16. Oštećenje dijafragme izazvano porastom pritiska u abdomenu

Izvor: [25]

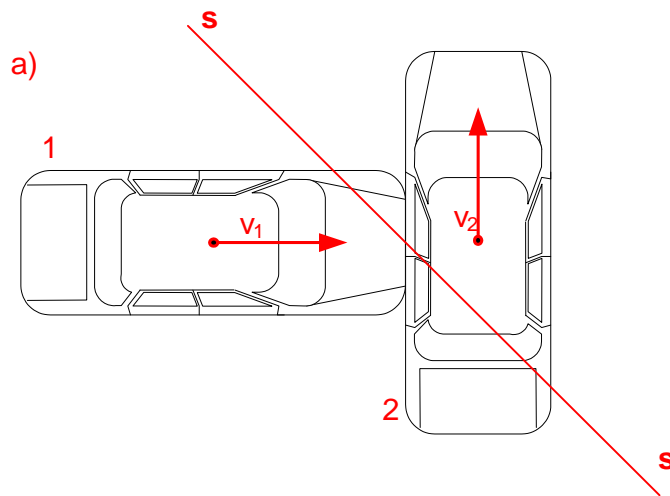
Ostale ozljede abdomena uzrokovane tlakom, rezultat su naglog slabljenja protoka krvi uz aortu i u aornim žilicama. To sprječava puknuće žilica. Ove ozljede su rijetke ili uopće ne postoje. [25]

Ozljede abdominalnih organa događaju se i na njihovim spojevima s mezenterijem. Tijekom sudara, vozačevo kretanje prema naprijed u jednom trenutku prestaju, a organi se nastavljaju gibati u istom smjeru, što rezultira oštećenjem na njihovim spojevima s abdominalnim zidom. [25]

Još jedan tip ozljede koji se događa pri naglom usporenju vozila uslijed sudara je razderotina jetre, što je posljedica njezinog udara u ligamentum teres. Jetra je slabo povezana sa stražnjim dijelom abdominalnog zida pored slabinskog dijela kralježnice. Ligamentum teres se veže na prednji dio abdominalnog zida i na lijevi dio jetre. [25]

4.2. Mehanizam ozljeđivanja kod bočnog sudara

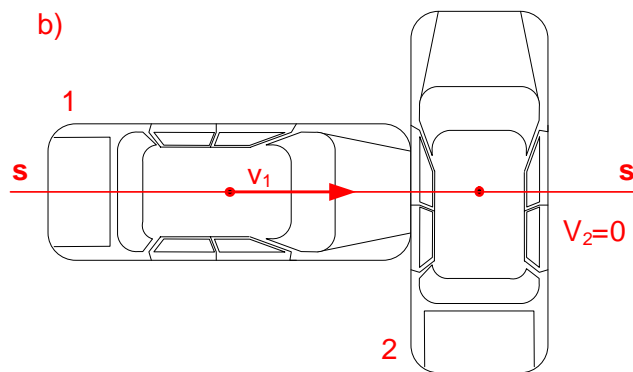
Kod bočnog sudara područje udara nalazi se na boku jednog od vozila. Na slici a (slika 17.) prikazan je bočni udar pod kutom od 90° , ali je udarni pravac položen pod različitim kutovima ovisno o iznosu brzine kretanja vozila. Kada vozila do sudara imaju istu brzinu kretanja vozila i sudare se pod pravim kutom, udarni pravac prolazi kroz točku njihova dodira i zatvara kut od 45° . [3]



Slika 17. Udarni pravac pod kutem od 45° prilikom bočnog sudara

Izvor: [3]

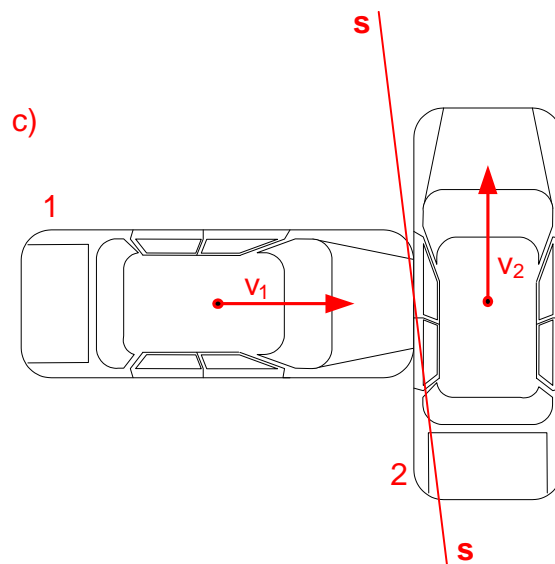
U slučaju sudara vozila pod pravim kutom sa zaustavljenim vozilom (slika b, 18.), udarni pravac prolazi težištem i strogo se poklapa sa uzdužnom osi vozila. Kod različitih brzina vozila, udarni pravac položen je pod manjim kutom u odnosu prema uzdužnoj osi onog od vozila koje je prije sudara imalo veću brzinu. [3]



Slika 18. Udarni pravac pod kutem od 90° prilikom bočnog sudara

Izvor: [3]

Kod različitih brzina vozila, udarni pravac položen je pod manjim kutom u odnosu prema uzdužnoj osi onog od vozila koje je prije sudara imalo veću brzinu. Na slici c (slika 19.), prikazan je bočni sudar vozila koja su se prije sudara kretala različitim brzinama. Prije sudara vozilo 2, kretalo se većom brzinom od vozila 1, u tom slučaju udarni pravac ne prolazi težištem vozila 1, nego udarnom točkom ukošen pod manjim kutom u odnosu na uzdužnu os vozila 2. [3]



Slika 19. Manji kut udara pri različitim brzinama vozila

Izvor: [3]

Prema načelu smjera djelovanja sile, bočni sudari se događaju na području između 8 i 10 sati ili između 2 i 4 sata. Ova vrsta nesreće opasnija je od frontalnog sudara i udara straga. [9]

Uslijed ove vrste sudara dolazi do izravnog kontakta tijela s bočnim unutrašnjim dijelom vozila, jer bočne strane vozila imaju relativno malu zonu gužvanja. L-bočni sudar nastaje kada stražnje vozilo udari u prtljažnik prednjeg vozila ili prostor gdje je smješten motor vozila. Ovakav sudar je manje opasan od T-sudara, jer putnici nisu direktno izloženi sudaru. [9]

Bočni sudari najčešće se događaju na četverokrakim i T-raskrižjima ili u slučajevima kada vozilo udari u drvo, objekt ili zapreku na cesti. S obzirom na sudarni položaj vozila, bočne sudare se može podijeliti na T i L sudare. T-sudari su opasniji zato što pri udaru dolazi do naguravanja karoserije direktno u putnički odjeljak. Deformirana strana vozila dolazi u kontakt s tijelom putnika, prenoseći na njega energiju udara. Gornji dio tijela dobiva ubrzanje u smjeru udarne sile, a glava ima zaokret prema okviru vrata ili bočnom staklu. [25]

4.2.1 Najčešće ozljede prilikom bočnih sudara

Uslijed bočnog sudara sila u prvi tren usmjeruje tijelo vozača i putnika prema bočnom udaru, a zatim je odbačeno u suprotnu stranu (slika 20). Ako vrata nisu dobro zatvorena i ne koristi se sigurnosni pojas, čovjek može biti izbačen iz automobila i ozlijediti se pri padu. Bočne strane vozila imaju manju zonu gužvanja, a ugradnja zračnih jastuka u bočne dijelove vozila nije uobičajena za sve klase vozila. Bočni zračni jastuci mogu ublažiti ili spriječiti ozljede pri bočnim sudarima. Kretanje vozila je manje opasno, ako je unesrećeni vezan i kreće se jednakom brzinom kao i neposredno prije sudara. [2] [10] [25]



Slika 20. Sile djelovanja na vozilo i putnike uslijed bočnog sudara

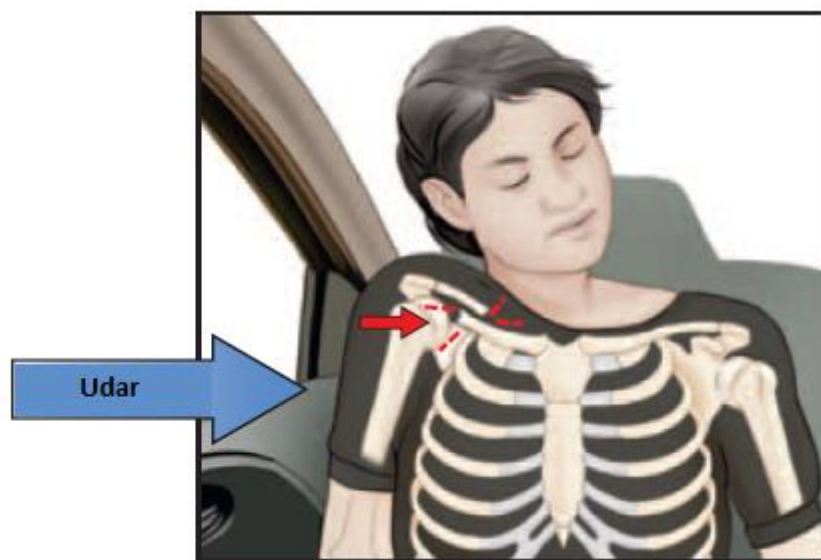
Izvor: [13]

Bočni sudar je teško predvidljiv, pa je potrebno uzeti u obzir ozljede organa. Na strani sudara provjeriti ozljede vrata, glave, nadlakticu, rame, prsni koš, trbuh, zdjelicu i noge. [32]

Uslijed bočnog sudara dolazi do ozljeda na ovim područjima tijela: [25]

- Ključna kost
- Prsni koš
- Abdomen i zdjelica
- Vrat
- Glava

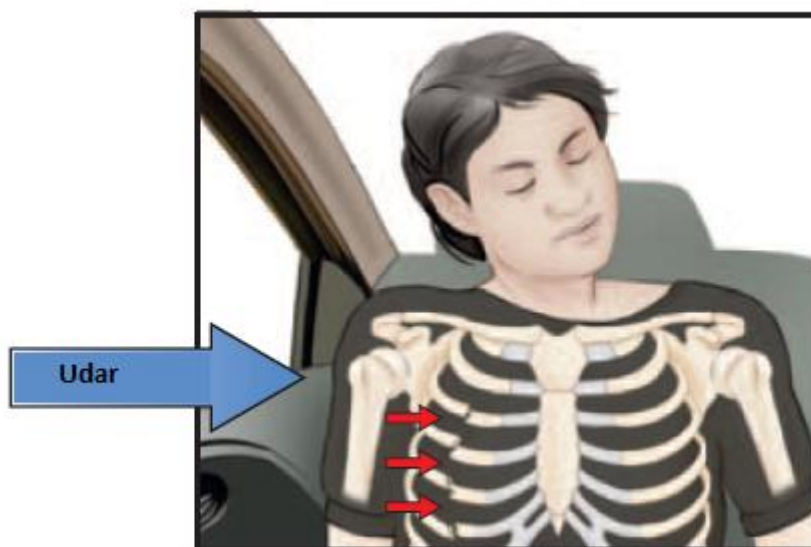
Prijelom ključne kosti (slika 21.) najčešće nastaje djelovanjem posredne sile, primjerice pad na ispruženu ruku, te pad na rame. Neposredna je sila često uzrok nastanka prijeloma u prometnim nezgodama. Ključna kost je pritisnuta na rame i slomljena prilikom ove vrste sudara. [33]



Slika 21. Prijelom ključne kosti

Izvor: [25]

