

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Ivan Hećimović**

**Značenje kliničkih i radiologijskih  
pokazatelja za prognozu liječenja  
strijelnih kraniocerebralnih ozljeda i  
indiciranje operacijskog liječenja**

**DISERTACIJA**



**Zagreb, 2007.**

Disertacija je izrađena u Odjelu za neurokirurgiju Kliničke bolnice Osijek, Osijek.

Voditelj rada: prof. dr. sc. Đuro Vranković

## K A Z A L O

1. UVODNA IZLAGANJA	4
1.1. Klasifikacije ratnih i strijelnih ozljeda glave	6
1.2. Učestalost projektilnih strijelnih KCO	8
1.3. Razlike između ratnih i mirnodopskih strijelnih KCO	9
1.4. Posebnosti balistike i kirurške patologije strijelnih rana neurokranija	11
1.5. Patofiziologija strijelnih KCO	18
1.6. Ciljevi liječenja strijelnih KCO	23
1.7. Povijesne napomene o liječenju strijelnih KCO	24
1.8. Organizacija zbrinjavanja ranjenika sa strijelnim KCO u mirnodopskim okolnostima i u ratu	27
1.9. Rezultati liječenja strijelnih KCO	32
1.10. Pregled shvaćanja prognostičkog značenja kliničkih i radiografskih pokazatelja u liječenju strijelnih KCO	34
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	39
3. RANJENICI I METODE ISTRAŽIVANJA	43
3.1. Ranjenici	44
3.2. Postupak s ranjenicima	45
3.2.1. Dijagnostičke metode	45
3.2.2. Neurokirurški postupak	46
3.2.3. Ostali terapijski postupci	47
3.2.4. Dijagnostika intrakranijske infekcije	48
3.3. Procjena konačnog rezultata liječenja	49
3.4. Promatrani klinički i radiografski pokazatelji	49
3.5. Informatička obradba i statistička raščlamba	50
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	52
4.1. Vrijednost osnovnih balističkih i kirurško-patoloških pokazatelja o rani u prognozi preživljavanja ranjenika procijenjena $\chi^2$ -testom	54
4.2. Vrijednost pokazatelja u prognozi preživljavanja ranjenika procijenjena Coxovim regresijskim modelom proporcionalnog rizika za binarne pokazatelje	56
4.3. Suodnošaj promatranih pokazatelja i preživljavanja procijenjen $\chi^2$ -testom i izračunom ROC krivulje	60
4.4. Obilježja preživjelih ranjenika sa teškim strijelnim KCO (GCS 3-8)	87
4.5. Vrijednost pokazatelja u prognozi uspješnog oporavka ranjenika (GOS 4-5)	93
4.6. Suodnošaj vrste neurokirurškog postupka i ishoda liječenja	100
5. RASPRAVA	102
6. ZAKLJUČCI	170
7. SAŽETAK	174
8. SUMMARY	177
9. LITERATURA	180
10. ŽIVOTOPIS	193
11. PRILOG	I-VI

## **1. UVODNA IZLAGANJA**

Strijelne kraniocerebralne ozljede (KCO) posebna su vrsta mehaničkih otvorenih ozljeda koje nastaju djelovanjem projektila i posljedičnom interakcijom projektila i tkiva glave i mozga <sup>1</sup>. Projektilom se smatra, u širem smislu, svaki objekt koji uzrokuje ranjavanje nakon leta kroz zrak, neovisno o načinu pokretanja projektila. Projektil može biti pokrenut barutom, ili drugim propelentom, iz različitog vatrenog oružja ili nastaje kao krhotina pri fragmentaciji različitih eksplozivnih naprava (bomba, granata, mina, raketa). Projektili mogu biti i različiti predmeti koji pokrenuti na različite načine lete kroz zrak prije sruca s tijelom, kao npr. strijela, nož i kamenje.

U suvremenoj stručnoj i znanstvenoj literaturi penetrantne kraniocerebralne rane uzrokovane projektilima različitih vatrenih oružja, ili nastalih eksplozivnom fragmentacijom posebnih naprava, razmatraju se kao zaseban kliničko-traumatologijski entitet definiran karakterističnim balističkim zbivanjima u rani i međudjelovanjem projektil-tkivo. Penetrantne KCO nastale sporadičnim djelovanjem slučajnih projektila ("projektila u širem smislu značenja") poseban su entitet <sup>2-5</sup>. U hrvatskom medicinskom nazivlju razlikuju se strijelne (*sklopetarne*) kraniocerebralne ozljede, koje su nastale djelovanjem projektila iz raznog streljačkog vatrenog oružja, od eksplozivnih KCO. Eksplozivne kraniocerebralne rane su uzrokovane krhotinama nastalim pri rasprskavanju različitih metalnih i nemetalnih eksplozivnih naprava i tijela <sup>6,7</sup>. Međutim, u svjetskoj se stručnoj literaturi, poglavito o ratnim, ali i o mirnodopskim kraniocerebralnim ozljedama, penetrantne kraniocerebralne rane uzrokovane projektilima obje vrste razmatraju istodobno i zajedno <sup>5,8</sup>. Hrvatski suvremeni autori razlikuju dvije vrste projektilnih penetrantnih kraniocerebralnih ozljeda, one zadane projektilima različitih tipova vatrenog streljačkog oružja, kao i ozljede metalnim krhotinama, ali ih također nazivaju jednako - strijelnim kraniocerebralnim ozljedama <sup>6,7,9</sup>. U ovom istraživanju korišten je isti pristup, te će se nadalje u tekstu pod pojmom strijelne KCO podrazumijevati kraniocerebralne rane uzrokovane mecima različitog vatrenog oružja i kalibra, kao i one uzrokovane metalnim krhotinama nastalim u eksploziji različitih eksplozivnih tijela i naprava.

## 1.1. KLASIFIKACIJE RATNIH I STRIJELNIH OZLJEDA GLAVE

Osnovni kriteriji u klasificiranju ozljeda glave i mozga su očuvanost anatomskog integriteta mekog oglavka i tvrde mozgovne ovojnice, tako da razlikujemo otvorene i zatvorene, te penetrantne i nepenetrantne KCO. Razdor tvrde mozgovne ovojnice uzrokuju penetrirajući objekti: leteći predmeti, projektili ispaljeni iz vatrenog oružja i koštani ulomci. Penetrantne se ozljede mogu razvrstati kao perforantne i neperforantne, ovisno o tome je li oštećen ili očuvan integritet korteksa mozga<sup>6,10</sup>.

**Klasifikacija ratnih ozljeda glave.** Obzirom na načine nastanka i njihova posebna obilježja, ratne ozljede se dodatno razvrstavaju. Ozljede u području borbi kategoriziraju se kao borbene ozljede (*battle injuries*), ako su posljedica vojnih akcija neprijatelja, ili kao neborbene ozljede (*nonbattle injuries*), ako ih nije nanio neprijatelj. Obzirom na učestalost pojedinih etioloških čimbenika ratnih ozljeda, najveće je značenje ratnih rana, tj. projektilnih ozljeda<sup>13</sup>, jer oko 90 do 96% ratnih ozljeda uzrokuju projektili<sup>13-18</sup>, dočim su projektili uzrok KCO u miru u najviše 25-50% slučajeva<sup>15</sup>. Strijelne ozljede glave i mozga u najvećem broju društava najčešće nastaju u ratu, ali ratne ozljede glave nisu sinonim za projektilne penetrantne kranocerebralne ozljede, što se često ne razlikuje. Projektilne penetrantne KCO mogu biti i ratne i mirnodopske, ovisno o okolnostima i načinu ozljeđivanja (oružju, projektilu, ranjenicima, itd.). U ratu nastaju projektilne penetrantne KCO i zatvorene nepenetrantne ozljede glave, koje čine manji dio sveukupnih KCO nastalih u ratu ("*military-related head injury*", "*combat related head injuries*")<sup>6,7,19-21</sup>. Npr. trećinu svih KCO izraelskih ozljeđenika, u ratu 1982.-1985., nanijeli su nepenetrirajući projektili, a manji broj nepenetrantnih KCO bio je po mehanizmu nastanka identičan mirnodopskim zatvorenim KCO<sup>18,20</sup>.

Iveković i Jeličić (1992.) klasificiraju ratne i mirnodopske KCO, kao zatvorene (s očuvanim integritetom oglavka) i otvorene (prekinut kontinuitet kože i sluznica). Otvorene ratne KCO razvrstavaju kao penetracijske i nepenetracijske, ovisno o integritetu tvrde ovojnice mozga<sup>6,7</sup>.

Harvey Cushing (1918.) je razvrstao ratne projektilne KCO prema njihovoj težini u devet skupina, sukladno fizikalnim karakteristikama rane, opsegu i dubini rane, te mortalitetu određenih podtipova strijelnih KCO. Ta klasifikacija omogućila je uspješniju prognostiku temeljem progresivno rastućeg mortaliteta, sukladno lokalizaciji i opsežnosti oštećenja endokranijskih tvorbi <sup>19</sup>, i razvrstavala je lakše ozljede kao rane oglavka s intaktnom lubanjom i tvrdom mozgovnom ovojnicom, i kao otvorene prijelome lubanje, sa ili bez impresije koštanih ulomaka, s intaktnom durom, te kao otvorene impresijske prijelome lubanje s laceracijom dure i tangencijalne rane oglavka s impresijskim lomom lubanje i utisnućem koštanih ulomaka u mozak, dočim su teže ozljede razvrstane na ustrijelne KCO s projektilom i koštanim ulomcima zaostalim u mozgu, na ustrijelne ili prostrijelne rane mozgovnih, te na orbito-nazalne i auro-petrozne kranio-cerebralne rane, prostrijelne kranio-cerebralne rane i KCO s ekstenzivnim lomovima lubanje. Ova klasifikacija jasno razlikuje tipove strijelnih KCO s vrlo različitom prognozom.

Većina autora dijeli penetrantne projektilne KCO na ustrijelne (prema anglosaksonskim autorima: penetracijske), prostrijelne (perforacijske) i nastrijelne (tangencijalne) kranio-cerebralne rane. Razlike među njima nastaju zbog različitog kuta upada projektila na površinu lubanje, smjera putanje nakon sraza i različite dubine penetracije projektila u endokranij <sup>3,6,7,12,16,21-30</sup>. U tangencijalnih strijelnih KCO projektil ne penetrira u endokranij, niti kroz endokranij, i ne postoji strijelni kanal sa zaostalim projektilom, kao u ustrijela, niti ulazna i izlazna rana spojene strijelnim kanalom, kao u kranio-cerebralnih prostrijela. Razlikuju se tangencijalne KCO, sa ili bez loma lubanje, s ulaznom i izlaznom ranom mekog oglavka, i one sa žljebastom ranom oglavka (ulazna i izlazna rana oglavka je spojena u jednu ranu), a razdor dure mogu načiniti koštani ulomci i projektil <sup>6,18,20-22,24,27,28,30</sup>. Zbog kliničkih posebnosti različitih vrsta KCO <sup>19,31</sup> razlikuju se infratentorijske <sup>20,21,32-34</sup> i transventrikulske strijelne KCO <sup>35-37</sup>, te orbito-facijalne <sup>38-41</sup> i kranio-bazalne kranio-cerebralne rane <sup>24, 42-45</sup>.

## 1.2. UČESTALOST PROJEKTILNIH STRIJELNIH KCO

Penetrantne KCO uzrokovane projektilima različitih oružja aktualan su neurokirurški problem u svjetskim razmjerima, u ratnim i mirnodopskim okolnostima, zbog velike i rastuće učestalosti i težine posljedica<sup>16,34,46-56</sup>.

**Učestalost ratnih strijelnih KCO.** Učestalost i distribucija projektilnih rana u suvremenim ratovima koreliraju s površinom pojedinih dijelova tijela (trupa, udova, glave), ali je proporcionalno blago povećana učestalost rana na glavi<sup>13</sup>, jer vojnici izlažu glave kako bi preživjeli neciljanu vatru oružja na bojištu<sup>57</sup>. Tome u prilog govori učestalost ratnih rana glave, lica i vrata od 42% među svim fatalnim ranjavanjima za II. svjetskog rata<sup>58</sup>, te činjenice da je najveća gustoća ranjavanja poginulih izraelskih ranjenika za izraelsko-libanonskog rata bila je u području lica (7 puta više od udjela lica u ukupnoj površini tijela)<sup>59</sup>, a da je za hrvatskog Domovinskog rata 18% svih rana bilo na glavi i vratu<sup>60</sup>.

Projektilne KCO u suvremenim ratovima čine između 13 i 18% svih ozljeda<sup>7,14,20,61-64</sup>. U Republici Hrvatskoj je, tijekom intenzivnog rata, zabilježeno 7,4% ranjenika sa strijelnom KCO<sup>6</sup>. U KB Osijek 5,5% svih hospitaliziranih ratnih ranjenika zadobili su strijelnu KCO<sup>65,66</sup>.

**Učestalost mirnodopskih strijelnih KCO.** Učestalost mirnodopskih strijelnih KCO raste epidemijski<sup>34,46,51,67-71</sup>. U SAD su penetrantne projektilne KCO vodeći uzrok smrti nakon ozljeda glave i mozga, a predviđa se kako će za nekoliko godina projektilne ozljede biti vodeći uzrok smrti nakon ozljeda<sup>72</sup>. Posljedica je to terorizma, kriminala, samoubojstava, nesreća i industrijskih eksplozija<sup>47,53,73-82</sup>. Strijelne KCO su u Republici Hrvatskoj prije 1991. godine bile sporadične (uzrokovane projektilima male početne brzine), a u poratnom razdoblju su znatno češće zbog veće dostupnosti oružja stanovništvu i zaostalih eksplozivnih naprava<sup>47,53</sup>.

**Projektili i ratne strijelne KCO.** Municija korištena na suvremenim bojištima namijenjena je nanošenju multiplih rana "niskog prijenosa energije", u barem dvije anatomske regije tijela, s ciljem onesposobljavanja, a ne ubijanja, što većeg broja ranjenika<sup>82,83</sup>. Posljedica takve ciljane konstrukcije municije je velika učestalost rana uzrokovanih krhotinama projektila u suvremenim ratnim sukobima srednjeg i visokog



intenziteta <sup>13,84</sup>, u kojima oko 96% svih ozljeda izazivaju penetrirajući projektili, a krhotine različitih eksplozivnih naprava oko 80% projektilnih rana <sup>13,15</sup>. Ranjavanja mecima strojnica i pušaka relativno su česta u sukobima niskog inteziteta (akcije pješništva, specijalne operacije), kao u vijetnamskom ratu, u kojem je oko 50% svih ranjavanja bilo nanešeno mecima <sup>13</sup>.

Ranjavanje fragmentima bilo je najčešći uzrok strijelnih KCO tijekom II. svjetskog rata (89% slučajeva) i korejskog rata (48%) <sup>85</sup>. Za vijetnamskog rata fragmenti su prouzročili 84% strijelnih KCO <sup>86</sup>, a u iransko-iračkom ratu metalne krhotine uzrokovale su 72% do 90% svih strijelnih KCO <sup>21,87</sup>. U Zaljevskom je ratu 80% do 95% američkih ranjenika ranjeno fragmentima, a 5% do 20% mecima <sup>57,83,88</sup>.

Meci su rjeđi uzrok ratnih strijelnih KCO. Od II. svjetskog rata, pa sve do izraelsko-arapskog rata (1982.-1985.), meci su bili uzrok strijelnih KCO u 10,5% do 16% slučajeva <sup>20,21,86,87</sup>, uz veću učestalost od 30% u korejskom ratu <sup>85</sup>. U Domovinskom su ratu metalne krhotine bile dvostruko češći uzrok projektilnih penetrantnih KCO od metaka (41% do 62% slučajeva) <sup>6,89-91</sup>.

**Projektili i mirnodopske strijelne KCO.** U razvijenim zemljama svijeta strijelne KCO nastaju na različite načine. U SAD su česta ranjavanja automatskim oružjem u obračunima bandi kriminalaca, a drugdje strijelne KCO najčešće nastaju iz kratkog vatrenog oružja pri pokušaju samoubojstva i napada, te greškom u rukovanju <sup>16,34,54,79,92-94</sup>.

### **1.3. RAZLIKE IZMEĐU RATNIH I MIRNODOPSKIH STRIJELNIH KCO**

Ratne i mirnodopske ozljede razlikuju se prema okolnostima nastanka i mehanizmima ozljeđivanja, prema učestalost, distribuciji i težini ozljeda, prema uzrocima i mjestu smrti, kao i prema uvjetima i načinima liječenja <sup>15</sup>. Opći mortalitet je niži u mirnodopskih (6-8%) nego u ratnih ozljeđenika (20-50%). Većina umrlih ratnih ozljeđenika umire na bojištu, a u bolnici ih umire oko 10%, dočim oko 50% umrlih mirnodopskih ozljeđenika umire u bolnici <sup>13,15</sup>. Vjerojatnost umiranja prije pružanja medicinske pomoći znatno je veća u ratnih ranjenika nego u mirnodopskih ozljeđenika, što govori o različitosti naravi i intenziteta traumatskih sila <sup>15,95</sup>.

Uvriježeno je razlikovanje mirnodopskih i ratnih strijelnih KCO, što može prouzročiti razlike u njihovom liječenju <sup>73,96-101</sup>. Najčešće navođene razlike između mirnodopskih i ratnih strijelnih KCO su poistovjećivanje mirnodopskih rana s kontaktnim ili bliskim samoranjavanjima <sup>21,80,96,97,99</sup>, odnosno s penetrantnim KCO uzrokovanim projektilima male brzine i s posljedičnim manje opsežnim oštećenjima i s manjom smrtnosti <sup>102</sup>, kao i izrazito manja učestalost ranjavanja metalnim krhotinama i manja učestalost tangencijalnih rana među mirnodopskim strijelnim KCO. Međutim, u mirnodopskim okolnostima sve su češća ranjavanja projektilima velike početne brzine zbog sve veće pristupačnosti oružja <sup>16,100,103-106</sup>. Istodobno, u suvremenim ratovima najčešće su strijelne KCO uzrokovane krhotinama, nastalih fragmentacijom različitih eksplozivnih naprava <sup>57</sup>, koje najčešće imaju balističke karakteristike projektila "male početne brzine" odnosno "male udarne brzine" ("impact velocity") <sup>21,31,74</sup>. "Udarne brzine" projektila "velike početne brzine", u ratnim ili mirnodopskim okolnostima, može biti, zbog prevaljenog puta s eventualnim odbijanjima (richocet-ima) slična brzini projektila "male početne brzine", dočim ranjavanje projektilom "male početne brzine", upućenom iz neposredne blizine tijela (samoubojstvo, ubojstvo, nesreća), može omogućiti potpuni prijenos kinetičke energije s projektila na tkivo i opsežno mozgovno oštećenje <sup>16,31,107</sup>.

U suvremenim ratovima je evakuacija ranjenika ubrzana, a vrijeme do definitivnog zbrinjavanja izrazito skraćeno i postalo je slično onome u velikim urbanim sredinama <sup>16</sup>, te nestaje i ta povijesna razlika u liječenju ranjenika u mirnodopskim i ratnim uvjetima. Treba naglasiti i sve veće mogućnosti CT dijagnostike i intenzivnog liječenja ratnih ranjenika <sup>17,20,65,66,88</sup>. Ozljede nakon terorističkih eksplozija u miru vrlo su slične ratnim ozljedama. Ozljede u području glave i vrata (12% tjelesne površine) čine oko 19% ozljeda hospitaliziranih žrtava terorističkih "bombaških" napada. Većinom su to lake ozljede, ali mogu biti i smrtonosne <sup>75,76</sup>.

Stoga se može reći kako su priroda, opsežnost i stupanj mozgovnog oštećenja u ratnih i mirnodopskih strijelnih KCO sve sličniji. Mozgovno oštećenje može biti izrazitije u "mirnodopskih" nego u "ratnih" kranio cerebralnih rana, i praćeno većom učestalošću multilobarnih oštećenja, intrakranijskih hematoma i većim mortalitetom <sup>6,16,107</sup>. Uvjeti ratovanja i načini ranjavanja tijekom Domovinskog rata smanjili su razlike između "mirnodopskih" i "ratnih" strijelnih KCO. Civili su bili ranjavani za

bombardiranja naselja, aktiviranjem mina, kao žrtve različitih nesreća i napada (npr. snajperski hitac ili pokušaj ubojstva), ili kao samoubojice. Vojnici su ranjavani na bojištu, ali i u tipičnim mirnodopskim okolnostima. Razlika u sveobuhvatnosti i kvaliteti skrbi vojnih i civilnih, odnosno ratnih i mirnodopskih ozljeđenika, je bitno umanjena ili eliminirana za Domovinskog rata zbrinjavanjem svih ozljeđenika u civilnim bolnicama <sup>65,66,91,108,109</sup>.

#### **1.4. POSEBNOSTI BALISTIKE I KIRURŠKE PATOLOGIJE STRIJELNIH RANA NEUROKRANIJA**

**Razlike u biomehanici nastanka zatvorenih i penetrantnih ozljeda mozga.** U uvjetima zatvorene nepenetrantne KCO, očuvani integritet tvrde mozgovne ovojnice određuje neizmijenjene intraduralne odnose i zaštićuje mozak od neposrednih vanjskih utjecaja, te temeljem fizikalnih mehanizama djelovanja traumatske sile i posljedica djelovanja sile na glavu i mozak, nastaju "potres mozga", lokalno oštećenje mozga na mjestu udarca (*coup* ozljeda), *contre coup* ozljede i "unutarnja ozljeda mozga". *Contre coup* i "unutarnja cerebralna trauma" nastaju zbog akceleracijskih pomaka intrakranijskog sadržaja i kumulativni su efekt istodobne linearne translacije ubrzanja i rotacijskog ubrzanja, koji oštećuju razna područja mozga, lokalizirana u raznim uzorcima predilekcije, ovisno o inicijalnom smjeru djelovanja traumatskih sila <sup>110,111</sup>.

Ako je nositelj traumatske sile objekt male mase i dostatnog ubrzanja, nastat će penetracijska KCO. Zatvorene nepenetrantne i otvorene penetrantne ozljede mozga bitno se razlikuju u biomehaničkim uvjetima koji nastaju neposredno nakon djelovanja traumatske sile na glavu i mozak. Penetracijom projektila kroz tvrdnu mozgovnu ovojnicu nastaju oštećenja u interakciji projektila (nosioca traumatske sile) i okolnog tkiva, na samom mjestu djelovanja sile, a utisnuti koštani ulomci površno oštećuju mozak <sup>111,112</sup>. Ako u lubanju penetrira projektil oštra oblika i male mase, kinetičke energije i udarne površine (nož, čavao i sl.), nastaje žarišno oštećenje lubanje i mozga, koje često nije praćeno gubitkom svijesti <sup>23,113</sup>. Dugački šiljasti predmeti često penetraju kroz gornju vjeđu i tanku koštanu bazu prednje lubanjske jame, a posljedice su ograničena primarna oštećenja mozga i česta vaskularna oštećenja. Poseban entitet su strijelne KCO nastale djelovanjem projektila vatrenih

oružja i eksplozijom nastalih metalnih krhotina i interakcijom projektila i kraniocerebralnih tkiva.

**Posebности balistike strijelne rane neurokranija.** Najmanja udarna brzina projektila potrebna za penetraciju kože je približno 36 m/s<sup>114</sup>, a projektil brzine oko 100 m/s, može uzrokovati lom *tabule interne* lubanje i utiskivanje koštanih ulomaka u mozgovni parenhim, čak i ako projektil nedostatne energije ne penetrira u lubanjsku šupljinu<sup>25,113</sup>. Za penetraciju oglavka, lubanje i dure potrebna je udarna brzina projektila veća od 100 m/s. Ako projektil nema dovoljno energije nakon penetracije oglavka, lubanje i dure, njegovim prolaskom kroz mozgovno tkivo ne nastaje značajna kavitacija, te male krhotine i meci male kinetičke energije mogu uzrokovati samo ograničena oštećenja u endokraniju<sup>10</sup>.

Opseg mozgovnog oštećenja strijelnih KCO bitno određuju fizikalno-balističke karakteristike projektila: udaljenost s koje je projektil ispaljen; masa, veličina i oblik, te građa projektila; aerodinamska stabilnost i moguća skretanja projektila; deformacija i fragmentacija projektila; brzina u trenutku udara i penetracije u lubanjsku šupljinu, kao i kut upada projektila na površinu lubanje. Težina ranjavanja ovisi i o lokalizaciji strijelnog kanala, odnosno o vrsti intrakranijskih tvorbi kroz koje projektil prolazi, razlici u gustoći tkiva koje projektil penetrira, te o nastanku sekundarnih strijelnih kanala zbog sekundarnih koštanih i metalnih projektila ili unutrašnjeg ricochet-a<sup>113</sup>.

Strijelna KCO može biti ozljeda visoko-energetskog ili nisko-energetskog transfera. Ovisno o kinetičkoj energiji projektila, projektil se može zaustaviti unutar endokranija, odbiti od unutrašnje *tabule* suprotne strane lubanje, ili penetrirati iz endokranija. Energija preostala nakon penetracije projektila kroz tkiva uzrokuje radijalne pomake tkiva i nastanak temporarne kavitacije<sup>5,10,115,116</sup>. Taj proces opisuju slijedeće formule. Deponirana kinetička energija ( $KE_d$ ) je  $KE_d = KE_u - KE_r$ , gdje je  $d$  = depozit,  $u$  = udar i  $r$  = rezidua. Ako projektil ostaje u tkivu, tada je  $KE_r = 0$  i  $KE_d = KE_u$ . Što je veći  $KE_d$ , veća je destrukcija u području strijelnog kanala i u udaljenim dijelovima mozga zbog pomaka mozga<sup>117</sup>.

U penetrantnim KCO utjecaj brzine projektila na oštećenja tkiva veći je nego u drugim tkivima<sup>118</sup>. Opsežnost tkivnih oštećenja u penetracijskih KCO je modificirana

gustoćom i viskoelasticitetom zahvaćenog tkiva, koje mijenja brzinu i stabilnost projektila, ograničavajući ili povećavajući opseg mozgovnog oštećenja <sup>4,13</sup>. Gustoća tkiva kroz koje prolazi projektil (kost, dura, mozak, falks, tentorij, endim mozgovnih klijetki) i posljedično kočenje projektila utječu na prijenos energije s projektila i na stupanj destrukcije tkiva. Što su sile zaustavljanja projektila veće, veći su  $E_d$ , te prijenos energije i stupanj destrukcije tkiva u rani <sup>114,119</sup>.

Interakcija projektila i različitih endokranijskih tkiva utječe na prirodu i opseg mozgovnog oštećenja, što potvrđuje činjenica da se na površini projektila često nalaze obilne nakupine mezotelijalnog tkiva (meninge, endim, pleksus korioides). Nabrojene intrakranijske pokrovne tvorbe su čvrste i dobro vaskularizirane. One se istežu oko penetrirajućeg projektila i odijeljuju od podležćih potpornih struktura, a zatim nastaju njihovi masivni razdori. Stoga su moguća krvarenja na udaljenosti od strijelnog kanala, opsežnija nego u područjima neurofibrilarnih tvorbi <sup>120</sup>. Sekundarna vaskularna oštećenja i mozgovna ishemija, zbog oštećenja mozgovnih krvnih žila sekundarnim projektilima, često su veća od izravnih mehaničkih učinaka na mozgovni parenhim, posebice oko fisure Sylvii <sup>117</sup>.

Nastanak trajne i privremene šupljine su glavni biomehanički mehanizmi kojima projektil oštećuje intrakranijska tkiva i koji određuju opsežnost mozgovne disrupcije. Smatra se da projektil veličine metka ne može pokrenuti cijelu glavu i uzrokovati kontuziju srazom pokrenutog mozga i lubanje <sup>5,13,121,122</sup>.

**Permanenta kavitacija i strijelna rana neurokranija.** Projektil pri penetraciji kroz endokranij izravno destruiira mozak gnječenjem i razdiranjem tkiva, te nastaje strijelni kanal, odnosno permanentna kavitacija, koji je ispunjen nekrotičnim tkivom i krvarenjem različitog opsega. Oko kanala je zona nagnječenog tkiva, a u njemu se mogu nalaziti koštani ulomci i zaostali projektili. Poprečni presjek strijelnog kanala mozga može pokazivati tri različite zone: centralnu zonu koja sadrži destruirano tkivo mozga i različitu količinu krvi, intermedijatnu zonu tkivne nekroze prožete krvarenjima koja se nalazi oko samog strijelnog kanala i marginalnu, hemoragičnu i blago diskoloriranu zonu. Izvan marginalne zone nalazi se normalno mozgovno tkivo. Zbog razdora krvnih žila i kontuzija parenhima nastaju krvarenja, a o veličini oštećene krvne žile ovisi da li će se, i kada, razviti intrakranijski kompresijski hematoma<sup>3,5,119</sup>. Projektili i koštani ulomci mogu istezati i razdirati kapilare i arteriole u dugim i razgranatim segmentima, što djelomice objašnjava žarišna krvarenja udaljena od strijelnog kanala. Izravna oštećenja mikrocirkulacije projektilima doprinose, uz primarno mozgovno oštećenje, razvoju edema i ishemičkog oštećenja mozga, te intrakranijske hipertenzije<sup>120</sup>.

Projektili, čija je brzina manja od 320 m/s, gnječe i laceriraju mozgovni parenhim, a u rani nema značajnijeg prijenosa energije s projektila na tkiva udaljena od strijelnog kanala<sup>68,113</sup>, te je težina ozljede određena destrukcijom tvorbi na putu projektila, a ne drugim balističkim učincima<sup>82,115</sup>. Međutim, permanentna kavitacija je i prvi porast intrakranijskog tlaka, osobito ako je prolaz projektila kroz tkiva praćen utiskivanjem vrućih plinova s udarnim valom. Nagli porast tlaka u endokraniju oštećuje i tkiva koja nisu neposredno uz kanal, najčešće ventralne plohe hemisfera velikog mozga. Utiskivanjem koštanih ulomaka u mozak i rasprskavanjem projektila u endokraniju nastaju sekundarni projektili i sekundarni strijelni kanali, u kojima se prenosi kinetička energija krhotina i povećava opseg mozgovnog oštećenja<sup>3,10,23</sup>.

Dodatno oštećenje mozga nastaje i nakon unutarnjeg *ricochet-a*, odbijanja projektila od *tabule interne* lubanje, nakon čega smjer dalje penetracije ovisi o kutu upada na *tabulu internu*<sup>3,23</sup>. Projektili koji nemaju dovoljno energije za izlaznu penetraciju, nakon odbijanja od *tabule interne* i promjene smjera daljeg kretanja kroz lubanjsku šupljinu, stvaraju sekundarni strijelni kanal. Projektil se može odbiti od unutrašnje površine lubanje i po drugi puta, tvoreći tercijarni strijelni kanal. Oblik

unutarnjeg *ricochet-a* je i unutarnji tangencijalni smjer penetracije projektila. To se događa kada je kut upada projektila prema *tabuli interni* u području ulazne rane oštar, te projektil kliže između unutarnje površine *dure* i kortikalne površine, tvoreći površni plitki strijelni kanal u mozgu. Tada se govori o "unutarnjem tangencijalnom smjeru projektila", koji može biti kombiniran s unutarnjim *ricochet-om*<sup>3,10</sup>.

Rotacija i nepravilna putanja projektila, uslijed deformacija i skretanja projektila nakon sruca s lubanjom i čvršćim endokranijskim tvorbama, kao što su *dura*, *falks*, *ependim* i *tabula interna*, uzrokuju nepravilnosti strijelnog kanala i veće tkivno oštećenje. Veličina i konfiguracija strijelnog kanala slabi su pokazatelji kalibra projektila upravo zbog deformacija, rasprskavanja i nepravilnosti putanje projektila<sup>123</sup>. Često je izlazna rana veća od ulazne zbog deformacije i skretanja projektila s putanje, usporenja projektila i oslobađanja veće energije u izlaznoj rani<sup>113</sup>.

**Temporarna kavitacija i strijelna rana neurokranija.** Penetracija projektila velike brzine i energije uzrokuje nastanak privremene šupljine i drugog vala porasta intrakranijskog tlaka nakon penetracije projektila. Cikličko širenje i skupljanje stijenki šupljine oštećuje opsežne dijelove mozgovnog parenhima i žilja valovima nastalog tlaka koji odmiču tkivo od projektila, inducirajući kompresiju i istežanje tkiva neposredno uz strijelni kanal, ali i na udaljenosti od njega<sup>3,5,10,68,124,125</sup>. Temporarna kavitacija nastaje i u mozgovnim ranama uzrokovanim ručnim vatrenim oružjem kratke cijevi, ali su njene dimenzije znatno manje od onih uzrokovanih projektilima "velike" brzine<sup>82,113,124</sup>. Širenjem privremene šupljine su teško oštećena bliža tkiva, a najudaljenija mogu biti zahvaćena tek mikroskopskim krvarenjima. Oko privremene šupljine razlikujemo zonu strijelnog kanala, zonu neposredne traumatske nekroze i zonu molekularnog potresa. Smatra se da su tkiva središnjeg živčanog sustava vrlo osjetljiva na ozljedu istežanjem zbog pucanja aksona i zbog izrazito nepovoljnog utjecaja na električnu provodljivost nervnih vlakana, funkcioniranje mijelina i preživljavanja neurona<sup>4,124</sup>.

Mozak je semisolidan medij uklopljen u rigidnu lubanju. Mogućnost deformacije lubanje za prolaska projektila kroz endokranij, koja se u određenom stupnju može istežati, teoretski dozvoljava mogućnost ograničenih kavitacija unutar mozgovnog parenhima. Međutim, temporarna kavitacija u endokraniju je iznimno destruktivna jer je mozak slaboelastični organ, koji je ovijen *durom* unutar zatvorene i

tvrdne lubanje <sup>5,13</sup>. Penetracija projektila velike brzine kroz endokranij može imati ekspanzivne i eksplozivne učinke, s posljedičnim neizravnim prijelomima lubanje. Na taj način nastaju "eksplozivni" prijelomi lubanje, s opsežnim multifragmentarnim frakturama pretežito ekspresivnog tipa i opsežnim oštećenjem mozga s posljedičnim smrtnim ishodom. Takvi prijelomi mogu biti praćeni laceracijama oglavka i dislokacijom dijelova, ili čak većeg dijela mozga, kroz frakture lubanje <sup>10</sup>. Zbog prijenosa velike energije na naglo stlačeni mozak stvara se veliki pritisak na *tabulu internu* lubanje i druge čvrste tvorbe, a mozak se privremeno izbočuje kroz ulaznu ranu, izlaznu ranu i kroz anatomske otvore (npr. veliki zatiljni otvor), ali se jednako brzo i naglo vraća u prvobitni položaj. Budući da lubanjski lomovi nastaju prije kavitacije, mogu nastati osobito velike temporarne kavitacije i posljedična eksplozivna prsnuća lubanje, ako se frakture lubanje protežu izvan defekta u području ulazne i izlazne rane, ili pak od ulazne do izlazne rane. Taj fenomen se naziva "*Krönlein Schuss*" ili "*Krönlein shot*", odnosno "*exenteratio cranii*", a nastaje kada mozak pod visokim tlakom djeluje kao čvrsto tijelo na lubanju, i tada veliki fragmenti mozgovnog tkiva mogu biti istisnuti kroz rasprsnutu lubanju <sup>10</sup>. Ako prijenos energije s projektila nije uzrokovao rasprsnuće lubanje, kavitacija će uzrokovati trenutačnu nekrozu tkiva oko strijelnog kanala istezanjem stanica i aksona. Širina cilindrične zone nekroze oko strijelnog kanala je neizravni pokazatelj opsega kavitacije <sup>10</sup>.

Trajna i privremena šupljina potiskuju endokranijske tvorbe, pri čemu mogu nastati kontuzije parenhima i krvarenja na udaljenosti od strijelnog kanala, posebice na orbitalno-bazalnim plohama čeonih režnjeva i unkalnih girusa, te na tonzilama malog mozga, zbog sraza s površinom baze prednje lubanjske jame, rubom tentorija i velikog zatiljnog otvora <sup>3,114,126</sup>. Znatni porast intrakranijskog tlaka u neelastičnom i nestlačivom tkivu mozga uzrokuje difuzne kortikalne kontuzije. Aksoni rupturiraju u područjima udaljenim od strijelnog kanala, osobito u mozgovnom deblu, u kojem su moguća krvarenja zbog descendente hernijacije uzrokovane kavitacijom. Ova oštećenja mogući su uzrok poremećaja svijesti i neuroloških deficita, neovisno o ostalim karakteristikama udaljenog strijelnog kanala <sup>3,23</sup>.

Projektili na svojoj površini nose elemente vezivnog tkiva oglavka i koštane čestice, te kontaminiraju strijelnu kraniocerebralnu ranu <sup>120</sup>. "Usisni" učinak temporarne šupljine, uslijed cikličkih promjena tlaka, može kontaminirati ranu <sup>5,124</sup>.



Kontaminirajući materijal s površine tijela i iz neposredne okoline može biti usisan u ranu u subatmosferskoj fazi ciklusa <sup>113</sup>, no pitanje opsega i stupnja kontaminacije temporarne kavitacije nije u potpunosti riješeno <sup>82,118</sup>.