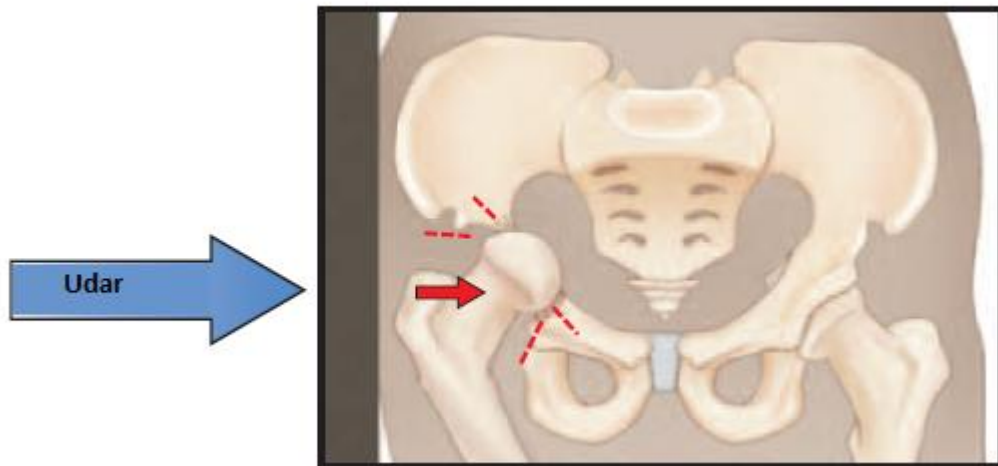
Pritiskom prsnog koša dolazi do pucanja rebara (slika 22.) koja mogu dovesti do oštećenja pluća i ozljeda unutarnjih organa. Bočno ubrzanje rezultira ozljedama aorte. Unesrećeni na vozačevoj strani su podložni ozljedama slezene, a oni na suvozačevoj su podložni ozljedama jetre. [25]



Slika 22. Fraktura rebara

Izvor: [25]

Fraktura zdjelice povezana je s frakturom bedrene kosti do koje dolazi zbog pritiska bočne strane vozila na bedro unesrećenog (slika 23.). [25]



Slika 23. Fraktura zdjelice

Izvor: [25]

Radi bočnog udarca, pomicanje glave u odnosu na vrat može završiti bočnim savijanjem ili rotacijom (slika 24.). Kontralateralna strana bit će otvorena, a ipsilateralna pritisnuta. To može dovesti do loma kralježnjaka i oštećenja leđne moždine. Uslijed toga glava može udariti u okvir vrata, što dovodi do ozljeda lubanje i lica. [25]



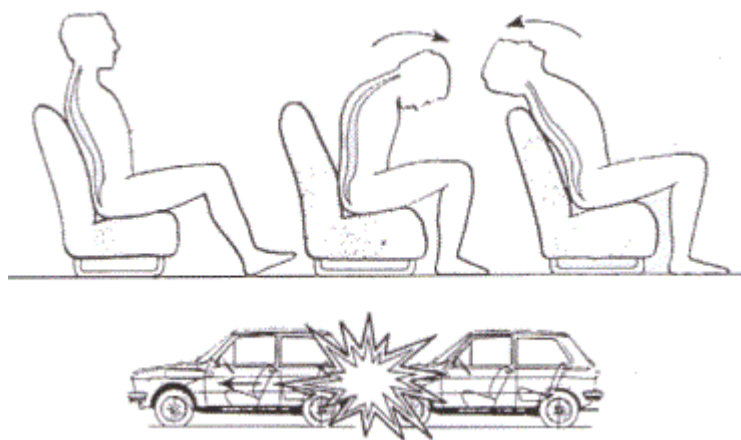
Slika 24. Zaokretanje glave uslijed kojeg može doći do pucanja kralježaka i leđne moždine

Izvor: [25]

4.3. Mehanizam ozljeđivanja kod udara straga

Udar straga je sudar kada stražnje vozilo koje se kreće brže udari prednjom stranom u stražnju stranu vozila koje se kreće sporije (ili miruje) i nalazi se ispred.

Udarac u stražnji dio vozila naglo pokreće udareno vozilo prema naprijed a glava se vozača i putnika usmjeruje prema natrag i nakon usporenja na rubu naslona pokreće naprijed (slika 25.). Tako nastaju teška oštećenja vratne kralježnice ako nema naslona za glavu ili ako on nije dobro namješten. U tom slučaju nema što spriječiti pomicanje glave i vrata unatrag, a kinetička energija je tako velika da može izazvati prskanje aorte u predjelu luka. U samo jednoj petini sekunde težina glave može porasti devet puta, a tu težinsku silu glave ne mogu izdržati kralješci pa njihova ozljeda kao i ozljeda aorte mogu izazvati trenutačnu smrt. [2]



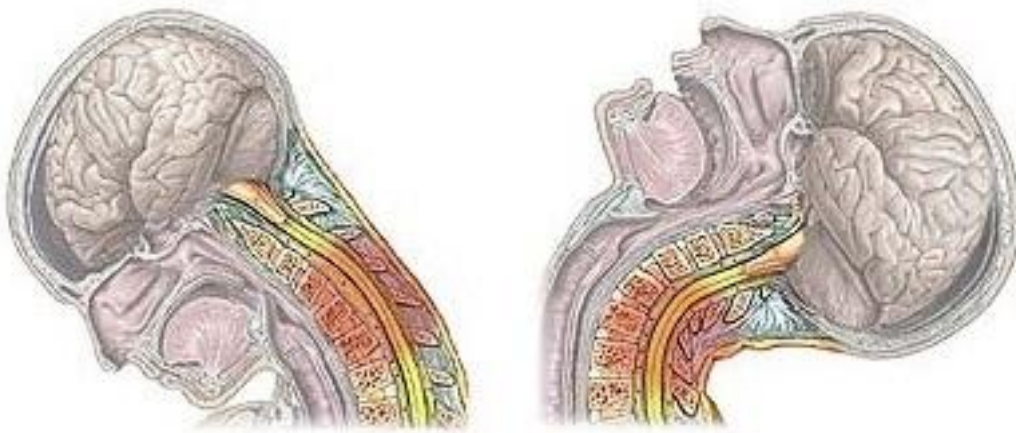
Slika 25. Oslabljenje između kralježaka prilikom udara vozila straga

Izvor: [27]

Trzajna ozljeda vratne kralježnice, tzv. whiplash, danas je vrlo česta, najčešća u prometnim nezgodama (sudar automobila, pad motorista, biciklista i pješaka). Naziv whiplash ozljeda (engl. Whiplash injury) složenica je engleskih riječi - whip (što znači

ošinuti bičem, naglo udariti), lash (bič) i injury (ozljeda, nezgoda), a u slobodnom prijevodu znači "kao bičem ošinuto", "nagli trzaj glave poput trzaja biča". [28]

Prilikom sudara dvaju automobila, pod pretpostavkom da je unesrećeni u prednjem koji je udaren odostraga, dok se automobil ne zaustavi, njegovo tijelo i vratna kralježnica prolaze kroz nekoliko faza. Odmah nakon udara ramena putuju naprijed, sve dok nisu u položaju ispred glave, a vrat se isteže natrag. Prilikom kočenja automobil se naglo zaustavlja, što baca glavu i vrat unatrag (slika 26.), sve dok ne udare u sjedalo, tj. držač za glavu. Dakle, klasični mehanizam ozljede zvan whiplash događa se u sekundi. Bitan čimbenik je i brzina vožnje, što je veća, trzajne ozljede su češće i jače. Zaštitni zračni jastuk, koji se napuše u trenutku sudara, najviše smanjuje broj trzajnih ozljeda vrata. [28]



Slika 26. Istegnuće vratnih struktura

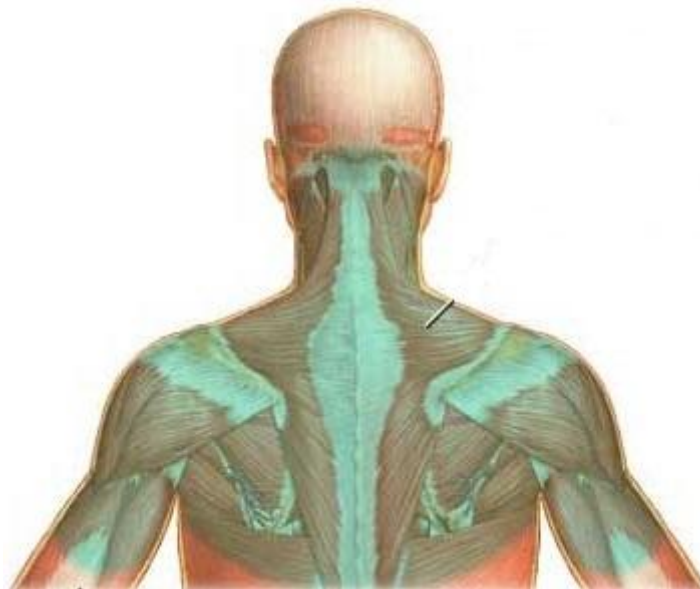
Izvor: [28]

Zbog jačine sila prilikom traume vrata dolazi do istegnuća mekih struktura vratne kralježnice ili oštećenja kao što su puknuća ligamenata, tetiva, mišića i njihovih ovojnica, ali i do pucanja diskova među kralješcima i oštećenja malih zglobova kralježnice. Popuštanje sveza među kralješcima uzrokuje i veću međusobnu gibljivost, stoga mogu nastupiti i oštećenja kralježnične moždine i

korijena živaca. Automatski odgovor organizma na traumu predstavlja snažnu kontrakciju mišića vrata i povećanje tenzije ostalih mekih struktura. [28]

Zbog ozljede mišića, javljaju se bol i napetost, što traje i nekoliko tjedana. Ligamentarni aparat vrata može biti traumatiziran, što umanjuje njihovu ulogu stabilizacije i zaštite zglobova i živaca. Može doći do sporijeg zacjeljivanja i nestabilnosti, pri čemu mišići postaju slabiji, živci iritirani, a zglobovi upaljeni i bolni. [28]

Kod trzajne ozljede vrata nastaju neposredni i odgođeni simptomi. Simptomi se rjeđe javljaju odmah, češće nakon nekoliko sati ili dana. Najčešći su glavobolja, napetost mišića vrata i područja oko lopatica, bol u vratu i ramenima, vrtoglavica, omaglica, pojava dvoslika, mučnina, zujanje u ušima, trnci u vratu, lopatici jednoj ili obje ruke i šake, trnci i bol u vilici, ograničenje opsega pokreta glave, a posljedično se može javiti i bol u susjednim i udaljenim regijama, prsištu, abdomenu te križima i kukovima. Kao posljedica ozljede često se javljaju i problemi sa spavanjem, radnom aktivnošću, koncentracijom i pamćenjem. Zbog oštećenja mekih tkiva kroz mikrotraume, stvaraju se trajni ožiljci u ligamentima, mišićima, unutar kralježničnim diskovima uz razvoj degenerativnih promjena na vratnoj kralješnici. [28]



Slika 27. Bolno područje kod trzajne ozljede vrata

Izvor: [28]

4.4. Mehanizam ozljeđivanja prilikom prevrtanja vozila

Tijekom prevrtanja vozilo može pretrpjeti više udaraca iz različitih kuteva, kao i tijelo putnika i njihovih unutarnjih organa. Ozljede i šteta mogu nastati pri svakom od tih udara. U sudarima s prevrtanjem vezani putnici često zadobivaju porezotine zbog velikih sila nastalih pri prevrtanju vozila. Sile su slične kao i na vrtuljku u zabavnom parku. Iako su putnici čvrsto privezani sa pojasevima, ipak unutarnji organi se pomiču i postoji mogućnost kidanja unutarnjih tkiva. Puno ozbiljnije ozljede nastaju ako putnici nisu vezani. U mnogim slučajevima putnici bivaju izbačeni iz vozila prilikom prevrtanja ili su zdrobljeni dok se vozilo prevrće preko njih ili zadobivaju povrede pri udaru u tlo. Ako su putnici izbačeni na kolnik postoji mogućnost udara od nadolazećih vozila. Izvješće NTHSA o sudarima sa smrtnim posljedicama 2008. godine 77% putnika izbačenih iz vozila su smrtno stradali. [25]

4.5. Mehanizam ozljeđivanja pri naletu na pješaka

Pješakom se smatra svaka osoba koja je na cesti izvan vozila i ne obavlja radove na njoj. Pješacima se smatraju osobe u invalidskim kolicima bez motora i biciklisti koji guraju bicikl. [2]

Prilikom naleta vozila na pješaka, pješak može biti ozljeđen pri udaru u dijelove vozila ili pri odbacivanju na kolnik. Uzrok tjelesnih ozljeda ili smrti može biti i zgnječeno odnosno gaženje tijela kotačima vozila ili uklještenjem tijela između vozila u pokretu i neke nepomične zapreke. [2]

Mehanizam ozljeđivanja ovisi o mjestu prvog dodira. Ako je to ispod težišta tijela, pješak dobiva ubrzanje vozila i tim ubrzanjem pada na prednji poklopac i prednje vjetrobransko staklo. Nakon toga bude odbačen na kolnik gdje na njega djeluje sila deceleracije. Pri prvom udaru u vozilo njemu su ozljeđene noge, u drugom udarcu glava, a u trećem, kada pada na tlo, ozljeda ovisi o dijelu tijela koje udara u podlogu i značajkama podloge (slika 28.).

Može se govoriti o trostrukom ozljeđivanju pješaka zbog 3 vrste udaraca: [2]

- Prednji dio vozila (noge)
- Poklopac motora (glava)
- Prometna površina (ostali dijelovi tijela)



Slika 28. Mehanizam ozljeđivanja pješaka

Izvor: [25]

Ako je prvi udarac bio iznad težišta tijela, ozljede će biti u predjelu zdjelice, trbuha ili prsa. Ako pješak padne ispred vozila koje se još kreće, dolazi do gaženja, a ako padne pokraj vozila, obično pada na glavu pa nastaju teške ozljede. Pritom se govori o dvostrukom mehanizmu ozljeđivanja: [2]

- Prednji dio trbuha (zdjelica, trbuh, prsa)
- Cesta (glava)

Nalet vozila na pješaka jedna je od najčešćih prometnih nesreća, a u većini slučajeva uzrok je nepažnje pješaka. Ako se pješak nenadano pojavi na maloj udaljenosti ispred vozila, vozač ne može poduzeti potrebne mjere da spriječi nalet ili pak prekasno reagira zbog svojih psihofizičkih osobina ili slabe vidljivosti. Pri rekonstrukciji prometne nezgode u kojoj sudjeluje pješak, bitno je odrediti brzinu motornog vozila pri naletu na pješaka. [2]

Bitno je znati: [2]

- Konačni položaj motornog vozila i trag kočenja kotača vozila,
- Mjesto naleta, kao i duljinu puta kočenja između mjesta naleta i krajnjeg položaja vozila.

Ako nedostaju ti podaci, problem ostaje neriješen, jer se u proračunu može operirati s više varijacija brzine naleta. Ipak, simuliranjem naleta osobnog automobila na pješaka dobiva se ovisnost duljine odbacivanja o brzini naleta osobnog automobila, koja se može izračunati uz pomoć izraza: [2]

$$V_n = 12 \sqrt{S_{odp}}$$

V_n - brzina naleta osobnog vozila na pješaka (km/h)

S_{odp} – Duljina odbacivanja pješaka; udaljenost od mjesta naleta do mjesta na kojemu se zaustavio odbačeni pješak (m)

Osim odbacivanja tijela pješaka u smjeru kretanja vozila moguće je i djelomično odbacivanje tijela u poprečnom smjeru u odnosu na smjer kretanja vozila. Veličina udaljenosti odbacivanja prvenstveno ovisi o brzini kretanja pješaka i o položaju mjesta prvog udara prednjeg dijela vozila i pješaka te o položaju udaljenosti sredine prednjeg dijela vozila. Ako je dio prednjeg dijela vozila kojim je udareno tijelo pješaka bliže bočnim stijenkama vozila, to je manja uzdužna a veća bočna daljina odbacivanja pješaka. [2]

Bočno odbacivanje pješaka je razmak između točke dodira vozila s pješakom i krajnjeg položaja pješaka, mjereno okomito na smjer kretanja vozila. [2]

Bočna daljina klizanja pješaka je razmak između točke prvog dodira pješaka s kolnikom nakon odvajanja od vozila i krajnjeg položaja pješaka nakon zaustavljanja, mjereno okomito na pravac vožnje vozila. Udaljenost odbacivanja pješaka u bočnom smjeru redovito se povećava s naletnom brzinom. Pritom je bitna i brzina kretanja pješaka koja je između 0 i 10 km/h. [2]

Već i pri jako malim naletnim brzinama, sila udara odbojnika uzrokuje nagnječenje mekog tkiva i prijelome kostiju. Nakon prvog udara, noge pješaka se izbacuju u smjeru kretanja vozila, a tijelo dobiva rotacijsko ubrzanje oko svog težišta sa smjerom rotacije suprotnom od smjera kretanja vozila. Nakon udarca prednjeg branika u noge, odmah slijedi udarac natkoljenice i zdjelice odrasle osobe u prednji brid poklopca motora ili veznog lima u vozila pontonskog oblika, odnosno u prednji dio poklopca motora vozila klinastog oblika. Na taj način tijelo pješaka dobiva vrlo jako ubrzanje, koje zbog pojave velikih sila, rezultira teškim ozljedama natkoljenice i kukova pješak. Ako su to djeca ili osobe niskog rasta, onda će ozljede u prvom dodiru biti u visini trbuha, a u drugom stradavaju prsa i glava. Budući da se težište tijela odrasle osobe nalazi na većoj visini u odnosu na položaj prednjeg brida vozila, drugi dodir nastaje tako što se tijelo savija i udara prsnim košem i glavom u stražnji dio poklopca motora odnosno u vjetrobransko staklo. Pritom naletna brzina vozila ima važnu ulogu, pa pri većoj brzini glava udara u gornji dio stakla i prednji dio krova vozila. Pri tome valja uzeti u obzir i izgled vozila, pa u naletu vozila s kraćim prednjim dijelom udar glave pješaka u vjetrobransko staklo nastaje i pri manjim brzinama. Ako pritom vozilo nije kočeno ili je njegova brzina bila veća od 90 km/h, tijelo pješaka rotira oko točke dodira glave s vjetrobranskim staklom pa bude odbačeno na krov. [2]

Ako vozač naglo zakoči, tijelo pješaka zadržava prenijetu brzinu vozila i bude odbačeno na zemlju. Nakon što je tijelo pješaka doživjelo treći udar, ono će još neko vrijeme kliziti po podlozi do konačnog položaja. Pri tome klizanju tijelo pješaka gubi prethodno ubrzanje s prosječnim usporenjem 6-10 km/h. [2]

4.6. Mehanizam ozljeđivanja vozača motocikla

Djelovanje sila ubrzanja (akceleracije) i usporenja (deceleracije) osobito je izraženo u prometnoj nesreći u kojoj stradavaju osobe koje se voze na motociklu. Tijelo vozača pri naglom zaustavljanju vozila inercijom zadržava dosegnutu akceleraciju vozila koje je do trenutka sudara bilo u pokretu, te bude odbačeno s motocikla po putanji kosog hica (slika 29.), da bi onda palo na nekoj udaljenosti od zapreke i tu zadobilo odgovarajuće ozljede. [2]



Slika 29. Odbačaj motociklista uslijed nagle deceleracije

Izvor: [25]

O veličini sile inercije ovisna je duljina odbacivanja i opsežnost ozljeda koje nastaju u trenutku dodira tijela s podlogom i klizanja po podlozi. [2]

Veličina sile inercije može se izračunati prema: [2]

$$F_m = m \cdot a$$

F_m – sila inercije

m – masa tijela (kg)

a – ubrzanje (m/s^2).

Najugroženiji dio tijela je glava, pa je obavezno da osobe koje se voze na motociklu nose zaštitnu kacigu. [29]

Zaštitna kaciga u većini nesretnih slučajeva spašava život. Više od 50 % svih ozljedom izazvanih smrtnih slučajeva povezano je s ozljedom glave. U 10 do 20 % slučajeva ozljeda glave javljaju se ozljede vratne kralježnice. Ove ozljede veoma su česte kod motorista pa je zaštitna kaciga obvezni dio zaštitne opreme. [29]

Primarna funkcija prve pomoći je očuvati žrtvin život. Najvažnije je pri svakoj nesreći omogućiti unesrećenoj osobi da diše normalno. Pri nesrećama motociklista najveća je dilema da li skidati žrtvi kacigu ili ne. [29]

Prilikom nesreće, postoje tri stanja u kojem se žrtva može nalaziti: [29]

- Unesrećeni je pri svijesti i diše
- Unesrećeni nije pri svijesti i diše
- Unesrećeni nije pri svijesti i ne diše

Ukoliko je unesrećeni pri svijesti i normalno diše tada dišni kanali nisu začepljeni i ne treba poduzimati nikakve zahvate na unesrećenome. Treba priopćiti unesrećenome da sam skinu kacigu jer će se tako zaposliti na trenutak i osigurati će se da je kaciga skinuta propisno i na najugodniji način za unesrećenog. Kada unesrećeni nema kacigu na glavi tada je najlakše pratiti njegovo disanje (i stanje

dišnih puteva ujedno), te ako izgubi svijest i prestane disati, najlakše mu je dati umjetno disanje. [29]

No ukoliko unesrećeni osjeti bol prilikom skidanja kacige zaustaviti će se u namjeri skidanja kacige. Potrebno je pitati unesrećenog da li je osjetio bol i da li je zbog toga stao sa skidanjem kacige, no ne smije mu se pomagati skinuti kacigu ukoliko odgovori potvrdno. Unesrećeni treba ostaviti kacigu na glavi i tako treba dočekati dolazak ekipe Hitne pomoći. Potrebno je promatrati stanje unesrećenog. [29]

Ukoliko unesrećeni nije pri svijesti ne pokušavati skinuti mu kacigu! Pod ovim se podrazumijeva da se ne pokušava otvoriti prednji dio na flip-up kacigama jer mehanizam može biti zaglavljen i pokušavanjem otvaranja prednjeg dijela unesrećenome se mogu nanijeti neizlječive povrede. Potrebno je sačekati dolazak ekipe Hitne pomoći jer će oni pravilno imobilizirati kralježnicu i vrat prije nego poduzmu druge korake. [29]

Za to vrijeme potrebno je pratiti disanje unesrećenog (i stanje dišnih puteva ujedno), te se uvjeriti da li je unesrećeni u nesvijesti jer se unesrećeni može na trenutke osvijestiti. [29]

Ukoliko sudionik nesreće ne diše, tada je potrebno pročistiti njegove dišne puteve. Prilikom nesvjestice, mišići vilice se opuste i jezik padne u ždrijelo te predstavlja prepreku dišnom putu. [29]

Ukoliko se ne uspiju osloboditi dišni putevi, tada žrtva ima male šanse ili nikakve da preživi. Unesrećeni koji ne diše će umrijeti u roku od nekoliko minuta, te u ovom slučaju je prvenstveni cilj očuvati ljudski život. Potrebno je dati umjetno disanje čemu dakako prethodi skidanje kacige sa glave unesrećenoga. Kada je kaciga skinuta, potrebno mu je osloboditi dišne puteve. Ukoliko tada žrtva ne počne disati samostalno, tada se primjenjuje tehnika umjetnog disanja. [29]

4.7. Mehanizam ozljeđivanja biciklista

Biciklisti su ravnopravni sudionici u cestovnom prometu, kao i vozači motornih vozila te pješaci. Riječ je o rizičnoj skupini sudionika u prometu, a nesreće u kojima sudjeluju nerijetko završavaju kobno za njih. Na žalost, u nemalom broju nesreća, oni sami su i izravni krivci za svoje stradavanje. [30]

Relativna sigurnost biciklista u prometu u najvećem je djelu uvjetovana malim brzinama kretanja. Normalna brzina vožnje u svakodnevnom životu je u prosjeku 20 km/h. Ubrzanja bicikla su isto neznatnih vrijednosti i ona znatno ovise o vrsti bicikla (prijenosnom omjeru, opsegu kotača) i snazi vozača. Okvirne veličine ubrzanja su između 0,8 i 1,2 m/s², dok je na kraćim razmacima, do 10 m, moguća vrijednost ubrzanja između 1,2 i 2,3 m/s². [2]