**Udarni valovi i strijelne KCO.** Udarni valovi nastaju udarom projektila u površinu lubanje i prije penetracije projektila u endokranij. Udarni val tlaka, do 100 atm, prethodi prolasku projektila kroz tkivo i izuzetno je kratkog trajanja (reda veličine nekoliko  $\mu$ s). Smatra se da je, zbog kratkog trajanja vala tlaka, tkivo pošteđeno štetnog učinka <sup>4,5,115</sup>. Drugi pak navode kako ti valovi nastaju ako je brzina projektila veća od 320 m/s i traju 15 do 20 milisekundi šireći se brzinom zvuka, a da sumacijom reflektiranih valova mogu nastati gradijenti tlaka unutar endokranija i posljedična disrupcija neuralnog tkiva na udaljenosti od strijelnog kanala <sup>68,113</sup>. Udarnim valovima pripisuju se eksperimentalna oštećenja aksoplazme, mikrotubula i kromatoliza Purkinjeovih stanica nakon perifernog ranjavanja organizma, ili disfunkcije neurona i mozgovnog debla <sup>5,47</sup>, iako učinci udarnih valova nisu u potpunosti izolirani od učinaka temporarne kavitacije <sup>119</sup>. Stoga se može reći kako ne postoji potpuna suglasnost o štetnom djelovanju udarnih valova.

**Oštećenja mozga koštanim ulomcima - koštani sekundarni projektili.** Nakon prijeloma lubanje moguće su laceracija *dure* i površine mozga koštanim ulomcima, koji su tupim ozljedama dislocirani lokalno i ograničeno. Izrazite dislokacije ulomaka udružene su s teškim i fatalnim destrukcijama mozga <sup>10</sup>. U interakciji projektila i čvrste kosti razvijaju se jake zaustavne sile i raste prijenos energije u rani <sup>124</sup>. Za lom kosti potrebna je brzina projektila oko 60 m/s, a za penetraciju projektila u endokranij brzina treba biti veća od 100 m/s. Projektilom pokrenuti koštani ulomci su sekundarni projektili koji povećavaju mozgovno oštećenje dodatnim sekundarnim strijelnim kanalima <sup>10,128</sup>. Fragmentacija projektila i prvi ciklus ekspanzije temporarne kavitacije mogu pokrenuti koštane ulomke do ruba kavitacije, a krajem prvog ciklusa ulomci se vraćaju u središte kavitacije. Slijedećim ciklusima koštani se ulomci pokreću u smjeru penetracije projektila, dodatno destruirajući tkiva <sup>124,129</sup>, a oštećenje žilja uzrokuje ishemiju mozga, posebice ako je zahvaćeno područje fisure Sylvii <sup>117</sup>.

**Posebnosti tangencijalne strijelne rane neurokranija.** U tangencijalnim strijelnim KCO projektil ne penetrira kroz endokranij i ne postoji strijelni kanal, ne nastaju niti

permanentna niti temporarna kavitacija, a prijenos traumatizirajuće sile je drugačiji, dočim je prognoza općenito bolja, nego nakon ustrijela i prostrijela kranija<sup>27,130</sup>. Glavni mehanizam oštećenja endokranijskih tvorbi su nagnječenja i razdori mozga utisnutim koštanim ulomcima i nastanak intrakranijskih hematoma<sup>27</sup>. *Duru* mogu lacerirati koštani ulomci i projektil. Ako se projektil tangencijalne putanje zaustavi u oglavku, oslobađa se više energije nego pri odbijanju projektila od lubanje i veća je mogućnost endokranijskih oštećenja<sup>130</sup>. Projektili velike brzine mogu oštetiti, u odnosu na mjesto sraza, udaljene dijelove mozga, pa i kontralateralnu hemisferu<sup>23,113,117</sup>.

## 1.5. PATOFIZIOLOGIJA STRIJELNIH KRANIOCEREBRALNIH OZLJEDA

Penetracija projektila, balistički učinci u rani i mehaničke deformacije tvorbi u endokraniju izazivaju brojne primarne i sekundarne patofiziološke poremećaje. Projektil izravno mehanički oštećuje parenhim duž strijelnog kanala i izaziva istodobni porast intrakranijskog tlaka, a oscilacije pozitivnog i negativnog tkivnog tlaka u temporarnoj kavitaciji izravno destruiraju mozak. Zbog istezanja tkiva, nastanka gradijenta tlaka u različitim dijelovima endokranija, posljedičnih pomaka mozgovnih masa i oštećenja mozgovnih krvnih žila, nastaju kontuzije tkiva, hemoragije i infarkti na udaljenosti od strijelnog kanala, najčešće u kori i subkortikalnoj bijeloj tvari mozga<sup>5,114,126</sup>. Nakon trenutačnog primarnog oštećenja mozga razvijaju se sekundarni patofiziološki poremećaji, poglavito promjene intrakranijskog tlaka i disfunkcije mozgovnog debla s kardiorespiratornim varijacijama. Djelovanje valova tlaka na retikularni aktivirajući sistem mozgovnog debla može uzrokovati poremećaje svijesti, a oštećenja mozgovne kore i kortikalnih projekcijskih puteva trajne neurološke deficite<sup>1,127</sup>, dok je destrukcija diencefalo-mezencefaličkih tvorbi kavitacijama fatalna<sup>104</sup>.

**Učinci strijelne KCO na mozgovno deblo.** Porast tlaka u endokraniju za penetracije projektila prenosi se duž neuroaksisa do mozgovnog debla i može uzrokovati trenutačno ireverzibilno oštećenje ili reverzibilne disfunkcije jezgara za kontrolu respiracije i srčane funkcije<sup>1,5,127,131</sup>. Teški kardiopulmonalni poremećaji razvijaju se zbog disfunkcije mozgovnog debla i u slučaju relativne udaljenosti strijelnog kanala<sup>5,132,133</sup>. Vjerojatnost fatalne apneje, kao i brzina nastanka, trajanje

te stupanj promjena respiracije, srčane akcije i krvnog tlaka, razmjerni su prijenosu energije u mozgovnoj rani. Takve promjene događaju se i nakon ranjavanja projektilima male brzine.

Na primatima su utvrđene različite fiziološke promjene nakon eksperimentalne projektilne ozljede mozga <sup>133,134</sup>. Općenito, što je manje manifestnih znakova lezije mozgovnog debla, to životinje duže preživljavaju, što je podudarno rezultatima kliničkih istraživanja o strijelnim KCO <sup>127</sup>. Zabilježene su učestale apneje različitog trajanja, te usporavanje i produbljanje respiracije u trajanju od nekoliko sati. Neposredno nakon ozljede javlja se bradikardija koja traje od 10 do 30 minuta i vjerojatno je posljedica porasta vagalnog tonusa. Srednji arterijski tlak pada trenutno nakon ozljede, ali počinje rasti za nekoliko sekundi, i postupno se vraća na normalnu razinu kroz nekoliko minuta. Porast srednjeg arterijskog tlaka vjerojatno je posljedica simpatičkog odgovora i porasta sistemskog vaskularnog otpora. Brzi razvoj tih promjena ukazuje na neuralni mehanizam njihova nastanka <sup>127,133</sup>. Mehanizam poremećaja se objašnjava rostrokaudalnim pomakom i istezanjem mozgovnog debla uslijed gradijenta tlaka u području foramena magnuma, a tome u prilog govore promjene noradrenalinskih i serotoninskih jezgara mozgovnog debla nakon eksperimentalne strijelne KCO, ali nije dokazano da su ti poremećaji posljedica smanjene perfuzije mozgovnog debla <sup>135</sup>. Rezultati eksperimenata upućuju da bi se sekundarna oštećenja mozga zbog disfunkcije mozgovnog debla mogla često prevenirati brzom i odgovarajućom hemodinamskom i respiratornom podrškom <sup>1,5,127</sup>.

**Intrakranijska hipertenzija, cerebralni perfuzijski tlak i cerebralni metabolizam nakon strijelne KCO.** Intrakranijski tlak raste znatno i trenutno nakon projektilne ozljede mozga <sup>127</sup>. U eksperimentalnom modelu na primatima tlak u endokraniju dostiže vrijednost od 200 mmHg za nekoliko minuta, nakon čega postupno pada kroz nekoliko minuta, ali ostaje na povećanoj razini. Nakon težih mozgovnih oštećenja intrakranijska se hipertenzija u idućih dva do tri sata ponovo povećava do vrijednosti od 60 do 100 mmHg <sup>127</sup>. Inicijalni i odgođeni porast intrakranijskog tlaka proporcionalni su količini energije oslobođenoj u interakciji projektila i intrakranijskih tkiva <sup>5</sup>. Subakutna intrakranijska hipertenzija posljedica je i edema mozga i krvarenja <sup>132</sup>. Smatra se da porast tlaka zbog udarnih valova nema štetnog djelovanja na živa tkiva zbog izrazito kratkotrajnog djelovanja (2-25  $\mu$ s) <sup>4,5,115</sup>.

Intrakranijska hipertenzija izaziva, kroz nekoliko minuta, pad cerebralnog perfuzijskog tlaka za oko 50% i smanjenje cerebralnog krvnog optoka na oko 60%, i u ranjenoj i u neozlijeđenoj hemisferi <sup>127,133</sup>. Eksperimentima su utvrđeni smanjenje srčane kontraktilnosti, gubitak cerebralne autoregulacije i rast cerebralnog vaskularnog otpora, koji dodatno smanjuju cerebralni krvni optok nakon projektilne KCO. Kombinacija bradikardije, smanjenja srčane kontraktilnosti i srčanog minutnog volumena, te povišenog intrakranijskog tlaka, sa istodobnim smanjenjem plućnog arterijskog tlaka, sistemskog arterijskog tlaka i povećanjem cerebrovaskularnog otpora, smanjuje cerebralni krvni optok, cerebrovaskularni perfuzijski tlak i cerebralni metabolizam <sup>126,133</sup>.

U ranama s "eksplozivnim" oštećenjima nestaje autoregulacije mozgovnog žilja, te nastaju mozgovni edem i intrakranijska krvarenja s posljedičnim rastom intrakranijskog tlaka. Zbog toga se smanjuje cerebralni perfuzijski tlak i može nastati sekundarna ishemija mozga. Ako arterijski tlak naraste, zbog disrupcije krvno-mozgovne barijere i pojačane transudacije tekućine uslijed prijenosa tlaka na kapilarni optok, pogoršava se mozgovni edem. U najtežih ozljeda nastavlja se začarani krug sa brzim smrtnim ishodom <sup>127</sup>. Ranjavanje projektilima velike početne brzine smanjuje cerebralnu perfuziju toliko da eksperimentalne životinje umiru za jedan sat <sup>113,114</sup>. Klinički korelat tih patofizioloških promjena su mlohava koma, apnea, hipotenzija i bradikardija <sup>113</sup>.

Neposredno nakon ozljede nestaje arteriolarni tonus i smanjuje se cerebralni vaskularni otpor, a naglo rastu cerebralni krvni volumen i tlak u endokraniju. Povećanje cerebralnog vaskularnog otpora ne korelira uvijek s intrakranijskim tlakom, što ukazuje da to nije posljedica "otečenog" mozga, već vjerojatno posebnog cerebrovaskularnog kontrolnog sustava <sup>133</sup>.

Nakon manje opsežnih ozljeda cerebralni perfuzijski tlak održavaju stimuli, najvjerojatnije iz mozgovnog debla, koji povisuju srednji arterijski tlak i povećavaju cerebralni krvni optok. Cerebralni perfuzijski tlak raste u prvom satu nakon ozljede zbog porasta sistemskog i srednjeg arterijskog tlaka, a zatim postupno pada zbog porasta intrakranijskog tlaka, pada srednjeg arterijskog tlaka na normalne vrijednosti, pa i manje, te zbog smanjenja srčanog minutnog volumena. Smanjeni sistemski

arterijski tlak i intrakranijska hipertenzija smanjuju cerebralnu perfuziju. Kroz nekoliko sati uspostavlja se relativno stabilno stanje, koje je osjetljivo i na najmanje promjene, primjerice na opstrukciju dišnih putova<sup>113,114,127</sup>. Energetski metabolizam mozga se smanjuje nakon ozljede i ostaje nizak do smrti eksperimentalnih životinja<sup>127</sup>, najvjerojatnije zbog nedostatnog mozgovnog krvnog optoka<sup>127,133</sup> i otežane ekstrakcije kisika u mikrocirkulaciji<sup>127</sup>.

**Intrakranijska krvarenja nakon strijelne KCO.** Krvarenja u strijelnom kanalu nastaju zbog razdora krvnih žila uslijed disrupcije tkiva i kontuzija parenhima. O veličini oštećene krvne žile ovisi da li će se, i kada, razviti intrakranijski kompresijski hematom. Hematom može nastajati kroz više sati ili dana, rastom i spajanjem hemoragijskih kontuzijskih žarišta, unutar ili izvan strijelnog kanala. Projektilne laceracije većih žila izazivaju masivne intrakranijske hemoragije. Česta su difuzna subarahnoidalna, intraventrikulska i subependimska krvarenja, zbog pomaka i istezanja tkiva i krvnih žila temporarnom kavitacijom, kao i zbog razdora vaskulariziranih tkiva udaljenih od strijelnog kanala<sup>3,5,104,120</sup>. Opsežna subarahnoidalna krvarenja dovode se u vezu s vazospazmom i ishemijom mozga<sup>34,52</sup>.

**Edem mozga nakon strijelne KCO.** Edem mozga nakon strijelne KCO je opasan zbog mogućeg razvoja intrakranijske hipertenzije. Otok mozga nastaje trenutačno nakon ranjavanja zbog hiperemije, a zatim se, u prvih 6 sati, razvija vazogeni edem mozga zbog disrupcije barijere krv-mozak duž strijelnog kanala. Generalizacija vazogenog edema ovisi o energiji koja je prenijeta s projektila na mozak, površini oštećene krvno-mozgovne barijere, srednjem arterijskom tlaku i gradijentu tlaka između edematoznog tkiva i likvora, a odvija se centrifugalno oko strijelnog kanala. Edem cijele polutke velikog mozga razvija se kroz 24 do 48. Mozgovni edem i intrakranijska hipertenzija nakon ranjavanja projektilima male energije regrediraju za sedam do 10 dana, ako nema komplikacija, npr. intrakranijske infekcije<sup>132</sup>. Edem tada nastaje samo u bijeloj tvari oko strijelnog kanala i ne doprinosi značajno mortalitetu, samoograničavajući je i spontano regredira. Međutim, izraziti otok mozga oko kontuzija i hemoragija, može uzrokovati pomake i hernijacije tkiva mozga<sup>5,104</sup>. Akutna intrakranijska hipertenzija može nastati i zbog hiperemije i difuznog oticanja mozga<sup>104</sup>.

Ranjavanje projektilima veće energije (brzine oko 1000 m/s) može izazvati rani difuzni edem zbog trenutne morfološko-funkcijske disrupcije barijere krv-mozak, koja se širi kroz cijeli mozak uključujući i bazalne ganglije, hipotalamus, mezencefalon i cerebellum <sup>132</sup>.

**Poremećaji koagulacije krvi nakon strijelne KCO.** U strijelnoj KCO aktivira se vanjski koagulacijski sistem, vjerojatno mozgovnim tromboplastinom iz oštećenog tkiva, i inducira se potrošnja fibrinogena. Nakupljanje trombocita na oštećenom endotelu smanjuje broj trombocita u cirkulaciji i povećava rizik tromboze mikrocirkulacije pluća i mozga. Oslobođanje kateholamina, hipoksija, šok i hipotermija, mogu dodatno pojačati potrošnju faktora koagulacije i trombocita. Sistemska potrošna koagulopatija s hipofibrinogenemijom i trombocitopenijom može doprinijeti kliničkoj manifestaciji diseminirane intravaskularne koagulacije i sekundarnog intrakranijskog krvarenja. Pokazatelji diseminirane intravaskularne koagulacije su utvrđeni nakon eksperimentalnih strijelnih rana mozga, a češći su u ranjenika koji su podlegli ranama, nego u preživjelih <sup>5,68,136,137</sup>.

**Bioaminski sustavi nakon strijelne KCO.** Eksperimentalno je utvrđeno da se nakon strijelne KCO mijenjaju koncentracije biogenih amina sintetiziranih u hipotalamusu i mozgovnom deblu, vjerojatno zbog refleksnog odgovora na stres. Rezultati ukazuju na očuvanost osnovnog integriteta monoaminergičkih sustava i općeg odgovora na stres, ali ne i na deformitete i pomake mozgovnog debla. Stoga možda postoji mogućnost farmakološkog liječenja disfunkcije sustava biogenih amina nakon teških strijelnih KCO <sup>138</sup>.

**Ostali patofiziološki poremećaji.** Neurogeni plućni edem, gastričke erozije i oslabljena srčana kontraktibilnost mogu utjecati na razvoj sekundarnih ishemičkih oštećenja mozga <sup>5,139</sup>.

**Evolucija kroničnog mozgovnog oštećenja nakon strijelne KCO.** Atrofija područja mozga udaljenih od strijelnog kanala, u kroničnoj fazi nakon strijelne KCO, odgovara proširenju primarnih mozgovnih oštećenja ranjene polutke, ali i polutke kroz koju ne prolazi strijelni kanal. Zbog toga su moguće kasne neuropsihološke disfunkcije. Proširenje oštećenja izvan anatomskih granica mozgovne rane može biti

posljedica prijenosa kinetičke energije i tkivne destrukcije u udaljenim područjima, ili projektilnog oštećenja većih arterijskih ogranaka. Treći mogući mehanizam kasnih proširenja oštećenja i atrofije mozga je transneuralna ili transsinaptička degeneracija <sup>117</sup>.

## 1.6. CILJEVI LIJEČENJA STRIJELNIH KRANIOCEREBRALNIH OZLJEDA

Iskustva i istraživanja formirala su temeljna pravila i smjernice o neurokirurškim postupcima u liječenju ranjenika sa strijelnim KCO, kao i o drugim aspektima liječenja. Ciljevi neurokirurškog liječenja su uklanjanje, i prevencija razvoja, kompresijskih intrakranijskih hematoma; kontrola intrakranijskog tlaka i prevencija intrakranijske infekcije; potpuna rekonstrukcija dure i oglavka, te liječenje komplikacija. Osnovni preduvjet uspješnog liječenja je što ranija primarna i definitivna operacija <sup>5,68,114,126,140</sup>. Neurokirurško liječenje započinje procjenom svrsishodnosti poduzimanja operacije, a odluku o potrebi zahvata treba utemeljiti na podacima koji bi trebali omogućiti preoperativnu identifikaciju ranjenika sa dobrom i lošom prognozom. Trijaža ranjenika u ratnim uvjetima je dinamična i promjenjiva kategorija, na koju utječu mnoge okolnosti, a glavni joj je cilj odabir ranjenika sa što većom šansom za uspješno liječenje i izbjegavanje liječenja ranjenika za koje se procijeni da neće preživjeti <sup>5</sup>.

**Liječenje strijelnih KCO intrakranijskim debridementom.** Uvriježenim neurokirurškim *debridementom* svih slojeva strijelne KCO, uključujući meki oglavak, strijelni defekt lubanje, tvrdu mozgovnu ovojnicu i strijelni kanal u mozgu, uklanjaju se devitalizirano tkivo, organska (fragmenti oglavka, kosa, prljavština) i anorganska strana tijela utisnuta u ranu. Iz mozgovne rane se uklanjaju utisnuta i koštana i metalna strana tijela. Od najveće je važnosti razumna procjena potrebne opsežnosti uklanjanja koštanih i metalnih fragmenata iz endokranija, kako se ne pogoršao postojeći ili izazvao novi neurološki deficit. Kompresijski hematomi se uklanjaju iz endokranija i zaustavlja se krvarenje u rani. Dura se rekonstruira vodonepropusno i potpuno pokriva punom debljinom oglavka, bez napetosti akcidentalne i operacijske rane <sup>5,68,114,126,140,141</sup>.

**Liječenje strijelnih KCO bez intrakranijskog debridementa.** Vrlo mali broj ranjenika moguće je liječiti bez intrakranijskog *debridementa* i rekonstrukcije dure, ako su projektili male kinetičke energije nanijeli ograničeno mozgovno oštećenje. Ovaj način liječenja nije još dovoljno potvrđen <sup>5,66</sup>.

## 1.7. POVIJESNE NAPOMENE O LIJEČENJU STRIJELNIH KCO

Strijelne KCO su se pojavile nakon izuma baruta u Kini. U Europu su barut prenijeli Mongoli početkom 14.-tog stoljeća, a u to su doba konstruirana oružja koja su mogla, zahvaljujući barutu, ubrzati projektil i do 300-350 m/s. Liječenje KCO nije se mijenjalo stoljećima, od Celsusovih (A.D. 37.) i Galenovih (A.D. 130.-210.) indikacija za kirurško otvaranje neurokranija nakon ozljede glave, zbog straha od fatalne postoperacijske infekcije i zbog nedostatne neurološke dijagnostike. U to su vrijeme sva oštećenja ispod *dure* smatrana inkurabilnim a ranjenici su podvrgavani onome što se nazivalo *médecine expectante*. Međutim, Paré (1561.) je nakon ratnih iskustava preporučio trepanaciju i uklanjanje penetrirajućih koštanih ulomaka, a opisao je i kauterizaciju kranio-cerebralnih rana vrućim uljem <sup>5,142,143</sup>.

**Razdoblje XIX. stoljeća.** Početkom XIX. stoljeća liječenje ratnih ozljeda mozga nije bilo razvijeno. U to doba visoki je mortalitet tih ozljeda daleko nadmašivao značenje relativno malog broja ranjenika koje se moglo uspješno "liječiti". Indikacije za operacije KCO nisu bile utvrđene, te su intrakranijske operacije vršene neselektivno ili iznimno rijetko. Baron Larrey je, nakon napoleonskih ratova, preporučivao trepanaciju u slučaju impresijskih fraktura, zaostalnih stranih tijela ili zbog "izljeva tekućine" u endokraniju, ali ne i u slučaju teških ozljeda "mekih dijelova mozga". U američkom građanskom ratu nije zabilježen napredak kirurgije kranija, a mortalitet penetrantnih KCO bio je oko 80% <sup>19,143</sup>.

Primjena načela i postupaka asepsa (von Bergmann) i antiseptika (Lister 1867.), te cerebralne lokalizacije (Broca 1861., Fritsch i Hitzig 1870.), u francusko-pruskom ratu (1870.) i u englesko-burskom ratu (1899. - 1902.) predstavlja začetke modernog liječenja strijelnih KCO <sup>5,19</sup>. Njemački i britanski kirurzi su se zalagali za ranu operaciju penetrantnih KCO, ograničenu eksploraciju mozga, uklanjanje



koštanih ulomaka i primarno zatvaranje rane, a mortalitet nakon ozljeda kranija bio je oko 45% <sup>19</sup>.

**Razdoblje I. svjetskog rata.** Preciznije razrađivanje kirurških postupaka i razvoj koncepcije cerebralne lokalizacije čini, početkom XX. stoljeća, kirurško liječenje mirnodopskih ozljeda glave sigurnijim, a kirurški pristup agresivnijim. Krönlein (1901.) je naglašavao važnost aseptičnosti i hemostaze pri trepanaciji lubanje. Preporučane su eksplorativne trepanacije u slučaju fokalnih neuroloških znakova, zbog mogućih neotkrivenih impresijskih lomova lubanje, intrakranijskih hematoma i radi prevencije infekcije <sup>19</sup>. Suvremena ratna neurokirurgija, tj. ratna neurotraumatologija, razvila se u I. svjetskom ratu na postavkama Harveya Cushing-a, kojima je liječenje strijelnih KCO unaprijeđeno i čija je primjena smanjila mortalitet strijelnih KCO s 54% na 29%. Cushing je u rutinski rad uveo slijedeća temeljna načela zbrinjavanja ranjenika sa strijelnim KCO: brzi transport ranjenika do kompetentnog kirurga smještenog što je moguće bliže ratištu, poradi što ranije obradbe strijelne KCO; inzistiranje na definitivnosti primarne intrakranijske operacije i po cijenu odlaganja operacije; opsežan i detaljan *debridement* strijelnog kanala odnosno uklanjanje svog *debrisa*, nekrotičnog tkiva i koštanih ulomaka iz rane; potpuno zatvaranje *dure* i primarna rekonstrukcija rane mekog oglavka u punoj debljini povrh *duralne* rane; strogo poštivanje principa asepse i antiseptice i primjenu suvremenih anestezioloških mjera (tada rutinska primjena lokalne anestezije); te pomno previjanje i kontinuirano postoperativno kliničko praćenje ranjenika <sup>19</sup>.

**Razdoblje II. svjetskog rata.** Nakon I. svjetskog rata razvoju neurokirurgije doprinose uporaba elektrokoagulacije, hemostatskih kopči i usavršenih uređaja za usisavanje tekućina iz operacijskog polja, te transfuzija krvi. U II. svjetskom ratu primjenjivani su Cushingovi principi liječenja penetrantnih ozljeda glave, a ostvaren je napredak stacioniranjem neurokirurških timova što je bilo moguće bliže bojišnici, radi što ranije operacije penetrantne projektilne ozljede glave, kao i zračnom evakuacijom ranjenika, kada je to bilo moguće i svrsishodno. U liječenju ranjenika upotrebljavani su sulfonamidi i antibiotici a razvijaju se anestezija, preoperativno i postoperativno liječenje i njega, te transfuziologija <sup>142,144</sup>.

**Razdoblje suvremenih ratova XX. stoljeća.** Za korejskog (1951.-1953.) i vijetnamskog (1965.-1973.) rata postignut je brza evakuacija ranjenika helikopterima, od mjesta ranjavanja do mjesta rane, konačne i potpune kirurške obradbe, u roku od dva sata nakon ranjavanja. U neurokirurškom postupku izričito je inzistirano na opsežnom *debridementu* strijelnog kanala s uklanjanjem svih utisnutih koštanih ulomaka, u slučaju potrebe i ponavljenom operacijom, te na vodonepropusnom zatvaranju *dure* graftom periosta ili fascije late. Razvoj neuroanestezije, uporaba smrznute krvi, penicilina i plazma-ekspandera, sve uspješnije liječenje respiracijskog distres sindroma i višestrukog zatajenja organa, omogućili su dalji napredak ratne neurotraumatologije <sup>145</sup>. Napredak u liječenju sindroma šoka, najznačajnijem uzroku smrti i sekundarnog mozgovnog oštećenja, također je unaprijedio liječenje ranjenika sa strijelnim KCO <sup>71,93,94,146</sup>.

U iračko-iranskom ratu (1981.-1988.) provođeno je etablirano liječenje strijelnih KCO <sup>19,21,87</sup>. Međutim, za izraelsko-arapskog rata u Libanonu (1982.-1985.) po prvi puta je u liječenju ratnih projektilnih penetrantnih KCO rutinski provođena CT dijagnostika, što je omogućilo značajan napredak u njihovom proučavanju i liječenju. Izraelski su neurokirurzi bitno modificirali pristup *debridementu* strijelne KCO, jer su bili manje agresivni pri kirurškoj obradbi kraniocerebralne rane, nasuprot neurokirurškoj doktrini iz korejskog i vijetnamskog rata, uklanjajući samo lako pristupačne koštane i metalne fragmente. Fragmenti udaljeni od ulazne rane i strijelnog kanala ostavljani su u tkivu kako se operacijom ne bi dodatno oštetio mozak. Takav pristup, koji je omogućila CT dijagnostika, nije povećao učestalost intrakranijske infekcije i posttraumatske epilepsije <sup>18,24</sup>.

## 1.8. ORGANIZACIJA ZBRINJAVANJA RANJENIKA SA STRIJELNIM KCO U MIRONODOPSKIM OKOLNOSTIMA I U RATU

**Zbrinjavanje mirnodopskih strijelnih KCO.** Suvremeno liječenje ranjenika sa strijelnom KCO u mirnodopskim okolnostima karakterizira prehospitarna reanimacija s intubacijom u slučaju težeg poremećaja svijesti ili depresije respiracije, te mehaničkom ventilacijom, intravenskom nadoknadom tekućine, kao i brzi transport u neurotraumatološke centre. Nakon hospitalizacije osigurava se hemodinamska stabilnost i ordiniraju se intravenske infuzije 20% manitola a ranjenike s multiplim ozljedama traumatološki tim liječi u skladu s vitalnim prioritetima. Što je moguće ranije, ako nije ugrožena hemodinamika, provodi se CT dijagnostika. Temeljem skora glasgowske prosudbene ljestvice kome (Glasgow Coma Scale - GCS), kliničkih znakova oštećenja mozgovnog debla, hemodinamske stabilnosti i CT snimaka, koje pokazuje vrstu i opsežnost intrakranijskih oštećenja, odlučuje se o potrebi provođenja intrakranijske operacije, postupaka za kontrolu intrakranijskog tlaka i drugih mjera liječenja<sup>28,43,55,64,80,81,87,101,108</sup>.

**Zbrinjavanje ratnih strijelnih KCO.** Osnovni cilj sustava medicinske skrbi u ratu je realno moguća minimizacija gubitaka života i udova i postizanje najveće koristi za najveći broj ranjenika, ali ne i za svakog pojedinca, budući da je nužan kompromis između onog što je najbolje za većinu ranjenih i onog što je najbolje za vođenje ratnih operacija<sup>14,15</sup>.

Rezultati liječenja ratnih ranjenika bitno ovise o brzini evakuacije ranjenika s bojišta i o provođenju ranog medicinskog zbrinjavanja istodobno s izvlačenjem ranjenika s mjesta ranjavanja i njihovim transportom do mjesta konačnog zbrinjavanja. Brzina evakuacije i istodobno poduzete mjere reanimacije utječu na preživljavanje, broj komplikacija i morbiditet ranjenika<sup>15</sup>. Liječenje ranjenika u ratu ovisi o brojnim okolnostima i različitim čimbenicima, kao npr. uvjetima borbe, terenu bitke i vremenu, mogućnostima transporta ranjenika, broju ranjenika i sanitetskog osoblja, mogućnostima kirurškog rada, itd.. Stoga rani transport često nije moguć, ili je kontraindiciran u ranjenika s brojnim teškim ozljedama, izraženim sindromom šoka i beznadežnim ozljedama mozga<sup>147-150</sup>.

U II. svjetskom ratu, i u ranijim ratovima, bilo je potrebno od 30 sati do 8 dana do definitivnog kirurškog liječenja, što je pogodovalo razvoju intrakranijske infekcije<sup>109</sup>. Potvrđeno je kako rezultati liječenja ovise o brzini kojom je kompetentni kirurg definitivno obradio kranocerebralnu ranu. Stoga su u kasnijim razdobljima, radi ranijeg neurokirurškog liječenja, mobilni timovi postavljeni u razumnu blizinu bojišta ili je provedena evakuacija ranjenika zrakoplovom kada je to bilo moguće i svrsishodno<sup>150-156</sup>. Što ranije treba intravenski primjeniti antibiotike i poduzeti operacijsko liječenje strijelnih KCO radi sprečavanja razvoja intrakranijske infekcije i kompresijskog intracerebralnog hematoma. Odgađanje definitivnog kirurškog liječenja omogućuje razvoj intrakranijske hipertenzije uslijed razvoja intrakranijskog hematoma i edema mozga, što je dokazano i u mirnodopskim<sup>105</sup> i u ratnim okolnostima<sup>109</sup>. Neopovrgnuti je postulat da primarna kirurška obradba strijelne KCO treba biti definitivna i da ju treba provesti kompetentan neurokirurg ili neurotraumatolog, i u ratnim uvjetima<sup>6,24,28,157,158</sup>. U korejskom i vijetnamskom ratu su brza evakuacija helikopterima i mobilni neurokirurški timovi omogućili operacije unutar 2 sata nakon ranjavanja, što je povećalo broj ranjenika koji su na početku liječenja bili u izuzetno teškom kliničkom stanju i koji bi umrli da nisu bili brzo transportirani s bojišta. Unatoč uključivanju tih ranjenika u statistike, mortalitet nije bio veći od 9%<sup>85,86,147</sup>. Koliko uvjeti ratovanja mogu bitno utjecati na rad medicinske službe vidljivo je na primjeru Zaljevskog rata, u kojem je transport u kiruršku ustanovu često trajao duže od 10 sati<sup>88</sup>.

**Ešaloniranje i trijaža.** Suvremene vojno-zdravstvene službe organiziraju raspoređivanje medicinske opreme i osoblja u postaje - ešalone - različitih razina, smještaja i funkcije. Evakuacija ranjenika provodi se etapno, kroz ešalone, tj. različite razine medicinske skrbi, koje su načelno i organizacijski definirane doktrinom. Formalna organizacija ešalona je različita u različitim državama i vojskama, zbog različitih materijalnih mogućnosti, ratnih i vojnomedicinskih iskustava, stupnja razvoja vojne i medicinske struke itd., ali je opći obrazac uvijek isti. U ratnim uvjetima djelatnost ešalona može biti sužavana i proširivana, bez krute provedbe organizacijske sheme<sup>12</sup>.

Organizacija zdravstvene službe Republike Hrvatske za Domovinskog rata sličila je medicinskoj doktrini sanitetske službe izraelskih obrambenih snaga. Prvi ešalon je bio razina prve pomoći (samopomoć, prva pomoć vojnika ili bolničara).

Drugi je ešalon bataljonska postaja s jednim ili više liječnika i bolničarima. Treći ešalon je kirurški tim na razini divizije (medicinski bataljon) ili regionalna poljska bolnica, koji provodi kirurgiju ograničene prirode i opsega, liječeći samo uzroke vitalnog ugrožavanja ranjenika i provodeći hemodinamsku stabilizaciju, reanimaciju i brzu evakuaciju. Četvrti ešalon su bile pozadinske regionalne bolnice. Definitivno kirurško liječenje ranjenika provođeno je u opskrbljenim i ekipiranim pozadinskim bolnicama<sup>6,7</sup>.

Zdravstvene službe Republike Hrvatske su za Domovinskog rata provodile temeljna načela suvremene stručno-medicinske doktrine ratne kirurgije izložene u Priručniku hitne ratne kirurgije (tzv. NATO priručnik). Ova doktrina nije provođena u svim detaljima, zbog brojnih organizacijskih, vojnih i logističkih teškoća u tom razdoblju<sup>12</sup>, ali je provođena doktrinarna trijaža. Prema toj doktrini, nemoribundni ranjenici sa strijelnim KCO i progresivnim neurološkim pogoršanjem svrstani su u hitnu kategoriju prioriteta. U kategoriji neodgovivih ranjenika su oni u kojih je vrlo vjerojatno preživljavanje, ali su potrebna privremena stabilizacija stanja nadoknadom tekućine i sustavna medicinska evaluacija zbog krvarenja i višestrukih ozljeda. Slijedeći prioritet u liječenju strijelnih KCO su uznemireni ranjenici s mogućnošću pogoršanja, te hemodinamski i kardiorespiratorno stabilni ranjenici pomućene svijesti. Ranjenike za koje se smatra da odgoda liječenja neće ugroziti ishod, razvrstava se u kategoriju odgođenog liječenja, a riječ je o ranjenicima očuvane svijesti i neurološki stabilnim ranjenicima pomućene svijesti.

Teška strijelna KCO je doktrinarno definirana vrijednošću GCS skora 7 ili manje (utvrđena unutar šest sati nakon ozljede), u ranjenika sa zadovoljavajućim krvnim tlakom i ventilacijom. Doktrina određuje da je razumno razvrstati ranjenike s teškim strijelnim KCO u najniži stupanj prioriteta zbrinjavanja.

Beznadno ranjeni (komatozni ranjenici sa strijelnim KCO koji ne reaguju na podražaje, strijelne KCO udružene s dubokim šokom, agonalnim disanjem i ozljedama gornjih dijelova kralješnične moždine, te mutilirajuće rane u više anatomskih regija i organa) su oni za koje se procjenjuje da ne postoji mogućnost spašavanja niti uz optimalnu skrb i velike medicinske napore. Oni se razvrstavaju u

kategoriju čekanja i stanje im se olakšava potrebnim sredstvima, ali izbjegavajući uzaludno liječenje <sup>12,20</sup>.

**Koncept "početne kirurgije".** U suvremenim ratovima razvijaju se, osim klasičnih ešalona, i organizacijske inačice medicinske skrbi ranjenika radi veće efikasnosti. Suvremenu vojno-ratnu kirurgiju karakterizira koncept liječenja ratnih rana u fazama, tj. koncepcija početne i reparatorne kirurgije. Početna kirurgija u medicinskim postajama prve linije je, po definiciji, provođenje kirurških postupaka nužnih za spašavanje života i udova, sprječavanje infekcije i omogućavanje transporta ranjenika u dalje ešalone, a ne definitivno kirurško liječenje <sup>57,83,148,149,159</sup>. Ako udaljenosti između ešalona postanu znatne, raste značenje postaje početne kirurške razine u kojoj se vrši hitna kirurgija. U određenim uvjetima ratovanja (zračni desant, opkoljena enklava, gerilski rat, nemogućnost evakuacije ranjenika, borbe visokog intenziteta) ili zbog prirode i težine ozljeda, te zbog pogoršanja medicinskog stanja ranjenika, nekima od teških ranjenika mora se kirurškim postupcima u "poljskim" uvjetima osigurati hemodinamska stabilizacija prije dugotrajne evakuacije <sup>148,149,159</sup>.