Najčešći uzrok prometne nesreće koju doživljavaju biciklisti je u svezi s održavanjem ravnoteže pri vožnji biciklom. Poznato je da je tijelo u stabilnoj ravnoteži ako okomica kroz njegovo težište prolazi unutar poligona oslonca. Ako okomica pada točno na granicu poligona, tijelo je u labilnoj ravnoteži. Površine kojima se kotači bicikla oslanjaju o tlo tako su uske da se poligon oslonca tijela, što ga čine vozač i bicikl, praktično svodi na crtu koja spaja dirališta kotača s tlom. U stanju mirovanja bicikl i vozač na njemu mogu biti samo u labilnoj ravnoteži, i to kad se nalaze u strogo okomitom položaju prema tlu. Već malim nagnjanjem bicikla ili vozača, okomica kroz težište sustava pada izvan spojnice dirališta kotača s tlom pa se bicikl prevrće. Međutim, kad je bicikl u pokretu, njegovi se kotači opiru promjeni položaja njihovih osi, a moment sile teže izazvat će, umjesto njihova prevrtanja, izazvat će moment oko osi okomite na os kotača i na os oko koje djeluje moment sile teže. Posljedica djelovanja sile teže u tom će slučaju biti da će se prednji kotač, ako se prepusti sam sebi, zakrenuti na onu stranu na koju se bicikl nagnuo. Ako vozač i dalje ne upravlja prednjim kotačem, kretanje bicikla u luku izazvat će moment centrifugalne sile koji djeluje nasuprot momentu sile teže pa će se nagnuti bicikl ispravljati i vraćati u pravac prvotne vožnje. To znači da se bicikl u pokretu nastoji sam održati u uspravnom stanju i kretati po pravcu. [2]

Ako je centrifugalna sila veća od sile trenja između ceste i kotača, pojavljuje se klizanje stražnjeg kotača u smjeru okomitom na smjer vožnje i vozač pada s

bicikla. O posljedicama pada ovisi brzina kretanja, uzrast, zdravstveno stanje vozača, te o tome da li sam na kolniku ili su sudjelovala i ostala vozila u prometnoj nesreći. Prema tome, vozač bicikla treba stalno pratiti stanje prometa na cesti kojom se kreće i postupiti u skladu s tim na najbolji mogući način, kako bi se promet odvijao brzo i sigurno. Vozač je dužan prilagoditi brzinu kretanja bicikla svojstvima i stanju ceste, stanju bicikla, gustoći prometa i ostalim prometnim uvjetima, tako da bicikl može pravovremeno zaustaviti pred svakom preprekom koju u prevladavajućim uvjetima može predvidjeti. [2]

Za cestovne utrke i uvježbavanja, cestovna trasa treba biti osigurana odgovarajućom pratnjom (policija) i odgovarajućom signalizacijom (žuto svjetlo) kako bi ostali sudionici u prometu bili na vrijeme upozoreni na dolazak biciklista i dali im prednost prolaza. Osim toga, biciklisti moraju obavezno nositi zaštitnu kacigu, jer su ozljede glave jer su ozljede glave vrlo česte pri padu s bicikla. Trebalo bi zakonom propisati obavezno nošenje biciklističke kacige pri vožnji biciklom u svrhu razonode, turizma, odlaska na posao, a osobito u brdskom biciklizmu i učenju vožnje bicikla. [2]

U posljednje tri godine zabilježene su 962 prometne nesreće u kojima su sudjelovali biciklisti. Ozlijeđenih je 710 osoba, a 16 ih je poginulo. Najčešći je uzrok tih nesreća neprilagođena brzina automobila, mopeda i motocikla i nepažnja biciklista. Pod zakonski akt o načinu osposobljavanja za upravljanje biciklom ukinut je 2004. Do tada se svake godine osposobljavalo oko tisuću biciklista koji su položili vozački ispit. U tijeku su pripreme za novi pravilnik, koji bi od sljedeće školske godine u svim petim razredima osnovnih škola trebali provoditi Agencija za odgoj i obrazovanje, HAK i policija. Riječ je o projektu preventive i edukacije osnovnoškolaca, kojim bi se uvelo polaganje ispita i dobivanje vozačke dozvole, kažu iz odjela za sigurnost cestovnog prometa. [31]

5. ANALIZA STATISTIČKIH PODATAKA O OZLIJEĐENIM I POGINULIMA U PROMETNIM NESREĆAMA

U razdoblju od 2004. do 2013. godine na prometnicama Republike Hrvatske dogodilo se 516.000 prometnih nesreća. Pri čemu je stradalo 212.000 osoba, od kojih je 168.000 lakše ozlijeđeno, 38.000 osoba su teško ozlijeđene, te je 5260 osoba poginulo. [34]

Broj stradalih osoba u prometnim nesrećama u prošlom desetljeću smanjio se za 34,5 %, od 17.140 stradalih na 11.225. Pri tome se broj lakše ozlijeđenih osoba sa 19.876 smanjio na 12.443, broj teško ozlijeđenih osoba s 4.395 na 2.831, te broj poginulih u prometnim nesrećama sa 608 na 368. [34]

Usprkos većem broju prometnih nesreća i posljedica u odnosu na najrazvijenije zemlje Europske unije, njihova konstrukcija je podjednaka. Razlog tome je izjednačenost mjera pasivne sigurnosti, a rezultat povećanog broja prometnih nesreća je razlika u prometnoj kulturi i cestovnoj infrastrukturi. U posljednjih deset godina je broj teško ozlijeđenih i smrtno stradalih manji, ali još uvijek ne zadovoljava stanje sigurnosti prometa. [34]

Da bi se pridonijelo poboljšanju stanja i većoj prometnoj sigurnosti, Hrvatski sabor je 2008. godine donio novi Zakon o sigurnosti prometa na cestama, koji je stupio na snagu u lipnju 2008. godine. Novi zakon nije odmah ostavio traga u statistici prometnih nesreća jer je u 2008. godini u odnosu na 2007. godinu poginulih bilo više za 7,3 %, ali je već u 2009. godini broj poginulih bio znatno manji, što je iznosilo 548 smrtno stradalih, da bi se taj trend nastavio pa je u 2013. godini najmanji broj poginulih u posljednjih deset godina, što je iznosilo 368 smrtno stradalih. U svrhu uskladbe s pravnom stečevinom Europske unije, odlukom Ustavnog suda RH te zbog poboljšanja pojedinih odredbi potrebnih za praktičnu primjenu, izrađen je prijedlog Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o sigurnosti prometa na cestama, koji je usvojen 17. lipnja 2011. godine. [34]

Osim Zakona o sigurnosti prometa na cestama, kao temeljnog normativnog instrumenta, vlade Republike Hrvatske od 1994. godine, periodično (1994., 1996., 2002., 2006., 2011.) donose Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa kojim

se teži smanjenju stradavanja na cestama u uvjetima povećanja i ubrzanja cestovnog prometa. [34]

Te je, 14. travnja 2011. godine Vlada Republike Hrvatske donijela peti Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011.–2020. (NN, 59/11), a njegov okvir i trajanje temelje se na odredbama i smjernicama Moskovske deklaracije iz 2009. godine, Deklaracije Ujedinjenih naroda 62/244 iz ožujka 2010. godine i temeljem toga usvojenim 4. akcijskim programom Europske komisije. [34]

Nacionalnim programom sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011.–2020. nastoji se nastaviti pozitivan trend sigurnosti u prometu. Glavni cilj novog nacionalnog programa je smanjiti broj poginulih osoba do 2020. godine za 50 % u odnosu na 2010. godinu. [34]

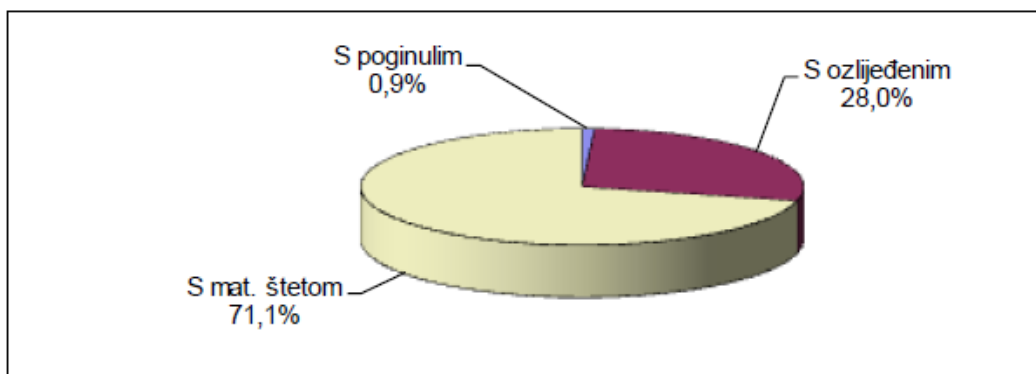
5.1. Struktura prometnih nesreća i posljedica od 2004. do 2013. godine

U ukupnom broju prometnih nesreća prema statistici u Republici Hrvatskoj najviše ima onih s materijalnom štetom, zatim ih slijede one s ozlijeđenim osobama, te najmanje prometnih nesreća s poginulim osobama. Ako se prometne nesreće prate s aspekta nastradalih osoba najviše ima prometnih nesreća s lakše ozlijeđenim, pa onih s teško ozlijeđenim i na sreću najmanje onih s poginulim osobama (tabela 1.). [34]

Tabela 1. Struktura prometnih nesreća i posljedica od 2004. do 2013. godine

Godina	Udjel u ukupnom broju prometnih nesreća %			Udjel u ukupnom broju nastradalih osoba %		
	s poginulim	s ozlijeđenim	s mat. štetom	poginule	teško ozlijeđene	lakše ozlijeđene
2004.	0,7	21,7	77,6	2,4	17,7	79,9
2005.	0,9	26,1	73,0	2,7	18,7	78,7
2006.	0,9	27,7	71,3	2,6	18,1	79,3
2007.	0,9	28,6	70,5	2,4	17,7	79,9
2008.	1,1	29,3	69,6	2,9	17,5	79,6
2009.	1,0	30,2	68,8	2,4	17,4	80,2
2010.	0,9	29,0	70,1	2,3	17,0	80,8
2011.	0,9	30,3	68,8	2,3	18,4	79,3
2012.	1,0	30,8	68,2	2,4	18,6	79,0
2013.	1,0	32,0	67,0	2,4	18,1	79,5
Prosjek	0,9	28,0	71,1	2,5	17,9	79,6

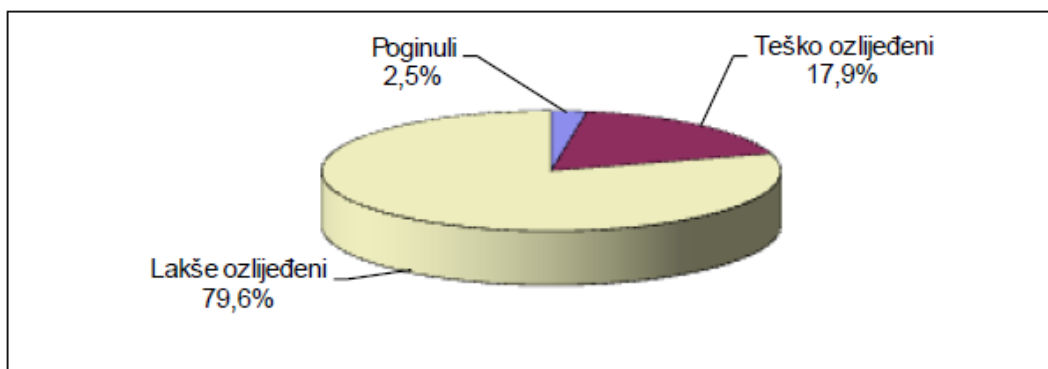
Izvor: [34]



Grafikon 1. Struktura prometnih nesreća (prosjeak od 2004. do 2013. godine)

Izvor: [34]

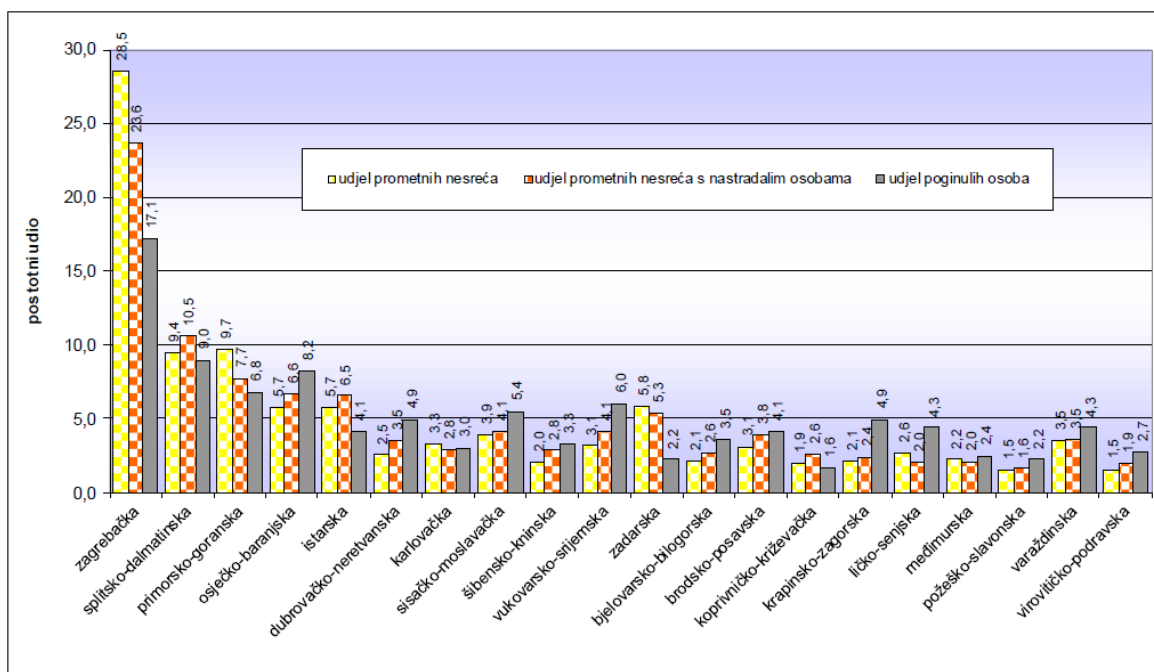
Iz grafikona 1. jasno je vidljivo da je najveći broj prometnih nesreća s materijalnom štetom, manji broj s ozlijeđenim osobama, te najmanji broj onih sa smrtno stradalima.



Grafikon 2. Struktura nastradalih osoba (prosjeak od 2004. do 2013. godine)

Izvor: [34]

Iz grafikona 2. vidljivo je da prema broju nastradalih osoba najmanje je poginulih, pa teško ozlijeđenih i najviše lako ozlijeđenih osoba.



Grafikon 3. Udjeli prometnih nesreća i poginulih osoba po policijskim upravama u 2013. godini

Izvor: [34]

Iz grafikona 3. vidljiv je broj prometnih nesreća i poginulih osoba po policijskim upravama, gdje policijska uprava zagrebačka ima najveći udio prometnih nesreća s materijalnom štetom, ozlijeđenih i smrtno stradalih sudionika. Što je logično zbog veličine samog grada Zagreba i broja stanovnika.

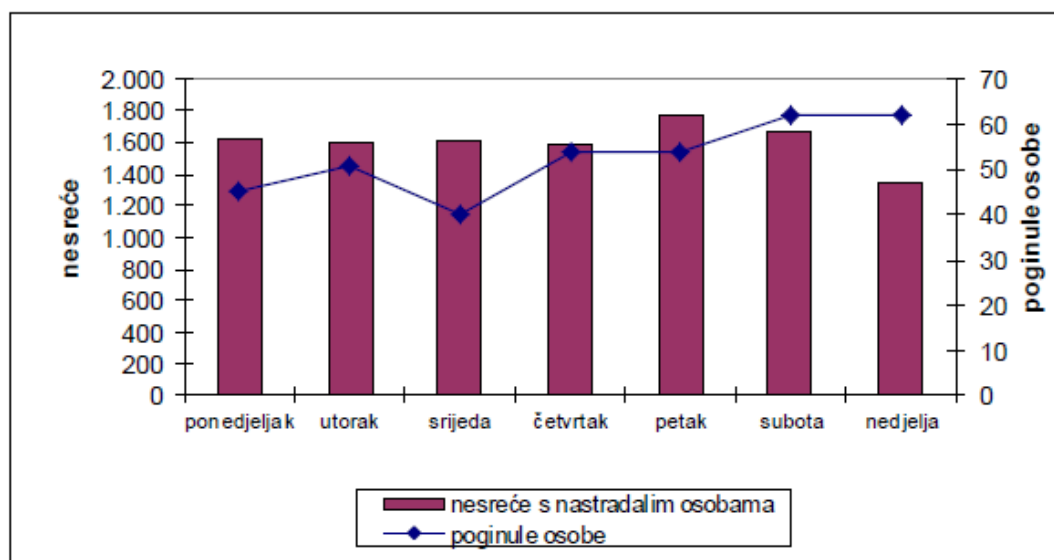
5.2. Vrijeme prometnih nesreća u danima u tjednu i mjesecima

Prema statistici najveći broj prometnih nesreća s nastradalima događa se petkom i subotom, radi najvećeg broja putovanja tijekom tjedna. Dok je najmanji broj prometnih nesreća s nastradalima nedjeljom zbog manjeg prometnog opterećenja, ali najvećim brojem poginulih (tabela 2.).

Tabela 2. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe po danima u tjednu

Dan u tjednu	Prometne nesreće s nastradalima		Poginule osobe		Ozlijeđene osobe	
	2013.	%	2013.	%	2013.	%
ponedjeljak	1.633	14,5	45	12,2	2.185	14,3
utorak	1.605	14,3	51	13,9	2.098	13,7
srijeda	1.607	14,3	40	10,9	2.126	13,9
četvrtak	1.590	14,2	54	14,7	2.098	13,7
petak	1.766	15,7	54	14,7	2.378	15,6
subota	1.671	14,9	62	16,8	2.429	15,9
nedjelja	1.353	12,1	62	16,8	1.960	12,8
UKUPNO	11.225	100,0	368	100,0	15.274	100,0

Izvor: [34]



Grafikon 4. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe po danima u tjednu u 2013. godini

Izvor: [34]

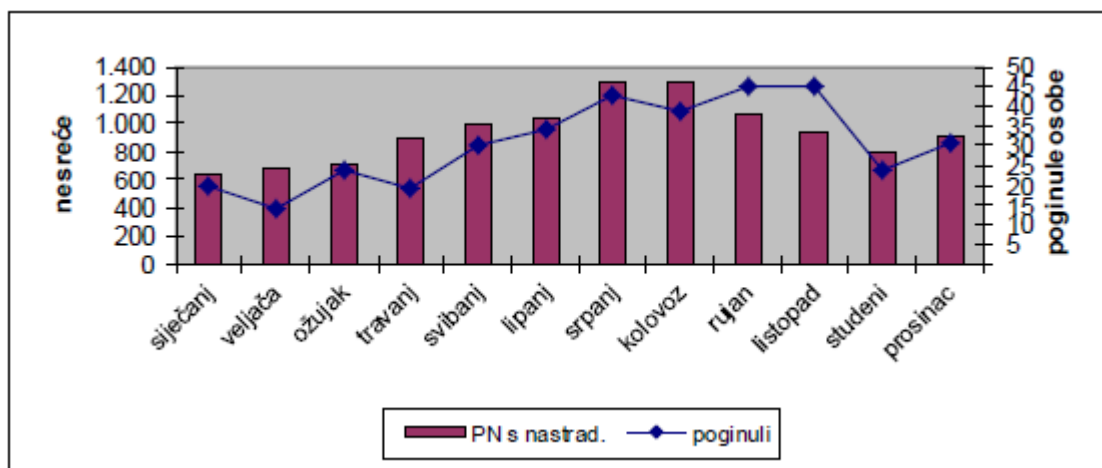
U grafikonu 4. vidljiv je rast broja prometnih nesreća tijekom vikenda, gdje je velik broj nesreća sa ozlijeđenim sudionicima petkom i subotom, a sa poginulim sudionicima subotom i nedjeljom. A srijedom se događa najmanji broj prometnih nesreća sa smrtno stradalim sudionicima u prometu.

Statistikom prometnih nesreća utvrđeno je da se najviše prometnih nesreća događa u ljetnim mjesecima u srpnju i kolovozu (tabela 3.), odnosno u sezoni godišnjih odmora. Radi velikog prometnog opterećenja i viših temperatura opada i koncentracija vozača.

Tabela 3. Nastradale osobe po mjesecima

Mjesec	Nastradale osobe					
	poginule		teško ozlijeđene		lakše ozlijeđene	
	2013.	%	2013.	%	2013.	%
siječanj	20	5,4	138	4,9	776	6,2
veljača	14	3,8	138	4,9	812	6,5
ožujak	24	6,5	169	6,0	847	6,8
I. tromjesečje	58	15,8	445	15,7	2.435	19,6
travanj	19	5,2	227	8,0	938	7,5
svibanj	30	8,2	225	7,9	1.087	8,7
lipanj	34	9,2	289	10,2	1.064	8,6
II. tromjesečje	83	22,6	741	26,2	3.089	24,8
srpanj	43	11,7	345	12,2	1.403	11,3
kolovoz	39	10,6	356	12,6	1.481	11,9
rujan	45	12,2	281	9,9	1.151	9,3
III. tromjesečje	127	34,5	982	34,7	4.035	32,4
listopad	45	12,2	246	8,7	1.012	8,1
studeni	24	6,5	207	7,3	882	7,1
prosinac	31	8,4	210	7,4	990	8,0
IV. tromjesečje	100	27,2	663	23,4	2.884	23,2
UKUPNO	368	100,0	2.831	100,0	12.443	100,0

Izvor: [34]



Grafikon 5. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe po mjesecima u 2013. godini

Izvor: [34]

U grafikonu 5. je vidljivo da se najveći broj prometnih nesreća s nastradalima u ljetnim mjesecima dok se najveća smrtnost bilježi u rujnu i listopadu.

5.3. Nastradali sudionici prometnih nesreća

Statistički gledano u najvećem broju prometnih nesreća stradali su mladi sudionici u prometu, životne dobi 25 do 34 godine (tabela 4). Najčešće stradavaju muškarci kojih je u ovoj dobi 2013. godine smrtno stradalo 55, za razliku od žena kojih je smrtno stradalo 8.

Tabela 4. Dobna struktura nastradalih sudionika u 2013. godini

Dob sudionika	Poginuli		Ozlijeđeni			
	ukupno	%	teško	%	lakše	%
Nepoznato			1	0,0	1	0,0
do 6 godina	5	1,4	31	1,1	306	2,5
od 7-13 godina	3	0,8	111	3,9	588	4,7
od 14-17 godina	12	3,3	124	4,4	562	4,5
od 18-24 godine	58	15,8	426	15,0	2.284	18,4
od 25-34 godine	63	17,1	476	16,8	2.761	22,2
od 35-44 godine	47	12,8	377	13,3	2.024	16,3
od 45-54 godine	55	14,9	452	16,0	1.777	14,3
od 55-64 godine	50	13,6	402	14,2	1.241	10,0
više od 65 godina	75	20,4	431	15,2	899	7,2
UKUPNO	368	100,0	2.831	100,0	12.443	100,0

Izvor: [34]

U tabeli 5. vidljivo je da je prema načinu sudjelovanja u prometu najviše stradavaju vozači, pa tek onda, putnici i pješaci. Najviše je vozača jer je razumljivo da vozač može sam upravljati vozilom. A pješaci su na zadnjem mjestu zbog manjeg broja naleta na pješaka u odnosu na međusobni sudar vozila.