Postaja početne kirurške razine može se razviti u borbenim uvjetima prednje linije s minimalno opremljenim kirurškim timovima, ali je moguće ustrojiti i relativno sofisticirane postaje u blizini bojišta, ako to priroda rata dozvoljava <sup>14</sup>. Nakon izraelsko-libanonskog rata (1982.-1985.) preporučeno je liječenje ranjenike u bolnicama razvijenim unutar borbenog poretka ako je evakuacija izrazito otežane ili onemogućena. Korištenje montažne i mobilne poljske bolnice, kao i postojećih bolničkih kapaciteta ili čvrstih objekata, poboljšava uvjete rada "početne kirurgije" osiguravajući standarde sterilnosti rada, osvjetljenja, temperature i vlažnosti zraka, kao i ventilacije <sup>149,159</sup>. Takva kirurška postaja mora imati povezane operacijsku dvoranu i jedinicu intenzivnog liječenja, osposobljeno medicinsko osoblje i suvremenu opremu, laboratorij i krvnu banku, te izrazitu pokretljivost. U takvim uvjetima iskusni ratni kirurzi mogu liječiti politraumatizirane ozljeđeničke s teškom KCO i u blizini bojišnice <sup>159</sup>.

**Koncept "početne kirurgije" i neurokirurška iskustva.** Iskustva najrazvijenijih ratno-kirurških službi u liječenju strijelnih KCO u nepovoljnim uvjetima početne kirurgije su vrlo ograničena. Međutim, u izraelskim ratnim pokretnim evakuacijskim

bolnicama, u relativnoj blizini bojišta, bile su moguće konzultacije neurokirurga, kao i hitne operacije, ako je procijenjeno da ranjenik sa strijelnom KCO neće preživjeti transport u pozadinske bolnice. Operacijske indikacije su najviše ovisile o predviđenom trajanju evakuacije, te se hitna operacija obavljala ako je predviđana evakuacija dulja od 4 sata. Razlozi za hitne operacije u izraelskim evakuacijskim bolnicama bili su masivno krvarenje i neuspjela hemodinamska stabilizacija, progresivno zatajenje disanja unatoč reanimacije i znaci progresivne ishemije organa. Oko 8% operiranih u prednjim evakuacijskim postajama bili su ranjenici sa strijelnim KCO, najčešće s izoliranim strijelnim KCO. Intraoperacijski i postoperacijski mortalitet bili su relativno veliki, ali su preživjeli dobro podnosili transport nakon operacije, a bilo je i slučajeva dobrog neurološkog oporavka <sup>149,159</sup>.

Dugotrajna evakuacija je bila razlog za operiranje ranjenika sa strijelnim KCO u uvjetima "početne kirurgije" i tijekom falklandskog rata <sup>148,150,151</sup>. Mobilni kirurški timovi su u Domovinskom ratu radili u improviziranim ratnim bolnicama i s opremom mobilnih vojno-kirurških bolnica, ali su ranjenici sa strijelnim KCO samo iznimno liječeni u ešalonu "početne kirurgije" <sup>152</sup>, a u pravilu transportirani do neurokirurga <sup>153,154</sup>.

Temeljem navedenih iskustava može se reći kako je mogućnost neurokirurškog liječenja ranjenika sa strijelnim KCO, u uvjetima rane ratne kirurgije razvijene u prednjem borbenom poretku (*forward deployment*), predviđena za mali broj strogo selekcioniranih ranjenika, čiji se neurološki status pogoršava zbog povišenja intrakranijskog tlaka ili za one koji ne bi preživjeli transport do drugih ešalona <sup>57,83,148,149,151</sup>.

## 1.9. REZULTATI LIJEČENJA STRIJELNIH KCO

Ratne rane na bojištu su po prirodi "sve-ili-ništa" fenomen i težina ratnih rana ima bimodalnu distribuciju. U ranjenih na bojištu postoji velika vjerojatnost da zadobiju ili lake ili smrtonosne rane, te veliku većinu ranjenih čine lake i umjereno teške ozljede koje ne ugrožavaju život i koje se liječe bez složenih medicinskih postupaka, a manja skupina ranjenika ima smrtonosne ozljede ili projektilne penetrantne ozljede glave i prsnog koša nakon kojih je smrtni ishod vrlo vjerojatan.

Najmanja je treća skupina ranjenika (10%-15%) s teškim ozljedama koje ugrožavaju život, ali koji preživljavaju dovoljno dugo da bi bili uključeni u sustav medicinske skrbi i evakuirani s bojišta. Od ranjenika koji prežive ranjavanje na bojištu, i budu uključeni u sustav ratne medicinske skrbi, oko 3% umire u hospitalnim uvjetima, a u 80% do 90% slučajeva vjerojatnost umiranja je vrlo mala <sup>11,13</sup>.

U XX. stoljeću je oko 90% svih fatalno ranjenih američkih vojnika umrlo na bojištu, a uzrok smrti u oko 80% slučajeva bile su rane mozga, srca i velikih krvnih žila. Polovica ih je umrla zbog iskrvarenja, trećina zbog ozljede glave, a preostali su umrli zbog istodobnog iskrvarenja i ozljede mozga <sup>11</sup>.

**Mortalitet ratnih ranjenika sa strijelnom KCO.** Učestalost ratnih rana glave je uvijek veća od proporcionalne učestalosti ranjavanja drugih dijelova tijela <sup>11</sup>. Između smrtno ranjenih i preživjelih ranjenika postoje razlike u distribuciji rana po različitim regijama tijela. Od 34% do 46% svih umrlih ranjenika na bojišnicama u korejskom i vijetnamskom ratu umrlo je zbog ozljeda glave i mozga <sup>38,86</sup>. U modernim ratovima više od 50% vojnika s ratnom strijelnom KCO umire na bojnopolju <sup>64</sup>.

Smrtnost među ranjenicima sa strijelnom KCO bila je u početku I. svjetskog rata 54%, ali je smanjena na 29% (6). U II. svjetskom ratu različita izvješća navode smrtnost od 14% do 27% <sup>6</sup>.

U vijetnamskom ratu mortalitet među neurokirurški liječenim ranjenicima bio je približno 10% <sup>86,155</sup>, ali je u različitim izvještajima zabilježen mortalitet od 4,3% do 12% <sup>7,38,155</sup>. Vijetnamski rat prvi je u povijesti u kojem su ozljede središnjeg živčanog sustava bile vodeći uzrok bolničkog mortaliteta <sup>13</sup>. Hammon (1971.) navodi kako je postoperativni mortalitet ranjenika ranjenih mećima u vijetnamskom ratu bio 22,7% a



nakon ranjavanja metalnim krhotinama 7,6%<sup>86</sup>. U vijetnamskom ratu je 40% svih umrlih umrlo zbog ozljede glave. U ranjenika koji su preživjeli sedam dana nakon KCO zabilježen je 8%-tni mortalitet<sup>38</sup>, a većina ih je umrla tijekom prve godine nakon ranjavanja zbog komplikacija intrakranijske ili sistemske infekcije te zbog plućne embolije<sup>38,155</sup>.

U Domovinskom ratu zabilježena je 10 puta veća smrtnost neurokirurških ranjenika nego ranjenika liječenih zbog drugih rana. Od ukupnog broja poginulih u Domovinskom ratu, u razdoblju od 18.8.1991. do 3.1.1992. godine, 16% je umrlo zbog ozljeda glave i mozga. Međutim, podaci o mortalitetu ranjenika sa strijelnim KCO iz Domovinskog rata su vrlo različiti, i kreću se u rasponu od 10% do 62%<sup>6,43,64,156</sup>.

Navedene velike razlike u mortalitetu potvrđuju nemogućnost usporedbe rezultata liječenja strijelnih KCO iz različitih izvora, budući da svi ranjenici nisu bili jednako liječeni<sup>24,28,76,99,102,156</sup> i da su uvjeti zbrinjavanja ranjenika (uvjeti i načini ratovanja, logistički i vojno-medicinski uvjeti, i sl.) često vrlo različiti i neusporedivi.

Trijaža, odnosno odluka o tome koji će se ranjenici liječiti, bitno utječe na mortalitet. Blizina bolnica i dobro organizirani transport u urbanim sredinama omogućava liječenje velikog broja teških ranjenika, što nepovoljno utječe na mortalitet<sup>16,34,48-50,79,92-94</sup>.

Ponekad se, zbog slabo organiziranih sanitetsko-zdravstvenih sustava, u ratnim uvjetima odvija se prirodna selekcija nakon ozljede, te liječniku dolaze samo lakše ozlijeđeni nakon određenog zakašnjenja<sup>21,87,108,109,157</sup>.

U organiziranim ratnim sustavima kriteriji započinjanja liječenja su vrlo rigorozni, što isključuje veliki broj moribundnih ranjenika iz statistika mortaliteta, kao u korejskom i vijetnamskom ratu<sup>147</sup>. U drugim suvremenim ratovima su drugačiji kriteriji trijaže i brzina evakuacije ranjenika, te blizina bojišta bolnicama, znatno povećali broj liječenih teških ranjenika. Njihovo je liječenje, zbog težine ozljeda, najčešće bilo neuspješno, što je pogoršalo pokazatelje mortaliteta i morbiditeta<sup>5,21,65,66,91</sup>.

**Mortalitet nakon strijelne KCO u mirnodopskim okolnostima.** Navodi se mortalitet mirnodopskih ranjenika sa strijelnim KCO je od 21% do 97%<sup>16,54-56,69-</sup>

71,80,81,93,94,96-101,160,161. Usporedbe između navedenih istraživanja otežane su zbog različitih mogućnosti liječenja ranjenika i različitih indikacija za neurokirurško liječenje, zbog raznolikosti oružja i projektila (pištolji i revolveri različitih kalibara, različite lovačke i druge puške, poluautomatsko i automatsko oružje, metalne krhotine) koji su uzrokovali KCO, te zbog različitih okolnosti ranjavanja (suicid, napad, nesreća, samoranjavanje), itd..

## 1.10. PREGLED SHVAĆANJA PROGNOŠTIČKOG ZNAČENJA KLINIČKIH I RADIOGRAFSKIH POKAZATELJA U LIJEČENJU STRIJELNIH KCO

Već je Harvey Cushing uočio raznolikost strijelnih KCO i osobitosti ranjavanja pojedinih kraniocerebralnih regija, te je razvrstao strijelne KCO prema njihovom opsegu i težini, kao i po mortalitetu zabilježenom u svakoj podskupini klasifikacije (smrtnost ranjenika sa strijelnom ozljedom oglavka bez ozljede lubanje i dure od 4,5%; 80% u slučajevima prostrijela kranija i 73% nakon ranjavanja orbito-nazalnog i auro-petroznog područja; smrtnost od 100% u ranjenika s penetracijom projektila kroz klijetke). Na taj način utemeljio je suvremenu prognostiku ranjenika sa strijelnim KCO <sup>19</sup>.

**Razdoblje prije CT dijagnostike.** U tom razdoblju najveća je prognostička vrijednost pripisivana trajanju kome i opsegu oštećenja mozga <sup>19,38</sup>, ranjavanju pojedinih kraniocerebralnih regija <sup>19,45,46</sup> i infektivnim komplikacijama KCO <sup>19,20,38,85,162</sup>. Naglašavani su važnost ranog i potpunog primarnog *debridementa* strijelne KCO, koji provodi neurokirurg, te utjecaj organizacije sveukupnog zbrinjavanja ranjenika na ishod <sup>85,147</sup>.

**Razdoblje CT dijagnostike.** CT dijagnostika je omogućila detaljniju analizu uzroka morbiditeta i mortaliteta ranjenika s projektilnom KCO <sup>24,25,43,53,55-57,71,79,98-100,117,163</sup>.

Raščlambe nakon izraelsko-libanonskog rata su ukazale da su najznačajniji faktori rizika povećenog mortaliteta, uz vrijednosti GCS skora 3 i 4, rane stražnje lubanjske jame, transventrikulska i multilobarna mozgovna rana, odgođeni intrakranijski hematomi, te ranjavanje zrnima pušaka i strojica (*gunshot injury*), hemodinamski šok i udružene ozljede, kao i intrakranijska infekcija i sepsa <sup>20,24</sup>.

Najnovije studije o ratnim i mirnodopskim projektilnim KCO pokazuju da rano i agresivno kirurško liječenje (uključujući monotoring intrakranijskog tlaka i vanjsku drenažu likvora, te frontalnu ili temporalnu lobektomiju teško konkvasiranog mozga) unapređuje rezultate liječenja <sup>57,69,79,101,160,161</sup>. Zabilježeno je da su i moribundni ranjenici s bihemisferalnim mozgovnim oštećenjem imali koristi od rane operacije, iako kriteriji prihvatljivih rezultata liječenja nisu jasno određeni <sup>50,94,164</sup>.

Smatra se kako se ranjenike bez neurološke funkcije (GCS skora 3 nakon reanimacije) <sup>69,71,161</sup>, ne može uspješno liječiti, bez obzira na poduzeto liječenje, ali da od neurokirurškog liječenja tih ranjenika treba odustati samo ako nema ekstracerebralnog hematoma <sup>79</sup>.

Stone (1995.) navodi kako ranjenike s malim GCS skorom u kojih nema značajnog intrakranijskog hematoma, kao i hemodinamski izrazito nestabilne ranjenike, treba agresivno reanimirati nekoliko sati ne bi li eventualno postali kandidati za operaciju. Unatoč reanimaciji, neurološko stanje se može progresivno pogoršavati do mozgovne smrti, ali je moguć i oporavak naizgled moribundnih ranjenika do stanja u kojem je operacija moguća <sup>93</sup>.

Opće je prihvaćeno da su dublja koma, tj. niži GCS skor, i nesvršishodan motorički odgovor na bolni podražaj, povezani s većom smrtnošću i teškim morbiditetom <sup>5,21,55</sup>. Smatra se da je GCS skor jedan od prognostički najvažnijih, ako ne i najvažniji, pojedinačni pokazatelj <sup>21,51,71,79,114</sup>, i da vrijednosti GCS skora od 3 do 5 ukazuju na lošu prognozu.

Međutim, različite vrijednosti GCS skora smatraju se pokazateljima krajnje nepovoljnog ishoda. Kaufman (1991.) smatra da ne postoji mogućnost preživljavanja ranjenika bez značajnog intrakranijskog hematoma, u kojih je nakon potpune i agresivne reanimacije zabilježen GCS skor 3-5 <sup>101</sup>, posebice ako su metalni i koštani fragmenti difuzno raspršeni u mozgovnom tkivu <sup>101,140</sup>. Drugi odustaju od aktivnog i agresivnog liječenja ranjenika s bihemisferalnom ili unihemisferalnom transventrikulskom lezijom mozga ako je GCS skor 4-9 <sup>79</sup>, te ako su zjenice proširene i ukočene ili je riječ o mlohavoj komi ili komi udruženoj s decerebracijom <sup>17,18,101,160</sup>.

Isti prognostički značaj pripisuje se opsežnim mozgovnim oštećenjima s ventrikulskim krvarenjem i multilobarnim ozljedama s intrakranijskom kompresijom <sup>101</sup>, kao i unihemisferalnom multilobarnom ili bihemisferalnom oštećenju bez

popratnog intrakranijskog kompresijskog hematoma<sup>98,101,104</sup>, te transventrikulskoj ili multilobarnoj rani dominantne hemisfere uz GCS skor 6-8<sup>69</sup>.

Koma nakon pokušaja suicida je za neke razlog za odustajanje od operacije<sup>80,98</sup>.

Najnovija istraživanja potvrđuju prognostičku vrijednost GCS skora, pupilarne reakcije na svjetlost i neuroradioloških pokazatelja<sup>52,56,164</sup>, a uočeno je prognostičko značenje koagulopatije, hiperglikemije i hipokaliemije nakon strijelne KCO<sup>48,102,136</sup>.

Osobito je prijeporno pitanje odustajanja od liječenja ranjenika izrazito nepovoljnog kliničko-neurološkog statusa (GCS 3-5, mlohava koma, koma s decerebracijom, obostrano proširene zjenice), ranjenika s opsežnim oštećenjima mozga (prostrijeli kranija, rane klijetki, zatiljka i baze lubanje), kao i ranjenika starijih od 65 godina<sup>34,46,69-71,114,140</sup>.

Zbog pogrešne kliničke prosudbe, uslijed nedostatno pouzdanih kriterija za odustajanje od liječenja, moguće je uskraćivanje liječenja teškim ranjenicima u kojih bi ipak bio moguć oporavak nakon poduzetog potpunog liječenja<sup>46-56,68-71</sup>.

S druge strane, preživljavanje u perzistentnom vegetativnom stanju ili s teškim mentalnim i neurološkim hendikepom je devastirajuće za ranjenika, obitelj i društvo. Što točnija rana prognoza važna je u trijaži ranjenika sa strijelnim KCO u ratu, ali i za procjenu sigurnosti transporta ranjenika (nakon CT dijagnostike) u ustanovu s neurokirurgom<sup>69-72</sup>, te za potrebe transplantacijske medicine.

Neurokirurzi se znatno razlikuju i u ocjeni svrsishodnosti liječenja ranjenika s vrijednostima GCS skora od 5 do 8. Za neke je upitna potreba aktivnog liječenja i prihvatljivost ishoda u ranjenika s inicijalnim GCS skorom manjim od 8, iako se smatra da GCS skor veći od 8 ukazuje na mogući uspjeh liječenja<sup>46,54,56,71,79,81,114</sup>.

Rana agresivna reanimacija i brzi transport mogu omogućiti preživljavanje pojedinih ranjenika koji bi umrli bez takvog ranog liječenja, i ponekad pomoći neočekivano uspješnom liječenju teških KCO<sup>38,70</sup>, ali je upitno koliko bi bitno snizili smrtnost<sup>46,71,94</sup> ili povećali statistički mortalitet i morbiditet liječenih.

Veliki mortalitet i morbiditet nakon strijelnih KCO posljedica su oštećenja središnjih i opsežnih mozgovnih područja, ali su i u takvim slučajevima zapaženi preživljavanje i oporavak <sup>21,35,38,46,56,140</sup>.

CT pretraga je korisna u prognostici jer točno određuje opseg oštećenja, utvrđuje prisutnost i lokalizaciju stranih tijela i intrakranijskih krvarenja, te omogućuje procjenu stupnja intrakranijske hipertenzije, opsega ishemije i razvoja intrakranijske infekcije <sup>24-26,56,71,104,126</sup>.

Procjena ireparabilnih oštećenja mozga temeljem CT pretrage osobito je važna za odluku o možebitnom odustajanju od liječenja, ali prospektivnim istraživanjem nije utvrđeno da su CT prikazi mirnodopskih projektilnih KCO prediktori mortaliteta u komatoznih ranjenika <sup>56</sup>, iako je potvrđeno da CT snimanje pomaže u predviđanju preživljenja u ranjenika s GCS skorom od 5 do 13 <sup>55</sup>. Međutim, granice prognostičkih mogućnosti CT oslikavanja nisu razjašnjene i potrebno ih je točnije odrediti.

Zbog učestalosti, kao i zbog velikog mortaliteta, te izrazitog morbiditeta preživjelih ranjenika, strijelne KCO imaju veliko značenje u suvremenim društvima, u ratu i u miru. Ovim istraživanjem se raščlanjuje iskustvo u liječenju značajnog broja ranjenika iz ratnog razdoblja.

Blizina bojišnice, često neprovođenje trijaže i izravna evakuacija u našu ustanovu omogućili su procjenu ishoda među ranjenicima u kojih je zapažen široki klinički spektar strijelnih KCO. Liječen je veliki broj ranjenika s teškim KCO, često nakon nedostatne prehospitalne skrbi zbog nepovoljnih okolnosti stvaranja vojske i njene sanitetske službe, među kojima i ranjenici koji se prema postojećim ratnim doktrinama i uobičajenoj kliničkoj praksi smatraju moribundnima.

U takvoj skupini ratnih ranjenika nerijetko su postizani prihvatljivi rezultati liječenja teških ranjenika, što je bilo vrlo zapaženo, budući da bi rigorozna primjena stavova NATO ratno-medicinske doktrine, koja je tijekom Domovinskog rata primjenjivana u ratnom zdravstvenom sustavu Republike Hrvatske, uskratila šansu za preživljavanje i mogući oporavak znatnom broju ranjenika sa teškim strijelnim KCO.

Djelomična opreka između iskustvenih zapažanja i postojećih službenih doktrinarnih stavova vojne i ratne medicine, i moguće nepopravljive posljedice za dio ranjenika sa teškim strijelnim KCO, bila je poticaj za ovo istraživanje.

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Iskustvo u liječenju ratnih strijelnih KCO stjecano je u Kliničkoj bolnici Osijek tijekom Domovinskog rata u posebnim okolnostima: neposredne blizine bolnice prvim linijama bojišta (od jednog do nekoliko kilometara) i stalne mogućnosti provođenja suvremenih mjera reanimacije i kirurškog liječenja svih ratnih ranjenika, te rutinske primjene CT dijagnostike, specijalističkog neurokirurškog, kao i mjera intenzivnog postoperativnog liječenja; ubrzanom transportu ranjenika do bolnice i čestom provođenju reanimacije tijekom kratkog perioda evakuacije, te brzom provođenju CT dijagnostike i započinjanju neurokirurškog liječenja; organiziranom ratnom zdravstvenom sustavu koji je zbrinjavao i vojne i civilne ranjenike istodobno i jednako, te posljedičnom zbrinjavanju različitih oblika strijelnih KCO koje su nastajale u različitim okolnostima. Sve navedene posebne okolnosti doprinijele su jedinstvenosti iskustva u liječenju ovih ranjenika.

Temeljem vlastitih iskustava i zabilježenih rezultata, nakon standardiziranog neurokirurškog liječenja i dugotrajnog praćenja ranjenika, uočena je skupina ranjenika koji su preživjeli teške strijelne KCO (vrijednosti GCS skora od 3 do 8) s trajnim i teškim neurološkim oštećenjima, ali s prihvatljivim ishodom u nekim slučajevima. Značajan dio tih teških ranjenika ne bi bio liječen prema stavovima tradicionalnih i važećih ratnih doktrina.

Kako anegdotalna iskustva ostaju samo usamljeni prikazi slučaja ako su istrgnuti iz konteksta sveukupnih zbivanja, jedini valjani način procjene našeg pristupa u trijaži ranjenika s teškim strijelnim kraniocerebralnim ozljedama je uzeti u obzir sve ranjenike sa strijelnim KCO koji su u istom vremenskom razdoblju liječeni, u istoj instituciji i od strane istog tima stručnjaka. Samo takvom konzekutivnom serijom može se procijeniti značajnost opaženih anegdotalnih iskustava.

Cilj ovog rada je, primjenom statističkih metoda, utvrditi rezultate liječenja svih ranjenika, a posebice onih s teškim strijelnim KCO, te procijeniti značajke koje su mogle utjecati na ishod liječenja svih ranjenika sa strijelnom KCO liječenih u KB Osijek u razdoblju od 1991. do 1995. godine. Istraživanjem se žele utvrditi odnosi između odabranih pokazatelja i rezultata liječenja ranjenika sa strijelnim KCO i točnije odrediti stupanj kliničke i prognostičke važnosti pojedinih pokazatelja, te preispitati



možebitnu potrebu izmjena postojećih stavova ratno-medicinske doktrine o zbrinjavanju ranjenika s teškim strijelnim KCO (GCS skor 3-8). Stoga je potrebno:

1. Prikupljanjem svih dostupnih kliničkih i radiografskih (posebice CT) pokazatelja, te podataka o osnovnim kirurško-patološkim obilježjima ozljede, kao i o okolnostima ozljeđivanja, i primjenom primjerene statističke raščlambe, prepoznati pokazatelje povezane s konačnim rezultatima liječenja, a u cilju definiranja pojedinog pokazatelja, ili pak kombinacije više pokazatelja, koji pokazuju dostatnu točnost predviđanja ishoda liječenja i oporavka neurološkog statusa ranjenika, posebice među ranjenicima s teškim kranocerebralnim ranama (vrijednosti GCS skora od 3 do 8).

2. Pokušati utvrditi posebnosti ranjenika s teškim strijelnim kranocerebralnim ozljedama (vrijednosti GCS skora od 3 do 8) koje mogu bitno utjecati na ishod liječenja, kako bi se moglo argumentirano raspravljati o osnovici prijedloga racionalnog i klinički relevantnog algoritma liječenja ranjenika sa strijelnim kranocerebralnim ozljedama. U navedenoj podskupini ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8, posebno će se testirati prediktivna vrijednost pokazatelja koji su se pokazali prognostički valjanim za cjelokupnu skupinu ranjenika sa strijelnom kranocerebralnom ozljedom. Opažene razlike za ranjenike s teškom kranocerebralnom ozljedom bi trebale omogućiti procjenu valjanosti odluke o primjenjenom neurokirurškom liječenju tih ranjenika, kao polaznoj osnovi možebitnog prijedloga novog postupnika.

3. Ako se ostvarenjem prva dva cilja istraživanja dobiju kvalitetni rezultati koji omogućuju utemeljene zaključke, ispitati će se potreba možebitne promjene tradicionalnih stavova ratne medicinske doktrine o liječenju ranjenika s teškim strijelnim KCO, usporedbom i sučeljavanjem zaključaka istraživanja i stavova važećih doktrinarnih preporuka, poglavito radi utvrđivanja potrebe razvoja složenijeg postupnika s različitim preporukama za liječenje ranjenika s određenom težinom strijelne KCO, koji bi mogao biti koristan u utvrđivanju budućih doktrinarnih stavova ratne medicine.

## HIPOTEZE:

Istraživanje je provedeno radi provjere slijedećih hipoteza:

1. U nalazima uobičajene kliničke i radiološke obradbe ranjenika sa strijelnim KCO postoje još nedovoljno definirani pokazatelji koji bi mogli s dostatnom točnošću predvidjeti ishod prije započinjanja neurokirurškog liječenja. Ova činjenica posebno je važna zbog moćnosti da aktivno neurokirurško liječenje omogući preživljavanje stanovitog broja ranjenika s najtežim ozljedama (vrijednosti GCS skora od 3 do 8), koji ne bi preživjeli ako ne bi bili aktivno liječeni, jer im zbog nedostatno točne prognostike, ili zbog primjene ratno-doktrinarnih stavova, ne bi bila pružena takva šansa za preživljavanje. Prepoznavanje pojedinog, ili pak kombinacije pokazatelja, dostatne prognostičke točnosti, znatno bi unaprijedilo odlučivanje o primjeni aktivnog neurokirurškog liječenja i nedvojbeno spasilo živote, ali istodobno i umanjilo broj neopravdanih i nepotrebnih neurokirurških intervencija.

2. Određivanje uspješnosti neurokirurškog liječenja ranjenika sa teškim strijelnim KCO, kao i mogućnost točnijeg utvrđivanja potrebe za aktivnim neurokirurškim liječenjem tih ranjenika, mogli bi proširiti indikacije za operativno liječenje ranjenika sa teškim strijelnim KCO i omogućiti preživljavanje ranjenika koji ne bi preživjeli ako liječenje ne bi bilo poduzeto, te poboljšati rezultate liječenja ranjenika sa strijelnim KCO.

3. Skupina ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 je najugroženija u trijažnom postupku i hipoteza ovog istraživanja je da postoje posebnosti u rezultatima njihove prijeoperacijske kliničke i radiološke dijagnostike koje ih izdvajaju iz skupine svih ranjenika sa strijelnim KCO, i koje mogu je imati izravan utjecaj na ishod liječenja. Prepoznavanje tih posebnosti preduvjet je možebitnog razvijanja posebnog postupnika za trijažu ove skupine ranjenika, kao i za možebitnu promjenu stavova ratno-medicinske doktrine prema aktivnom kirurškom liječenju ranjenika sa teškim strijelnim KCO.

### **3. RANJENICI I METODE ISTRAŽIVANJA**

**3.1. RANJENICI.** Provedeno je retrospektivno istraživanje među ranjenicima koji su zadobili strijelnu KCO i hospitalizirani radi liječenja u Odjelu za neurokirurgiju Kliničke bolnice Osijek tijekom šest godina, od svibnja 1991. do srpnja 1997. godine. Kroz to vrijeme, u ratnom i u neposrednom poratnom periodu, Klinička bolnica Osijek je bila primarni evakuacijski centar, sa službom za definitivno neurokirurško zbrinjavanje ranjenika, te su u nju evakuirani svi ranjenici s okolnih ratišta u Istočnoj Slavoniji, kao i iz napadnutog grada. Skupina istraživanih ranjenika formirana je prema slijedećim kriterijima.

### **KRITERIJI UKLJUČIVANJA RANJENIKA U ISTRAŽIVANJE**

1. Ključni kriterij za uključivanje ranjenika sa strijelnom KCO u istraživanje bio je prodor projektila kroz tvrdu mozgovnu ovojnicu u endokranij. U istraživanje su uključeni samo oni ranjenici s tangencijalnom kraniocerebralnom ozljedom u kojih je uz oštećenje mekog oglavaka i frakturu lubanje postojala i penetracija dure.
2. U svih ranjenika uključenih u istraživanje učinjena je CT pretraga mozga radi utvrđivanja opsega mozgovnog oštećenja i prisutnosti utisnutih, odnosno zaostalih stranih tijela u endokraniju.
3. U istraživanje su uključeni samo oni ranjenici koji su primarno zbrinuti u Odjelu za neurokirurgiju KB Osijek.

### **KRITERIJI ISKLJUČIVANJA RANJENIKA IZ ISTRAŽIVANJA**

1. U istraživanje nisu uključeni ranjenici u kojih nije definitivno, klinički i/ili radiografski, potvrđena penetracija projektila u endokranij.
2. U istraživanje nisu uključeni ranjenici u kojih nije izvršena CT pretraga neurokranija.
3. U istraživanje nisu uključeni ranjenici u kojih je kirurška obradba strijelne KCO izvršena ranije u drugoj ustanovi.

U retrospektivno istraživanje uključeno je 116 ranjenika sa projektilnom penetrantnom KCO koji su zadovoljili navedene kriterije.

**3.2. POSTUPAK S RANJENICIMA.** Ranjenici su transportirani u Kliničku bolnicu Osijek iz napadnutog grada i okolnih bojišta nakon pružene prve pomoći, te iz drugih bolnica istočne Slavonije. Na bojištu je, i tijekom transporta, u većini slučajeva, pružana prva pomoć koja nije uključivala endotrahealnu intubaciju, postavljanje trajnog urinarnog katetera i liječenje otoka mozga.

Ranjenici su primani u urgentni trakt Klinike za kirurgiju i Odjela za neurokirurgiju Kliničke bolnice Osijek. U svih su ranjenika obavljene opći kirurški i neurokirurški pregled. Mjere reanimacije provodili su anesteziolozi, istodobno s dijagnostičkim postupcima, sukladno kliničko-neurološkom statusu ranjenika <sup>68</sup>. U svih su ranjenika zabilježeni vitalni znaci i utvrđena vrijednost GCS skora <sup>61</sup>. Endotrahealna intubacija obavljena je u ranjenika s izraženim značajnim poremećajem svijesti, te u ranjenika s hemodinamskom i/ili respiracijskom insuficijencijom u kojih to nije učinjeno prije dolaska u bolnicu. U svih ranjenika je načinjen kranioogram, uz ostalu radiografsku obradu prema procjeni traumatološkog tima. Ranjenici koji su, unatoč reanimaciji, bili hemodinamski nestabilni izravno su upućeni u operacijsku dvoranu radi potrebnog kirurškog postupka.

**3.2.1. DIJAGNOSTIČKE METODE.** Radiografska dijagnostika kompjutoriziranom tomografskom (CT) pretragom neurokranija, uređajem Somatom DR, Siemens, provedena je u Odjelu za radiodijagnostiku nakon hemodinamske stabilizacije ranjenika. Debljina pojedinog presjeka u transverzalnoj projekciji bila je 4 milimetra (stražnja lubanjska jama) odnosno 8 milimetara (supratentorijsko područje), s rekonstrukcijama u frontalnoj i sagitalnoj projekciji u pojedinim slučajevima. CT snimanje nakon primjena kontrastnog sredstva obavljeno je pri kontrolnim snimanjima u indiciranim slučajevima. Kontrolne CT pretrage su često provedene kako bi se procjenjivale kliničke promjene. Opsežnost subarahnoidalnog krvarenja procijenjena je na temelju CT pretrage prema Fisher-u <sup>165</sup>, a opsežnost krvarenja u mozgovne klijetke ocijenjena je, također na temelju CT pretrage, prema LeRoux-u <sup>166</sup> i prema Graeb-u <sup>167</sup>. Procjena širine postranih mozgovnih klijetki (hidrocefalusa) vršena je na aksijalnim CT snimkama načinjenim u sloju neposredno iznad interventrikularnih otvora.

Likvor je bakteriološki obrađen u Mikrobiološkom odjelu Zavoda za zaštitu zdravlja Osijek uobičajenim bakteriološkim metodama <sup>168</sup>, a dio bakteriološke obrade obavljen je u Odjelu za zarazne bolesti.

Patologijsko-anatomska obrada umrlih ranjenika (standardna autopsija, traženje makroskopskih i mikroskopskih znakova intrakranijske infekcije) izvršena je u Odjelu za patološku anatomiju.

**3.2.2. NEUROKIRURŠKI POSTUPAK.** Ranjenici uključeni u istraživanje liječeni su na dva načina: kirurškim liječenjem s debridementom svih slojeva strijelne kraniocerebralne rane, uključujući mozgovnu ranu, dok je u skupini selekcioniranih ranjenika provedeno konzervativno – neoperacijsko – liječenje, s kirurškom obradbom rane mekog oglavka, ali bez intrakranijske kirurške obradbe i bez rekonstrukcije tvrde mozgovne ovojnice <sup>62</sup>. Indikacije za kiruršku intrakranijsku obradbu bile su liberalne, i stoga je kirurška intrakranijska obrada provedena u mnogih ranjenika sa strijelnim KCO koji su bili u dubokoj komi, s proširenim ili ukočenim zjenicama i s izrazito opsežnim mozgovnim oštećenjem.

**KRANIOTOMIJA S INTRAKRANIJSKOM OBRADBOM RANE.** Kirurško liječenje provedeno je nakon kliničke i radiološke obradbe bez odlaganja i sastojalo se od: obradbe ulazne i možebitne izlazne rane mekog oglavka; a kraniotomijom, ili češće kraniektomijom, prikazani su rubovi razderane tvrde mozgovne ovojnice sve do zdravog tkiva, te je izrezano njezino razderano i nekrotično tkivo. Uklanjanje kompresijskih hematoma imalo je prioritet pri obradbi intrakranijskog dijela rane. Kirurškom obradbom mozgovne rane uklanjano je nekrotično tkivo mozga koje je naviralo iz rane i svi vidljivi fragmenti kosti i metala, te apsolutno sve tkivo mekog oglavka, kosa, kao i zemlja, kamenje, pijesak, dijelovi odjeće i sva prljavština unesena u mozgovnu ranu izvana. Duboko u tkivo mozga utisnuti fragmenti kosti i metala, vidljivi na preoperativnom CT-u mozga ili kranioogramu, nisu traženi i uklanjani iz rane. Jedan od osnovnih ciljeva intrakranijskog *debridementa* bio je očuvanje mozgovnih funkcija preostalih nakon ranjavanja u najvećoj mogućoj mjeri, što se nastojalo postići minimalno mogućom manipulacijom mozgovnog tkiva. Nakon obradbe mozgovne rane i uspostavljanja potpune hemostaze u rani, nastali defekt tvrde mozgovne ovojnice zatvoren je za vodu nepropusno graftom periosta, fascije late ili fascije temporalnog mišića, liodure ili primarnim šavom dure. Rana mekog oglavka rekonstruirana je u dva sloja, šivajući tkivo bez napetosti i uz obvezatnu drenažu subgalealnog sloja. U slučaju potrebe opsežno je podminiran subgalealni sloj oko rane, ili su rabljene pomoćne relaksacijske incizije galee i kože u okolici rane

kao i rotacijski režnjevi, nastojeći uvijek u potpunosti pokriti predio obrađene akcidentalne rane i duralnog grafta punom debljinom kože. Niti jedan ranjenik u kojeg se nije razvila intrakranijska infekcija nije podvrgnut ponovljenoj operaciji poradi uklanjanja u endokraniju zaostalih koštanih i metalnih fragmenata. Odgođene lobektomije teško nagnječenog mozga čeonog i sljepoočnog režnja, poradi unutarnje dekompresije, nisu provođene nakon primarne operacije.

Ratni uvjeti operiranja uvelike su se razlikovali od mirnodopskih uvjeta rada. Kirurzi su operirali u skućenim operacijskim prostorima, a često su istodobno operirani dvoje ili troje ranjenika različite kirurške patologije u jednoj operacijskoj dvorani. Uz operacije na mozgu često su se u isto vrijeme odvijali, u istoj operacijskoj dvorani, zahvati na otvorenim drugim tjelesnim šupljinama i perforiranim različitim šupljim organima. U ratnim uvjetima nije uvijek bila moguća potpuna priprema operacijskih dvorana.

### **KIRURŠKA OBRADBA RANE OGLAVKA BEZ INTRAKRANIJSKE OBRADBE.**

Drugi oblik kirurškog liječenja bio je konzervativniji i pošteniji. U moribundnih ranjenika, te u selekcioniranih ranjenika dobrog stanja svijesti i neurološkog statusa, s malom ulaznom ranom mekog oglavka (do 1 cm) i bez intrakranijskog hematoma sa značajnim kompresijskim učinkom, nakon debridementa ulazne i eventualne izlazne rane mekog oglavka, rane su zašivene u jednom sloju, bez debridementa kranija i endokranijskog sadržaja, i bez rekonstrukcije tvrde ovojnice mozga<sup>62</sup>.