Tabela 5. Nastradali sudionici prometnih nesreća prema načinu sudjelovanja u prometu u 2013. godini

Svojstvo sudionika	Poginuli		Ozlijeđeni			
	ukupno	%	teško	%	lakše	%
Vozači	215	58,4	1.709	60,4	7.484	60,1
Putnici	84	22,8	609	21,5	3.846	30,9
Pješaci	69	18,8	512	18,1	1.113	8,9
Ostali		0,0	1	0,0		0,0
UKUPNO	368	100,0	2.831	100,0	12.443	100,0

Izvor: [34]

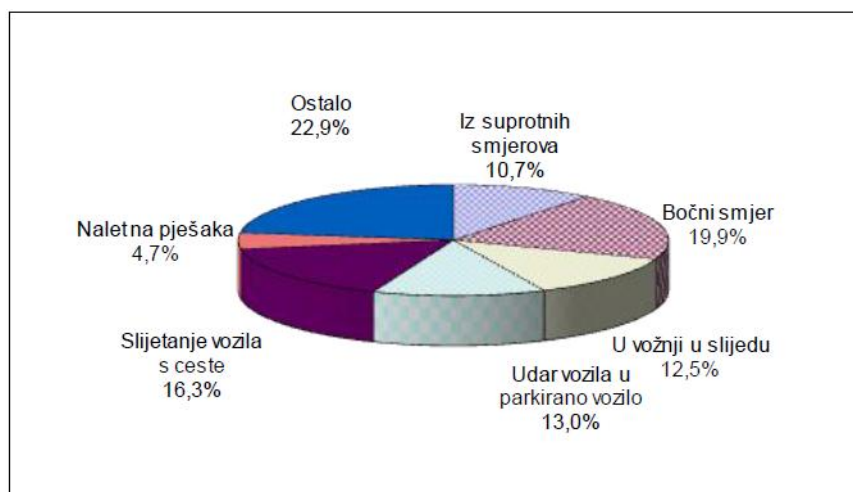
5.4. Vrste prometnih nesreća i stradale osobe u 2013. godini

U najvećem broju prema vrsti prometnih nesreća su nesreće prilikom slijetanja vozila s ceste kod kojih je ozlijeđeno najviše sudionika u prometu, slijedi ih bočni sudar, udar straga, te frontalni sudar. S obzirom na broj poginulih sudionika, najveća je smrtnost pri slijetanju vozila s ceste, slijedi ih frontalni sudar, bočni sudar i najmanji broj poginulih se događa pri udaru straga (tabela 6.).

Tabela 6. Vrste prometnih nesreća u 2013. godini

Vrste prometnih nesreća		Prometne nesreće					
		ukupno	%	s poginulima	%	s ozlijeđenima	%
Sudar vozila u pokretu	iz suprotnih smjerova	3.630	10,7	68	20,7	1.355	12,4
	bočni smjer	6.776	19,9	27	8,2	2.123	19,5
	u usporednoj vožnji	819	2,4	3	0,9	143	1,3
	u vožnji u slijedu	4.250	12,5	12	3,7	1.547	14,2
	u vožnji unazad	1.201	3,5		0,0	86	0,8
	UKUPNO	16.676	49,0	110	33,5	5.254	48,2
Udar vozila u parkirano vozilo		4.410	13,0	4	1,2	111	1,0
Slijetanje vozila s ceste		5.558	16,3	103	31,4	2.375	21,8
Nalet na bicikl		493	1,4	12	3,7	392	3,6
Nalet na pješaka		1.609	4,7	63	19,2	1.463	13,4
Nalet na motocikl ili moped		192	0,6	5	1,5	143	1,3
Sudar s vlakom		33	0,1	6	1,8	9	0,1
Udar vozila u objekt na cesti		964	2,8	1	0,3	67	0,6
Udar vozila u objekt kraj ceste		1.532	4,5	10	3,0	262	2,4
Nalet na životinju		763	2,2	1	0,3	50	0,5
Ostalo		1.791	5,3	13	4,0	771	7,1
SVEUKUPNO		34.021	100,0	328	100,0	10.897	100,0

Izvor: [34]



Grafikon 6. Vrste prometnih nesreća u 2013. godini

Izvor: [34]

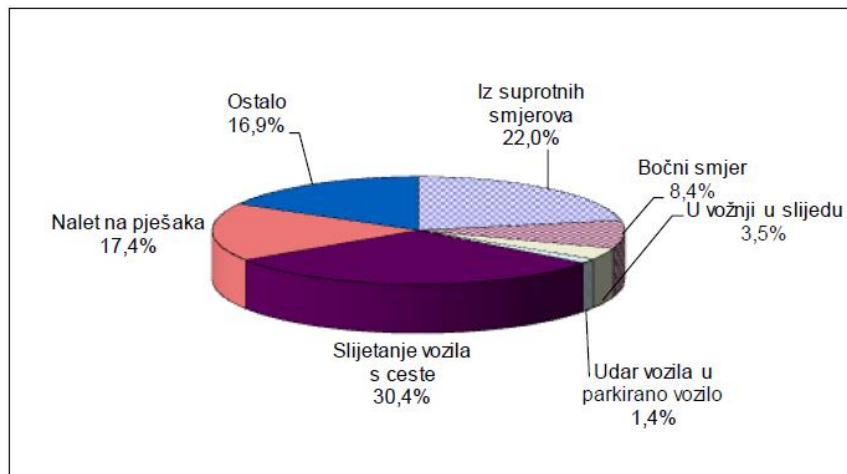
U grafikonu 6. jasno je vidljivo da je najveći broj prometnih nesreća u 2013. kod slijetanja vozila s ceste.

Prema težini ozljeda najveći broj smrtno stradalih, teško i lakše ozlijeđenih sudionika u prometu javlja se u slijetanju vozila s ceste, slijedi ih frontalni sudar, bočni sudar, te udar straga (tabela 7.).

Tabela 7. Nastradale osobe prema vrstama prometnih nesreća u 2013. godini

Vrste prometnih nesreća	Nastradale osobe						
	poginule	%	teško ozlijeđene	%	lakše ozlijeđene	%	
Sudar vozila u pokretu	iz suprotnih smjerova	81	22,0	431	15,2	2.014	16,2
	bočni smjer	31	8,4	363	12,8	2.805	22,5
	u usporednoj vožnji	3	0,8	28	1,0	161	1,3
	u vožnji u slijedu	13	3,5	176	6,2	2.252	18,1
	u vožnji unazad		0,0	13	0,5	81	0,7
	UKUPNO	128	34,8	1.011	35,7	7.313	58,8
Udar vozila u parkirano vozilo	5	1,4	20	0,7	122	1,0	
Slijetanje vozila s ceste	112	30,4	788	27,8	2472	19,9	
Nalet na bicikl	12	3,3	98	3,5	314	2,5	
Nalet na pješaka	64	17,4	498	17,6	1072	8,6	
Nalet na motocikl ili moped	6	1,6	44	1,6	116	0,9	
Sudar s vlakom	9	2,4	8	0,3	15	0,1	
Udar vozila u objekt na cesti	1	0,3	18	0,6	63	0,5	
Udar vozila u objekt kraj ceste	13	3,5	83	2,9	278	2,2	
Nalet na životinju	1	0,3	12	0,4	51	0,4	
Ostalo	17	4,6	251	8,9	627	5,0	
SVEUKUPNO	368	100,0	2.831	100,0	12.443	100,0	

Izvor: [34]



Grafikon 7. Nastradale osobe prema vrstama prometnih nesreća u 2013. godini

Izvor: [34]

U grafikonu 7. vidljivo je da je najviše ozlijeđenih i smrtno stradalih sudionika u cestovnom prometu u 2013. prilikom slijetanja vozila s ceste.

6. PRIJEDLOZI ZA POBOLJŠANJE PREVENCIJA NASTANKA OZLJEDA USLIJED PROMETNIH NESREĆA

Prevenција nastanka ozljeda u prometnim nesrećama odražava se na podučavanje čovjeka, na taj način on poštuje i prihvaća moralne i materijalne vrijednosti. Učenjem od malog djeteta, preko rizičnog mladog čovjeka, te do starije neoprezne osobe. Nikad nije moguće izbjeći baš sve nesreće, pa je cilj prevencije samo smanjiti broj prometnih nesreća. Preventivnim primarnim djelovanjem čovjeka se nastoji odgojiti kao uzornog vozača. Najprije edukacijom ne vozača, pa zatim cijelo životnim učenjem. Edukacijom djece od malih nogu podučavaju se pravilima u prometu u ulozi pješaka u kojoj oni stalno sudjeluju na putu od kuće do škole. Edukativne emisije na radiju i televiziji kako brzina i alkohol nisu dobri suputnici, te čestom policijskom kontrolom, koja sada koristi i civilna vozila i odjeću, češće nego prije. Jako je važno vozaču naglasiti da nije gospodar vozila. [35]

Poznavanje uzroka nesreća bitno je da se postignu rezultati prevencije. U sigurnosnom sustavu ima više čimbenika, ali represivne i preventivne mjere se usmjeruju na čovjeka, jer je utvrđeno da je upravo on glavni čimbenik u sprečavanju prometne nesreće. Ali je također bitna i sigurnosna oprema u vozilu, koja će zaštititi vozača u slučaju nastanka prometne nesreće. U ovom poglavlju će biti razrađeni neki od sigurnosnih uređaja na vozilu u slučaju nastanka prometne nesreće, kao što je zračni jastuk, sigurnosni pojasevi i naslon za glavu. [36]

6.1. Zračni jastuci kao mjera prevencije nastanka ozljeda u prometnim nesrećama

Istraživanja sa zračnim jastucima započela su u 1960-im godinama od strane General Motorsa, Mercedes-Benz i Volva. Godine 1973. Oldsmobile Toronado je bio prvi automobil s ugrađenim zračnim jastukom. U ono vrijeme službeni naziv nije bio „air bag“ već „air cushion restraint system (ACRS)“. U slobodnom prijevodu „sustav zaštite zračnim jastukom“. [37]

U Europi je Mercedes 1981. godine zračne jastuke počeo ugrađivati u reprezentativnu S klasu. Porsche 944 Turbo je davne 1987. bio prvi automobil sa serijskim zračnim jastucima za vozača i suvozača. No, tek 1994. započinje prava moderna povijest zračnih jastuka jer je te godine europski Ford počeo serijski ugrađivati zračne jastuke u sve svoje modele. Volvo 1995. odlazi korak dalje te za model 850 nudi i bočne zračne jastuke. Kia Sportage za američko tržište 1996. prva nudi zračni jastuk za koljena vozača. [37]

Sustav zračnih jastuka sastoji se od senzora udarca, sustava okidanja i samog zračnog jastuka. Senzori se nalaze iza prednjih odbojnika te registriraju udarce automobila koji su ekvivalentni udarcima u zid od minimalno 20 km/h. Kada senzor registrira takav udarac prosljeđuje informaciju sustavu okidanja koji se sastoji iz okidača tj. male količine TNT eksploziva. Za napuhavanje jastuka se koriste kemikalije natrij azid (NaN_3), kalijev nitrat (KNO_3) i silicijev dioksid (SiO_2). U međusobnoj reakciji natrijev azid se raspada na natrij i dušik. Upravo dušik u kombinaciji s kalijevim nitratom napuhuje zračni jastuk. Iako se ovaj proces doima dug sve nabrojano dogodi se u svega 1/25 sekundi. Dovoljno brzo da se spase životi na cesti! [37]



Slika 30. Prikaz područja obuhvata zračnim jastucima u suvremenim vozilima

Izvor: [37]

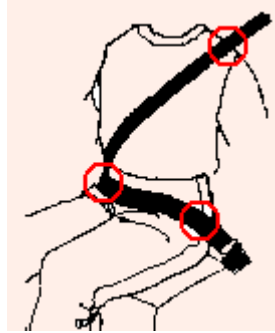
6.2. Pravilno korištenje sigurnosnih pojaseva kao mjera prevencije nastanka ozljeda u prometnim nesrećama

U današnje vrijeme sva vozila serijski su opremljena sigurnosnim pojasevima. Sigurnosni pojas jedan od najboljih izuma u području pasivne sigurnosti vozila. [38]

Obavezna primjena sigurnosnog pojasa je propisana i zakonom, a svakako je potrebno vozače svakodnevno educirati o potrebi korištenja sigurnosnog pojasa čak i na kraćim gradskim relacijama kao i o posljedicama nekorištenja. Sigurnosni pojasevi su se pokazali kao odlično sredstvo za zaštitu putnika i vozača u vozilu, nisu još usavršeni, ali se svakim danom unapređuju te u kombinaciji sa zračnim jastucima čine jednu značajnu cjelinu pasivnih sigurnosnih sustava za zaštitu putnika u vozilu u slučaju nastanka prometne nesreće. Osim što prilikom sudara štite putnike, također mogu izazvati i ozbiljne povrede. Posljedica je to velike inercije tijela i sile pritiska pojasa u slučaju nesreće čime dolazi do povrede putnika u vozilu. [38]

Ako je pojas pravilno vezan, pritisak udara apsorbiran je preko zdjelice i koša, rezultira minimalnim ili nikakvim ozljedama. Pravilna upotreba pojaseva prenosi silu udara sa putnikovog tijela na pojas i sustav zadržavanja pojasa. Sa korištenjem sigurnosnih pojaseva šansa zadobivanja ozljeda opasnih po život je značajno smanjena. Pojasevi se moraju koristiti propisno da bi bili efektivni. Npropisno korišten pojas ne mora zaštititi u sudaru, čak može prouzrokovati dodatne ozljede. Kada se krilni pojas koristi labavo ili je zavezan iznad zdjelice, nastaju sabijene ozljede unutarnjih organa. Ozljede mekih unutarnjih organa (jetra, slezena, gušterača) rezultiraju pritiskom između pojasa i vanjskih trbušnih stijenki. Povećani unutarnji trbušni pritisak može uzrokovati kidanje dijafragme i dobivanje bruha na trbušnim organima korištenjem ramenog pojasa. Vanjski sabijeni lomovi leđne kralježnice mogu nastati pri okretu gornjih i donjih dijelova torza oko pojasa, posebice u dvanaestom prsnom kralješku 1. i 2. križnom. Mnogi putnici u vozilima stavljaju dijagonalni pojas ispod ruke, a ne preko ramena i tako riskiraju ozbiljne povrede. [25]

Za učinkovitu zaštitu putnika u vozilu svi sigurnosni pojasevi trebaju imati tri točke vezanja (slika 31.). [38]



Slika 31. Prikaz područja vezanja sigurnosnog pojasa

Izvor: [39]

Korištenjem pojasa smanjuje se rizik od smrtnog stradavanja putnika u slučaju prometne nesreće za čak 50%, čime je više nego opravdana njihova namjena. [38]

Vezanje sigurnosnim pojasem najbolja je zaštita majke i nerođenog djeteta u slučaju sudara, bez obzira sjedi li se na mjestu suvozača ili na stražnjem sjedalu. Trudnica bi za vezanje morala koristiti sigurnosni pojas s tri točke vezanja. Pojas s tri točke vezanja je onaj koji ima dio koji prelazi preko kostiju zdjelice i dio koji prelazi preko ramena. Ako dođe do sudara, sigurnosni pojas općenito sprječava izbacivanje iz automobila, dok dio koji prelazi preko ramena dodatno osigurava da se smanji pritisak tijela trudnice na tijelo djeteta. [44]

Potrebno je obratiti pažnju na pravilno vezanje pojasa! Donji dio pojasa mora prelaziti preko kostiju zdjelice i ispod trbuha. Na tržištu postoje atestirani jastučići za sjedenje osmišljeni posebno za trudnice koji osiguravaju ispravnu putanju donjeg dijela pojasa, držeći ga nisko ispod trbuha. Gornji dio pojasa mora prelaziti između dojki i sa strane trbuha. Sigurnosni pojas se nikad ne smije vezati iznad ili direktno preko trbuha, niti se gornji dio pojasa smije postavljati ispod ruke ili iza leđa. Sigurnosni pojas mora biti dovoljno zategnut, a ne postavljen labavo. [44]



Slika 32. Jastučić za trudnice koji drži donji dio sigurnosnog pojasa nisko ispod trbuha

Izvor: [44]

Ako je trudnica putnik u vozilu, a ne vozač, najsigurnije je za nju da se prevozi na stražnjem sjedalu. Statistički gledano, putnici na stražnjem sjedalu prolaze s manje ozbiljnim ozljedama od onih koji se voze na prednjim sjedalima. Ipak i na stražnjem sjedalu trudnica mora obavezno biti vezana sigurnosnim pojasom vozila. [44]

Iako vezanje sigurnosnim pojasom u trudnoći može biti neudobno, ono je jedini ispravan i siguran način za vožnju u automobilu. Ukoliko su dulja putovanja za trudnicu neizbježna, potrebno je planirati više kratkih stanki kako bi se trudnica odmorila i prošetala. [44]

6.3. Naslon za glavu kao mjera prevencija nastanka ozljeda u prometnim nesrećama

Veliki problem predstavljaju povrede vrata nastale u prometnim nesrećama koje se teško identificiraju i još teže liječe. Radi se o povredama koje su nastale uslijed naglog ubrzanja i usporenja kretanja glave, uslijed čega dolazi do ozljede vrata. [40]

Najčešće se javljaju pri udaru jednog vozila u stražnji kraj drugog. Javljaju se i pri udarcu brzinom već od 10 km/h. Pri samom udaru u zadnji kraj, naslonjač sjedišta se kreće prema naprijed, gurajući tijelo, a glava ostaje na mjestu, okrećući lice prema gore, sve do trenutka dok ne udari u naslon za glavu. Nakon toga se glava odbija od naslona za glavu i kreće se prema naprijed, okrenuvši lice na dolje. U takvim situacijama velike sile djeluju na mišiće, hrskavice i tetivu. [40]

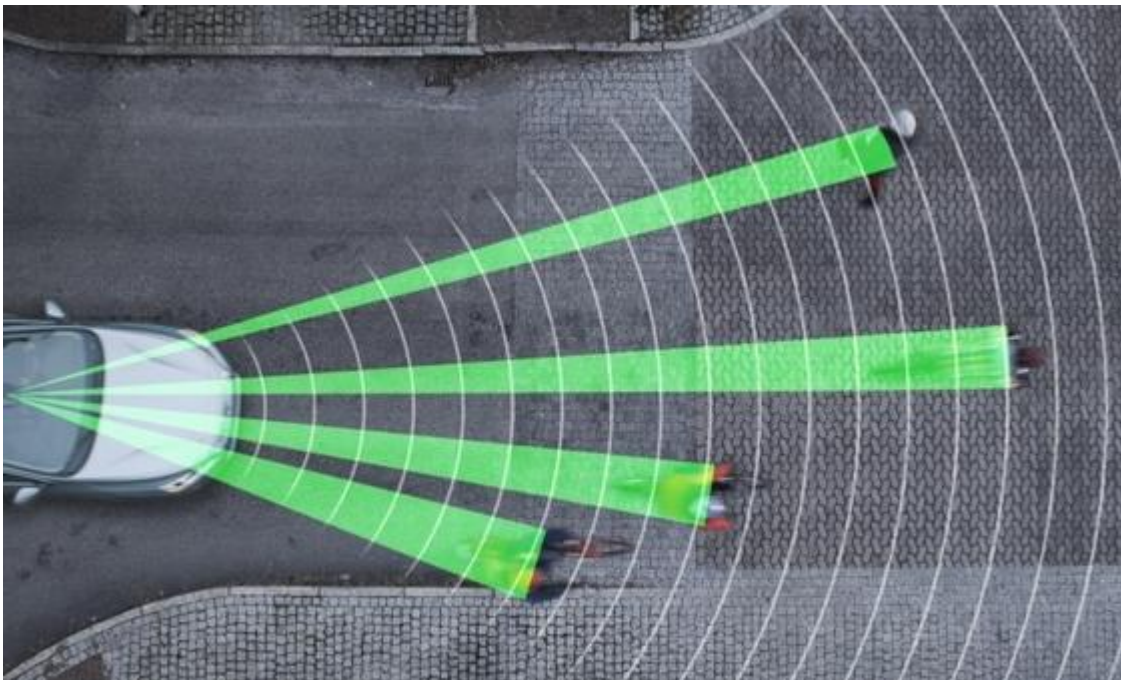
Jako je važno pravilno namjestiti naslon za glavu, a to podrazumijeva da ga se izvuče do određene visine da bude što bliže potiljku. Također je važan i oblik naslona, jer se pri kontaktu glava može početi okretati horizontalno i tako izazvati dodatne povrede. [40]

Ovaj problem su prepoznali i proizvođači automobila i nude rješenja koje može ublažiti posljedice. Aktivni naslon su prvi predstavili inženjeri Saab-a devedesetih godina prošlog stoljeća. Takvi nasloni za glavu funkcioniraju na vrlo jednostavan način. Prilikom udara u stražnji dio vozila, vozilo bude odbačeno prema naprijed, a putnici ostaju na mjestu i na taj način pritišću sjedalo u kojem se nalazi poluga koja gura naslon prema naprijed. [40]

I drugi proizvođači vozila su uočili ovaj problem, na primjer Mercedes je ugradio naslone za glavu sa Pre-Safe sustavom, te će se u slučaju sudara nasloni podići i približiti glavi, a pri tome će se prozori zatvoriti, sigurnosni pojasevi će se zategnuti, a sjedište će se ispraviti. [40]

6.4. Prevencija nastanka prometne nesreće sustavom zaštite od frontalnog sudara

Novi testni program američkog osiguravajućeg instituta za sigurnost prometa (IIHS) je proveo testiranje sustava za prevenciju frontalnog sudara. Volvo S60 i XC60 nudi standardno ugrađen City Safety sustav zaštite od sudara. Test uključuje nalet na vozilo koje vozi ispred brzinom od 20 km/h i 40 km/h, te upozorenje na frontalni sudar. Ova dva Volvo opremljeni su sustavom s automatskim kočenjem pri nižoj brzini kretanja, upozorenjem na udarac s opcijom automatskog kočenja, te automatskim otkrivanjem pješaka (slika 33.). City Safety sustav zaštite od prednjih sudara pri nižim brzinama dio je standardne opreme svih Volvo modela na svim tržištima diljem svijeta. Većina Volvo modela je također dostupna s vrhunskom tehnologijom koja otkriva, upozorava i automatski koči u slučaju naleta na vozilo, pješake ili bicikliste. [43]



Slika 33. City Safety, sustav automatskog otkrivanja pješaka

Izvor: [43]

Institut za sigurnost prometa se usredotočio na dvije situacije, a u oba slučaja testirano vozilo u pokretu nalijeće na stacionarno vozilo ispred. No, valja naglasiti da sustavi Volva funkcioniraju u mnogo širem dijapazonu svakodnevnih situacija kao što je nalet na vozila koja se kreću manjom brzinom, te nalet na pješake i bicikliste. Volvo je dosad prodao preko milijun automobila opremljenih sustavima automatskog kočenja, a kompanija će nastaviti sa svojim pionirskim radom te unapređivati sustave detekcije kako bi mogli i noću prepoznavati pješake i bicikliste, ali i životinje. [43]

Prednosti inovativne City Safety tehnologije, dokumentirane su u ranijim izvještajima koji su naveli smanjenje broja frontalnih naleta na vozilo ispred do 20%. Studija instituta za sigurnost prometa (IIHS) za model Volvo XC60 pokazuje da City Safety sustav smanjuje broj tjelesnih ozljeda za 33%, dok su odštetni zahtjevi za nadoknadu štete na tim vozilima smanjeni za 15%. [43]

Tijekom godina rizik od zadobivanja ozljeda u Volvo vozilu stalno je i značajno smanjivan. Predstavljanjem novih preventivnih i sigurnosnih sustava nastavlja se kretati prema cilju da do 2020. godine nitko ne bi smio smrtno stradati ili biti teško ozlijeđen u novom Volvo vozilu. [43]

7. ZAKLJUČAK

Broj smrtno stradalih sudionika u prometu na 100.000 stanovnika neke zemlje, jedan je od bitnih pokazatelja sigurnosti prometa na cestama. Postoje neujednačenosti u njegovoj primjeni, jer radi različitog određivanja koji se sudionici ubrajaju u smrtno stradale u prometnoj nesreći, odnosno dali su stradali na mjestu prometne nesreće ili u određenom vremenu nakon prometne nesreće. Ali se pokazao kao dobro mjerilo stupnja sigurnosti prometa na cesti.