**3.2.3. OSTALI TERAPIJSKI POSTUPCI.** Svi ranjenici primili su antitetanički toksoid. Dvadeset postotna otopina manitola i furosemid ordinirani su ranjenicima sa evidentnim znacima disfunkcije mozgovnog debla, ako je to njihov hemodinamski status dozvoljavao.

Svi su ranjenici parenteralno primali kombinaciju triju antibiotika od dolaska u bolnicu i u trajanju od 10 do 12 dana (najčešće kristalni penicilin s gentamicinom uz dodatak metronidazola u ranjenika s penetrantnim ranama prsne i trbušne šupljine s perforacijom šupljih organa). Ranjenici s intrakranijskom infekcijom primali su antibiotike sukladno nalazu bakteriološke kulture likvora i antibiogramu, do sterilizacije likvora i zadovoljenja kliničkih kriterija izlječenja infekcije. Do nalaza

antibiograma ranjenici s dokazanom infekcijom primali su, uz navedene antibiotike, i kloramfenikol.

Mozgovni edem i drugi intrakranijski, te sistemski poremećaji uzrokovani strijelnom kranio-cerebralnom ozljedom, liječeni su prema suvremenim preporukama i stavovima<sup>46,68</sup>, osim što nije provedeno kontinuirano monitoriranje intrakranijskog tlaka. Tijekom promatranog razdoblja U Odjelu za neurokirurgiju Kliničke bolnice Osijek nije bila primjenjivana ta metoda monitoringa kranio-cerebralnih ozljeđenika. Kortikosteroidi nisu primjenjivani u liječenju istraživanih ranjenika. Terapijska primjena barbiturata nije provedena prema univerzalno određenom postupku.

**3.2.4. DIJAGNOSTIKA INTRAKRANIJSKE INFEKCIJE.** Dijagnoza intrakranijske infekcije postavljena je komplementarnom primjenom kliničkih i neuroradioloških kriterija, te nalaza pretraga cerebrospinalnog likvora:

1. dijagnoza meningitisa bila je postavljena temeljem kliničke slike, laboratorijskih pretraga likvora i uzgoja bakterija nakon kultivacije cerebrospinalnog likvora<sup>168,169</sup>.
2. dijagnoza cerebritisa, mozgovnog apscesa, subduralnog i epiduralnog empijema bila je postavljena temeljem nalaza postkontrastnog CT-a mozga i intraoperacijskog nalaza za reoperacijskih zahvata<sup>170,171</sup>.
3. bakteriološki su pretraživane dehiscirane rane (bris/kultura).

Patologijsko-anatomskom obdukcijom makroskopski je potvrđena dijagnoza infekcije intrakranijskih tvorbi, a u troje ranjenika postojala je histologijska potvrda infekcije.



**3.3. PROCJENA KONAČNOG REZULTATA LIJEČENJA.** Rezultati liječenja potvrđivani su temeljem raščlambe svih relevantnih podataka iz povijesti bolesti i obdukcijskih zapisnika ranjenika, kontrolnim kliničkim pregledima i kontrolnim CT pretragama neurokranijuma.

**KONTROLNA RADIOGRAFSKA DIJAGNOSTIKA.** U preživjelih ranjenika uključenih u istraživanje obavljena je kontrolna CT pretraga neurokranija, po potrebi nakon ciljane primjene kontrastnog sredstva, s ciljem utvrđivanja kroničnih posttraumatskih promjena u endokraniju.

**KLINIČKA PROCJENA KONACNOG REZULTATA LIJEČENJA.** Klinička procjena rezultata liječenja u preživjelih ranjenika izvršena je se u skladu s glasgowskom prosudbenom ljestvicom (Glasgow Outcome Scale - GOS) <sup>172</sup>, koja je svjetski prihvaćeni standard u procjeni kasnih rezultata liječenja neurokirurških ozljeđenika i bolesnika, pri kontrolnom pregledu preživjelih ranjenika ili na temelju medicinske dokumentacije u ostalih.

#### **3.4. PROMATRANI KLINICKI I RADIOGRAFSKI POKAZATELJI.**

Cilj istraživanja bio je istražiti povezanost između odabranih pokazatelja, koji su predloženi u Tablici 3.1., i konačnog rezultata liječenja ranjenika, te klinički odrediti uspješnost provedenog liječenja. Obzirom da je u svih ranjenika postupak liječenja bio standardiziran i ujednačen, na taj način bi se vrjednovalo prognostičko značenje promatranih pokazatelja.

**Tablica 3.1.** Promatrani pokazatelji ranjenika istraživane skupine

KLINIČKI POKAZATELJI
Spol
Dob
Okolnost ranjavanja
Oružje koje je uzrokovalo ranjavanje
Projektil koji je uzrokovao ranjavanje
Vrsta rane
Hipotenzija
Zatajenje disanja
GCS
Neurološki status zjenica
Udružene ozljede
Prehospitalna reanimacija
Vrijeme od ozljede do neurokirurškog liječenja
Vrsta liječenja u odnosu na intrakranijski debridement
Hidrocefalus
Komplikacije
Intrakranijska infekcija
RADIOGRAFSKI (CT) POKAZATELJI
POKAZATELJI OPSEGA MOZGOVNOG OŠTEĆENJA
Supratentorijsko i/ili infratentorijsko oštećenje
Broj oštećenih hemisfera (uni- ili bihemisferalno oštećenje)
Broj oštećenih režnjeva (uni-, bi- ili multilobarno oštećenje)
Penetracija projektila kroz sagitalnu i koronarnu orijentacijsku ravninu endokranija
Transventrikulska rana
Intraventrikulsko krvarenje – prisutnost i opsežnost
Subarahnoidalno krvarenje – prisutnost i opsežnost
Pneumokranij – prisutnost, opsežnost i sijelo
Zaostala strana tijela u endokraniju
POKAZATELJI POVIŠENJA INTRAKRANIJSKOG TLAKA
Intrakranijski hematomi
Pomak središnjih mozgovnih tvorbi
Kompresija mezencefaličke cisterne

U skupini ranjenika, načinjenoj prema izloženim kriterijima, utvrđivana je prisutnost promatranih pokazatelja u svakog ranjenika pretragom povijesti bolesti, pri kontrolnim kliničkim pregledima i kontrolnim CT pretragama.

**3.5. INFORMATIČKA OBRADBA I STATISTIČKA RAŠČLAMBA.** Za svakog ispitanika popunjen je poseban upitnik, a svi su podaci organizirani u bazi podataka u osobnom računalu. Prikupljeni su identifikacijski i osnovni demografski podaci ranjenika, te podaci o prisutnosti ili odsutnosti promatranih pokazatelja. Kvantifikacija promatranih pokazatelja bila je izvršena gdje god je bilo moguće. Iz ove baze podataka provedena je analiza opaženih značajki za svakog ranjenika odnosno svih

relevantnih podataka koji su navedeni u rezultatima. Provedena je raščlamba o odnosu između kliničkih i CT pokazatelja i konačnog rezultata liječenja. U istraživanju su korišteni postupci deskriptivne i analitičke statistike (provjera značajnosti razlika -  $\chi^2$  test) primjenom standardnih biostatističkih informatičkih programa.

Vrijednost pokazatelja s dokazanim jasnim utjecajem (negativnim ili pozitivnim) na rezultat liječenja, u razlučivanju ranjenika u kojih je povećan rizik lošeg rezultata, procijenjena je računanjem osjetljivosti, specifičnosti, točnosti i pozitivne prediktivne vrijednosti pokazatelja. Za procjenu vrijednosti kvantitativnih pokazatelja u razlučivanju kvalitativnog stanja, kao što je procjena opsežnosti krvarenja u mozgovne klijetke, odabran je izračun elemenata ROC krivulje (od engl. "Receiver Operating Characteristic")<sup>173</sup>.

Za probleme analize preživljenja tj. za procjenu očekivanog trajanja života ranjenika sa strijelnim KCO korišten je Cox-ov regresijski model (često rabljeno nazivlje: Cox regression model, proportional hazard model, model poroporcionalnih rizika, model razmjernih rizika). Kriterijska varijabla (zavisna) je preživljenje ili smrt (u određenom vremenskom intervalu) opisana funkcijom  $d(t)$ . Prediktorske varijable (nezavisne) su binarnog tipa, i nazivaju se kovarijatama i označuju s  $X_1, X_2, X_3 \dots$ <sup>174</sup>. Slično binarnoj logističkoj regresijskoj analizi, pretpostavljamo da je ispitanik pretrpio određeni događaj, no u Cox-ovoj regresijskoj analizi je događaju pridodano vrijeme. U analizama preživljenja ključna vremenska varijabla je vrijeme proteklo do nekog događaja (u naših ranjenika vrijeme od ranjavanja do smrtnog ishoda).

Rezultat Cox-ove regresijske analize je omjer rizika (engl. hazard ratio). Ako uzmemo primjer iz rada, omjer rizika je veličina koja nam kaže koliko je rizik od smrtnog ishoda veći kod ranjenika koji je nakon ranjavanja imao obostrano proširene i ukočene zjenice, nego kod ranjenika u kojeg je status zjenica bio uredan. Model ostale prediktorske varijable sravnjuje, tj. te dvije osobe se po svim ostalim prediktorskim varijablama podudaraju<sup>175</sup>.

Kumulativna vjerojatnost preživljavanja za dvije skupine ranjenika, za ranjenike s vrijednostima GCS skora od 3 do 8, kao i za one s GCS skorom u rasponu od 9 do 15, procijenjena je Kaplan-Meier-ovom krivuljom. Značajnost prikazane razlike u duljini preživljavanja ove dvije skupine ranjenika ispitana je log-rank testom (vrijednost  $p < 0,05$  smatrana je značajnom)<sup>175</sup>.

## **4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

Zastupljenost ranjenika istraživane skupine prema zanimanju, te pojavnost nekih bitnih istraživanih obilježja u ranjenika, kao i međusobni suodnošaj tih pokazatelja, prikazana je slijedećim tablicama. Može reći kako među promatranim ranjenicima nije zapažena značajna razlika u učestalosti različitih vrsta kraniocerebralnih rana između civila i vojnika (Tablica 4.1.).

**Tablica 4.1.** Učestalost različitih vrsta kraniocerebralne rane u odnosu na zanimanje ranjenika

ZANIMANJE	VRSTA KRANIOCEREBRALNE RANE						UKUPNO
	USTRIJEL opaž. oček.		NASTRIJEL opaž. oček.		PROSTRIJEL opaž. oček.		
Civil	28	29,2	12	14,1	15	11,7	55
Vojnik	32	30,8	17	14,9	9	12,3	58
UKUPNO	60		29		24		113
USPOREDBA UČESTALOSTI RAZLIČITIH VRSTA RANA IZMEĐU CIVILA I VOJNIKA							p
Civil			Vojnik			0,280	

Promatrana je i razlika u učestalosti ranjavanja istraživanih ranjenika različitim projektilima u odnosu na zanimanje ranjenika (Tablica 4.2.). Među civilima je ranjavanje mecima bilo značajno češće nego bi se statistički moglo očekivati, u odnosu na učestalost ranjavanja metalnim fragmentima, dočim je u vojnika češće bilo ranjavanje krhotinama ( $p=0,038$ ).

**Tablica 4.2.** Usporedba učestalosti ranjavanja različitim projektilima između civila i vojnika

ZANIMANJE	VRSTA PROJEKTILA				UKUPNO
	FRAGMENTI opaž. oček.		MECI opaž. oček.		
Civil	23	28,3	27	21,7	50
Vojnik	37	31,7	19	24,3	56
UKUPNO	60		46		106
USPOREDBA UČESTALOSTI UDRUŽENIH OZLJEDA IZMEĐU CIVILA I VOJNIKA					p
CIVIL			VOJNIK		0,038

#### 4.1. VRIJEDNOST OSNOVNIH POKAZATELJA O RANI U PROGNOZI PREŽIVLJAVANJA RANJENIKA PROCIJENJENA $\chi^2$ - TESTOM

Kako bi stekli uvid u moguće prognostičko značenje osnovnih balističkih i kirurško-patoloških karakteristika strijelnih KCO istraživanih ranjenika, uspoređena je smrtnost između ranjenika koji su ranjeni u različitim okolnostima, iz različitih vrsta oružja i različitim projektilima, i smrtnost između ranjenika s različitim vrstama strijelnih KCO.

**Tablica 4.3.** Razlike u mortalitetu ranjenika ranjenih u različitim okolnostima

OKOLNOST RANJAVANJA	UMRLI	PREŽIVJELI	UKUPNO	p
Granatiranje	15	36	51	♦
Streljačka paljba	5	6	11	
Mine	1	1	2	
Nesreća	3	9	12	
Napad	3	5	8	
Suicid	14	7	21	
Granatiranje	15	36	51	
Ostalo	26	28	54	
Streljačka paljba	5	6	11	0,645
Ostalo	36	58	94	
Suicid	14	7	21	0,004
Ostalo	27	57	84	

♦ razdioba očekivanih frekvencija nije bila primjerena  $\chi^2$  testu

Među promatranim ranjenicima nisu opažene upadljive razlike u smrtnosti između ranjenika ranjenih u različitim okolnostima, spram očekivane smrtnosti, ako se istodobno promatraju sve okolnosti ranjavanja, iako nije bilo moguće formalno statistički testirati razlike u mortalitetu. U ranjenika ranjenih granatiranjem mortalitet je bio manji od očekivanog, što je bio statistički granično značajan rezultat ( $p=0,05$ ), kada se promatrao u odnosu na smrtnost ranjenika ranjenih u svim ostalim okolnostima ranjavanja. Smrtnost nakon suicida bila je izrazito značajno veća kada je promatrana u odnosu na smrtnost ranjenika ranjenih u svim ostalim okolnostima ranjavanja. Usporedbe statističke značajnosti razlika smrtnosti između ranjenika ranjenih u pojedinim okolnostima nisu bile moguće zbog malog broja umrlih ili preživjelih ranjenika nakon ranjavanja u određenim okolnostima nastanka strijelne KCO.

Uspoređeni su i rezultati liječenja ranjenika koji su ranjeni projektilima iz različitih vrsta oružja i različitim vrstama projektila. Među promatranim ranjenicima nije zabilježena statistički značajna razlika u smrtnosti između ranjenika koji su ranjeni različitim oružjima i različitim vrstama projektila.

Smrtnost istraživanih ranjenika sa različitim vrstama strijelnih KCO prikazana je u slijedećoj tablici. Prema očekivanju, bila je iznimno velika smrtnost ranjenika s prostrijelnim ranama i mala smrtnost ranjenika s nastrijelima.

**Tablica 4.4.** Mortalitet ranjenika u odnosu na vrstu kranio-cerebralne rane

VRSTA RANE	UMRLI	PREŽIVJELI	UKUPNO	p
Ustrijel	18	44	62	< 0,001
Nastrijel	3	23	26	
Prostrijel	22	6	28	
Ustrijel	18	44	62	0,055
Nastrijel i prostrijel	25	29	54	
Nastrijel	3	23	26	0,002
Ustrijel i prostrijel	40	50	90	
Prostrijel	22	6	28	< 0,001
Ustrijel i nastrijel	21	67	88	

Nadalje su rezultati istraživanja razvrstani u skupine rezultata o prognostičkom značenju kliničkih i radiografskih pokazatelja glede preživljavanja ranjenika, u skupinu rezultata o obilježjima preživjelih ranjenika sa teškim strijelnim KCO (GCS 3-8), u skupinu rezultata o prognostičkom značenju kliničkih i radiografskih pokazatelja glede postizanja dobrog rezultata liječenja (GOS 4-5), kao i na rezultate o suodnošaju vrste neurokirurškog liječenja i preživljavanja. Prikupljeni podaci o istraživanim pokazateljima svih istraživanih ranjenika organizirani su u bazu podataka i provedene su raščlambe kojima su odabrani pokazatelji vrjednovani i statistički uspoređeni s rezultatom liječenja ranjenika, kako bi se točnije odredila prognostička vrijednost tih pokazatelja.

#### 4.2. VRIJEDNOST POKAZATELJA U PROGNOZI PREŽIVLJAVANJA RANJENIKA PROCIJENJENA COX-OVIM REGRESIJSKIM MODELOM PROPORCIONALNOG RIZIKA ZA BINARNE POKAZATELJE

Vrijednost promatranih pokazatelja u prognozi preživljavanja ranjenika istraživane skupine procijenjena je Cox-ovim regresijskim modelom proporcionalnog rizika za binarne pokazatelje.

**Tablica 4.5.** Rezultati Coxovog regresijskog modela proporcionalnog rizika za binarne pokazatelje

POKAZATELJI	Koeficijent regresije (beta)	Standardna pogreška	t vrijednost	Omjer rizika	p
SPOL	-0,38871	0,89536	-0,43413	0,7	0,664194
DOB do 40 godina	0,13772	0,49869	0,27616	1,1	0,782428
HIPO TENZIJA	-1,37252	.84622	-1,62195	0,3	0,104825
DISANJE	1,17331	0,75532	1,55338	3,2	0,120342
GCS 3 - 6	0,45796	0,90477	0,50616	1,6	0,612748
JEDNOSTRANO PROŠIRENA I UKOČENA ZJENICA	1,06765	0,67041	1,59254	2,9	0,111274
OBOSTRANO PROŠIRENE I UKOČENE ZJENICE	1,98499	0,76050	2,61012	7,3	0,009055
OBOSTRANO USKE ZJENICE	2,18090	0,89664	2,43230	8,9	0,015009
INFRATENTORIJSKO OŠTEĆENJE	0,33169	1,16767	0,28406	1,4	0,776366
BIHEMISFERALNO OŠTEĆENJE	-0,21162	0,73396	-0,28832	0,8	0,773103
BIHEMISFERALNO TRANSVENTRIKULSKO OŠTEĆENJE	0,47960	0,89068	0,53847	1,6	0,590257
JEDNOSTRANI PNEUMOKRANIJ	-0,03638	0,93458	-0,03893	1,0	0,968946
OBOSTRANI PNEUMOKRANIJ	0,04319	1,04086	0,04149	1,0	0,966902
EKSTRACEREBRALNI PNEUMOKRANIJ	-0,45457	0,75489	-0,60216	0,6	0,547069
INTRACEREBRALNI PNEUMOKRANIJ	1,27946	0,81213	1,57543	3,6	0,115166
PNEUMOKRANIJ BAZALNIH CISTERNI	-1,72875	0,97988	-1,76425	0,2	0,077699
INTRACEREBRALNI HEMATOM	-1,14101	0,58508	-1,95018	0,3	0,051163



EPIDURALNI HEMATOM	-2,24632	2,40859	-0,93263	0,1	0,351019
SUBDURALNI HEMATOM	-1,20252	0,73896	-1,62730	0,3	0,103683
VOLUMEN INTRAKRANIJSKOG HEMATOMA	0,50783	0,70794	0,71734	1,7	0,473172
POMAK ≤ 5 mm	1,88369	0,78296	2,40586	6,6	0,016140
POMAK 6 -10 mm	0,99414	1,04070	0,95527	2,7	0,339451
POMAK >10 mm	1,99746	1,32304	1,50975	7,4	0,131117
JEDNOSTRANO ILI OBOSTRANO KOMPRIMIRANA MEZENEFALIČKA CISTERNA	-0,58591	1,66142	-0,35266	0,6	0,724349
JEDNOSTRANO ILI OBOSTRANO OBLITERIRANA MEZENEFALIČKA CISTERNA	0,92430	1,75323	0,52720	2,5	0,598058
1 – 3 ZAOSTALA KOŠTANA ULOMKA	-0,55958	1,43417	-0,39018	0,6	0,696407
> 3 ZAOSTALA KOŠTANA ULOMKA	-0,55643	1,26682	-0,43924	0,6	0,660493
2 – 3 ZAOSTALA METALNA FRAGMENTA	1,53621	0,80293	1,91326	4,6	0,055724
PREHOSPITALNA REANIMACIJA	-1,13129	0,83363	-1,35705	0,3	0,174773
HIDROCEFALUS	-1,28170	1,88808	-0,67884	0,3	0,497247
IINTRAKRANIJSKA INFEKCIJA	0,58217	0,64652	0,90047	1,8	0,367878
PNEUMOKRANIJ 0	13,35625	26,88937	0,49671	631753,5	0,619396
MEZENEFALIČKA CISTERNA 0	0,76142	1,73916	0,43781	2,1	0,661527
PENETRACIJA PROJEKTILA KROZ ORIJENTACIJSKE RAVNINE ENDOKRANIJA	0,92610	0,67660	1,36877	2,5	0,171082
SAH (po Fischer-u)	0,78363	0,71995	1,08845	2,2	0,276405
UDRUŽENE OZLJEDE	1,71629	0,97871	1,75362	5,6	0,079505

Primjenom Coxovog regresijskog modela proporcionalnog rizika za binarne pokazatelje postupno je sužavan broj pokazatelja, sve dok raščlamba nije pokazala

koji su pokazatelji vrijedni u prognostici ranjenika sa strijelnim KCO. Konačni rezultati raščlambi su prikazani u Tablici 4.6..

**Tablica 4.6.** Rezultati Coxovog regresijskog modela proporcionalnog rizika za skupinu binarnih pokazatelja koji su pokazali najveću značajnost. Omjer rizika je izračunat iz koeficijenta regresije (omjer rizika= $e^{\text{beta}}$ )

POKAZATELJ	Koeficijent regresije (Beta)	Standardna pogreška	Omjer rizika		t-test	
			vrijednost	raspon 95% pouzdanosti	t vrijednost	p
GCS 3 - 6	1,118293	0,421657	3,059627	1,13 – 6,98	2,652142	0,008002
OBOSTRANO PROŠIRENE I UKOČENE ZJENICE	2,283739	0,507237	9,813307	3,63 – 26,49	4,502308	0,000007
OBOSTRANO SUŽENE ZJENICE	1,159689	0,461969	3,188941	1,29 – 7,87	2,510316	0,012067
INTRAPARENHIMSKI PNEUMOKRANIJ	0,936667	0,366926	2,551463	1,24 – 5,22	2,552742	0,010692
POMAK ≤ 5 mm	1,584522	0,469069	4,876961	1,94 – 12,22	3,378014	0,000731
POMAK > 5 MM	0,698702	0,390338	2,011140	0,93 – 4,32	1,789990	0,073465
PROLAZ PROJEKTILA KROZ SAGITALNU I KORONARNU RAVNINU	0,832240	0,439991	2,298461	0,97 – 5,43	1,891493	0,058568

$$\chi^2 = 72.4767 \text{ df} = 6 \text{ p} < 0.00001$$

**GCS 3 – 6.** Regresijska analiza je pokazala kako je u istraživanih ranjenika, u kojih je pri prijemu na liječenje utvrđena vrijednost GCS skora od 3 do 6, rizik umiranja bio tri puta veći nego u ranjenika s vrijednosti GCS skora većom od 6. Sa 95% sigurnosti se može smatrati da je u tih ranjenika vjerojatnost umiranja bila 1,1 do 7 puta veća, nego u ranjenika s GCS skorom većim od 6.

**NEUROLOŠKI STATUS ZJENICA.** Prisutnost jednostrano proširene i ukočene zjenice u istraživanih ranjenika nije bila u značajnom suodnošaju s povećanim mortalitetom. Međutim, regresijska analiza je pokazala iznimno veliko prognostičko značenje kliničkog nalaza obostrano širokih i ukočenih zjenica. Rizik umiranja tih ranjenika bio je deset puta veći nego u ranjenika u kojih zjenice nisu bile obostrano proširene i ukočene. Dapače, može se reći, s 95% sigurnosti, kako je vjerojatnost

njihova umiranja bila više od 3,6 puta veća nego u ostalih ranjenika. Nalaz obostrano simetrično suženih zjenica (i ukočenih, kao i reaktivnih na podražaj svjetlom) također je imao znatnu prognostičku vrijednost, i s 95% sigurnosti može se tvrditi da je u ranjenika istraživane skupine, u kojih su zjenice bile obostrano sužene, rizik umiranja bio povećan 1,3 do 7,9 puta.

**PNEUMOKRANIJ.** U ranjenika istraživane skupine, u kojih je na početku liječenja CT pretragom mozga utvrđena prisutnost zraka unutar mozgovnog parenhima i mozgovnih klijetki (intraparenhimski pneumokranij), bila je dvostruko veća vjerojatnost umiranja nego u ostalih ranjenika. Štoviše, s 95% sigurnosti može se tvrditi da je rizik umiranja bio 1,2 do 5,2 puta veći u ranjenika s intraparenhimskim pneumokranijem. Prisutnost zraka u ekstracerebralnom prostoru endokranija i u bazalnim cisternama, te opsežnost pneumokranija (jednostrani ili obostrani pneumokranij), nisu bili u značajnom suodnošaju s mortalitetom istraživanih ranjenika.

**POMAK SREDIŠNJIH MOZGOVNIH TVORBI.** Prema regresijskoj raščlambi CT pretragom utvrđeni pomak središnjih tvorbi mozga imao je zapaženo prognostičko značenje u istraživanoj skupini ranjenika. Rizik umiranja ranjenika u kojih je utvrđen pomak središnjih mozgovnih tvorbi do 5 milimetara bio je gotovo pet puta veći u odnosu na rizik umiranja ostalih ranjenika, a s 95% vjerojatnosti može se tvrditi da je dokazano kako je u tih ranjenika rizik umiranja bio dva do 12 puta povećan. Također je dokazano, sa 95% sigurnosti, da je rizik umiranja istraživanih ranjenika, u kojih je utvrđen pomak središnjih mozgovnih tvorbi veći od 5 milimetara, bio dvostruko povećan. Međutim, budući da raspon 95%-tne pouzdanosti relativnog rizika uključuje vrijednost 1, ne može se očekivati da je pomak veći od 5 milimetara uvijek povezan s većim rizikom umiranja. Za istaći je relativno veće prognostičko značenje pomaka središnjih mozgovnih tvorbi koji je  $\leq 5$  milimetara, od značenja pomaka mozgovnih tvorbi većeg od 5 milimetara.

#### **OPSEŽNOST MOZGOVNOG OŠTEĆENJA PROCIJENJENA PROLAZOM PROJEKTILA KROZ ORIJENTACIJSKE ANATOMSKE RAVNINE ENDOKRANIJA.**

U istraživanih ranjenika s većom opsežnosti mozgovnog oštećenja, koja je bila definirana penetracijom projektila kroz dvije anatomske orijentacijske ravnine

endokranija, dokazan je 2,3 puta veći rizik umiranja. Budući da raspon 95%-tne pouzdanosti relativnog rizika uključuje vrijednost 1, ne može se očekivati da je prolaz projektila kroz dvije orijentacijske ravnine endokranija uvijek povezan s većim rizikom umiranja.

Tijekom regresijske analize opažen je suodnošaj između pomaka središnjih mozgovnih tvorbi do 5 mm i opsežnosti oštećenja mozga procijenjenog na temelju penetracije projektila preko orijentacijskih ravnina endokranija. Moguće objašnjenje ovog odnosa je da su opsežnija mozgovna oštećenja često praćena pomakom središnjih tvorbi mozga do 5 mm uslijed edema mozga i manjih hematoma u strijelnom kanalu. U tih je ranjenika smrtnost povećana, u odnosu na smrtnost ranjenika u kojih je pomak veći od 5 mm, zbog udruženog učinka opsežnih projektilnih mozgovnih oštećenja i manjeg kompresijskog učinka edema mozga i hematoma, dočim je pomak veći od 5 mm često posljedica razvoja većih intrakranijskih hematoma u ranjenika s manje opsežnim primarnim mozgovnim oštećenjima.

Poradi detaljnijeg prikaza kliničkog i prognostičkog značenja navedenih pokazatelja u slijedećem dijelu prikaza rezultata istraživanja predočeni su rezultati načinjene serije univarijantnih analiza razlika u ishodu liječenja istraživanih ranjenika u odnosu na promatrane pokazatelje.

#### **4.3. PROGNOŠTIČKA VRIJEDNOST PROMATRANIH POKAZATELJA SPRAM PREŽIVLJAVANJA RANJENIKA PROCIJENJENA $\chi^2$ -TESTOM I IZRAČUNOM ROC KRIVULJE**

Slijedi prikaz rezultata dodatnih raščlambi o suodnošaju proučavanih pokazatelja i preživljavanja istraživanih ranjenika.

**Suodnošaj GCS skora i preživljavanja procijenjen  $\chi^2$ -testom i izračunom ROC krivulje.** GCS skor je prognostički posebno važan klinički pokazatelj nakon strijelne KCO. Vrijednosti GCS i GOS skora utvrđene u ranjenika istraživane skupine pregledno su prikazane radi detaljnijeg uvida u suodnošaj početnog neurološkog statusa i ishoda liječenja. Raščlambe, prikazane u tablicama 4.7. i 4.7A, jasno su

pokazale kako je vrijednost GCS skora bila postojano u suodnošaju s ishodom: smrtnost je u ranjenika s nižim vrijednostima skora bila veća, a manja u onih s višim vrijednostima skora.

**Tablica 4.7.** Rezultat liječenja procijenjen GOS prosudbenom ljestvicom u odnosu na GCS skor ranjenika u trenutku prijema u bolnicu

GOS	G C S														Σ
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Nepoz.	
1	6	6	1		3	2	1	1					1	22	43
2						3								1	4
3	1		1	1	2		1				2	3		7	18
4					3	4	2	2	1	1	5	6	3		27
5			1	1		1	1		1		2	13	4		24
Σ	7	6	3	5	10	6	5	2	2	3	10	20	37		116

Σ, ukupno; Nepoz., nepoznato

U 37 ranjenika istraživane skupine GCS skor nije točno utvrđen u trenutku prijema na liječenje ili zabilježen u dokumentaciji. Umrlo je 59,5% tih ranjenika, a jedan ranjenik (2,7%) je ostao u perzistentnom vegetativnom stanju. Rezultat liječenja je ocijenjen s GOS 4 u tri (8,1%), a s GOS 5 u četiri (10,8%), ranjenika u kojih vrijednost GCS skora nije bila točno utvrđena. Za istaći je kako u najvećeg broja umrlih ranjenika, u njih 22/43 (51,2%), GCS skor nije bio određen. Među ranjenicima u kojih je utvrđen GCS skor pri prijemu na liječenje, samo je u jednog od 21 umrlog ranjenika (4,8%) utvrđeni GCS skor bio veći od 11, a u njih 20 (95,2%) GCS skor je bio manji od 11.

U ranjenika kojih je liječenje ocijenjeno s GOS 4 i 5, znatno je češće bio zabilježen GCS skor veći od 8. Među ranjenicima u kojih je liječenje ocijenjeno s GOS 4 bilo je 77,8% ranjenika s GCS skorom većim od 8, a među ranjenicima u kojih je ishod ocijenjen s GOS 5 bilo je 75% ranjenika u kojih je vrijednost GCS skora bila veća od 8. Među ranjenicima u kojih je liječenje ocijenjeno s GOS 4 i 5 nije bilo niti jednog ranjenika s vrijednosti GCS skora 3 i 4, a samo je jedan ranjenik imao vrijednost GCS skora 5. Nasuprot tome, u 24 ranjenika istraživane skupine u kojih je liječenje završeno smrću ili perzistentnim vegetativnim stanjem, u samo jednom slučaju zabilježena je vrijednosti GCS skora 15, dočim je bilo 12 ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 ili 4.

Značajnost razlika u preživljavanju između ranjenika s različitim vrijednostima GCS skora prikazana je u Tablici 4.7A.

**Tablica 4.7.A** Mortalitet ranjenika u odnosu na GCS skor u trenutku prijema u bolnicu

GCS	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaz. oček.	opaz. oček.	opaz. oček.	opaz. oček.		
≤ 8	18	8,2	13	22,8	31	< 0,001
> 8	3	12,8	45	35,2	48	
UKUPNO	21		58		79	

Među ranjenicima s vrijednostima GCS skora manjim od 8 mortalitet je bio 58%, što je statistički iznimno značajno viši mortalitet od očekivanog ( $p < 0,001$ ), u odnosu na mortalitet ranjenika sa vrijednostima GCS skora većim od 8 (6,2%). Među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 zabilježeni je mortalitet (81,2%) bio trostruko veći od očekivanog, a mortalitet ranjenika s GCS skorom 9–15, od 6,2%, bio je trostruko manji od očekivanog. Mortalitet ranjenika sa vrijednostima GCS skora od 6 do 8 (33,3%) bio je statistički očekivan. Mali broj preživjelih ranjenika u kojih je vrijednost GCS skora bila od 3 do 5, i mali broj umrlih ranjenika s GCS skorom od 9 do 15, onemogućio je statističku potvrdu značaja tih razlika.

Predočeni rezultati raščlambi postojano potvrđuju prognostičko značenje vrijednosti glasgowske prosudbene ljestvice i značajno veću smrtnost među ranjenicima s nižim vrijednostima GCS skora, dočim se među ranjenicima s višim vrijednostima skora treba očekivati značajno bolji ishod. Kako bi se točnije i potpunije odredilo prognostičko značenje različitih vrijednosti GCS skora u istraživanoj skupini, obavljen je i izračun elemenata ROC krivulje ovisnosti smrtnosti ranjenika o vrijednosti GCS skora.

**Tablica 4.8.** Izračun elemenata ROC krivulje ovisnosti smrtnosti ranjenika (GOS 1) o vrijednosti GCS skora

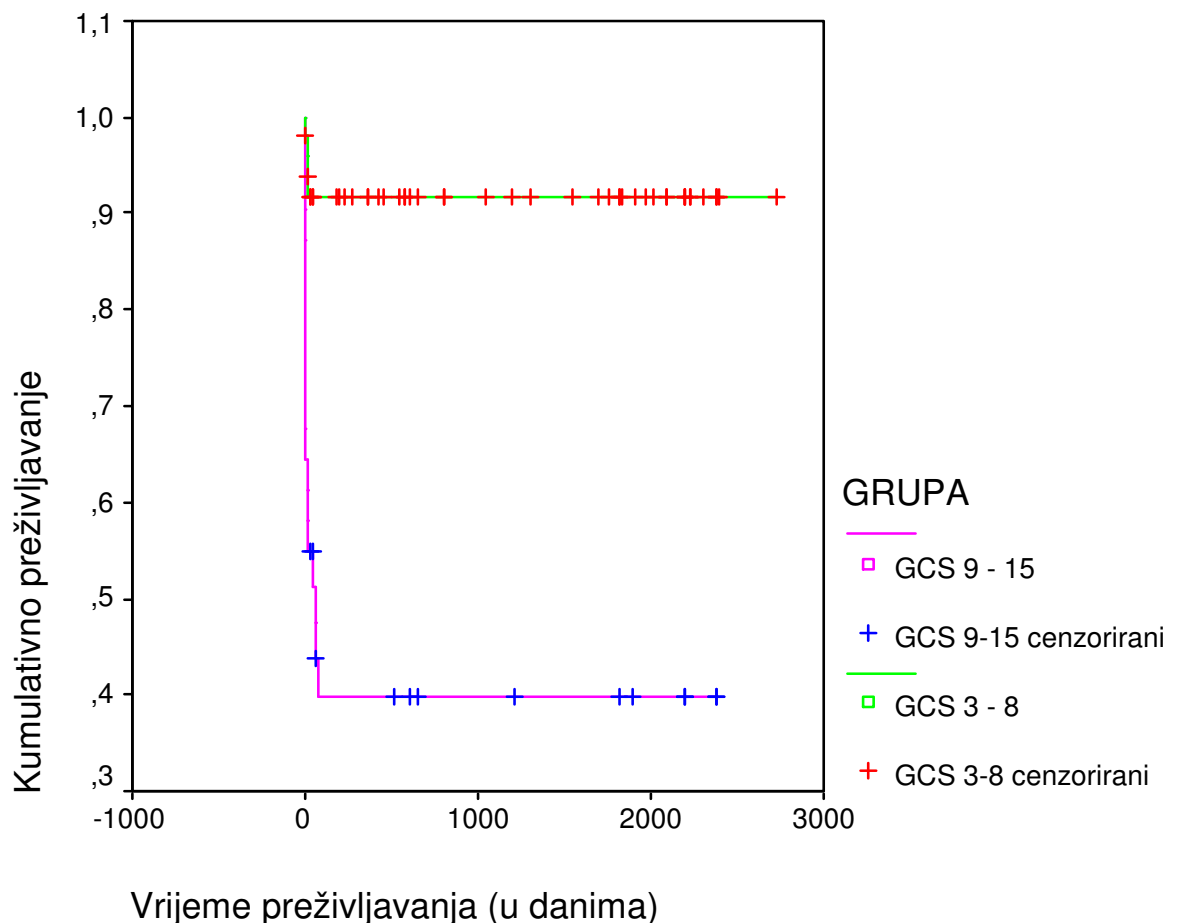
GCS skor	GOS 1	GOS 2 - 5	Osjetljivost	Specifičnost	Točnost	PPV	NPV
Do 3	6	1	0,2857	0,9827	0,7974	0,857	0,791
Veći od 3	15	57					
Do 4	12	1	0,5714	0,9827	0,8734	0,923	0,863
Veći od 4	9	57					
Do 5	13	3	0,6190	0,9482	0,8607	0,812	0,873
Veći od 5	8	55					
Do 6	13	3	0,6190	0,9482	0,8607	0,812	0,873
Veći od 6	8	55					
Do 7	16	5	0,7619	0,9137	0,8734	0,761	0,913
Veći od 7	5	53					
Do 8	18	13	0,8571	0,7758	0,7974	0,580	0,937
Veći od 8	3	45					
Do 9	19	18	0,9047	0,6896	0,7468	0,513	0,952
Veći od 9	2	40					
Do 10	20	22	0,9523	0,62068	0,7088	0,476	0,972
Veći od 10	1	36					
Do 11	20	24	0,9523	0,5862	0,6835	0,454	0,971
Veći od 11	1	34					
Do 12	20	26	0,9523	0,5517	0,6582	0,434	0,969
Veći od 12	1	32					
Do 13	20	29	0,9523	0,5	0,6202	0,408	0,966
Veći od 13	1	29					
Do 14	20	39	0,9523	0,3275	0,4936	0,338	0,95
Veći od 14	1	19					
Do 15	21	58	1	0	0,2658	0,265	0
Veći od 15	0	0					

Izračunata ROC krivulja ovisnosti smrtnog ishoda i vrijednosti GCS skora u istraživanih ranjenika potvrdila je da je najveća točnost u razlučivanju ranjenika sa smrtnim ishodom, temeljem vrijednosti GCS skora, postignuta ako se vrijednost GCS skora  $\leq 7$  uzme kao pokazatelj kojim se predviđa smrtni ishod. Provedeni izračuni pokazali su kako je među istraživanim ranjenicima s vrijednostima GCS skora  $\leq 7$  bilo moguće sa 76% sigurnosti predvidjeti smrtni ishod, a u ranjenika u kojih je vrijednost GCS skora bila  $>7$  sa 91% sigurnosti moglo se očekivati preživljavanje.