Kada se prekine cjelovitost ljudskog organizma, takvo stanje nazivamo ozljeda ili trauma. Sudsko medicinskim vještačenjem ozljede se mogu podijeliti na lake, teške i smrtonosne. Najčešće ozljede u prometu su trzajne ozljede, ozljede glave, leđa i prsnog koša. U slučaju nastanka prometne nesreće, najvažnije je unesrećeniku pravilno pristupiti u pružanju prve pomoći prije dolaska stručnog medicinskog osoblja.

Usljed prometne nesreće nastaju različite ozljede, s obzirom na vrstu sudara nastaju ozljede karakteristične za pojedinu vrstu sudara. Najteže posljedice ozljeđivanja događaju se prilikom frontalnog sudara, a to su ozljede donjih ekstremiteta, zdjelice, prsnog koša, glave i abdomena. Prevencija uslijed nastanka prometne nesreće kako bi se zaštitila ova područja tijela, je ugradnja zračnih jastuka na bočne dijelove vozila, zračni jastuk, te u interijer ispred suvozačkog mjesta. Usljed bočnog sudara dolazi do direktnog naguravanja karoserije na tijelo putnika, a pri tome nastaju ozljede vrata, glave, zdjelice, prsnog koša, ključne kosti i zdjelice. Prevencijom ugradnje zračnih jastuka u bočne dijelove vozila, takva ozljeđivanja bi se znatno smanjila. Prilikom udara sudara nastaju trzajne ozljede vrata, zbog naglog trzaja vratne kralježnice. Pravilnim namještanjem naslona za glavu bi se takve ozljede uvelike smanjile. Ozljede prilikom prevrtanja vozila su nepredvidljive, zbog toga jer se vozilo kreće u svim smjerovima i može pretrpjeti više udaraca, kao i putnici unutar njega.

Prilikom naleta vozila na pješaka, pješak može biti ozlijeđen od udara u dijelove karoserije vozila i pada na kolnik. Može se govoriti o trostrukom ozljeđivanju, jer pri udarcu prednjim dijelom vozilo ozljeđuje noge, zatim ozlijede glave pri udarcu u poklopac motora, te ozlijede ostali dijelovi tijela pri udarcu na tlo.

Može se zaključiti da su ozljede sudionika u prometnim nesrećama s obzirom na vrstu sudara vrlo složen problem, koji otvara mogućnosti razvoja tehnologije i sustava koji bi doprinijeli prevenciji nastanka takvih ozljeda. A naročito kod mehanizma ozljeđivanja kod bočnih sudara i prevrtanja vozila, iz razloga njihove nedovoljne istraženosti.

8. LITERATURA

1. Kos, J.: *Ozljede i rane; definicija, etiologija i podjela; Cijeljenje rane i opći pristupi liječenja*, Veterinarski fakultet u Zagrebu, Klinika za kirurgiju, ortopediju i oftalmologiju, Zagreb, 2008.
2. Mlinarić, I., Missoni, E.: *Prometna medicina*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
3. Doc. dr. sc. Goran Zovak, Željko Šarić, dipl. ing.: *Autorizirana predavanja; Prometno tehničke ekspertize i sigurnost*, Zagreb 2011.
4. <http://crashedu.org/articulate/frontal/Part1/player.html> (srpanj 2015.)
5. <http://crashedu.org/articulate/frontal/Part2/player.html> (srpanj 2015.)
6. <http://crashedu.org/articulate/frontal/Part3/player.html> (srpanj 2015.)
7. <http://crashedu.org/articulate/frontal/Part7/player.html> (srpanj 2015.)
8. <http://crashedu.org/articulate/frontal/Part5/player.html> (srpanj 2015.)
9. <http://crashedu.org/articulate/side/Part1/player.html> (srpanj 2015.)
10. <http://crashedu.org/articulate/side/Part2/player.html> (srpanj 2015.)
11. <http://www.zakon.hr/z/78/Zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama> (srpanj 2015)
12. <http://ozdravlju.com/tag/prva-pomoc/> (srpanj 2015.)
13. [Dr_Lojpur_Zbrinjavanje_ozlijeđenih.pdf](#) (srpanj 2015.)
14. [Dr. M. Lojpur - Prva pomoć.pdf](#) (srpanj 2015.)
15. <http://www.vasezdravlje.com/izdanje/clanak/1007/> (kolovoz 2015.)
16. <http://www.jutarnji.hr/amputacija/716355/> (srpanj 2015.)
17. http://www.obkoprivnica.hr/pdf/Upute_PACIJENTIMA.pdf (srpanj 2015.)
18. <http://www.rapidol.hr/istegnuce-misica/> (srpanj 2015.)
19. <http://www.vasezdravlje.com/izdanje/clanak/1007/> (srpanj 2015.)
20. <http://klinika-kreszinger.com/veterinarska-kirurgija-u-zagrebu/ortopedija/iscasenja-zglobova-luksacije/> (srpanj 2015.)
21. <http://www.centarzdravlja.hr/zdrav-zivot/pregledi-dijagnoze-i-zahvati/prijelom-kosti/> (srpanj 2015.)
22. http://www.autoskola-zarkovic.hr/testovi/Prva_pomoc.pdf (srpanj 2015.)
23. <http://www.herbalia.org/index.php?id=ozeblina> (kolovoz 2015.)

24. <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/ozljede-i-trovanja/ozljede-hladnocom/smrzotine> (srpanj 2015.)
25. http://www.coursewareobjects.com/objects/evolve/E2/book_pages/phtls/pdf/P-TLS_chapter.pdf (srpanj 2015.)
26. <http://www.motus-melior.hr/prijelom-bedrene-kosti/> (kolovoz 2015.)
27. <http://www.zzjzpgz.hr/nzl/18/promet.htm> (kolovoz 2015.)
28. <http://blog.vecernji.hr/fiziofanatik/trzajna-ozljeda-vratne-kraljesnice-rani-i-globalni-terapijski-pristup-1544> (kolovoz 2015.)
29. <http://www.jurec.hr/skidanje-zastitne-kacige.html> (kolovoz 2015.)
30. <http://www.glas-slavonije.hr/272317/8/Pogreske-biciklista-uzrok-sve-vise-prometnih-nesreca> (kolovoz 2015.)
31. <http://www.jutarnji.hr/biciklisti--najcesce-zrtve-i-najcesci-krivci-prometnih-nesreca/710066/> (kolovoz 2015.)
32. Teške ozljede 2011; PowerPoint
33. <http://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/16088/Prijelom-kljucne-kosti-engl-Clavicle-Fracture.html> (kolovoz 2015.)
34. www.mup.hr/UserDocsImages/statistika/2014/bilten_promet_2013.pdf (srpanj 2015.)
35. <http://www.zzjzpgz.hr/nzl/26/prevencija.htm> (kolovoz. 2015.)
36. <http://www.stradaliuprometu.hr/sigurnostprometa.php> (kolovoz 2015.)
37. <http://www.vidiauto.com/Automobili/Nove-tehnologije-studije-prototipi/Kako-funkcioniraju-zracni-jastuci> (kolovoz 2015.)
38. http://www.sup.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=65:sigurno-sni-pojas-u-vozilima&catid=35:vozila&Itemid=55 (kolovoz 2015.)
39. http://autosjedalice.info/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=66 (kolovoz 2015.)
40. <http://www.polovniautomobili.com/auto-vesti/saveti/sta-su-aktivni-naslioni-za-glavu-i-zbog-cega-su-vazni.php> (kolovoz 2015.)
41. <http://www.sigurno-voziti.net/alkohol/alkohol01.html> (kolovoz 2015.)
42. <http://www.sigurno-voziti.net/paznja/paznja07.htm> (kolovoz 2015.)
43. <http://www.poslovnih.hr/after5/volvo-s60-i-xc60-dobili-vrhunske-ocjene-u-novom-testu-sustava-za-zastitu-kod-frontalnih-sudara-253284> (kolovoz 2015.)
44. http://autosjedalice.info/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=82&Itemid=61 (kolovoz 2015.)

8.1. Popis slika

Slika 1. Princip smjera djelovanja sile.....	20
Slika 2. Princip smjera djelovanja sile uz pomoć Superman tehnike.....	21
Slika 3. Djelomični frontalni sudar.....	22
Slika 4. Primjer prometne nesreće koja se dogodila u SAD-u 1998. godine.....	23
Slika 5. Dostavno vozilo nakon prometne nesreće u SAD-u 1998. godine.....	24
Slika 6. CT snimka frakture rebara i ozljede abdomena.....	25
Slika 7. Nagnječenje jetre, slezene i crijeva pri udarcu abdomena u upravljač.....	26
Slika 8. Istrgnuće slezene kod naglog udara abdomena u upravljač.....	27
Slika 9. Tijelo u trenutku kontakta se kreće prema naprijed i u smjeru dolje.....	28
Slika 10. Iščašenje koljena.....	28
Slika 11. Lom bedrene kosti.....	29
Slika 12. Ispadanje bedrene kosti iz čašice zdjelice.....	30
Slika 13. Pseudoaurizma koja dovodi do puknuća unutarnje obloge aorte.....	30
Slika 14. Na ilustraciji lijevo je prikazano zatvaranje glotisa pri instinktivnom udahu unesrećenog neposredno prije prometne nesreće, a ilustracija desno prikazuje uzrok zatvaranja glotisa koji se naziva efekt papirnate vrećice.....	33
Slika 15. Fraktura lubanje.....	34
Slika 16. Oštećenje dijafragme izazvano porastom pritiska u abdomenu.....	36
Slika 17. Udarni pravac pod kutem od 45° prilikom bočnog sudara.....	37
Slika 18. Udarni pravac pod kutem od 90° prilikom bočnog sudara.....	38
Slika 19. Manji kut udara pri različitim brzinama vozila.....	38
Slika 20. Sile djelovanja na vozilo i putnike uslijed bočnog sudara.....	40
Slika 21. Prijelom ključne kosti.....	41
Slika 22. Fraktura rebara.....	41
Slika 23. Fraktura zdjelice.....	42
Slika 24. Zaokretanje glave uslijed kojeg može doći do pucanja kralježaka i leđne moždine.....	42
Slika 25. Oslabljenje između kralježaka prilikom udara vozila straga.....	43
Slika 26. Istegnuće vratnih struktura.....	44
Slika 27. Bolno područje kod trzajne ozljede vrata.....	45
Slika 28. Mehanizam ozljeđivanja pješaka.....	47
Slika 29. Odbačaj motociklista uslijed nagle deceleracije.....	50
Slika 30. Prikaz područja obuhvata zračnim jastucima u suvremenim vozilima.....	67
Slika 31. Prikaz područja vezanja sigurnosnog pojasa.....	69
Slika 32. Jastučić za trudnice koji drži donji dio sigurnosnog pojasa nisko ispod trbuha.....	70
Slika 33. City Safety, sustav automatskog otkrivanja pješaka.....	72

8.2. Popis tabela

Tabela 1. Struktura prometnih nesreća i posljedica od 2004. do 2013. godine	56
Tabela 2. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe po danima u tjednu	59
Tabela 3. Nastradale osobe po mjesecima.....	60
Tabela 4. Dobna struktura nastradalih sudionika u 2013. godini.....	61
Tabela 5. Nastradali sudionici prometnih nesreća prema načinu sudjelovanja u prometu u 2013. godini.....	62
Tabela 6. Vrste prometnih nesreća u 2013. godini.....	63
Tabela 7. Nastradale osobe prema vrstama prometnih nesreća u 2013. godini.....	64

8.3. Popis grafikona

Grafikon 1. Struktura prometnih nesreća (prosjeak od 2004. do 2013. godine)	57
Grafikon 2. Struktura nastradalih osoba (prosjeak od 2004. do 2013. godine).....	57
Grafikon 3. Udjeli prometnih nesreća i poginulih osoba po policijskim upravama u 2013. godini	58
Grafikon 4. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe.....	59
Grafikon 5. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe.....	61
Grafikon 6. Vrste prometnih nesreća u 2013. godini	64
Grafikon 7. Nastradale osobe prema vrstama prometnih nesreća u 2013. godini	65