Elementima izračuna ROC krivulje utvrđeno je kako među ranjenicima istraživane skupine, u kojih je na početku liječenja vrijednost GCS skora bila od 3 do 6, postojala vjerojatnost umiranja veća od 80% (PPV  $>80\%$ ). Međutim, za sve ranjenike s GCS skorom od 3 do 6 izračunata je vjerojatnost preživljavanja od 19%, a među ranjenicima u kojih je vrijednosti GCS skora bila 3 ili 4 utvrđena je vjerojatnost preživljavanja od oko 8%.

Rezultati svih predočenih raščlambi potvrdili su kako je u istraživanih ranjenika sa vrijednostima GCS skora manjim od osam smrtnost bila značajno veća, spram smrtnosti ranjenika s većim vrijednostima GCS skora, ali se nije moglo dostatno točno razlučivati ranjenike koji će umrijeti od ranjenika koji će preživjeti, niti među ranjenicima s najnižim vrijednostima GCS skora (GCS 3–5), primjenjujući vrijednost GCS skora kao isključivi prognostički pokazatelj.

Kako bi prikazali preživljavanje ranjenika s teškim strijelnim KCO (GCS 3-8), kao i razlike u njihovu preživljavanju naspram ostalih ranjenika, provedena je raščlamba čiji su rezultati prikazani u slijedećem grafikonu.



**Grafikon 1.** Krivulje preživljavanja za skupinu ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 i za skupinu ranjenika s vrijednostima GCS skora od 9 do 15.

Krivulje preživljavanja za dvije skupine ispitanika u grafikonu očigledno prikazuju da je jedna skupina imala veću kumulativnu proporciju preživljavanja od druge. Krivulje pokazuju nagli pad kumulativne proporcije preživljavanja u kratkom periodu nakon ranjavanja. Krivulja za skupinu ranjenika s vrijednostima GCS skora



od 9 do 15 pokazuje da se taj pad zaustavlja na 90%, a zatim kroz dugo vremensko razdoblje ostaje na toj vrijednosti, te iz te krivulje iščitavamo da je, i nakon više od 2500 dana od ranjavanja, 90% ovih ispitanika živo.

Krivulja za skupinu ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 pokazuje pad kumulativne proporcije preživljenja do 40% kroz kratko vrijeme nakon ranjavanja, a zatim se krivulja stabilizira i kroz dugo vremensko razdoblje postojano ostaje na vrijednostima koje pokazuju da je, i nakon više od 2500 dana nakon ranjavanja, 40% ovih pacijenata živo. Razlike u preživljavanju ove dvije skupine ranjenika su statistički značajne (log-rank test,  $p < 0,001$ ). Iznimno je važna činjenica, prikazana ovim grafikonom, kako je kumulativna proporcija preživljavanja istraživanih ranjenika s teškim strijelnim KCO (GCS 3-8) bila 40%.

**Suodnošaj neurološkog statusa zjenica i preživljavanja procijenjen  $\chi^2$ -testom i izračunom ROC krivulje.** Veličina i reaktivnost zjenica na podražaj svjetlom su značajni klinički pokazatelji funkcije mozgovnog debla, koji mogu ukazivati na težinu projektilnih oštećenja u endokraniju. Stoga je istražena prognostička vrijednost neurološkog statusa zjenica u ranjenika istraživane skupine. U Tablici 4.9. je prikazan suodnošaj neurološkog statusa zjenica, klinički utvrđenog za prijema na liječenje, i rezultata liječenja.

**Tablica 4.9.** Rezultat liječenja u odnosu na neurološki status zjenica u trenutku prijema u bolnicu

NEUROLOŠKI STATUS ZJENICA	G O S					UKUPNO
	1	2	3	4	5	
Nepoznato	7	1	2	2	1	13
Normalan	10	2	9	24	20	65
Jednostrano proširena i ukočena zjenica	7	1	3	1	3	15
Obostrano proširene i ukočene zjenice	10	0	0	0	0	10
Obostrano uske i ukočene zjenice	5	0	2	0	0	7
Obostrano uske i reaktivne zjenice	4	0	2	0	0	6
UKUPNO	43	4	18	27	24	116

Najveći broj istraživanih ranjenika (56,9%) imao je pri dolasku u bolnicu zjenice normalnog neurološkog statusa, taj podatak nije bio pouzdano dokumentiran u devet slučajeva (6,9%), dok se u četiri ranjenika (3,4%) nije mogao točno odrediti zbog konkvasacije bulbusa projektilima. Među ranjenicima s točno utvrđenim poremećajem inervacije zjenica (38/116 ili 32,8%) najbrojniji su bili oni s obostrano

proširenim i ukočenim zjenicama (10/38 ili 26,3%) i jednostrano proširenom i ukočenom zjenicom (Hutchinson-ova zjenica) (7/38 ili 18,4%). Rjeđe su bile obostrano uske i ukočene zjenice (7/38 ili 18,4%), i obostrano uske i reaktivne zjenice (6/38 ili 15,8%).

Umrlo je 15,4%, od 65 ranjenika s normalno reaktivnim zjenicama, dočim je u njih 67% ishod bio dobar. Nasuprot tome, liječenje promatranih ranjenika s izmijenjenim neurološkim statusom zjenica nije bilo uspješno. Niti jedan od 10 ranjenika s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama nije preživio, a u ranjenika s obostrano suženim zjenicama nije postignut dobar rezultat liječenja (GOS 4 i 5). U ranjenika s Hutchinson-ovom zjenicom postizan je najčešće krajnje loš ishod (GOS 1 i 2 u 53% slučajeva), iako je bilo moguće postići i dobar oporavak (u 27% ranjenika), te je među 24 ranjenika čije je liječenje ocijenjeno s GOS 5 bilo i 12,5% onih s Hutchinsonovom zjenicom.

Podaci iz Tablice 4.9. su statistički raščlanjeni radi utvrđivanja prognostičkog značenja reaktivnosti zjenica među istraživanim ranjenicima i kako bi se točnije odredila važnost tog pokazatelja za utvrđivanje potrebe za operacijom. Rezultati su prikazani u slijedećoj tablici.

**Tablica 4.9.A.** Mortalitet ranjenika u odnosu na neurološki status zjenica u trenutku prijema u bolnicu

NEUROLOŠKI STATUS ZJENICA	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	10	22,7	55	42,3		
Normalan	10	22,7	55	42,3	65	< 0,001
Patološki izmijenjen	26	13,3	12	24,7	38	
UKUPNO	36		67		103	
Normalan	10	22,7	55	42,3	65	< 0,001
Jednostrano proširena i ukočena zjenica	7	3,2	8	11,8	15	
UKUPNO	17		63		80	

Smrtnost ranjenika s normalnim neurološkim statusom zjenica (15,4%) bila je dvostruko manja od očekivane. Među ranjenicima s patološki izmijenjenim neurološkim statusom zjenica zapažena smrtnost je bila iznimno značajno veća od očekivane, u odnosu na ranjenike s normalnim neurološkim statusom ( $p < 0,001$ ). Smrtnost ranjenika s kliničkim nalazom Hutchinson-ove zjenice bila je iznimno

značajno veća od očekivane, spram smrtnosti ranjenika s normalnom inervacijom zjenice ( $p < 0,001$ ).

Opažena smrtnost ranjenika s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama (100%) bila je trostruko veća od očekivane, dok je smrtnost ranjenika s obostrano uskim zjenicama (69,2%) bila dvostruko veća od očekivane, u odnosu na ranjenike s normalnim neurološkim statusom zjenica, ali statistička analiza ove razlike u smrtnosti nije bila formalno valjana jer niti jedan ranjenik s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama nije preživo.

Smrtnost ranjenika s obostrano uskim i ukočenim zjenicama bila je veća od očekivane, u odnosu na ranjenike s normalnim neurološkim statusom zjenica, ali statistička raščlamba ove razlike u smrtnosti nije pokazala valjanu značajnost zbog malog broja preživjelih ranjenika s obostrano uskim i ukočenim zjenicama, iako je broj opaženih smrtnih ishoda u tih ranjenika trostruko nadmašio broj očekivanih smrtnih ishoda. Među ranjenicima s kliničkim nalazom obostrano uskih i reaktivnih zjenica zabilježena je smrtnost bila tri puta veća od očekivane, u odnosu na ranjenike s normalnom reaktivnošću zjenica. Valjana statistička analiza ove razlike u smrtnosti nije se mogla obaviti zbog malog broja preživjelih ranjenika s obostrano uskim i reaktivnim zjenicama, tj. zato što razdioba očekivanih frekvencija nije bila primjerena  $\chi^2$ -testu. Međutim, valja istaći kako je smrtnost tih ranjenika bila.

Izračunom elemenata ROC krivulje pokušali su se točnije odrediti vrijednost neurološkog statusa zjenica istraživanih ranjenika u prognostici i značenje ovog pokazatelja za postavljanje indikacije za operacijsko liječenje.

**Tablica 4.10.** Izračun elemenata ROC krivulje ovisnosti smrtnosti ranjenika (GOS 1) o reaktivnosti zjenica

NEUROLOŠKI STATUS ZJENICA	GOS 1	GOS 2 - 5	Osjetljivost	Specifičnost	Točnost	PPV	NPV
Normalan	10	55	0,2777	0,1791	0,2136	0,1538	0,3158
Patološki izmijenjen	26	12					
Hutchinson-ova zjenica	7	8	0,1944	0,8806	0,6408	0,4666	0,6705
Ostali utvrđeni nalazi	29	59					
Obostrano proširene i ukočene zjenice	10	0	0,2777	1	0,7476	1	0,7204
Ostali utvrđeni nalazi	26	67					

Izračun elemenata ROC krivulje ovisnosti smrtnosti ranjenika o utvrđenom neurološkom statusu njihovih zjenica je pokazao da klinički nalaz jednostrano proširene i ukočene zjenice nije imao prognostičku vrijednost u predviđanju smrtnog ishoda promatranih ranjenika (PPV 0,4666). ROC krivulja je potvrdila iznimnu prognostičku važnost obostrano proširenih i ukočenih zjenica, jer je u istraživanih ranjenika upućivao na smrtni ishod sa 100%-tnom vjerojatnošću (PPV 1). Stoga se može zaključiti da je, temeljem klinički utvrđenog nalaza obostrano proširenih i ukočenih zjenica bilo moguće točno prognozirati smrtni ishod među istraživanim ranjenicima, primjenjujući neurološki status zjenica kao isključivi prognostički pokazatelj.

**Suodnošaj pneumokranija i preživljavanja.** Obzirom na utvrđeno kliničko značenje prikaza zraka na CT snimkama, raščlanjeni su podaci o prisutnosti i sijelu zraka u endokraniju, te o opsežnosti pneumokranija u odnosu na smrtnost istraživanih ranjenika.

**Tablica 4.11.** Mortalitet ranjenika u odnosu na prisutnost i opsežnost pneumokranija prikazanog CT pretragom mozga

PRISUTNOST I OPSEŽNOST PNEUMOKRANIJA	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž.	oček.	opaž.	oček.		
Bez pneumokranija	12	18,8	35	28,2	47	0,006
Pneumokranij	28	21,2	25	31,8	53	
UKUPNO	40		60		100	
Bez pneumokranija	12	13,9	35	33,1	47	0,343
Jednostrani pneumokranij	12	10,1	22	23,9	34	
UKUPNO	24		57		81	
Bez pneumokranija	12	19,9	35	27,1	47	<0,001
Obostrani pneumokranij	16	8,1	3	10,9	19	
UKUPNO	28		38		66	
Jednostrani pneumokranij	12	18,0	22	16,0	34	0,001
Obostrani pneumokranij	16	10,0	3	9,0	19	
UKUPNO	28		25		53	

Prisutnost zraka u lubanjskoj šupljini utvrđena je CT pretragom u 53% promatranih ranjenika. Smrtnost istraživanih ranjenika bez pneumokranija je bila statistički značajno manja od očekivane, spram smrtnosti ranjenika s pneumokranijem ( $p=0,006$ ). Nije zabilježena razlika u mortalitetu između ranjenika s

jednostranim pneumokranijem i ranjenika bez pneumokranija. Međutim, mortalitet ranjenika s obostranim pneumokranijem bio je statistički iznimno značajno veći od očekivanog, u odnosu na mortalitet ranjenika bez pneumokranija ( $p < 0,001$ ), kao i u odnosu na ranjenike s jednostranim pneumokranijem ( $p = 0,001$ ). Rezultati statističke raščlambe zabilježenih podataka ukazali su na značajnu prognostičku vrijednost obostranog prikaza zraka u endokraniju među promatranim ranjenicima.

Nadalje se pokušalo utvrditi da li pojedina sijela pneumokranija imaju prognostičku vrijednost među promatranim ranjenicima sa strijelnim kraniocerebralnim ranama.

**Tablica 4.12.** Mortalitet ranjenika u odnosu na prisutnost i sijelo pneumokranija prikazanog CT pretragom mozga

PRISUTNOST I SIJELO PNEUMOKRANIJA	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž. oček.	opaž. oček.	opaž. oček.	opaž. oček.		
Bez pneumokranija	12	18,8	35	28,2	47	0,001
Ekstracerebralni pneumokranij	5	6,8	12	10,2	17	
Intraparenhimski pneumokranij	23	14,4	13	21,6	36	
UKUPNO	40		60		100	
Bez pneumokranija	12	12,5	35	34,5	47	0,756
Ekstracerebralni pneumokranij	5	4,5	12	12,5	17	
UKUPNO	17		47		64	
Bez pneumokranija	12	19,8	35	27,2	47	< 0,001
Intraparenhimski pneumokranij	23	15,2	13	20,8	36	
UKUPNO	35		48		83	
Ekstracerebralni pneumokranij	5	9,0	12	8,0	17	0,019
Intraparenhimski pneumokranij	23	19,0	13	17,0	36	
UKUPNO	28		25		53	

Najčešće je sijelo zraka u endokraniju bilo unutar mozgovnog parenhima (uključujući i sijelo zraka u mozgovnim klijetkama), a zapaženo je u 36 ranjenika (67,9%). U ranjenika bez CT prikaza pneumokranija mortalitet je bio manji od očekivanog, a u ranjenika s ekstracerebralnim sijelom pneumokranija mortalitet je odgovarao očekivanom, dočim je u ranjenika s intraparenhimskim pneumokranijem mortalitet bio veći od očekivanog. Sve navedene razlike u mortalitetu bile su značajne ( $p = 0,001$ ).

Ekstracerebralni pneumokranij uočen je u 32,1% ranjenika s pneumokranijem. Između tih ranjenika i ranjenika bez pneumokranija nije bilo razlike u mortalitetu.

Nasuprot tome, mortalitet ranjenika s intraparenhimskim pneumokranijem je bio statistički iznimno značajno veći od očekivanog u odnosu na mortalitet ranjenika bez pneumokranija ( $p < 0,001$ ). Također je utvrđeno, analizirajući smrtnost ranjenika u kojih je prikazan pneumokranij različitih sijela, kako je u ranjenika s intraparenhimskim sijelom pneumokranija (intracerebralno, intraventrikulsko, intracerebralno s udruženim ekstracerebralnim sijelom) zabilježeni mortalitet bio značajno veći, nego među ranjenicima s ekstracerebralnim sijelom pneumokranija ( $p = 0,019$ ).

Pneumokranij bazalnih subarahnoidalnih cisterni utvrđen je u devet ranjenika, od kojih je šestoro umrlo. Mortalitet ranjenika s pneumokranijem bazalnih cisterni je bio veći od očekivanog, spram ranjenika bez pneumokranija. Uspoređujući smrtnost ranjenika s pneumokranijem bazalnih cisterni i smrtnost svih ostalih promatranih ranjenika (ranjenika bez pneumokranija i ranjenika s pneumokranijem drugih sijela), također je zapažena veća smrtnost ranjenika sa zrakom u bazalnim cisternama. Uspoređujući mortalitet ranjenika s pneumokranijem bazalnih cisterni (66,7%) i mortalitet ranjenika s ostalim lokalizacijama pneumokranija (50%), zapažena je nešto veća smrtnost među ranjenicima sa zrakom u bazalnim cisternama. Međutim, mali broj preživjelih ranjenika s pneumokranijem bazalnih cisterni, onemogućio je statističko testiranje značajnosti navedenih razlika u ishodu.

Izloženi podaci ukazuju kako je među promatranim ranjenicima bila veća smrtnost ranjenika s pneumokranijem bazalnih cisterni napram ostalih ranjenika, ali su formalno-statističke zakonitosti onemogućile kvantitativnu prosudbu značajnosti navedenih razlika u smrtnosti. Iz podataka navedenih u tablici 4.11. razvidno je kako je, u ranjenika istraživane skupine, utvrđena prognostička vrijednost obostranog CT prikaza zraka u lubanjskoj šupljini nakon strijelne KCO. Podaci iz tablice 4.12. potvrđuju i značajnu prognostičku vrijednost intraparenhimskog sijela pneumokranija, u usporedbi s ekstracerebralnim sijelom zraka. Međutim, među promatranim ranjenicima je preživjelo 16% ranjenika s obostranim i 36% ranjenika s intraparenhimskim pneumokranijem. Ovi podaci potvrđuju već uočenu činjenicu, kako se temeljem samo jednog pokazatelja, osim obostrano proširenih i ukočenih zjenica, nije moglo točno predviđati preživljavanje istraživanih ranjenika.

**Suodnošaj radiografski utvrđenog pomaka središnjih mozgovnih tvorbi i preživljavanja.** U ozljeđenika s KCO posebno je važno utvrđivanje pomaka središnjih tvorbi mozga. Veličinom pomaka, prikazanog CT snimkama, procjenjuju se kompresivni učinak intrakranijskih hematoma i stupanj povišenja intrakranijskog tlaka, te se određuje prognoza i postavlja indikacija za možebitnu operaciju. Stoga je u istraživanih ranjenika sa strijelnim KCO istražen odnos između ishoda liječenja i prisutnosti, te veličine pomaka središnjih tvorbi mozga, radi određivanja prognostičkog značenja pomaka.

**Tablica 4.13.** Mortalitet promatranih ranjenika u odnosu na prisutnost i stupanj pomaka središnjih mozgovnih tvorbi prikazan CT pretragom

CT PRIKAZ POMAKA SREDIŠNJIH MOZGOVNIH TVORBI	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž. oček.	opaž. oček.	opaž. oček.	opaž. oček.		
Bez pomaka	22	30,2	60	51,8	82	<0,001
S pomakom	20	11,8	12	20,2	32	
UKUPNO	42		72		114	
Pomak ≤ 5 mm	11	11,3	7	6,8	18	0,854
Pomak > 5 mm	9	8,8	5	5,3	14	
UKUPNO	20		12		32	

Pomak središnjih mozgovnih tvorbi utvrđen je CT pretragom u 32 ranjenika istraživane skupine (28%), a statistička raščlamba je pokazala da je u tih ranjenika mortalitet iznimno značajno veći od očekivanog, u odnosu na mortalitet ranjenika u kojih radiografski nije utvrđen pomak ( $p < 0,001$ ). Međutim, nije bilo značajne razlike u mortalitetu između ranjenika s različitom veličinom pomaka mozgovnih tvorbi. Dapače, s velikom sigurnošću, od oko 85%, može se reći kako nije bilo značajne razlike u mortalitetu između ranjenika s različitom veličinom pomaka.

Može se reći da među promatranim ranjenicima pomak mozgovnih tvorbi do 5 mm nije imao povoljnije prognostičko značenje od pomaka središnjih mozgovnih tvorbi većeg od 5 mm. Prema rezultatima regresijske analize (Tablica 4.5. i 4.6.) pokazatelj opsežnosti oštećenja mozga, procijenjen prolazom, tj. penetracijom, projektila kroz orijentacijske ravnine endokranija, komplementaran je drugom radiografskom pokazatelju "pomak središnjih mozgovnih tvorbi ≤ 5 mm". Ova činjenica upućuje na udruženu pojavnost opsežnih mozgovnih oštećenja i pomaka mozgovnih tvorbi do pet milimetara, uslijed popratnog edema i krvarenja u dugačkom strijelnom kanalu opsežne mozgovne rane, čime se može objasniti lošiji ishod i

nepovoljno prognostičko značenje u slučajevima “pomaka središnjih mozgovnih tvorbi  $\leq 5$  mm”. Može se pretpostaviti i da je uklanjanje intrakranijskih hematoma različite veličine, nakon perioda evakuacije, omogućilo preživljavanje istraživanih ranjenika, bez obzira na veličinu hematoma.

Treba istaći uspjeh u liječenju znatnog broja istraživanih ranjenika s pomakom središnjih mozgovnih tvorbi. Preživjelo je 37,5% ranjenika s pomakom središnjih mozgovnih tvorbi (36% ranjenika s pomakom većim od 5 mm, 39% ranjenika s pomakom do 5 mm i 40% ranjenika s pomakom većim od 10 mm). Iz navedenih je činjenica razvidno kako prognoza preživljavanja promatranih ranjenika, isključivo temeljem postojanja i stupnja pomaka središnjih mozgovnih tvorbi, nije bila dostatno točna.

**Suodnošaj prolaza projektila kroz orijentacijske anatomske ravnine endokranija i preživljavanja.** Prema rezultatima regresijske analize, prikazanim u Tablici 4.5 i 4.6., pokazatelj opsega mozgovnog oštećenja, procijenjen prolazom projektila kroz orijentacijske ravnine endokranija, komplementaran je drugom radiografskom pokazatelju “pomak središnjih mozgovnih tvorbi  $\leq 5$  mm”, čime se objašnjavalo nepovoljno prognostičko značenje “pomaka središnjih mozgovnih tvorbi  $\leq 5$  mm”. Tablicom 4.14 opširnije je prikazan odnos između opsežnosti oštećenja projektilnom penetracijom i smrtnosti promatranih ranjenika.



**Tablica 4.14.** Mortalitet ranjenika u odnosu na prolaz projektila kroz orijentacijske anatomske ravnine endokranija, procijenjen CT pretragom

PROLAZ PROJEKTILA KROZ ORIJENTACIJSKE RAVNINE ENDOKRANIJA	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž. oček.		opaž. oček.			
Transsagitalni prolaz	14	7,8	7	13,2	21	< 0,001
Transkronarni prolaz	6	4,8	7	8,2	13	
Transsagitalni i transkronarni prolaz	14	6,3	3	10,7	17	
Bez prolaza kroz orijentacijske ravnine	9	24,1	56	40,9	65	
UKUPNO	43		73		116	

Ako projektil nije penetrirao niti kroz sagitalnu niti kroz koronarnu ravninu endokranija, mortalitet ranjenika (13,8%) je bio statistički iznimno značajno manji od očekivanog, u odnosu na ranjenike u kojih je projektil penetrirao kroz sagitalnu, kroz koronarnu, ili kroz sagitalnu i koronarnu ravninu ( $p < 0,001$ ). Međutim, preživio je relativno veliki broj ranjenika s opsežnim oštećenjima mozga nakon penetracije projektila kroz orijentacijske anatomske ravnine endokranija. Preživjelo je 53,8% ranjenika u kojih je projektil prošao kroz koronarnu ravninu endokranija, i 33,3% onih u kojih je projektil penetrirao kroz sagitalnu ravninu, ali samo 7,6% ranjenika u kojih je projektil penetrirao i kroz sagitalnu i kroz koronarnu ravninu.

Vrijedno je komentirati i značenje pokazatelja za koje regresijska analiza promatranih pokazatelja u istraživanih ranjenika nije pokazala vrijednost u prognostici smrtnog ishoda.

**Suodnošaj različitih pokazatelja opsežnosti mozgovnog oštećenja i preživljavanja.** Strijelne rane tvorbi stražnje lubanjske jame uzrokuju visoki mortalitet. U istraživanoj skupini bilo je 10 (8,6%) ranjenika s infratentorijskom ranom, a u svih 10-tero ranjenika postojala je i supratentorijska KCO. U tih ranjenika mortalitet je bio visok (6/10). Međutim, iako je među ranjenicima sa strijelnom ranom tvorbi stražnje lubanjske jame zabilježen mortalitet veći od očekivanog u odnosu na mortalitet ranjenika bez infratentorijske rane, ta razlika nije mogla biti statistički testirana  $\chi^2$ -testom, u odnosu na mortalitet ranjenika sa oštećenjem isključivo supratentorijskih struktura. Prema regresijskom modelu proporcionalnog rizika, prisutnost infratentorijskog projektilnog oštećenja nije bila u značajnom suodnošaju s preživljavanjem ranjenika istraživane skupine, ali određivanje prognostičkog značenja strijelne infratentorijske rane, kao neovisnog pokazatelja među istraživanim

ranjenicima, nije bilo moguće obzirom da su svi ranjenici zadobili, osim infratentorijske rane, i strijelnu ranu supratentorijskih tvorbi.

Raščlambe su pokazale statistički značajnu razliku u smrtnosti između ranjenika s manjim i ranjenika s većim opsegom mozgovnog oštećenja, procijenjenog na osnovu različitih CT pokazatelja opsežnosti oštećenja.

**Tablica 4.15.** Mortalitet ranjenika u odnosu na opsežnost mozgovnog oštećenja procijenjenu CT pretragom mozga

CT PRIKAZ OPSEGA MOZGOVNOG OŠTEĆENJA	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž.	oček.	opaž.	oček.		
Unihemisferalno oštećenje	16	26,3	55	44,7	71	< 0,001
Bihemisferalno oštećenje	27	16,7	18	28,3	45	
UKUPNO	43		73		116	
Unilobarno oštećenje	4	11,1	26	18,9	30	0,001
Bi- i multilobarno oštećenje	39	31,9	47	54,1	86	
UKUPNO	43		73		116	
Uni- i bilobarno oštećenje	14	27,4	60	46,6	74	< 0,001
Multilobarno oštećenje	29	15,6	13	26,4	42	
UKUPNO	43		73		116	
Bez oštećenja mozgovnih klijetki	23	33,4	67	56,6	90	< 0,001
Transventrikulska mozgovna rana	20	9,6	6	16,4	26	
UKUPNO	43		73		116	
Bez krvarenja u klijetke	19	31,1	65	52,9	84	< 0,001
Krvarenje u klijetke	29	17,9	3	14,1	32	
UKUPNO	48		68		116	

Mortalitet nakon oštećenja jedne mozgovne polutke bio je statistički iznimno značajno manji spram mortaliteta nakon bihemisferalnog oštećenja, kao i mortalitet ranjenika s unilobarnim i bilobarnim oštećenjem, u odnosu na ranjenike s oštećenjem više mozgovnih lobusa ( $p < 0,001$ ). Smrtnost nakon unilobarnog mozgovnog oštećenja bila je značajno manja od mortaliteta ranjenika s oštećenjem dva ili više lobusa ( $p = 0,001$ ). Međutim, preživjelo je 40% ranjenika s bihemisferalnim i 31% ranjenika s multilobarnim oštećenjima.

Transventrikulska putanja projektila zapažena je u 22,4% istraživanih ranjenika. U tih ranjenika mortalitet je bio značajno veći od očekivanog spram ranjenika sa strijelnom KCO bez oštećenja mozgovnih klijetki ( $p < 0,001$ ), ali je preživjelo 23% ranjenika s projektilnom penetracijom kroz mozgovne klijetke. U

istraživanih je ranjenika krvarenje u mozgovne klijetke zabilježeno u 32 slučaja (27,6%), a preživjelo je 3/32 ili 9,4% tih ranjenika. Mortalitet je bio iznimno značajno veći od očekivanog, nakon krvarenja u klijetke odnosu na mortalitet ranjenika bez krvarenja u klijetke ( $p < 0,001$ ). Prema ovim podacima, intraventrikulsko krvarenje je bilo iznimno značajan prognostički pokazatelj u pogledu smrtnosti promatranih ranjenika.

Ishod nakon opsežnih oštećenja mozga je i dodatno raščlanjen.

**Tablica 4.16.** Usporedba rezultata liječenja ranjenika s bihemisferalnim oštećenjem bez transventrikulske rane i ranjenika s bihemisferalnom transventrikulskom ranom

BIHEMISFERALNO MOZGOVNO OŠTEĆENJE	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž.	oček.	opaž.	oček.		
Bez transventrikulske rane	7	12,4	13	7,6	20	0,001
S transventrikulskom ranom	21	15,6	4	9,4	25	
UKUPNO	28		17		45	

Smrtnost je bila značajno veća ( $p = 0,001$ ) nakon penetracije projektila kroz obje mozgovne polutke i kroz mozgovne klijetke, nego u ranjenika s bihemisferalnim oštećenjem ali bez transventrikulske rane. Treba istaći kako je preživjelo 16% ranjenika s penetracijom projektila kroz obje mozgovne polutke i mozgovne klijetke, dočim je preživjelo 53,8% ranjenika s ranom obje polutke u kojih projektil nije penetrirao kroz klijetke.

Uspoređujući smrtnost ranjenika bez krvarenja u mozgovne klijetke i ranjenika s različitim opsegom ventrikulskog krvarenja, ocijenjenog ljestvicom prema LeRoux-u, utvrđena je značajno veća smrtnost onih s izrazito opsežnim ventrikulskim krvarenjem (LeRoux 9 – 16) i manja smrtnost ranjenika bez ventrikulskog krvarenja. Zbog malog broja preživjelih ranjenika s krvarenjem u mozgovne klijetke nije se mogla, zbog formalno-statističkih razloga, testirati značajnost razlika u ishodu između ranjenika s različitim opsegom krvarenja. Međutim, nije bilo upadljive razlike između opažene i očekivane smrtnosti ranjenika s različitim opsegom krvarenja.

Subarahnoidalno krvarenje je CT snimanjem prikazano u dvije trećine istraživanih ranjenika (73 ranjenika ili 62,9%), a u 47 ranjenika (40,5%) nije bilo subarahnoidalnog krvarenja (Tablica 4.17.).

**Tablica 4.17.** Mortalitet ranjenika u odnosu na prisutnost i opsežnost subarahnoidalnog krvarenja prikazanog CT pretragom mozga i procijenjenog prema Fisher-u

PRISUTNOST I OPSEŽNOST SAH	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž. oček.		opaž. oček.			
Fisher 1	5	17,4	42	29,6	47	< 0,001
Fisher 2	4	4,1	7	6,9	11	
Fisher 3	7	5,6	8	9,4	15	
Fisher 4	27	15,9	16	27,1	43	
UKUPNO	43		73		116	
Fisher 1	5	17,4	42	29,6	47	< 0,001
Fisher 2 – 4	38	25,6	31	43,4	69	
UKUPNO	43		73		116	
Fisher 1 – 2	9	21,5	49	36,5	58	< 0,001
Fisher 3 – 4	34	21,5	24	36,5	58	
UKUPNO	43		73		116	
Fisher 1 – 3	16	27,1	57	45,9	73	< 0,001
Fisher 4	27	15,9	16	27,1	43	
UKUPNO	43		73		116	
Fisher 1	5	17,4	42	29,6	47	< 0,001
Fisher 2 – 3	11	9,6	15	16,4	26	
Fisher 4	27	15,9	16	27,1	43	
UKUPNO	43		73		116	

Među ranjenicima u kojih CT pretragom mozga nije prikazano subarahnoidalno krvarenje zabilježeni je mortalitet bio višestruko manji od očekivanog, dok je u ranjenika sa subarahnoidalnim krvarenjem, čija je opsežnost procijenjena prema Fischer-ovoj ljestvici 2, zabilježeni mortalitet odgovarao očekivanom mortalitetu. U ranjenika u kojih je opsežnost SAH-a procijenjena s Fischer 3 i 4 mortalitet je bio veći od očekivanog. Razlika između zabilježenog i očekivanog mortaliteta bila je osobito velika među ranjenicima u kojih je opsežnost SAH-a ocijenjena sa stupnjem Fischer 4. Sve navede razlike su statistički iznimno značajne ( $p < 0,0001$ ).

Podaci iz Tablice 4.17. ukazuju na veliku vrijednost prisutnosti i opsežnosti subarahnoidalnog krvarenja, prikazanih CT pretragom mozga, u prognostici preživljavanja ranjenika sa strijelnim KCO. Međutim, preživjelo je 26% ranjenika u kojih je opsežnost subarahnoidalnog krvarenja ocijenjena s Fisher 3, i 23% ranjenika u kojih je SAH bio četvrtog stupnja opsežnosti prema Fisheru.

U skupini ranjenika u kojih je opsežnost subarahnoidalnog krvarenja procijenjena s Fisher 2 i 3, u kojoj nema ranjenika s krvarenjem u mozgovne klijetke i s intracerebralnim hematomima, nije zabilježena smrtnost značajno veća, niti manja od statistički očekivane, spram ranjenika bez subarahnoidalnog krvarenja i ranjenika sa izrazito opsežnim subarahnoidalnim krvarenjem (Fisher 4). Ovaj podatak upućuje na činjenicu da je subarahnoidalno krvarenje u ranjenika sa strijelnim kraniocerebralnim ranama pokazatelj opsežnosti projektilnog oštećenja mozgovnog parenhima i razvoja intracerebralnog hematoma. Može bitna povezanost CT prikaza krvi isključivo u subarahnoidalnim prostorima (Fisher 2 i 3) i povećane smrtnosti tih ranjenika mogla bi se tumačiti mogućim razvojem cerebralnog vazospazma. Međutim, prikazani rezultati ne govore u prilog može bitnog razvoja cerebralnog vazospazma u istraživanih ranjenika, ali se mora istaći kako u istraživanoj skupini nisu provedeni dijagnostički postupci kojima bi se mogao utvrditi razvoj cerebralnog vazospazma.

**Suodnošaj prisutnosti sekundarnih projektila zaostalih u endokraniju i preživljavanja.** U istraživanih ranjenika su CT pretragom prikazivani koštani ulomci i metalne krhotine zaostali u endokraniju nakon provedenog liječenja. Obzirom na trajno zanimanje za kliničko značenje postoperativno zaostalih stranih tijela u endokraniju, prikazan je odnos između zaostalih stranih tijela i rezultata liječenja promatranih ranjenika sa strijelnim KCO.

Pojavnost zaostalih stranih tijela u endokraniju među istraživanim ranjenicima je bila izrazita, obzirom da se tijekom operacija nije nastojalo po svaku cijenu uklanjati koštane i metalne fragmente utisnute u mozak. Naprotiv, željela su se izbjeći dodatna oštećenja mozgovnog tkiva uslijed traženja i uklanjanja utisnutih fragmenata. Pojavnost zaostalih fragmenata u istraživanih ranjenika nije samo pokazatelj načina kirurške obrade kraniocerebralne rane, već je i pokazatelj opsega mozgovnog oštećenja uslijed djelovanja sekundarnih projektila (koštanih ulomaka i metalnih krhotina) nastalih interakcijom projektila i kosti, te fragmentacijom projektila.

**Tablica 4.18.** Mortalitet ranjenika u odnosu prisutnost i broj zaostalih metalnih krhotina prikazanih CT pretragom mozga nakon operacije

ZAOŠTALE METALNE KRHOTINE U ENDOKRANIJU	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž. oček.		opaž. oček.			
Bez metalnih krhotina	26	23,7	38	40,3	64	0,015
1 metalna krhotina	9	14,8	31	25,2	40	
2 i 3 metalne krhotine	8	4,4	4	7,6	12	
UKUPNO	43		73		116	
ZAOŠTALI KOŠTANI ULOMCI U ENDOKRANIJU	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž. oček.		opaž. oček.			
Bez koštanih ulomaka	6	8,9	18	15,1	24	0,014
1 - 3 koštana ulomka	9	13,7	28	23,3	37	
≥ 4 koštanih ulomaka	28	20,4	27	34,6	55	
UKUPNO	43		73		116	

Mortalitet ranjenika u kojih su u endokraniju zaostale 2 i 3 metalne krhotine (66,7%) bio je statistički značajno veći ( $p=0,015$ ) od mortaliteta ranjenika bez zaostalih metalnih krhotina (59,4%) i ranjenika s jednom krhotinom zaostalom u endokraniju (22,5%).

Mortalitet ranjenika sa zaostalom nakupinom koštanih ulomaka (4 i više ulomaka) bio je 50,1%, što je značajno veće od očekivanog, u odnosu na mortalitet ranjenika sa manjim brojem zaostalih ulomaka, i u odnosu na ranjenike bez zaostalih koštanih ulomaka. U ranjenika sa 1 do 3 zaostala koštana ulomka u endokraniju mortalitet je bio 25%, što je manje nego što bi se moglo očekivati, spram ostalih ranjenika. Među ranjenicima bez intrakranijski zaostalih koštanih ulomaka mortalitet je bio 24,3%, također manji od očekivanog. Navedene razlike u mortalitetu promatranih ranjenika su bile statistički značajne ( $p=0,014$ ).

U istraživanih ranjenika nije zabilježena višestruka penetracija projektila u endokraniju, koja bi objasnila prisutnost multiplih metalnih krhotina u endokraniju nakon provedenog neurokirurškog liječenja. Stoga se može reći kako podaci iz Tablice 4.18. ukazuju da su fragmentacija projektila i izrazitija fragmentacija kostiju kranija, s posljedičnim nastankom sekundarnih koštanih projektila, nanijeli opsežnija mozgovna oštećenja zbog povećanog prijenosa energije s projektila na mozgovno tkivo. Utvrđeno je  $\chi^2$ -testom da su fragmentacija projektila, na koju su ukazivale dvije ili tri zaostale metalne krhotine, kao i prisutnost veće nakupine zaostalih koštanih

ulomaka ( $\geq 4$  ulomka), bili u značajnom suodnošaju s povećanom smrtnošću ranjenika.

Zaključno se može reći da je prognoza preživljavanja istraživanih ranjenika sa strijelnim KCO, isključivo na osnovu navedenih radiografskih (CT) pokazatelja opsežnosti mozgovnog oštećenja, bila nedostatno točna.

**Suodnošaj spola i dobi i preživljavanja.** Spol i dob nisu imali prognostičkog značenja u istraživanoj skupini ranjenika. Nije uočen značajno različit mortalitet ranjenika različite dobi kada je promatran ishod liječenja ranjenika mlađih od 40 godina, nasuprot rezultatu liječenja starijih od 40 godina. Za istaći je da je broj ranjenika starijih od 40 godina bio dostatan za valjanu statističku analizu, dočim u različitim istraživanjima to često nije postignuto, što je onemogućavalo ili znatno otežavalo statističku analizu.

**Suodnošaj trajanja evakuacije i preživljavanja.** Vrijeme koje je proteklo od ranjavanja do početka liječenja istraživanih ranjenika nije bilo u značajnom suodnošaju s preživljavanjem. Raščlambe su pokazale da se može, s gotovo 100%-tnom sigurnošću, reći kako nije bilo značajne razlike u ishodu liječenja između ranjenika u kojih je neurokirurško liječenje započeto u prvih četiri sata nakon ranjavanja, ili kasnije.

**Suodnošaj stanja vitalnih funkcija (krvnog tlaka i disanja) i preživljavanja.** Posebna pozornost posvećena je pokazateljima arterijskog tlaka i disanja istraživanih ranjenika, zbog njihovog mogućeg iznimnog kliničkog značenja i utjecaja na ishod liječenja. Poremećaji disanja i krvnog tlaka nakon strijelnih KCO mogu biti posljedica izravnih oštećenja mozgovnog tkiva projektilom, ili udruženih ozljeda i iskrvarenja. Izraziti i dugotrajniji poremećaji disanja i krvnog tlaka uzrokuju sekundarna oštećenja mozga, što bitno povećava smrtnost i pobol, unatoč poduzetom liječenju. Stoga je promatrana pojavnost poremećaja disanja i hipotenzije, i utvrđivana učestalost provođenja prehospitalne reanimacije. Zatim su uspoređeni rezultati liječenja ranjenika u kojih su ti pokazatelji bili prisutni, s ishodom liječenja ranjenika u kojih ti pokazatelji nisu bili izraženi.

**Tablica 4.19.** Rezultat liječenja ranjenika u odnosu na klinički utvrđeno stanje vitalnih funkcija u trenutku prijema na liječenje

STANJE VITALNIH FUNKCIJA	G O S					UKUPNO
	1	2	3	4	5	
Normalno	15	2	9	19	17	62
Hipotenzija	0	2	2	3	3	10
Zatajenje disanja	14	0	5	3	2	24
Hipotenzija i zatajenje disanja	12	0	2	1	2	17
UKUPNO	41	4	18	26	24	113

Stanje vitalnih funkcija se nije moglo pouzdano odrediti nakon dolaska u bolnicu u samo troje istraživanih ranjenika (2,6%). Dvoje od tih ranjenika je umrlo (GOS 1), a u jednog je ishod ocijenjen s GOS 4. Ako su na početku liječenja bile normalne vitalne funkcije (62/116; 53,45%), najčešće je postignut dobar rezultat liječenja: ocijenjen s GOS 4 u njih 19 (19/62; 30,65%), a s GOS 5 u 17 (17/62; 27,42%) ranjenika. Međutim, umrlo je 24,2% od 62 ranjenika s normalnim vitalnim funkcijama, a u 14,5% ranjenika s normalnim vitalnim funkcijama uspjeh liječenja ocijenjen je s GOS 3 (Tablica 4.19).

Niti jedan od 10 ranjenika s hipotenzijom izraženom pri dolasku u bolnicu nije umro, a u 60% ranjenika s hipotenzijom se dobro oporavilo: u tri ranjenika liječenje je ocijenjeno s GOS 4, a u tri ranjenika s GOS 5. Nasuprot tome, umrlo je 50% (12/24) ranjenika sa znacima zatajenja disanja pri dolasku u bolnicu. Dobar rezultat liječenja (GOS 4-5) postignut je u samo sedmoro tih ranjenika (7/24; 29,2%). Među ranjenicima u kojih su se istodobno razvili i hipotenzija i zatajenje disanja, najveći je broj ranjenika preminuo (12/17 ili 70,6%), a dobar ishod (GOS 4-5) je postignut u samo tri ranjenika (17,6%).

Izloženi podaci deskriptivne statistike upućivali su na veliko kliničko i prognostičko značenje istodobne pojave zatajenja disanja i hipotenzije, kao i izoliranog razvoja zatajenja disanja, u ranjenika sa strijelnim KCO. Nasuprot tome, izolirani razvoj hipotenzije nije morao imati značajan utjecaj na konačni ishod liječenja u istraživanih ranjenika sa strijelnim KCO.



Nadalje su, u Tablici 4.20., raščlanjeni statistički podaci o suodnošaju stanja vitalnih funkcija i rezultata liječenja. Podaci se odnose na klinički utvrđene pokazatelje disanja i krvnog tlaka navedene u Tablici 4.19.

**Tablica 4.20.** Mortalitet ranjenika u odnosu na klinički utvrđeno stanje vitalnih funkcija u trenutku prijema na liječenje

STANJE VITALNIH FUNKCIJA	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž.	oček.	opaž.	oček.		
Normalno	14	20,1	47	40,9	61	0,002
Zatajenje disanja	14	7,9	10	16,1	24	
UKUPNO	28		57		85	
Normalno	14	20,3	47	40,7	61	< 0,001
Zatajenje disanja i hipotenzija	12	5,7	5	11,3	17	
UKUPNO	26		52		78	

Zabilježena smrtnost ranjenika, u kojih se razvilo zatajenje disanje bez istodobnog razvoja hipotenzije, je bila značajno veća od očekivane ( $p=0,002$ ), u odnosu na ranjenike s normalnim vitalnim funkcijama. U ranjenika u kojih su pri dolasku u bolnicu klinički utvrđeni i hipotenzija i zatajenje disanja zapažena je smrtnost bila izuzetno značajno veća nego u ranjenika s normalnim vitalnim funkcijama ( $p<0,001$ ).

Podaci izloženi u tablicama 4.19. i 4.20. potvrdili su vrlo povoljnu prognozu istraživanih ranjenika sa strijelnim KCO u kojih su na početku liječenja utvrđeni normalno disanje i normalne vrijednosti krvnog tlaka. Istodoban razvoj zatajenja disanja i hipotenzije je među promatranim ranjenicima imao iznimno prognostičko značenje i upućivao je na lošu prognozu spram mogućnosti preživljavanja. Prema rezultatima  $\chi^2$ -testa nepovoljna je bila i prognoza u ranjenika sa zatajenjem disanja koje nije bilo udruženo s hipotenzijom. Međutim, nastanak hipotenzije se nije pokazao prognostički značajnim u promatranim ranjenika, ako se nije razvilo zatajenje disanja.

Prema rezultatima regresijske analize, u istraživanoj skupini ranjenika hipotenzija i zatajenje disanja nisu bili u statističkom suodnošaju s preživljavanjem. Temeljem rezultata prikazanih raščlambi može se zaključiti da je među istraživanim ranjenicima istodobna pojava hipotenzije i zatajenja disanja bila pokazatelj vrlo loše

prognoze, a da je njihova pojavnost posljedica opsežnih i teških oštećenja mozga, tj. težine strijelne kraniocerebralne rane. Izolirani razvoj hipotenzije bio je posljedica udruženih ozljeda, a njena korekcija imala je pozitivan učinak na uspjeh liječenja istraživanih ranjenika.

**Suodnošaj prehospitalne reanimacije i preživljavanja.** Obzirom na kliničko značenje stanja vitalnih funkcija utvrđivan je ishod liječenja istraživanih ranjenika u odnosu na provođenje postupaka reanimacije tijekom zbrinjavanja ranjenika prije dolaska u bolnicu.

**Tablica 4.21.** Rezultat liječenja u odnosu na provođenje prehospitalne reanimacije (intubacija i intravenozna nadoknada tekućine) prije neurokirurškog liječenja

PREHOSPITALNA REANIMACIJA	GOS					UKUPNO
	1	2	3	4	5	
Nije provedena	22	4	10	21	21	78
Provedena	21	0	8	6	3	38
UKUPNO	43	4	18	27	24	116

U Tablici 4.21. je prikazano kako u 78 ranjenika istraživane skupine (67,2%) nije provedena reanimacija prije dolaska u bolnicu, dok je u 38 ranjenika (32,8%) obavljena endotrahealna intubacija i provedena intravenozna nadoknada tekućine.

Preminuo je najveći broj ranjenika (55,3%) u kojih je provedena prehospitalna reanimacija, a u malog broja reanimiranih ranjenika (23,7%) bio je dobar ishod (GOS 4–5). Niti jedan od tih ranjenika nije ostao u perzistentnom vegetativnom stanju, a u 8 ranjenika (21%) liječenje je ocijenjeno s GOS 3. Nasuprot tome, umrlo je 28,2%, a dobro se oporavilo 53,8% ranjenika u kojih nije provedena reanimacija. U tih je ranjenika uspjeh liječenja ocijenjen je s GOS 3 u 12,8% slučajeva, a u 4 ranjenika (5,1%) liječenje je ocijenjeno s GOS 2.

Navedeni podaci ukazuju da među promatranim ranjenicima prehospitalna reanimacija nije provedena u ranjenika s relativno ograničenim mozgovnim oštećenjem, lakšom kliničkom slikom i pretpostavljenom povoljnijom prognozom, a provedena je u slučaju težih strijelnih KCO.

**Tablica 4.21.A** Mortalitet ranjenika u odnosu na provođenje prehospitalne reanimacije (intubacija i intravenozna nadoknada tekućine) prije neurokirurškog liječenja

PREHOSPITALNA REANIMACIJA	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	absolutno	postotak	absolutno	postotak		
Nije provedena	22	28,9	56	49,1	78	0,005
Provedena	21	14,1	17	23,9	38	
UKUPNO	43		73		116	

Statističkom raščlambom iz Tablice 4.21.A potvrđeno je da je bila značajno veća ( $p=0,005$ ) smrtnost istraživanih ranjenika u kojih su prije hospitalizacije provedene navedene mjere reanimacije. Ovaj podatak potvrđuje iskustvena saznanja da su postupci reanimacije provedeni u ranjenika s težim kranio-cerebralnim ranama i s opsežnijim mozgovnim oštećenjem, a da nisu provedeni među ranjenicima s blažim oštećenjima mozga. Potvrđena značajnost razlika ukazuje na selektivno provođenje reanimacije u prehospitalnoj fazi zbrinjavanja promatranih ranjenika, ovisno o težini strijelne KCO i kliničkog stanja. Stoga je, u većine ranjenika u kojih nije provedena reanimacija prije započinjanja neurokirurškog liječenja, bilo za očekivati bolje rezultate, nego u ranjenika u kojih je obavljena reanimacija.

Obzirom da je reanimacija provedena samo kod nekih promatranih ranjenika s teškim ozljedama (ovisno o mogućnostima prehospitalnog liječenja ranjenika i udaljenosti mjesta ranjavanja od naše ustanove), nije bilo za očekivati da se ovim retrospektivnim istraživanjem procijeni mogući utjecaj prehospitalne reanimacije na ishod liječenja ranjenika sa strijelnim KCO.

**Suodnošaj razvoja intrakranijskih hematoma, volumena hematoma i preživljavanja.** Regresijska analiza je pokazala da razvoj određene vrste intrakranijskog kompresijskog hematoma (epi- i subduralni, intracerebralni), nisu bili u značajnom suodnošaju s ishodom liječenja istraživanih ranjenika.  $\chi^2$ -test nije potvrdio značajnu razliku u mortalitetu između ranjenika bez intrakranijskih hematoma i ranjenika s hematomima ( $p=0,101$ ), kao niti između ranjenika s različitim vrstama intrakranijskih hematoma (mali broj umrlih i preživjelih ranjenika s pojedinim vrstama intrakranijskih hematoma onemogućio je primjerenu statističku raščlambu).

Proučavano je i značenje veličine intrakranijskih kompresijskih hematoma u prognostici, a rezultati su prikazani u slijedećoj tablici.

**Tablica 4.22.** Mortalitet (GOS 1) ranjenika u odnosu na prisutnost i volumen intrakranijskog hematoma utvrđene CT pretragom mozga

VOLUMEN INTRAKRANIJSKOG HEMATOMA (> 15 ml)	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaž.	oček.	opaž.	oček.		
Bez intrakranijskog hematoma	20	23,8	47	43,2	67	0,025
Hematom od 16 do 30 ml	8	8,5	16	15,5	24	
Hematom > 30 ml	9	4,6	4	8,4	13	
UKUPNO	37		67		104	
Hematom od 16 do 30 ml	8	11,0	16	13,0	24	0,037
Hematom > 30 ml	9	6,0	4	7,0	13	
UKUPNO	17		20		37	

Mjerenjem volumena intrakranijskih kompresijskih hematoma na CT snimkama, te usporedbom smrtnosti između ranjenika bez kompresijskog hematoma u endokraniju i ranjenika s različitim volumenom intrakranijskih hematoma, utvrđena je značajno veća smrtnost ranjenika u kojih je volumen hematoma bio veći od 30 ml. Podaci iz Tablice 4.22. potvrđuju da je uspješna evakuacija hematoma osigurala preživljavanje većine istraživanih ranjenika s manjim kompresijskim intrakranijskim hematomima (16 do 30 ml). Moguće je da je u tih istraživanih ranjenika smrtnost manja, nego u ranjenika s velikim hematomima, i zbog manjeg oštećenja mozga ili zbog ograničenog kompresijskog učinka hematoma. Mogući uzroci veće smrtnosti ranjenika s velikim hematomima (volumen veći od 30 ml) su izraziti kompresijski učinak na mozak i razvoj velikog hematoma u dugačkim strijelnim kanalima, tj. opsežnija projektilna oštećenja parenhima mozga.

**Suodnošaj radiografskog prikaza kompresije mezencefaličke cisterne i preživljavanja.** Regresijskim modelom nije utvrđen značajan odnos između CT prikaza mezencefaličke cisterne i preživljavanja, ali je  $\chi^2$ -test pokazao kako je u promatranih ranjenika s normalnim CT prikazom cisterne smrtnost bila izrazito manja nego u ranjenika s kompresijom cisterne. Posebice je značajno velika smrtnost bila u ranjenika s potpunom obliteracijom cisterne, kao i u ranjenika u kojih je cisterna bila jednostrano obliterirana. Tijekom eliminacije nebitnih pokazatelja u Coxovom regresijskom modelu pokazatelji prikaza mezencefaličke cisterne nisu se pokazali

značajnim, što je vjerojatno posljedica činjenice da su promjene u CT prikazu cisterne izravan rezultat drugih značajki projektilnog endokranijskog oštćenja, koje su se pokazale kao značajne u predviđanju smrtnog ishoda. Unatoč tomu, može se reći kako izdvojena analiza CT prikaza mezencefaličke cisterne potvrđuje da se može raditi o dijagnostički vrijednom pokazatelju u ranjenika sa strijelnim KCO.

**Tablica 4.23.** Smrtnost ranjenika u odnosu na CT prikaz mezencefaličke cisterne

CT PRIKAZ MEZENCEFALIČKE CISTERNE	UMRLI		PREŽIVJELI		UKUPNO	p
	opaz. oček.	opaz. oček.	opaz. oček.	opaz. oček.		
Normalan prikaz cisterne	10	20,0	42	32,0	52	< 0,001
Prikaz komprimirane cisterne	25	15,0	14	24,0	39	
UKUPNO	35		56		91	
Potpuno obliterated cisterna	14	6,2	2	9,8	16	< 0,001
Neobliterated cisterna	21	28,8	54	46,2	75	
UKUPNO	35		56		91	
Normalan prikaz cisterne	10	20,0	42	32,0	52	< 0,001
Uni- i bilateralna kompresija cisterne	5	5,8	10	9,2	15	
Uni- i bilateralna obliteracija cisterne	20	9,2	4	14,8	24	
UKUPNO	35		56		91	

U istraživanoj skupini ranjenika je normalan CT prikaz mezencefaličke cisterne zabilježen u 52 ranjenika (57,1%), od 91 slučaja u kojima su CT snimke bile tehnički dostatno valjane za analizu (Tablica 4.23.). Među ranjenicima s normalnim prikazom cisterne mortalitet je bio iznimno značajno manji od očekivanog, u odnosu na ranjenike s prikazom različitog stupnja kompresije cisterne ( $p < 0,001$ ).

Među 39 ranjenika s patološkim prikazom mezencefaličke cisterne, u njih 15 (38,5%) cisterna je bila jednostrano ili obostrano komprimirana, ali još uvijek prikazana na CT snimcima, a u 16 ranjenika (41%) cisterna je bila potpuno obliterated. U osam ranjenika cisterna je bila jednostrano komprimirana i vidljiva, ali istodobno obliterated na drugoj strani.

Mortalitet ranjenika s potpuno obliterated mezencefaličkom cisternom bio je izuzetno značajno veći od očekivanog u odnosu na ranjenike s neobliterated cisternom ( $p < 0,001$ ). Mortalitet ranjenika s jednostranom ili obostranom obliterated cisterne bio je iznimno značajno veći od očekivanog napram ranjenika s normalnim

prikazom cisterne i ranjenika s jednostranom ili obostranom kompresijom cisterne ( $p < 0,001$ ).

Navedeni podaci potvrđuju da je među promatranim ranjenicima posebice velika smrtnost bila u onih s potpunom obliteracijom cisterne, ali i u ranjenika u kojih je cisterna bila samo jednostrano obliterirana. Važno je zapažanje da je preživjelo 66,7% ranjenika s jednostranom ili obostranom kompresijom cisterne i samo 16,7% ranjenika s potpunom ili jednostranom obliteracijom cisterne, ali i 12,5% ranjenika s potpuno obliteriranom cisternom.

Stoga je, poradi boljeg utvrđivanja prognostičkog značenja pojedinih prikaza mezencefaličke cisterne, obavljen je izračun elemenata ROC krivulje.

**Tablica 4.24.** Izračun elemenata ROC krivulje ovisnosti smrtnosti ranjenika (GOS 1) o stupnju kompresije mezencefaličke cisterne utvrđenom CT pretragom mozga

KOMPRESIJA MEZENCEFALIČKE CISTERNE	GOS 1	GOS 2 – 5	Osjetljivost	Specifičnost	Točnost	PPV	NPV
Bez kompresije	10	41	0,7142	0,7454	0,733	0,6410	0,8039
Ostali prikazi cisterne	25	14					
Jednostrana obliteracija cister	6	2	0,1714	0,9636	0,6555	0,75	0,6463
Ostali prikazi cisterne	29	53					
Potpuna obliteracija cisterne	14	2	0,4	0,9636	0,7444	0,875	0,7162
Ostali prikazi cisterne	21	53					

Predočeni izračun pokazuje da je među istraživanim ranjenicima, temeljem vizualizacije komprimirane mezencefaličke cisterne, bilo moguće sa 73% točnosti razlučivati smrtni ishod od preživljenja. Prikaz potpuno obliterirane cisterne u promatranim ranjenika, uslijed izrazitog povišenja intrakranijskog tlaka, omogućio je prihvatljivu točnost od 74% u razlučivanju smrtnih ishoda i preživjelih ranjenika, uz 87% sigurnosti. Jednostrana obliteracija cisterne omogućivala je razlučivanje ranjenika sa smrtnim ishodom sa 65% točnosti.

Podaci prikazani u tablicama 4.23. i 4.24. pokazuju da je najveće prognostičko značenje, glede smrtnosti promatranih ranjenika, imao CT prikaz potpune obliteracije mezencefaličke cisterne. Međutim, točnost u razlučivanju ranjenika u kojih će nastupiti smrtni ishod, od ranjenika koji će preživjeti, bila je znatno manja na osnovu

CT prikaza mezencefaličke cisterne, nego temeljem kliničkog nalaza obostrano proširenih i ukočenih zjenica.

Analize su pokazale da baza prikupljenih podataka sadrži brojne vrijedne informacije. Pojedini pokazatelji su se pokazali izrazito vrijednim nakon regresijske analize, te su zbog njihove iznimne prognostičke vrijednosti drugi pokazatelji odbačeni kao nebitni. Međutim, brojni pokazatelji, koji su odbačeni kao nebitni tijekom regresijske analize, izdvojeno promatrani mogu pružiti vrijedne prognostičke informacije. U tom smislu vrijedi posebno istaći bihemisferalno, multilobarno i transventrikulsko mozgovno oštećenje, krvarenje u klijetke čija je opsežnost procijenjena prema LeRoux skali od 9 do 16 i subarahnoidalno krvarenje ocijenjeno s 4 prema Fisherovoj ljestvici, te volumen intrakranijskih hematoma veći od 30 ml, CT prikaz obliterated mezencefaličke cisterne, kao i oštećenje mozga nakupinom metalnih i koštanih sekundarnih projektila.

**4.4. OBILJEŽJA PREŽIVJELIH RANJENIKA SA TEŠKIM STRIJELNIM KCO (GCS 3 - 8).** Istraživanje je potvrdilo empirijska opažanja kako ranjavanje preživljava znatan broj ranjenika s teškim strijelnim KCO. Budući da su ranije prikazani rezultati istraživanja ukazivali kako se temeljem pojedinog pokazatelja, osim u slučaju obostrano proširenih i ukočenih zjenica, ne može približno točno prognozirati rezultat liječenja niti u ranjenika s niskim vrijednostima GCS skora, u slijedećim je tablicama istodobno promatrano više kliničkih i radiografskih pokazatelja radi utvrđivanja značajnih obilježja preživjelih ranjenika s teškim strijelnim KCO (GCS 3-8). Prikazani su, i uspoređeni s rezultatom liječenja, odabrani pokazatelji u 13-tero preživjelih ranjenika, u kojih je pri prijemu na liječenje zabilježena vrijednost GCS skora od 3 do 8. Na taj način su pobliže proučene karakteristike istraživanih ranjenika s teškim strijelnim KCO koje bi mogle ukazati na povoljniju prognozu i mogućnost pozitivnog ishoda liječenja. U istraživanoj skupini od 116 ranjenika, bio je 31 ranjenik (27%) s vrijednostima GCS skora od 3 do 8, a preživjelo je 13/31 ranjenika (42%) s teškim strijelnim KCO.

**Tablica 4.25.** Pregledni prikaz odabranih pokazatelja o ranjavanju, kraniocerebralnoj rani i o periodu praćenja ranjenika, u 13-tero preživjelih ranjenika sa vrijednostima GCS skora od 3 do 8

Ranjenik	GCS	GOS	Period praćenja ranjenika (dani)	Okolnost ranjavanja	Vrsta projektila	Vrsta rane
1	3	3	65	Napad (pištolj)	Metak	Prostrijel
2	5	3	1825 (5 g.)	Streljačka paljba	Metak	Prostrijel
3	5	5	1900 (5 g. i 3 mj.)	Nesreća (pištolj)	Metak	Ustrijel
4	7	3	40	Granatiranje	Fragment	Ustrijel
5	7	5	2195 (6 g.)	Napad (pištolj)	Fragment	Ustrijel
6	8	4	2373 (6 g. i 7 mj.)	Streljačka paljba	Metak	Nastrijel
7	8	3	600 (20 mj.)	Nepoznato	Fragment	Ustrijel
8	8	4	2373 (6 g. i 7 mj.)	Granatiranje	Fragment	Ustrijel
9	8	3	26	Granatiranje	Fragment	Nastrijel
10	8	2	2200 (6 g. i 1 mj.)	Granatiranje	Fragment	Ustrijel
11	8	4	650 (22 mj.)	Suicid (pištolj)	Metak	Nastrijel
12	8	2	520 (17 mj.)	Granatiranje	Fragment	Nastrijel
13	8	2	1210 (40 mj.)	Aktiviranje mine	Fragment	Prostrijel

U istraživanoj skupini preživio je veliki udio (42%) ranjenika s teškim strijelnim KCO, a značajan stupanj oporavka neuroloških funkcija preživjelih ranjenika postignut je u 10 od 31 (32%) ranjenika sa teškim strijelnim KCO. U 5/31 ranjenika (16%) oporavak je bio izvrstan, a u drugih pet ranjenika (16%) su zaostali teški neurološki deficiti, dočim je 3/31 ranjenika (3%) s teškim strijelnim KCO preživjelo u perzistentnom vegetativnom stanju.

Iz tablice 4.25. vidljivo je da je među 13-tero preživjelih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 najčešće zabilježeno ranjavanje nakon granatiranja topničkim oružjima (5/13), tj. metalnim fragmentima (8/13). Uočljivo je da je preživjelo troje ranjenika s prostrijelima, ali u njih nije bilo dobrog oporavka (GOS 4–5). Različit uspjeh liječenja postizan je u ranjenika s kraniocerebralnim ustrijelima (GOS 2–5) i nastrijelima (GOS 2–4).

Najvažniji klinički pokazatelji o preživjelim ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 prikazani su u Tablici 4.26..



**Tablica 4.26.** Pregledni prikaz odabranih kliničkih pokazatelja u 13-tero preživjelih ranjenika sa vrijednostima GCS skora od 3 do 8

Ranjenik	GCS	GOS	Reaktivnost zjenica	Vitalne funkcije	Broj ozljeda
1	3	3	Uske i ukočene zjenice	Hipotenzija i zatajenje disanja	Izolirana KCO
2	5	3	Normalna	Normalne	Izolirana KCO
3	5	5	Jednostrano proširena i ukočena zjenica	Normalne	Izolirana KCO
4	7	3	Normalna	Hipotenzija	Udružene ozljede
5	7	5	Jednostrano proširena i ukočena zjenica	Normalne	Izolirana KCO
6	8	4	Normalna	Hipotenzija	Izolirana KCO
7	8	3	Jednostrano proširena i ukočena zjenica	Normalne	Izolirana KCO
8	8	4	Normalna	Zatajenje disanja	Izolirana KCO
9	8	3	Normalna	Normalne	Udružene ozljede
10	8	2	Normalna	Hipotenzija	Udružene ozljede
11	8	4	Normalna	Normalne	Izolirana KCO
12	8	2	Jednostrano proširena i ukočena zjenica	Normalne	Izolirana KCO
13	8	2	Normalna	Hipotenzija	Udružene ozljede

Među 13 preživjelih ranjenika s teškim strijelnim KCO nije bilo ranjenika s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama, ali su bila četiri ranjenika (31%) s jednostrano proširenom i ukočenom zjenicom, a u dvojice tih ranjenika postignut je odličan rezultat liječenja (GOS 5). U jednog preživjelog, u kojeg je nakon dolaska u bolnicu bio utvrđen GCS skor 3, obje zjenice su bile uske i ukočene, a liječenje je ocijenjeno s GOS 3. U osam ranjenika s normalnom reaktivnosti zjenica, ishod je bio vrlo različit (GOS 2–4), ali je u tri ranjenika oporavak bio dobar (GOS 4), dočim je u troje ranjenika ocijenjen s GOS 3.

Među tim ranjenicima je uočena mala učestalost poremećaja disanja (2/13). U ranjenika s izoliranim zatajenjem disanja rezultat liječenja je ocijenjen s GOS 4, a u ranjenika s istodobnim razvojem zatajenja disanja i hipotenzije oporavak je procijenjen s GOS 3. U ranjenika s normalnim vitalnim funkcijama zabilježeni su različiti stupnjevi oporavka (GOS 2–5), kao i u ranjenika s izoliranim razvojem hipotenzije (GOS 2–4).

U ovoj skupini preživjelih ranjenika s teškim strijelnim KCO češće su bile izolirane KCO (9/13) od kraniocerebralnih rana udruženih s drugim strijelnim ranama (4/13), a oporavak je bio bolji u ranjenika s izoliranim kraniocerebralnim ranama. U ranjenika s udruženim strijelnim ozljedama postignuti rezultat liječenja je ocijenjen vrijednostima GOS skora od 2 do 3. Međutim, u ranjenika s izoliranim strijelnim KCO

ishod je ocijenjen skorom GOS 3 u troje od devetoro ranjenika, dočim je GOS 4 ili 5 bila ocjena oporavka u pet od devet slučajeva.

**Tablica 4.27.** Pregledni prikaz odabranih radiografskih pokazatelja opsega mozgovnog oštećenja u 13-tero preživjelih ranjenika sa vrijednostima GCS skora od 3 do 8

Ranjenik	GCS	GOS	Bihemisferalno oštećenje (TSS)	Oštećenje lobusa	Trans-ventrikulsko oštećenje	CT prikaz mezencefaličke cisterne
1	3	3	+	Multilobarno	+	Jednostrana kompresija
2	5	3	+ (TK)	Multilobarno	-	Normalan
3	5	5	-	Unilobarno	-	Jednostrana kompresija
4	7	3	-	Multilobarno	-	Normalan
5	7	5	-	Bilobarno	-	Jednostrana kompresija
6	8	4	+ (TK)	Multilobarno	+	Normalan
7	8	3	+ (TK)	Multilobarno	-	Nepoznato
8	8	4	+ (TK)	Multilobarno	-	Normalan
9	8	3	+	Bilobarno	-	Nepoznato
10	8	2	+	Bilobarno	-	Normalan
11	8	4	+	Multilobarno	+	Nepoznato
12	8	2	+	Bilobarno	-	Normalan
13	8	2	-	Unilobarno	-	Nepoznato

(TSS, transsagitalna penetracija projektila; TK, transkoronarna penetracija projektila)

Podaci iz Tablice 4.27. pokazuju da su u preživjelih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 postojala opsežna projektilna oštećenja mozga, ali i da je bilo moguće i njihovo uspješno liječenje.

Multilobarna oštećenja mozga potvrđena su u sedmero preživjelih ranjenika, a u tri slučaja ishod je bio dobar (GOS 4). Transsagitalna penetracija projektila i bihemisferalno oštećenje mozga su zapaženi u devet od 13 ranjenika, a u tri slučaja postignut je dobar rezultat (GOS 4), ali niti u jednog nije postignut najbolji rezultat liječenja (GOS 5). U četvero ranjenika projektil je penetrirao i kroz sagitalnu i kroz koronarnu ravninu endokranija, a u dvoje ranjenika s takvim mozgovnim oštećenjem zabilježen je dobar ishod (GOS 4), dočim je u tri slučaja projektilne penetracije kroz mozgovne klijetke postignut zadovoljavajući rezultat liječenja (GOS 3 u jednom slučaju i GOS 4 u dva slučaja). Ovi podaci pokazuju kako je u pojedinim teških ranjenika sa opsežnim projektilnim oštećenjima mozga moguć zadovoljavajući oporavak. U preživjelih ranjenika s teškim strijelnim KCO mezencefalička cisterna je bila normalnih dimenzija ili je utvrđena jednostrana kompresija cisterne. Izrazito je

uočljivo kako nije uočena izrazitija kompresije cisterne od jednostrane. Važno je reći kako se u 4 od 13 ranjenika nije moglo, zbog tehničke neprimjerenosti CT snimaka, točno procijeniti stanje kompresije cisterne.

**Tablica 4.28.** Pregledni prikaz odabranih kliničkih i radiografskih pokazatelja u 13-tero preživjelih ranjenika sa vrijednostima GCS skora od 3 do 8

Ranjenik	GCS	GOS	Intrakranijski hematom	Intrakranijska infekcija	Neurokirurški postupak
1	3	3	Subduralni	-	intrakranijska operacija
2	5	3	-	-	intrakranijska operacija
3	5	5	Intracerebralni i subduralni	-	intrakranijska operacija
4	7	3	Intracerebralni	-	intrakranijska operacija
5	7	5	Subduralni	-	intrakranijska operacija
6	8	4	-	-	intrakranijska operacija
7	8	3	Intracerebralni i subduralni	-	intrakranijska operacija
8	8	4	-	-	bez intrakranijske operacije
9	8	3	-	-	intrakranijska operacija
10	8	2	Intracerebralni	-	intrakranijska operacija
11	8	4	Subduralni	apsces mozga	intrakranijska operacija
12	8	2	-	-	bez intrakranijske operacije
13	8	2	-	-	intrakranijska operacija

U Tablici 4.28. prikazano je kako su preživljavali i istraživani ranjenici s teškim strijelnim KCO (GCS 3-8) u kojih su nastajali značajni intrakranijski hematomi, a oporavak tih ranjenika je bio izvrstan (GOS 4 i 5) u 5/13 (38%) slučajeva. Postoperacijska intrakranijska infekcija je bila rijetka među ovim ranjenicima (1/13), ali je i nakon nje postignut dobar ishod (GOS 4). Stoga se može, temeljem već prikazanih rezultata istraživanja o prognostičkom značenju intrakranijske infekcije u ranjenika sa strijelnim KCO, zaključiti kako su među ranjenicima s teškim strijelnim KCO (GCS 3–8) mogući preživljavanje i dobar oporavak, unatoč razvoju infekcije.

Posebno je zanimljiva činjenica da je u dvoje preživjelih s teškim strijelnim KCO (GOS 3-8) postignut dobar ishod liječenja (GOS 4) kirurškom obradom i rekonstrukcijom rane mekog oglavka, bez intrakranijske obrade i rekonstrukcije tvrde mozgovne ovojnice. U ostalih preživjelih ranjenika sa teškim strijelnim KCO provođena je uobičajena neurokirurška intrakranijska obrada i rekonstrukcija svih slojeva kranio cerebralne rane.

**Tablica 4.29.** Pregledni prikaz odabranih radiografskih pokazatelja u 13-tero preživjelih ranjenika sa vrijednostima GCS skora od 3 do 8

Ranjenik	GCS	GOS	Zaostali metalni fragmenti ( $\geq 1$ )	Zaostali koštani ulomci ( $> 2$ )	Pneumokranij
1	3	3	-	+	-
2	5	3	-	+	-
3	5	5	-	+	-
4	7	3	-	-	+
5	7	5	-	+	-
6	8	4	-	+	+
7	8	3	+	+	-
8	8	4	-	+	-
9	8	3	-	+	-
10	8	2	-	+	+
11	8	4	-	+	-
12	8	2	-	-	+
13	8	2	-	+	-

U promatranih ranjenika koji su preživjeli teške strijelne KCO bila je velika učestalost (11/13) višestrukih metalnih i koštanih stranih tijela zaostalih u endokraniju nakon operacije. Ranjenik ranjen fragmentiranim projektilom (više od jednog zaostalog fragmenta) preživio je, ali bez dobrog oporavka (GOS 3). U ranjenika u kojih su nastajali brojni koštani sekundarni projektili, i u kojih su u endokraniju nakon operacije zaostali višestruki koštani ulomci (više od 2 ulomka), liječenje je bilo relativno uspješno. Pneumokranij je CT snimanjem prikazan u četiri slučaja, a u tri ranjenika bio je loš ishod (GOS 2 u), iako je zabilježen i dobar oporavak (GOS 4) jednog ranjenika.

Treba istaći kako, nakon provedbe opisanog liječenja, nije bilo vjerojatno preživljavanje istraživanih ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 i 4, i naglasiti kako niti jedan ranjenik istraživane skupine s obostrano proširenim i nereaktivnim zjenicama nije preživio, niti nakon uklanjanja intrakranijskih kompresijskih hematoma (obostrano proširene i ukočene zjenice nisu zapažene ako su vrijednosti GCS skora bile veće od 4).

Iznimno je važno naglasiti da je preživjelo 42% istraživanih ranjenika s teškim strijelnim KCO (GCS 3-8), među kojima i komatozni ranjenici s poremećajima inervacije zjenica (najčešće Hutchinsonov-om zjenicom), te oni u kojih su teške strijelne KCO bile udružene s višestrukim ozljedama. U istraživanih ranjenika koji su preživjeli teške strijelne KCO bila je relativno mala učestalost poremećaja disanja, odnosno istodobnog razvoja zatajenja disanja i hipotenzije. Preživljavali su i oni u kojih su se nakon ranjavanja razvili hipotenzija i zatajenje disanja, kao i oni u kojih su

pri dolasku u bolnicu bili izraženi i zatajenje disanja i hipotenzija, ali bez dobrog oporavka.

Ranjenici su preživljavali, i dobro se oporavljali, i ranjavanja mecima, kao i prostrijele (ali s lošijim ishodom). Ranjenici s teškim strijelnim KCO preživljavali su opsežna oštećenja mozga (multilobarna, bihemisferalna, transventrikulska, sa sekundarnim strijelnim kanalima uslijed djelovanja sekundarnih koštanih i metalnih projektila), kao i kompresivne intrakranijske hematome. Temeljem CT prikaza bihemisferalne transventrikulske rane nedostatno se točno razlučivalo ranjenike s lošom prognozom od onih sa zadovoljavajućim oporavkom. Stoga se može smatrati kako taj pokazatelj nije pouzdan u određivanju smjernica za neurokirurško liječenje, osim ako istodobno nisu obostrano proširene zjenice.

**4.5. VRIJEDNOST POKAZATELJA U PROGNOZI USPJEŠNOG OPORAVKA RANJENIKA (GOS 4 – 5).** Podaci o istraživanim pokazateljima svih promatranih ranjenika, organizirani su u bazi podataka, te raščlanjeni primjenom  $\chi^2$  -testa i izračunom ROC krivulje, radi procjene prognostičkog značenja pojedinih pokazatelja napram mogućnosti postizanja dobrog rezultata liječenja (GOS 4 i 5). U ovom dijelu prikaza rezultata istraživanja, prvo su sažeto prikazani podaci o pokazateljima za koje nije utvrđeno da su u statistički značajnom suodnošaju s dobrim ishodom: spol, dob, vrijeme evakuacije, komplikacije (sistemske komplikacije; intrakranijska infekcija; komplikacije rane - dehiscencija i likvorska fistula rane), udružene ozljede i hipotenzija, infratentorijska rana, postoperacijski hematom i hidrocefalus.

**SPOL I DOB.** Statistička je raščlamba pokazala da razdioba osnovnih demografskih obilježja, spola i dobi, nije bila značajno različita u odnosu na pokazatelj uspješnog liječenja ranjenika istraživane skupine, odnosno da rezultat liječenja koji je bio ocijenjen s GOS 4 i 5 nije bio značajno različit između ranjenika različitog spola i različite dobi.

**TRAJANJE EVAKUACIJE RANJENIKA.** Trajanje evakuacije ranjenika, odnosno vrijeme koje je proteklo do početka liječenja istraživanih ranjenika, nije bilo u značajnom suodnošaju s preživljavanjem, niti u pogledu postizanja dobrog rezultata

liječenja. Naprotiv, raščlambe su pokazale da se može reći, s gotovo 100%-tnom sigurnošću, kako nije bilo značajne razlike u rezultatima liječenja između ranjenika u kojih je neurokirurško liječenje započeto u prvih četiri sata nakon ranjavanja, ili kasnije.

**KOMPLIKACIJE.** Promatrane su sistemske i intrakranijske komplikacije, kao i komplikacije rane. Nije utvrđena značajna razlika u postizanju dobrog ishoda liječenja između istraživanih ranjenika u kojih su se razvile komplikacije i ranjenika u kojih komplikacija nije bilo (u slučaju malog broja umrlih ranjenika s dehiscencijom rane razlike nisu bile i formalno-statistički testirane).

**UDRUŽENE OZLJEDE.** Analize su pokazale kako, u odnosu na učestalost dobrog rezultata liječenja (GOS 4-5), nije bilo značajne razlike u ishodu liječenja istraživanih ranjenika između ranjenika s izoliranim strijelnim KCO i ranjenika u kojih su KCO bile udružene s ranama drugih organskih sustava.

**HIPOTENZIJA.** Razvoj hipotenzije u promatranih ranjenika sa strijelnim KCO, u kojih nije bilo kliničkih znakova zatajenja disanja, nije se pokazao prognostički značajnim u odnosu na mogućnost uspješnog liječenja.

Za nekoliko pokazatelja nije utvrđen značajan statistički suodnošaj s dobrim konačnim rezultatom liječenja ranjenika, a kliničko značenje tih pokazatelja upućuje na dodatno pojašnjenje tih rezultata.

**INFRATENTORIJSKA RANA.** U istraživanoj je skupini bio mali broj ranjenika s ranom infratentorijskog odjeljka (10/116 ili 8,6%), a u svih ranjenika s infratentorijskim oštećenjem postojala je i rana supratentorijskog dijela endokranija. U ranjenika sa strijelnom ranom stražnje lubanjske jame bio je visoki mortalitet (6/10). Međutim, iako je zabilježen lošiji uspjeh liječenja ranjenika s infratentorijskim i supratentorijskim oštećenjima, zbog malog broja preživjelih ranjenika s ranom stražnje lubanjske jame, razlike u uspješnosti liječenja između ranjenika sa i bez oštećenja tvorbi stražnje lubanjske jame nisu mogle biti statistički testirane. Istodobno, istraživanjem se nije mogla procjenjivati uspješnosti liječenja izoliranih infratentorijskih oštećenja.

**POSTOPERACIJSKI HEMATOM.** Zbog malog broja ranjenika u kojih se razvio postoperacijski kompresijski hematom u endokraniju nije bilo moguće određivanje statističkog značenja razvoja hematoma nakon operacije za rezultat liječenja. Postoperacijski hematom se razvio u osam ranjenika istraživane skupine, a dobar rezultat liječenja potom je polučen u dva slučaja (GOS 4 i GOS 5). Međutim, nešto veća učestalost lošeg ishoda, nego što bi statistički bilo očekivano, bila je u ranjenika s postoperacijskim hematomom.

**HIDROCEFALUS.** Mali broj ranjenika s hidrocefalusom onemogućio je statističku analizu suodnošaja razvoja hidrocefalusa i ishoda. U jednog od osmero istraživanih ranjenika s hidrocefalusom oporavak je ocijenjen s GOS 4, a niti u jednog oporavak nije ocijenjen s GOS 5. Međutim, među ranjenicima sa hidrocefalusom zapaženi su veća učestalost lošeg ishoda i manja učestalost dobrih rezultata, nego što bi statistički bilo očekivano.

Utvrđena prognostička vrijednost naspram dobrog uspjeha liječenja bila je slična prognostičkoj vrijednosti spram smrtnosti za istodobni razvoj zatajenja disanja i hipotenzije, provođenje prehospitalne reanimacije, vrijednost GCS skora, kao i za opsežnost mozgovnog oštećenja procijenjenu CT pretragom. Za vrijednost GCS skora korisno je iznijeti dodatne napomene.

**VRIJEDNOST GCS SKORA.** Rezultati raščlambi konzistentno su ukazivali na značajno manju učestalost dobrog oporavka ranjenika s nižim vrijednostima GCS skora, posebice ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, dočim je liječenje ranjenika s višim vrijednostima GCS skora bilo značajno uspješnije ( $p < 0,001$ ). Izračunom elemenata ROC krivulje ovisnosti rezultata liječenja ranjenika o vrijednosti GCS skora pokušalo se točnije odrediti mogućnost predviđanja uspeha u liječenju temeljem vrijednosti GCS skora.

**Tablica 4.30.** Izračun elemenata ROC krivulje ovisnosti rezultata liječenja ranjenika o vrijednosti GCS skora

GCS skor	GOS 1-3	GOS 4-5	Osjetljivost	Specifičnost	Točnost	PPV	NPV
Do 3	7	0	0,2	1	0,6455	1	0,611
Veći od 3	28	44					
Do 4	13	0	0,3714	1	0,7215	1	0,666
Veći od 4	22	44					
Do 5	15	1	0,4285	0,9772	0,7341	0,937	0,682
Veći od 5	20	43					
Do 6	15	1	0,4285	0,9772	0,7341	0,937	0,682
Veći od 6	20	43					
Do 7	19	2	0,5428	0,9545	0,7721	0,904	0,724
Veći od 7	16	42					
Do 8	26	5	0,7428	0,8863	0,8227	0,838	0,812
Veći od 8	9	39					
Do 9	27	10	0,7714	0,7727	0,7721	0,729	0,809
Veći od 9	8	34					

U predviđanju ishoda liječenja pomoću vrijednosti GCS skora, pokazalo se da je loš ishod (GOS 1–3) bio vrlo vjerojatan ako se kao točka razlučivanja odabere vrijednosti GCS skora  $\leq 8$  ( $\chi^2 = 32,371$ ;  $p < 0,001$ ). U tom slučaju je, kod ranjenika s vrijednostima GCS skora  $\leq 8$ , bilo moguće s 83% točnosti predvidjeti loš (GOS 1-3) ili dobar (GOS 4-5) ishod. Među ranjenicima s vrijednostima GCS skora većim od 8 u 81% slučajeva postignut je dobar ishod. Dobar oporavak (GOS 4–5) nije postignut u ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 i 4, a izračun ukazuje kako je 100%-tna vjerojatnost da u ranjenika s GCS skorom  $\leq 4$  neće biti dobrog rezultata liječenja.

Za neke je pokazatelje prognostička vrijednost glede dobrog oporavka (GOS 4-5) bila različita od njihove prognostičke vrijednosti spram smrtnosti.

**NEUROLOŠKI STATUS ZJENICA.** Među ranjenicima u kojih je u trenutku prijema na liječenje klinički utvrđen poremećaj neurološkog statusa zjenica, zapažena učestalost dobrog rezultata liječenja bila je statistički iznimno značajno manja od očekivane, spram ostalih ranjenika. Izračunom elemenata ROC krivulje ovisnosti rezultata liječenja ranjenika o reaktivnosti zjenica pokušalo se točnije odrediti vrijednost neurološkog statusa zjenica u predviđanju mogućnosti postizanja dobrog oporavka (GOS 4-5).



**Tablica 4.31.** Izračun elemenata ROC krivulje ovisnosti rezultata liječenja ranjenika o reaktivnosti zjenica

REAKTIVNOST ZJENICA	GOS 1 – 3	GOS 4 - 5	Osjetljivost	Specifičnost	Točnost	PPV	NPV
Hutchinson-ova zjenica	11	4	0,2	0,9166	0,5339	0,7333	0,50
Ostali utvrđeni nalazi	44	44					

Niti u jednog promatranog ranjenika s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama, s obostrano uskim i reaktivnim niti s obostrano uskim i ukočenim zjenicama, nije postignut dobar oporavak (GOS 4–5), što je ograničilo raščlambu i zaključivanje. Loš rezultat (GOS 1–3) je postignut u 53% ranjenika s Hutchinson-ovom zjenicom i u tih se ranjenika moglo sa 73% sigurnosti očekivati loš ishod ( $\chi^2=2,804$ ;  $p=0,095$ ). Vrijedan rezultat raščlambe je podatak da je jednostrano proširena i ukočena zjenica imala znatnu vrijednost u predviđanju lošeg ishoda (GOS 1–3), nasuprot činjenici da je nalaz Hutchinson-ove zjenice bio bez prognostičke vrijednosti u predviđanju smrtnog ishoda istraživanih ranjenika.

#### PRISUTNOST, VRSTA I VOLUMEN INTRAKRANIJSKOG KOMPRESIJSKOG HEMATOMA

**Tablica 4.32.** Dobar rezultat liječenja (GOS 4 - 5) ranjenika u odnosu na prisutnost kompresijskog intrakranijskog hematoma

INTRAKRANIJSKI HEMATOM (> 15 ml)	REZULTAT LIJEČENJA				UKUPNO	p
	GOS 1 - 3 opaž. oček.		GOS 4 – 5 opaž. oček.			
Bez intrakranijskog hematoma	32	37,5	35	29,5	67	0,036
Intrakranijski hematoma	33	27,5	16	21,5	49	
UKUPNO	65		51		116	

Liječenje ranjenika s kompresijskim intrakranijskim hematomima bilo je manje uspješno, nego ranjenika bez intrakranijskih hematoma ( $p=0,036$ ), ali liječenje bilo uspješno u 32,6% istraživanih ranjenika s hematomima.

Treba ponoviti da smrtnost promatranih ranjenika s kompresijskim intrakranijskim hematomima nije bila značajno veća, nego u ranjenika bez hematoma. Međutim, utvrđena je značajno veća smrtnost ranjenika s hematomima većim od 30 ml, naspram ranjenika bez kompresijskih hematoma, ali ne i povećana smrtnost ranjenika s volumenom hematoma od 16 do 30 ml (Tablica 4.22.).

Nije bilo značajne razlike u dobrom ishodu (GOS 4–5) između ranjenika s različitim volumenom intrakranijskog kompresijskog hematoma, niti je utvrđena značajna razlika u učestalosti dobrog ishoda između ranjenika s različitim vrstama intrakranijskih hematoma i ranjenika bez hematoma.

Nemogućnost prognoziranja uspješnog liječenja ranjenika sa strijelnim KCO temeljem veličine, kao i vrste hematoma, vjerojatno je posljedica malog broja istraživanih ranjenika s hematomom većim od 30 mililitara, odnosno malog broja ranjenika s pojedinom vrstom hematoma.

**POMAK SREDIŠNJIH MOZGOVNIH TVORBI** Prikazan je i odnos između radiografskog prikaza pomaka središnjih tvorbi mozga i rezultata liječenja.

**Tablica 4.33.** Dobar rezultat liječenja (GOS 4 i 5) ranjenika u odnosu na pomak središnjih mozgovnih tvorbi procijenjen CT pretragom mozga

CT PRIKAZ POMAKA SREDIŠNJIH MOZGOVNIH TVORBI	REZULTAT LIJEČENJA				UKUPNO	p
	GOS 1 - 3 opaž. oček.		GOS 4 – 5 opaž. oček.			
Bez pomaka	37	46,0	45	36,0	82	< 0,001
S pomakom	27	18,0	5	14,0	32	
UKUPNO	64		50		114	
Bez pomaka	37	46,0	45	36,0	82	0,001
S pomakom ≤ 5 mm	16	10,1	2	7,9	18	
S pomakom > 5 mm	11	7,9	3	6,1	14	
UKUPNO	64		50		114	

U ranjenika u kojih CT nije utvrđen pomak središnjih struktura mozga dobar rezultat liječenja bio je statistički iznimno značajno češći od očekivanog, u odnosu ranjenike s pomakom središnjih mozgovnih tvorbi ( $p < 0,001$ ). Promatrajući podatke iz Tablice 4.33., može se reći kako je u ranjenika s pomakom središnjih mozgovnih tvorbi bio iznimno povećan rizik lošeg ishoda. Međutim, u 15,6% ranjenika s pomakom mozgovnih tvorbi liječenje je bilo uspješno, i to u 11% ranjenika s pomakom do 5 mm, kao i u 21,4% ranjenika s pomakom većim od 5 mm.

Dobar rezultat liječenja ranjenika s različitim stupnjem pomaka središnjih tvorbi mozga bio je značajno rjeđi od očekivanog, u odnosu na ranjenike bez pomaka središnjih tvorbi. Zbog malog broja preživjelih, u kojih je CT pretragom utvrđen pomak središnjih tvorbi i u kojih je utvrđen dobar ishod, nije se mogla statistički

testirati značajnost razlika u učestalosti dobrog oporavka između ranjenika s različitim stupnjem pomaka središnjih tvorbi.

**MEZENCEFALIČKA CISTERNA** Prikazan je suodnošaj između morfološkog CT prikaza mezencefaličke cisterne i oporavka istraživanih ranjenika.

**Tablica 4.34.** Dobar rezultat liječenja (GOS 4 i 5) ranjenika u odnosu na stupanj kompresije mezencefaličke cisterne prikazan CT pretragom mozga

CT PRIKAZ MEZENCEFALIČKE CISTERNE	REZULTAT LIJEČENJA				UKUPNO	p
	GOS 1 - 3 opaž. oček.		GOS 4 – 5 opaž. oček.			
Normalan prikaz cisterne	19	29,1	33	22,9	52	< 0,001
Prikaz komprimirane cisterne	32	21,9	7	17,1	39	
UKUPNO	51		40		91	
Neobliterirana cisterna	35	42,0	40	33,0	75	< 0,001
Potpuno obliterirana cisterna	16	9,0	0	7,0	16	
UKUPNO	51		40		91	
Normalan prikaz cisterne	19	29,1	33	22,9	52	< 0,001
Uni- ili bilateralna kompresija cisterne	10	8,4	5	6,6	15	
Uni- ili bilateralna obliteracija cisterne	22	13,5	2	10,5	24	
UKUPNO	51		40		91	

Dobar rezultat liječenja (GOS 4-5) bio je značajno rjeđi u ranjenika s CT prikazom komprimirane mezencefaličke cisterne, nego u ranjenika s normalnim prikazom cisterne ( $p < 0,001$ ). Liječenje je bilo uspješno u 25% slučajeva s jednostranom obliteracijom cisterne, ali niti u jednog ranjenika s obliteriranom cisternom.

Prognostička vrijednost CT prikaza mezencefaličke cisterne procijenjena je i izračunom elemenata ROC krivulje ovisnosti dobrog rezultata liječenja ranjenika (GOS 4-5) o stupnju kompresije cisterne.

**Tablica 4.35.** Izračun elemenata ROC krivulje ovisnosti dobrog rezultata liječenja ranjenika (GOS 4 i 5) o stupnju kompresije mezencefaličke cisterne utvrđenom CT pretragom mozga

KOMPRESIJA MEZENCEFALIČKE CISTERNE	GOS 1 - 3	GOS 4 - 5	Osjetljivost	Specifičnost	Točnost	PPV	NPV
Bez kompresije	19	32	0,3725	0,1795	0,2888	0,3725	0,1795
Ostalo	32	7					
Jednostrana obliteracija	6	2	0,1176	0,9487	0,4778	0,75	0,4512
Ostalo poznato	45	37					
Potpuna obliteracija	16	0	0,3137	1	0,6111	1	0,5270
Ostalo poznato	35	39					

Prikaz potpune obliteracije mezencefaličke cisterne razlučivao je ranjenike s lošim, od ranjenika s dobrim ishodom, sa znatnom točnošću od 61%. CT prikaz jednostrane obliteracije cisterne, kao i ostalih stupnjeva kompresije cisterne, nije omogućio dostatno točno razlučivanje lošeg i dobrog ishoda.

#### 4.6. SUODNOŠAJ VRSTE NEUROKIRURŠKOG POSTUPKA I PREŽIVLJAVANJA.

Dio istraživanih ranjenika liječen je bez intrakranijske operacije i obradbe cijele kraniocerebralne rane, kao i bez rekonstrukcije tvrde mozgovne ovojnice. Ovaj, rijetko korišten postupak u liječenju strijelnih KCO, može se nazvati selektivnim neoperacijskim neurokirurškim postupkom. Uspješnost tog terapijskog postupka uspoređena je s rezultatima liječenja ostalih ranjenika, koji su liječeni uvriježenim neurokirurškim postupkom s neurokirurškom intrakranijskom obradbom strijelne KCO.

**Tablica 4.36.** Suodnošaj mortaliteta (GOS 1) i dobrog ishoda (GOS 4 i 5) spram vrste neurokirurškog postupka provedenog u promatranim ranjenika

VRSTA NEUROKIRURŠKOG POSTUPKA	REZULTAT LIJEČENJA				UKUPNO	p
	GOS 1 opaž. oček.		GOS 2 – 5 opaž. oček.			
Selektivno neoperacijsko liječenje	0	3,5	10	6,5	10	0,016
Intrakranijska kirurška obradba	39	35,5	63	66,5	102	
UKUPNO	39		73		112	
VRSTA NEUROKIRURŠKOG POSTUPKA	REZULTAT LIJEČENJA				UKUPNO	p
	GOS 1 – 3 opaž. oček.		GOS 4 – 5 opaž. oček.			
Selektivno neoperacijsko liječenje	2	5,4	8	4,6	10	0,022
Intrakranijska kirurška obradba	59	55,6	43	46,4	102	
UKUPNO	61		51		112	

Intrakranijska operacija radi debridementa rane i rekonstrukcije tvrde mozgovne ovojnice nije provedena u četvero moribundnih ranjenika, koji su prema početnim prognozama umrli, niti u 10 ranjenika odabranih prema posebnim kriterijima (vidi u poglavljima Uvodna izlaganja i Ranjenici i metode istraživanja), ali je obavljena u preostala 102 ranjenika.

Usporedba ishoda između promatranih ranjenika liječenih uvriježenim intrakranijskim postupkom i ranjenika u kojih nisu provedene intrakranijska obradba i rekonstrukcija dure (ranjenika koji su odabrani za neoperacijsko liječenje), prikazana u Tablici 4.37., pokazuje da je neoperacijski postupak proveden relativno često (10/116 ili 8,6%). Formalna statistička raščlamba nije bila moguća jer nije umro niti jedan ranjenik izabran za neoperacijsko liječenje. Međutim, razvidno je da su rezultati liječenja bili bolji u skupini ranjenika liječenoj selektivnim neoperacijskim pristupom, nego u ranjenika podvrgnutih uobičajenoj neurokirurškoj operaciji sa obradbom i rekonstrukcijom svih slojeva kranocerebralne rane. Uspjeh postupka bez intrakranijske obradbe i rekonstrukcije tvrde mozgovne ovojnice potvrđuje vrijednost primijenjenih kriterija koji su se koristili u odabiru ranjenika za taj način neurokirurškog liječenja. Loš rezultat (GOS 2) polučen je jedino u ranjenika s multilobarnim bihemisferalnim oštećenjem, u kojeg nije bilo kompresijskog hematoma niti opsežnijeg otoka mozga koji bi zahtijevali operaciju (ranjenik je praćen samo kroz 26 dana, do nužne evakuacije).

## **5. RASPRAVA**

## 5.1. PROGNOŠTIČKO ZNAČENJE POKAZATELJA U RANJENIKA SA STRIJELNIM KCO

Ranjenici s najtežim strijelnim kranioocerebralnim ranama umiru neposredno nakon ranjavanja, i u ratnim i u mirnodopskim okolnostima, ali u većine preživjelih prognoza je loša <sup>59,130</sup>. Međutim, unatoč velikom mortalitetu i izrazitom morbiditetu ranjenika sa strijelnim KCO, moguć je uspjeh u liječenju određenog broja teških i velike većine lakših ranjenika. Rastući broj strijelnih KCO je aktualni globalni problem <sup>34,46,51,67-71</sup>, te obzirom na ograničene mogućnosti uspješnog liječenja, prijeko je potrebno utvrditi mogućnosti točnijeg ranog razlučivanja ranjenika s nepovoljnom prognozom, od ranjenika s izgledima na povoljan ishod. U ovom poglavlju će se raspravljati o kliničkim i radiografskim čimbenicima pomoću kojih se može najbolje predviđati ishod, te o nekim slabije izučenim čimbenicima, radi točnijeg određivanja potrebe za poduzimanjem neurokirurškog liječenja strijelnih KCO.

Važnost rane i potpune primarne obradbe strijelne KCO, koju provodi neurokirurg, za uspjeh liječenja, naglašavana je od I. svjetskog rata <sup>147</sup>. U razdoblju prije uvođenja CT dijagnostike autori su pripisivali izrazitu prognostičku vrijednost infektivnim komplikacijama kraniocerebralne rane <sup>21,38</sup>, a istican je utjecaj organizacije sveukupnog zbrinjavanja ranjenika na konačni rezultat <sup>147</sup>. Najnovija iskustva ukazuju da rano i agresivno kirurško liječenje, s vanjskom drenažom likvora i lobektomijom teško nagnječenog mozga u slučaju trajno povišenog intrakranijskog tlaka, unapređuje rezultate liječenja projektilnih KCO nastalih u mirnodopskim uvjetima <sup>48,69,79,93,101,160,161</sup>. Zabilježeno je da čak i moribundni ranjenici s bihemisferalnim oštećenjem mogu imati koristi od rane operacije <sup>49,94</sup>.

Uočena je značajna prognostička vrijednost poremećaja koagulacije nakon strijelne KCO <sup>49,136,176</sup>. Izviješća o kontinuiranom mjerenju intrakranijskog tlaka u ranjenika sa strijelnim KCO su rijetka, a posebice je rijetko proučavan odnos između vrijednosti intrakranijskog tlaka i ishoda liječenja. Dostupni podaci ukazuju da je intrakranijska hipertenzija u prvih 72 sata nakon ranjavanja pokazatelj loše prognoze <sup>52</sup>. U istraživanih ranjenika nije provođeno kontinuirano mjerenje intrakranijskog tlaka, niti su sustavno praćeni pokazatelji koji ukazuju na moguće poremećaje koagulacije, stoga neće biti raspravljano moguće prognostičko značenje tih pokazatelja.

Međutim, ponajviše je izučavano prognostičko značenje stanja svijesti ranjenika, u novije vrijeme procijenjivano glasgowskom prosudbenom ljestvicom (GCS skor).

### 5.1.1. GCS SKOR KAO PROGNOŠTIČKI POKAZATELJ

Analize rezultata liječenja velikog broja ranjenika sa strijelnim KCO potvrdile su, i prije uvođenja GCS skora kao standardnog i opće prihvaćenog načina procjene neurološkog statusa nakon ozljede glave, da trajanje kome ima najveću prognostičku vrijednost glede preživljavanja<sup>21,38</sup>. U američkih vojnika ranjenih u vijetnamskom ratu koma je bila pouzdan pokazatelj težine ozljede, koji je predvidivo korelirao s mortalitetom i morbiditetom<sup>38,86,124</sup>, a mortalitet je rastao statistički značajno sa stupnjem poremećaja svijesti<sup>38</sup>.

GCS skor koji integrira podatke o neurološkom oštećenju i ukazuje na stupanj poremećaja svijesti, odnosno na težinu strijelnih KCO. To je pokazatelj koji se najčešće analizira kao prediktor mortaliteta, odnosno ishoda liječenja ranjenika. Općenito je prihvaćeno da je vrijednost GCS skora jedan od prognostički najvažnijih, ako ne i najvažniji pojedinačni klinički pokazatelj<sup>21,51,67,71,114</sup>, što potvrđuju i najnovija istraživanja<sup>49,177</sup>. Dublja koma, odnosno niži GCS skor, povezani su s većom smrtnošću i težim morbiditetom<sup>21,52,178</sup>. Na vrijednost GCS skora mogu utjecati različiti ekstrakranijski uzroci (sistemska hipoksija i hipotenzija, te intoksikacija etanolom i lijekovima ili jatrogena kemijska paraliza), što treba utvrditi prije donošenja odluke o načinu liječenja ranjenika, jer liječenje ovisi o procjeni opsega i težine mozgovnog oštećenja temeljem vrijednosti GCS skora.

Temeljem vrijednosti GCS skora i rezultata liječenja razlikuju se dvije velike skupine ranjenika sa strijelnim KCO. Brojni podaci ukazuju kako ranjenici, koji su na početku liječenja bili bez neurološkog deficita ili s minimalnim deficitom (GCS 14-15), preživljavaju u gotovo 100% slučajeva, a da je u moribundnih ranjenika (GCS 3-4; mlohava koma ili koma s decerebracijom) mortalitet gotovo 100%-tni<sup>51,94,100</sup>. Jedno mišljenje ilustrira ovu dihotomiju: "u većini analiziranih skupina ranjenici formiraju dvije podskupine: oni s GCS 12 - 15 u momentu prijema na liječenje, i oni koji umiru"



Za istaći je kako je opći mortalitet ranjenika s penetrantnim projektilnim KCO oko 50%, a u komatoznih ranjenika oko 90%<sup>161,179,180</sup>, dočim je mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 9 do 15 oko 5%. Stoga vrijednosti GCS skora od 3 do 5 ukazuju na malu vjerojatnost preživljavanja, a vrijednosti GCS skora veće od 8 na vjerojatno uspješno liječenje<sup>46,150</sup>. Zbog toga su podijeljena su mišljenja o potrebi aktivnog i agresivnog liječenja ranjenika sa strijelnom KCO u kojih su vrijednosti GCS skora od 3 do 5. Brojni neurokirurzi smatraju kako te ranjenike ne treba liječiti, jer nije moguće postići prihvatljiv neurološki oporavak<sup>46</sup>. U ratu primjenjivana i aktualna ratno-medicinska doktrina u Republici Hrvatskoj doktrinarno razvrstava teške strijelne KCO (GCS skor 7 ili manje) u najniži stupanj prioriteta zbrinjavanja. Na osnovu iskustva se može reći kako je iznenađujuće da postoje znatne razlike u mišljenjima o mogućnosti uspješnog liječenja, kao i o potrebi neurokirurškog liječenja, i u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 5 do 8. Pitanje potrebe aktivnog liječenja ranjenika s vrijednostima GCS skora manjim od 8, vrlo je aktualno<sup>46,51,52,67,71,114</sup>.

Niti među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 12 do 15 nije moguće, samo temeljem vrijednosti GCS skora, dostatno točno predviđati mortalitet. Uzroci mortaliteta i morbiditeta u ranjenika s GCS skorom 14 i 15 su, osim primarnog projektilnog oštećenja mozga, najčešće plućna embolija i druge sistemske komplikacije, te druge komplikacije ranjavanja ili liječenja koje posljedičnim morbiditetom pogoršavaju konačni rezultat liječenja<sup>38</sup>.

## **GCS SKOR KAO PROGNOŠTIČKI POKAZATELJ U RANJENIKA SA RATNIM STRIJELNIM KCO**

Relativno je mali broj radova u kojima je raščlanjivan odnos između vrijednosti GCS skora i ishoda liječenja ranjenika koji su strijelne KCO zadobili u ratu. Aarabi (1990.) je podacima iz iransko-iračkog rata, o 435 ranjenika s penetrantnom KCO uzrokovanom projektilom, utvrdio izrazito niski mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 13 do 15 i progresivno povećanje mortaliteta i morbiditeta u ranjenika sa sve nižim vrijednostima GCS skora, te je zaključio kako je GCS skor najvažniji pokazatelj u prognostici konačnog rezultata liječenja ranjenika s ratnim strijelnim KCO. Ukupni mortalitet istraživanih ranjenika bio je 16%, a u 75% svih umrlih

registrirane su, pri prijemu na liječenje, vrijednosti GCS skora od 3 do 8 (srednja vrijednost GCS skora umrlih bila je  $7,2 \pm 3$  SD). Umrlo je 59% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, i 51% ranjenika s GCS skorom od 3 do 8, dok je među ranjenicima sa GCS skorom od 13 do 15 mortalitet bio 3%. Dobar rezultat liječenja postignut je u 79% ranjenika ove skupine: u 94% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 13 do 15, u 75% ranjenika s GCS skorom od 9 do 12, u 43% onih s GCS skorom od 6 do 8, ali i u 35% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5. Značajno je obilježje ove skupine ranjenika izrazito dugi transport ranjenika od bojišnice do neurokirurške ustanove (srednje vrijeme transporta: 49 sati; raspon 7–450 sati), što upućuje na izrazitu selekcioniranost istraživanih ranjenika, budući da veliki broj teških i najtežih ranjenika, po svemu sudeći, nije uvršten u ovo istraživanje<sup>19</sup>.

Levi i Brandvold su analizirali podatke o ranjenicima iz izraelsko-libanonskog rata 1982. - 1985. godine. Levi (1990.) je izvijestio o 116 ratnih ranjenika s penetrantnom kraniocerebralnom ranom u kojih je zapažen izravan odnos između vrijednosti GCS skora i ishoda liječenja. Najveći mortalitet bio je u ranjenika s GCS skorom 3 (88%), a u ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 i 4 mortalitet je bio 80%. Nasuprot tome, mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 5 do 8 bio je 11%, a mortalitet ranjenika s GCS skorom od 13 do 15 samo 5,8%. Međutim, dobar ishod liječenja zabilježen je i među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, ali iz predočenih podataka nije moguće detaljnije analizirati odnos malih vrijednosti GCS skora i uspješnosti liječenja<sup>24</sup>. Brandvold (1990.) je analizirao drugu skupinu ranjenika iz izraelsko-libanonskog rata 1982. - 1985. godine. Među 113 ranjenika s ratnim strijelnim KCO vrijednosti GCS skora 3 i 4 su bile pokazatelj izrazito loše prognoze. Umrlo je 93% ranjenika u kojih je vrijednosti GCS skora bila 3, i 64% ranjenika s GCS skorom 4. Sveukupni mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 i 4 bio je 80%. Međutim, vrijedi istaći da je preživjelo 20% ranjenika sa vrijednostima GCS skora 3 i 4. Liječenje je bilo značajno uspješnije među ranjenicima s višim GCS skorom - preminulo je 12% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 5 do 12 i 6% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 13 do 15<sup>18</sup>.

U izvještajima iz Zaljevskog rata (1991.) analiziran je vrlo mali broj ranjenika, što onemogućuje zaključivanje o utjecaju bilo kojeg čimbenika na mortalitet ranjenika

sa strijelnim KCO<sup>57,83,88,181</sup>. Carey je među 21-nim ranjenikom s penetrantnim KCO zabilježio izuzetno mali mortalitet (4,5%), a nizak GCS skor (4-5) utvrđen je samo u jednog ranjenika sa strijelnom KCO, koji se oporavio do stanja ocijenjenog s GOS 3<sup>57</sup>.

Dostupni podaci govore o velikom broju ranjenika s ratnim strijelnim KCO za rata u Bosni i Hercegovini (1992. - 1995.), ali najčešće nije moguće analizirati odnos vrijednosti GCS skora i ishoda liječenja<sup>157</sup>. Odnos vrijednosti GCS skora i rezultata liječenja, ocijenjenog GOS prosudbenom ljestvicom u manjoj skupini ranjenika s ratnim strijelnim KCO, prikazan je u radu Bazardžanovića (1998.). Mortalitet ranjenika bio je 37%. Svi ranjenici s vrijednosti GCS skora su 3 umrli(18/18), ali su preživjela oba ranjenika s GCS skorom 5, uz izvrstan oporavak (GOS 5). Od 19 ranjenika s vrijednostima GCS skora većim od 3 preminuo je samo jedan ranjenik (5,3%)<sup>179</sup>.

Objavljeno je više radova u kojima je istraživano prognostičko značenje GCS skora među ranjenicima iz hrvatskog Domovinskog rata (1991.). Miklić (1996.) je u skupini od 67 ranjenika sa strijelnom KCO, u kojih su vrijednosti GCS skora pri prijemu na liječenje bile manje od 8, zabilježio ukupni mortalitet od 61,2%. Među ranjenicima s vrijednostima GCS skora 3 i 4 mortalitet je bio 82,5%; u ranjenika s vrijednostima GCS skora 5 i 6 bio je 35,3%; a u ranjenika s vrijednostima GCS skora 7 i 8 zabilježen je mortalitet od 20%. Među 67 ranjenika s teškom strijelnom KCO postignut je dobar rezultat liječenja (GOS 4 – 5) u 24% ranjenika. Oporavak je ocijenjen s GOS 5 u 4,5% ranjenika, a s GOS 4 u 19,4% ranjenika. U 13,4% ranjenika rezultat liječenja je ocijenjen s GOS 3, a u 1,5% ranjenika oporavak je završen na razini trajnog vegetativnog stanja (GOS 2). U radu nije prikazan odnos vrijednosti GCS skora od 3 do 5 i postignutog dobrog rezultata liječenja (GOS 4 – 5)<sup>156</sup>.

Marcikić (1998.) je predočio rezultate liječenja 197-oro ranjenika s penetrantnim projektilnim kranio-cerebralnim ranama iz Domovinskog rata. Mortalitet ranjenika cijele skupine je bio 32,5%. Niti jedan ranjenik s vrijednostima GCS skora od 9 do 15 nije umro, a 67,4% ranjenika s GCS skorom 3 je umrlo. Među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 4 do 8 mortalitet je bio dvostruko manji od očekivanog, dočim je među ranjenicima s GCS 3 mortalitet bio dvostruko veći od očekivanog, a

navedene razlike u mortalitetu bile su statistički iznimno značajne. Preživio je relativno veliki broj ranjenika sa GCS skorom 3 (33%) i s vrijednostima GCS skora od 4 do 8 (83%), ali nisu navedeni podaci o učestalosti dobrog rezultata liječenja i o vrijednostima GCS skora ranjenika u kojih je postignut dobar oporavak <sup>182</sup>.

U skupini od 176 ranjenika s ratnim penetrantnim KCO Tudor (1998.) je zabilježio statistički značajnu razliku ishoda liječenja između ranjenika s različitim vrijednostima GCS skora. U svih umrlih ranjenika kod prijema na liječenje zabilježene su vrijednosti GCS skora manje od 7, a u 61% umrlih ranjenika registriran je GCS skor 3. Među ranjenicima koji su preživjeli, a inicijalni GCS skor je bio od 3 do 5, relativni rizik lošeg rezultata bio je 7,3 puta veći nego u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 15. Ipak, u 22% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 postignut je dobar rezultat liječenja. U ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8 dobar rezultat je postignut u 61%, a u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 9 do 12 u 63% slučajeva, dočim je liječenje bilo uspješno u gotovo 100% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 13 do 15 <sup>178</sup>.

Prosječna vrijednost GCS skora umrlih u istraživanoj skupini bila je 5,6, a prosječni GCS skor ranjenika u kojih je liječenje ocijenjeno s GOS 1 – 3 bio je 7,2. Aarabi (1990.) pak navodi da je prosječni GCS skor umrlih bio 7,2, a prosječna vrijednost GCS skora uspješno liječenih (GOS 4 – 5) bila je 12,6 <sup>19</sup>.

Navedeni podaci potvrđuju kako je GCS skor statistički značajan i prognostički vrlo važan pokazatelj ishoda liječenja ranjenika s ratnim penetrantnim KCO uzrokovanim projektilima. Nedvojbeno je dokazano da vrijednost GCS skora odražava opseg i težinu mozgovnog oštećenja i izrazito korelira s ishodom liječenja <sup>93,177</sup>, te da ratni ranjenici sa strijelnim KCO i nižim vrijednostima GCS skora imaju manje izgleda za preživljavanje.

## **Rezultati liječenja ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5.**

Dokazan je obrnuto izravni odnos vrijednosti GCS skora i stope smrtnosti, ali je očigledna iznimno važna činjenica da je moguće postići preživljavanje značajnog broja ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 liječenjem. Prema rezultatima ovog istraživanja, i prema drugim navedenim podacima, preživljava od 18% do 41% ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5<sup>20,21,24,156,178,182</sup>. Među istraživanim ranjenicima ranjenim u ratnim okolnostima, preživio je jedan od petorice ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, ali u tog ranjenika nije postignut dobar rezultat liječenja. Prema navedenim iskustvima iz različitih ratova, vrlo je važan podatak da je dobar oporavak (GOS 4–5) moguć u oko 20% do 35% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5<sup>21,107,178</sup>, ponekad i u 65% do 100% slučajeva ranjenika s GCS skorom 5<sup>156,179</sup>. Treba istaći kako mogu preživjeti ratni ranjenici s najnižim vrijednostima GCS skora (GCS 3-4), ponekad i s dobrim konačnim rezultatom<sup>20,21,24,156,178,179,182</sup>.

Podastrijeti podaci pokazuju kako znatan broj ranjenika s nižim vrijednostima GCS skora nakon strijelnih KCO nastalih u ratnim okolnostima ima izgleda za relativno uspješan oporavak, što naglašava aktualni problem u kliničkoj primjeni prognostičkog tumačenja GCS skora. Naime, u zbrinjavanju ranjenika s ratnim strijelnim KCO vrlo je značajno utvrđivanje vrijednosti GCS skora koja je granica za određivanje potrebe neurokirurškog liječenja ranjenika, odnosno utvrđivanje vrijednosti GCS skora koja bi trebala biti kriterij za odustajanje od aktivnog i agresivnog liječenja ranjenika s niskim vrijednostima GCS skora.

Istraživanjem je utvrđeno da se, primjenjujući vrijednost GCS skora kao jedini prognostički pokazatelj, ne može dostatno točno razlučivati ranjenike koji će umrijeti, od ranjenika koji će preživjeti, niti među ranjenicima s najlošijom prognozom (vrijednosti GCS skora od 3 do 5). Slični su rezultati i drugih o mogućem uspjehu liječenja ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5. Stoga se, sukladno iznesenom, može smatrati da agresivno liječenje ratnih ranjenika sa strijelnom KCO i vrijednostima GCS skora 3 i 4 nije apsolutno kontraindicirano, jer postoji mogućnost preživljavanja dijela tih ranjenika, ponekad i sa značajnim neurološkim oporavkom.

Temeljem rezultata ovog istraživanja, može se reći kako se odluka o odustajanju od liječenja u ranjenika s ratnim strijelnim KCO ne može donijeti samo na osnovu vrijednosti GCS skora, već mora biti donesena samo nakon razmatranja i drugih kliničkih i radiografskih pokazatelja, o čemu će biti riječi u daljoj raspravi. Na ovakav zaključak upućuju i rezultati ranijih istraživanja.

Trijaža i liječenje ranjenika u ratnim uvjetima nisu određeni isključivo neurokirurškim indikacijama za operacijsko liječenje, već i drugim vojno-medicinskim čimbenicima. Primjenjujući koncepciju elastičnosti trijaže ratnih ranjenika prihvatljivo je u otežanim ratnim uvjetima rada ranjenike s vrijednostima GCS skora 3 i 4 razvrstati u kategoriju moribundnih ranjenika, posebice ako postoje i drugi prognostički nepovoljni pokazatelji. Ovisno o mogućnostima liječenja, kao i o izraženosti drugih nepovoljnih pokazatelja, u tih ranjenika treba provoditi reanimaciju kako bi se možebitno izbjegla sekundarna mozgovna oštećenja, te kako bi se u slučaju povoljne promjene uvjeta rada mogla ponovo razmotriti mogućnost njihovog agresivnog liječenja.

**Rezultati liječenja ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8.** Unatoč postojećih dvojbi i prijedora, poznate činjenice ukazuju na opravdanost liječenja ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8. U istraživanoj skupini preživjelo je sedam od 10 ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8 (u istraživanoj skupini nije utvrđen GCS skor 6, te riječ o ranjenicima s GCS skorom 7 i 8), a u dva ranjenika (20% svih ranjenika s GCS skorom 7–8, ili 29% preživjelih ranjenika s GCS 7-8) liječenje je bilo uspješno (GOS 4 u oba ranjenika). Miklič je pak izvjestio o kako je u jednoj skupini iz Domovinskog rata preživjelo 80% ranjenika s vrijednostima GCS skora 7 i 8<sup>156</sup>. Tudor je postigao dobar rezultat u 61% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8<sup>178</sup>. Levi je zabilježio preživljavanje 89% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 5 do 8<sup>24</sup>, a Aarabi navodi dobar oporavak 43% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8<sup>19</sup>.

Razvidno je kako liječenje preživljava oko 70% do 90% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8, a s dobrim ishodom u 20% do 60% slučajeva. Stoga nije opravdano odustajanje od aktivnog liječenja tih ranjenika. Naprotiv, budući da preživljava veliki broj ranjenika, a u relativno velikog broja ranjenika je moguć

uspješan neurološki oporavak, ratne ranjenike sa strijelnim KCO, u kojih su na početku liječenja zabilježene vrijednosti GCS skora od 6 do 8, treba agresivno liječiti.

Postignuća u liječenju ratnih ranjenika s teškim strijelnim KCO konfrontiraju se s doktrinarno određenim pristupom liječenju tih ranjenika. Opisani uspjesi upućuju na promjenu stava prema liječenju teških ratnih strijelnih KCO, kao i na proširenje indikacija za aktivno neurokirurško liječenje tih ranjenika, u odnosu na doktrinarno definiranje postupaka u zbrinjavanju ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 u ratnim uvjetima. Navedena promjena u načinu zbrinjavanja ranjenika povećala bi opseg neurokirurškog rada i opterećenje potrebnih resursa, ali bi pružila mogućnost preživljavanja i znatnog oporavka značajnom broju ranjenika s teškim strijelnim KCO, kojima ne bi bila pružena ta šansa za preživljavanje i djelomični oporavak, u slučaju primjene dosadašnjih ratno-medicinskih doktrinarnih stavova.

## **GCS SKOR KAO PROGNOŠTIČKI POKAZATELJ U RANJENIKA SA MIRONODOPSKIM STRIJELNIM KCO**

Clark (1986.) je prvi usporedio vrijednosti GCS skora i ishod liječenja u populaciji odraslih ranjenika s mirnodopskim strijelnim KCO. Umrli su svi ranjenici s GCS skorom 3, kao i 78% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8. Razlika u prosječnoj vrijednosti GCS skora između preživjelih ( $9,2 \pm 3,2$ ) i umrlih ranjenika ( $3,5 \pm 1,1$ ) bila je statistički značajna <sup>100</sup>.

**Suodnošaj vrijednosti GCS skora i mortaliteta.** Nagib (1986.) je potvrdio značajnu prognostičku vrijednost GCS skora u ranjenika s mirnodopskim strijelnim KCO. Opći mortalitet istraživane skupine bio je 51%, mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 je bio 90%, dočim je smrtnost ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8 bila 22%. Niti jedan od 17 ranjenika s vrijednostima GCS skora od 9 do 15 nije umro, a dobar uspjeh je postignut u 88% tih ranjenika <sup>98</sup>.

Selden (1988.) je u velikoj skupini ranjenika sa strijelnim KCO nastalih samoranjavanjem utvrdio kako vrijednosti GCS skora izrazito koreliraju s preživljavanjem, a razlike u smrtnosti ranjenika s nižim i višim vrijednostima GCS

skora bile su iznimno značajne. Opći mortalitet skupine bio je 84%. Umrlo je 98% ranjenika u kojih je GCS skor bio manji od 9, a niti jedan ranjenik s vrijednostima GCS manjim od 8 nije preživio. U svih preživjelih GCS skor je bio veći od 10<sup>97</sup>.

Cavaliere (1988.) i Sarnaik (1989.), kao i Grahm (1990.), također su utvrdili statistički značajan odnos između nižeg GCS skora i mortaliteta i da se ishod liječenja progresivno poboljšava u ranjenika s većim GCS skorom. U njihovim skupinama nije preživio niti jedan ranjenik s vrijednostima GCS skora od 3 do 5<sup>105,161</sup>, odnosno njihov mortalitet je bio 93%, nasuprot mortaliteta cijele skupine od 59%<sup>71</sup>. Korelaciju GCS skora i preživljavanja potvrdio je i Levi (1991.), među ranjenicima s 31 mirnodopskom strijelnom KCO. Prosječni GCS skor ranjenika s dobrim ishodom bio je značajno viši (GCS 9), nego prosječni skor onih s lošim ishodom (GCS 5)<sup>14</sup>.

Prema podacima Aldrich-a (1992.) značajno je veća vjerojatnost umiranja ranjenika s nižim vrijednostima, nego ranjenika s višim vrijednostima GCS skora. U toj skupini umrlo je 94% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, a smrtnost ranjenika s GCS skorom od 6 do 8 bila je 70%. U ranjenika u kojih je početna vrijednost GCS skora bila veća od 8, a zatim je utvrđeno pogoršanje i smanjenje vrijednosti skora ispod 8, mortalitet je bio 40%, ali jedino je u tih ranjenika postignut dobar ishod<sup>52</sup>.

Kennedy (1993.) je također jasno pokazao da GCS skor jasno korelira s ishodom liječenja i tvrdi da je to najvažniji prognostički faktor. On je zabilježio 92%-tni mortalitet ranjenika s vrijednosti GCS skora od 3 do 4, 61% smrtnosti u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 5 do 8, i mortalitet od 21% među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 9 do 13. Mortalitet ranjenika u kojih je GCS skor bio 14 ili 15 bio je 2,75%<sup>51</sup>.

Kaufman (1993.) navodi 96%-tni mortalitet mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, i samo 3%-tni mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8<sup>69</sup>. Slične podatke navodi Platz (1995.). Nakon liječenja 40 ranjenika sa suicidalnim kranio-cerebralnim ranama, i sedmero ranjenika s drugim mirnodopskim strijelnim KCO, pokazan je tipičan odnos GCS skora i mortaliteta.



Ukupni mortalitet skupine bio je 67,4%, ali je mortalitet ranjenika s GCS skorom 3 bio 97%. Među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 4 do 9 umrlo je 40% ranjenika, a mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 10 do 15 bio je samo 7%<sup>79</sup>.

Martins (2003.) je također utvrdio suodnošaj vrijednosti GCS skora i povećanog mortaliteta. U ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 smrtnost je bila 98,5%, a među ranjenicima s GCS skorom od 6 do 8 mortalitet je bio 71,5%, dočim je u ranjenika s vrijednosti GCS skora od 9 do 12 mortalitet bio 25%. Mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 13 do 15 je bio 10,7%. Među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 nije postignut dobar rezultat liječenja (GOS 4-5), a među ranjenicima s GCS skorom od 6 do 8 liječenje je bilo uspješno u 16% slučajeva, kao i u 47% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 9 do 12, te u 90% onih s vrijednostima GCS skora od 13 do 15<sup>186</sup>.

Analiza rezultata sedam velikih istraživanja potvrdila je statistički iznimno značajnu povezanost vrijednosti GCS skora i preživljavanja. Mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 bio je 80%, a među ranjenicima s GCS skorom od 9 do 15 bio je 7%. Među ranjenicima s GCS skorom od 3 do 5 mortalitet je bio 92%, kao i 65% u ranjenika s vrijednostima skora od 6 do 8<sup>177</sup>.

Može se zaključiti kako je dokazano da vrijednost GCS skora odražava opseg i težinu mozgovnog oštećenja i izrazito korelira s ishodom liječenja. Neupitno je da je vrijednost GCS skora u prognostici strijelnih KCO nastalih u mirnodopskim okolnostima iznimno važan pojedinačni pokazatelj, i da ranjenici s nižim vrijednostima GCS skora imaju manje izgleda za preživljavanje. Međutim, posebna pažnja tijekom istraživanja bila je posvećena utvrđivanju rezultata liječenja ranjenika s teškim strijelnim KCO, odnosno ishoda liječenja ranjenika u kojih su na početku liječenja vrijednosti GCS skora bile od 3 do 8.

### **Preživljavanje mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5.**

Većina autora zapazila je preživljavanje ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5<sup>16,48,49,51,52,70,71,79,93,94,177,180,183-186</sup>, ali prema nekoliko citiranih istraživanja nije preživio niti jedan ranjenik s tim vrijednostima GCS skora<sup>16,97,100,105,161</sup>. U istraživanoj skupini preživjelo je dvoje od 11 (18%) ranjenika koji su zadobili strijelne KCO u mirnodopskim okolnostima i s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, a u jednog ranjenika liječenje je bilo uspješno (GOS 5).

Analiza sedam velikih skupina ranjenika pokazala je da preživljava oko 8% mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5<sup>177</sup>. Međutim, pregled rezultata liječenja mirnodopskih ranjenika sa strijelnim KCO i vrijednostima GCS skora od 3 do 5, pokazuje znatne razlike između pojedinih istraživanja.

Prema podacima Nagib-a (1986.) preživjelo je 10% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5. Jedan preživjeli ranjenik je ostao u perzistentnom vegetativnom stanju, u drugoga je rezultat liječenja ocijenjen s GOS 3, a u trećeg preživjelog s GOS 4<sup>98</sup>.

Iz rada Minera (1990.) je vidljivo kako je 15% ranjene djece s GCS skorom od 3 do 5 preživjelo<sup>183</sup>. U skupini Graham-a (1990.) preživjelo je 7% tih ranjenika, ali niti u jednog nije postignut dobar oporavak<sup>71</sup>.

Levi (1991.) je utvrdio kako niti jedan ranjenik s GCS skorom 3 nije preživio, ali je jedan od osam ranjenika (12,5%) s GCS 4 preživio, a preživjeli je trajno ostao u vegetativnom stanju, dok je preživjelo 80% ranjenika s GCS skorom 5, i to sa zadovoljavajućim ishodom. Budući da je umrlo samo 20% ranjenika u kojih je GCS skor bio 5, autor smatra opravdanim agresivno liječenje tih ranjenika<sup>14</sup>.

O rezultatima liječenja ranjenika s najnižim GCS skorom izvijestio je i Helling (1992.). Od 11 operiranih ranjenika u kojih je GCS skor bio 3 ili 4 preživjelo je četvero ranjenika (36%) s vrlo različitim rezultatima (GOS 2, 3, 4 i 5), i samo jedan od 37 neoperiranih ranjenika (3%) s istom vrijednosti GCS skora<sup>94</sup>. Shaffrey (1992.) navodi da je, unatoč visokom mortalitetu od 87,5%, preživjelo dvoje od 16 ranjenika (12,5%) s GCS skorom 3<sup>49</sup>. Kennedy (1993.) je zabilježio 92%-tni mortalitet ranjenika s

vrijednosti GCS skora od 3 do 4, kao i smrtnost od 61% među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 5 do 8<sup>51</sup>. Kaufman (1993.) navodi 96%-tni mortalitet mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5<sup>69</sup>. Slično, u skupini Platz-a (1995.) preživjelo je 3% ranjenika s mirnodopskim strijelnim KCO i GCS skorom 3<sup>79</sup>.

Levy (1994.) je utvrdio, u velikoj skupini od 190 ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, smrtnost od 87%, ali treba istaći da je preživjelo 13% tih ranjenika, a da je dobar ishod bio iznimno rijedak<sup>184</sup>. Nakon drugog istraživanja, Levy (1999.) navodi da ranjenici s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 umiru ako ne budu operirani, i da preživljava oko 45% operiranih ranjenika<sup>185</sup>. Međutim, prema istraživanju Martinsa preživjelo je samo 1,5% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5<sup>186</sup>.

Nakon uvida u podastrijete podatke razvidno je kako je nakon različitih iskustava i istraživanja zabilježeno kako je preživljavanje ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 moguće, ali da je vrlo različito. Postotak preživjelih ranjenika je u rasponu od 1,5%<sup>186</sup>, 4%<sup>50</sup>, 6%<sup>52</sup>, 7%<sup>71,185</sup>, 8%<sup>51</sup>, 9%<sup>180</sup>, 10%<sup>94,98</sup>, 12,5%<sup>49</sup> i 15%<sup>183</sup> do 36%<sup>70</sup>. Prema izloženome, preživljava manji udio mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, nego među ratnim ranjenicima (preživljava oko 20 do 41% ratnih ranjenika)<sup>20,21,107</sup>.

Međutim, iznimno je važno koliko je uspješan oporavak oštećenih neuroloških funkcija u preživjelih, o čemu će na dalje biti riječi.

**Dobar rezultat liječenja (GOS 4-5) mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5.** Dobar rezultat liječenja postiže se i među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 nakon ranjavanja u mirnodopskim okolnostima. Dobar uspjeh liječenja postignut je u 3/6 (50%) ranjenika istraživane skupine s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, ali je liječenje bilo uspješno (GOS 5) samo u jednog ranjenika koji je zadobio strijelnu KCO u mirnodopskim okolnostima.

U skupini Nagiba <sup>98</sup>, dobar rezultat liječenja postignut je u jednog od troje (33%) preživjelih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, u 1/7 (14%) ranjenika u skupini Aldricha <sup>52</sup>, te u dvoje od četvero preživjelih ranjenika (50%) s GCS skorom od 3 do 5, o kojima je izvijestio Helling <sup>94</sup>. Drugi autori navode dobar oporavak u 3% takvih ranjenika <sup>179,180</sup>.

Levi je naveo kako je u 40% ranjenika s GCS skorom 5 postignut dobar rezultat liječenja, ali da niti jedan ranjenik s GCS skorom 3 i 4 nije preživio <sup>14</sup>. Nakon liječenja heterogene grupe ranjenika sa strijelnim KCO, koju je opisao Stone (1995.), postignut je oporavak ocijenjen s GOS 4 i 5 u dvoje od 106 ranjenika (1,9%) u kojih je GCS skor bio 3 <sup>93</sup>.

Levy (1999.) navodi da preživljava oko 45% operiranih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, a da je vjerojatnost dobrog oporavka operiranih oko 3% <sup>185</sup>. Treba posebno istaći kako je, nakon drugog istraživanja, Levy (2000.) ustvrdio da je operacijsko liječenje ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 značajno povezano s preživljavanjem, ali je samo u 2/23 (8,7%) preživjelih ranjenika postignut dobar oporavak <sup>180</sup>. Međutim, prema istraživanju Martinsa nije postignut dobar rezultat liječenja u 1,5% preživjelih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 <sup>186</sup>. Platz (1995.) nije polučio dobar rezultat niti u jednog od četvero preživjelih s vrijednostima GCS skora od 3 do 9 <sup>79</sup>. Nasuprot tome, Kaufman (1993.) navodi preživljavanje samo 4% od 86 mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, ali sa zadovoljavajućim oporavkom <sup>69</sup>. Budući da se u ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 dobar oporavak (GOS 4 i 5) postiže u 20% do 35% preživjelih <sup>21,107,178</sup>, a među mirnodopskim ranjenicima u 1,5% do 50% slučajeva, zaključno se može reći kako je moguće postići dobar uspjeh (GOS 4-5) u

liječenju značajnog broja preživjelih ranjenika, nakon ranjavanja u ratnim, ali i u mirnodopskim okolnostima.

Velika prognostička vrijednost GCS skora utvrđena je među ranjenicima koji su zadobili strijelne kranocerebralne rane u mirnodopskim i u ratnim okolnostima. Međutim, temeljem navedenih podataka o prognostičkoj vrijednosti GCS skora u ranjenika ranjenih u mirnodopskim okolnostima može se ustvrditi, kao i za prognostičku vrijednost GCS skora u ratnih ranjenika, da je prognostika u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 nedostavno točna ako se temelji samo na vrijednosti GCS skora<sup>187,188</sup>. Isključivom primjenom GCS skora u prognostici ne može se razlučiti značajan udio ranjenika u kojih je liječenjem moguće postići preživljavanje, pa čak i dobar rezultat liječenja (GOS 4–5), od ranjenika s lošom prognozom.

**Rezultati liječenja mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8.** Budući da se ranjenici s vrijednostima GCS skora od 6 do 8 uvrštavaju među ranjenike s teškom strijelnom KCO, kao i zbog nepotpune usuglašenosti stavova o potrebi neurokirurškog liječenja tih ranjenika, posebno su razmotreni rezultati liječenja ranjenika u kojih je vrijednost GCS skora na početku liječenja bila od 6 do 8. Među ranjenicima istraživane skupine sa vrijednostima GCS skora od 6 do 8 preživjelo je dvoje od troje ranjenika ranjenih u mirnodopskim okolnostima, a dobar rezultat je postignut u jednog preživjelog. (GOS 4).

Prema podacima iz literature zabilježen je vrlo različit mortalitet mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8: od 100%<sup>189,190</sup>, 78%<sup>100</sup> i 70%<sup>17,186</sup>, preko 65%<sup>177</sup> i 61%<sup>51</sup>, te 22%<sup>63,98</sup>, do mortaliteta od 3%<sup>69,101</sup> i 0%<sup>49</sup>. U spomenutoj meta-analizi navodi se mortalitet od 65% u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8<sup>177</sup>.

Clark, prvi autor koji je usporedio vrijednosti GCS skora i ishod liječenja u odraslih mirnodopskih ranjenika (1986.), navodi smrtnost od 78% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8<sup>100</sup>. U skupini Nagib-a, među devetoricom ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8, smrtnost je bila 22%, a u svih preživjelih (78%) postignut je dobar rezultat liječenja<sup>98</sup>. Kennedy je pak zabilježio

mortalitet od 61% u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 5 do 8 <sup>51</sup>. Međutim, u skupini Shaffrey-a (1992.) preživjelo je svih 19 ranjenika s GCS skorom od 6 do 8 <sup>49</sup>, a Kaufman (1993.) navodi 3%-tni mortalitet ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8 <sup>69</sup>.

Grahm je polučio dobar rezultat liječenja u 20% ranjenika sa GCS skorom od 6 do 8 <sup>71</sup>, dok je prema podacima Martinsa preživjelo 28,5% ranjenika GCS skorom od 6 do 8, a liječenje je bilo uspješno u 16,3% slučajeva <sup>186</sup>. Levy (2000.) je utvrdio značajan suodnošaj između provođenja neurokirurškog liječenja i preživljavanja ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8, ali nije uočena značajna veza između operacije i morbiditeta <sup>180</sup>.

Navedeni podaci pokazuju vrlo različit mortalitet mirnodopskih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8. Preživljava od 20% do 100% tih ranjenika, iako je zabilježen i manji postotak preživljavanja. Dokumentirano je uspješno liječenje (GOS 4-5) u 16% do 50% takvih ranjenika. Ove činjenice ukazuju da nije opravdano odustajanje od liječenja ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8, kao i da nije moguća točna prognoza isključivo temeljem vrijednosti GCS skora, te da je prijeko potrebno koristiti dodatne prognostičke pokazatelje.

Dokazan je izraziti suodnošaj nižih vrijednosti GCS skora i mortaliteta ratnih i mirnodopskih ranjenika sa strijelnim KCO, ali je utvrđena ograničena mogućnost točnog predviđanja ishoda liječenja isključivo na osnovu vrijednosti GCS skora, posebice među ranjenicima s teškom strijelnom KCO, odnosno među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 8. Stoga je potrebno, uz GCS skor, koristiti i druge prognostički vrijedne pokazatelje, radi poboljšanja prognostike u ranjenika sa strijelnim KCO. Već je za vijetnamskog rata zapažen veći mortalitet komatoznih ranjenika s opsežnijim mozgovnim oštećenjima (mortalitet komatoznih ranjenika s multilobarnim mozgovnim oštećenjima bio je značajno veći od mortaliteta nekomatoznih ranjenika s multilobarnim oštećenjima) <sup>38</sup>. U novije vrijeme se kao dodatni prognostički klinički pokazatelj istražuje i koristi, uz GCS skor, i neurološki status zjenica, odnosno procjena reaktivnosti zjenica na svjetlo.

### 5.1.2. REAKTIVNOST ZJENICA KAO PROGNOŠTIČKI POKAZATELJ

Reaktivnost zjenica na podražaj svjetlom je kardinalni klinički pokazatelj koji ima izrazitu prediktivnu vrijednost u ranjenika sa strijelnim KCO <sup>24,48-50,93,185</sup>. Preporuča se pregled zjenica nakon reanimacije <sup>93</sup>, kao i pri utvrđivanju vrijednosti GCS skora. Nedostatak dosadašnjih istraživanja je što nije primjenjivana standardizirana definicija pupilarnih abnormalnosti: veličina zjenica i reaktivno sužavanje zjenice nisu određivani egzaktnim mjerenjem, a pojam anizokorije nije točno definiran.

Anizokorija i promijenjena reaktivnost zjenica nisu uvijek i isključivo posljedica oštećenje mozga. Nereaktivnost zjenica na svjetlosni podražaj može biti posljedica izravnog oštećenja vidnog živca projektilom i/ili koštanim ulomcima u orbiti, i s minimalnim mozgovnim oštećenjem, ili uslijed oštećenja mozgovnog debla s velikom vjerojatnošću smrtnog ishoda ili razvoja perzistentnog vegetativnog stanja. Učestalost izravnih ozljeda vidnog živca u ranjenika ranjenih u mirnodopskim uvjetima je oko 4% <sup>51</sup>, a ozljede mogu biti i obostrane <sup>71</sup>. U ranjenika u kojih nije moguće, zbog strijelnih oštećenja orbita i vidnih živaca, pouzdano i točno odrediti reaktivnost zjenica, prognozu treba temeljiti na drugim prognostičkim čimbenicima <sup>48,185</sup>.

Prognostička vrijednost pupilarnih disfunkcija nije proučavana u ranjenika sa strijelnim KCO nakon korejskog i vijetnamskog, izraelsko-arapskih i iračko-iranskih ratova, kao niti u izvještajima iz Zaljevskog rata ili ratova na području bivše Jugoslavije <sup>18,21,24,47,53,65,66,91,107</sup>, vjerojatno zbog otežanog kliničkog dokumentiranja u ratnim uvjetima i relativno velike učestalosti orbitalnih ozljeda.

Prognostička vrijednost neurološkog statusa zjenica počela se analizirati među mirnodopskim ranjenicima sa strijelnim KCO, prema relevantnoj literaturi, 1994. godine <sup>184</sup>. Levy je u velikoj skupini od 190 ranjenika sa strijelnom KCO i vrijednostima GCS skora od 3 do 5 utvrdio logističkom regresijskom analizom kako su GCS skor i pupilarne promjene najbolji prediktori mortaliteta <sup>184</sup>. Isti je autor kasnije (1999.) naveo kako promjene reaktivnosti zjenica i vrijednost GCS skora izrazito koreliraju s preživljavanjem, te da su, uz GCS skor, neurološke disfunkcije

zjenica najbolji prediktor mortaliteta, odnosno preživljavanja. Reaktivnost zjenica je, u tom istraživanju, bila statistički značajno povezana s predviđanjem preživljavanja i poželjnog ishoda liječenja prema univarijantnoj analizi. Mala vrijednost GCS skora, u kombinaciji s nereaktivnim zjenicama, subduralnim i intracerebralnim hematoma, bila je odličan pokazatelj u predviđanju lošeg ishoda. Levy je ustvrdio da obostrano nereaktivne zjenice ukazuju na krajnje teška intrakranijska oštećenja, koja imaju prediktivnu vrijednost neovisnu o vrijednosti GCS skora <sup>184,185</sup>.

Polin (1995.) je utvrdio mortalitet od 79% među ranjenicima s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama, mortalitet od 50% u ranjenika s jednostranim pupilarnim poremećajima, dok je u ranjenika s obostrano reaktivnim zjenicama mortalitet bio 5% <sup>176</sup>. Iako je preživjelo 21% ranjenika s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama i 50% ranjenika s jednostranom disfunkcijom zjenice, autor nije naveo koliko je preživjelih ranjenika ostalo u vegetativnom stanju, a u koliko ih je bio dobar oporavak.

Stone (1995.) je naveo kako su veličina i reaktivnost zjenica, utvrđeni nakon reanimacije, bili važan pokazatelj ishoda istraživanih mirnodopskih ranjenika. U ranjenika s proširenim, kao i u onih s nejednakim zjenicama, postojala je značajno veća vjerojatnost lošeg ishoda liječenja. Samo je 4% ranjenika s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama preživjelo, a  $\frac{3}{4}$  preživjelih ranjenika je ostalo u perzistentnom vegetativnom stanju <sup>93</sup>.

Kaufman (1995.) je utvrdio da pupilarni odgovor i GCS skor, određeni nakon provedene reanimacije, najbolje predviđaju mortalitet u modelu određenom logističkom regresijskom analizom, te da u ranjenika s dilatiranim, nereaktivnim i nejednakim zjenicama postoji značajna vjerojatnost lošeg ishoda <sup>50</sup>. Kaufman je također, 1991. godine, u preglednom članku temeljenom na anketi američkih neurokirurga, naveo kako 77% neurokirurga ne smatra potrebnim liječenje ranjenika s obostrano ukočenim zjenicama, ali da 72% neurokirurga agresivno liječi ranjenike sa strijelnim KCO i jednostrano dilatiranom zjenicom (zbog šanse od 1% za preživljavanje ranjenika s dilatiranim zjenicama i 79% za ranjenike s reaktivnim zjenicama) <sup>46</sup>.



U istraživanoj skupini ranjenika nije preživio niti jedan ranjenik s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama, dok je mortalitet ranjenika s jednostrano proširenom i ukočenom zjenicom (Hutchinson-ova zjenica) bio 47%. U ranjenika s obostrano uskim i ukočenim zjenicama mortalitet je bio 71%, a u ranjenika s uskim i reaktibilnim zjenicama 67%, dočim je umrlo 15% ranjenika s normalnim reakcijama zjenica. Navedene razlike u preživljavanju su iznimno značajne. Dobar rezultat liječenja (GOS 4 i 5) postignut statistički iznimno značajno rjeđe nego je očekivano samo među istraživanim ranjenicima s Hutchinson-ovom zjenicom, i to u 4/8 preživjelih ranjenika s Hutchinson-ovom zjenicom. U ranjenika s obostrano uskim zjenicama oporavak je bio ograničen do stanja teške invalidnosti i ovisnosti o drugima u aktivnostima svakodnevnog života (GOS 3). Zbog malog broja ranjenika s takvim pupilarnim disfunkcijama taj odnos nije formalno-statistički značajan.

Rijetki navodi u literaturi o prognostičkom značenju pupilarnih disfunkcija u ranjenika s projektilnim penetrantnim KCO, kao i rezultati liječenja istraživanih ranjenika, potvrđuju iznimno prognostičko značenje obostrano proširenih i ukočenih zjenica ranjenika. Međutim, u našoj skupini ranjenika nije zabilježeno preživljavanje tih ranjenika, za razliku od rijetkih slučajeva navedenih u literaturi <sup>50,93,176,185</sup>.

Može se zaključiti kako pokušaji agresivnog provođenja svih mjera kirurškog i perioperacijskog intenzivističkog liječenja u optimalnim uvjetima liječenja mogu iznimno rijetko dovesti do preživljenja u ranjenika s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama, i to s velikom vjerojatnosti oporavka ranjenika do stanja teške invalidnosti i ovisnosti o drugima (GOS 3). Obzirom na krajnje ograničene mogućnosti neurološkog oporavka ranjenika sa strijelnim KCO, u kojih su obje zjenice proširene i ukočene, u ratnoj situaciji takve ranjenike ne bi trebalo aktivno i agresivno liječiti. Međutim, obzirom na dokumentirana preživljavanja pojedinih mirnodopskih ranjenika <sup>46,50,93,189</sup>, odluku o odustajanju od liječenja ranjenika s dilatiranim i nereaktivnim zjenicama treba donijeti tek nakon analize drugih prognostičkih čimbenika (GCS skor, hipotenzija, intrakranijski kompresijski hematom, opsežnost mozgovnog oštećenja i sl.). U ratnim je uvjetima opravdano započeti neurokirurško liječenje ranjenika s potpunim gubitkom reaktivnosti zjenica samo ako drugi prognostički čimbenici ne isključuju možebitno preživljavanje i ako se time ne uskraćuje liječenje drugim ranjenicima, te ako to ostale okolnosti dozvoljavaju.

U ranjenika sa strijelnim KCO u kojih postoje druge abnormalnosti u reakciji zjenica na svjetlo, osim obostrano ukočenih i proširenih zjenica, ne bi trebalo odustajati od liječenja. U tih je ranjenika moguće preživljavanje sa zadovoljavajućim i prihvatljivim oporavkom neurološkog statusa (GOS 3 – 5). U ranjenika s jednostranom pupilarnom disfunkcijom preživljavanje je vrlo vjerojatno, kao i dobar rezultat u znatnog broja preživjelih. Stoga ranjenike s Hutchinson-ovom zjenicom treba što hitnije i agresivnije liječiti, budući da je u tih ranjenika vjerojatnost preživljavanja relativno velika (oko 50%), kao i vjerojatnost uspješnog liječenja (u oko 50% preživjelih). U ranjenika s obostrano uskim i reaktivnim, ili s obostrano uskim i ukočenim zjenicama, vjerojatno je preživljenje manjeg broja ranjenika (u oko 12% do 35% ranjenika) u stanju teške invalidnosti i trajne ovisnosti o drugima.

U skupini ranjenika, koja je promatrana u jednoj bolnici na bojišnici za rata u Bosni i Hercegovini, u velikog broja ranjenika sa strijelnim KCO (29%) razvila se Hutchinson-ova zjenica, a u 13% ranjenika (5/38) uočene su potpuno proširene i ukočene zjenice. Prema tome, među ranjenicima sa strijelnim KCO na bojišnici je bilo 42% slučajeva teških KCO, u kojih bi bilo moguće provesti primjerenu i pouzdanu trijažu temeljem prognostičke vrijednosti samo jednog pokazatelja – neurološkog statusa zjenica. Također se može reći kako broj ranjenika s Hutchinson-ovom zjenicom ukazuje na mogućnost uspješne intervencije u relativno velikog broja ranjenika sa teški strijelnim KCO, ako bi neurokirurško liječenje bilo započeto u prvom medicinskom ešalonu <sup>179</sup>.

Prema rezultatima istraživanja normalna reaktivnost zjenica, koja ukazuje na veliku vjerojatnost dobrog ishoda, bila je prisutna u 73,4% ratnih ranjenika, dok je Hutchinson-ova zjenica zapažena u 9,4% ranjenika. U 7,8% ratnih ranjenika utvrđene su obostrano proširene i nereaktivne zjenice, kao i obostrano uske i reaktivne ili nereaktivne zjenice. Budući da je naša bolnica u ratnim uvjetima funkcionirala kao bolnica na prvoj liniji bojišta ovi podaci su primjenjivi za početnu trijažu u sličnim ratnim sukobima. Sukladno navedenim činjenicama, može se reći da se u sličnim ratnim situacijama, može rano i s velikom točnošću, prognozirati ishod u većine ranjenika temeljem reaktivnosti zjenica. Prosuđujući prema navedenim podacima, u sličnim je prilikama opravdano otkloniti mogućnost aktivnog neurokirurškog liječenja temeljem neurološke afunkcije zjenica u oko 8% ranjenika,

kao i indicirati dalje liječenje u oko 69% ranjenika temeljem reakcija zjenica na svjetlo. Dakle, u uvjetima zbrinjavanja ranjenika u prvom ešalonu moguće je brzo, jednostavno i ispravno trijažirati oko 75% ranjenika sa strijelnim KCO samo na temelju jednostavnog pregleda zjenica. Stoga se može reći da utvrđeno prognostičko značenje reaktivnosti zjenica omogućuje odgovarajuću trijažu ranjenika i znatnu racionalizaciju rada u ratnim uvjetima.

Zbog ograničenih mogućnosti liječenja u ratnim uvjetima, ovim istraživanjem nije bilo moguće utvrditi mogući utjecaj kontinuiranog mjerenja intrakranijskog tlaka i postupaka intenzivističkog liječenja u održavanju cerebralnog krvog optoka, smanjenja otoka mozga i kontrole intrakranijskog tlaka na preživljavanje i oporavak. Zbog toga se ne može reći da je ovim istraživanjem potpuno utvrđena prognostička vrijednost reaktivnosti zjenica spram suvremenih mogućnosti liječenja ranjenika sa teškim strijelnim KCO.

### 5.1.3. KOMBINIRANA PRIMJENA GCS SKORA, REAKTIVNOSTI ZJENICA I DRUGIH POKAZATELJA U PROGNOSTICI

Dosadašnjim istraživanjima među ranjenicima sa strijelnim KCO uočena je nedostatnost prognostike koja se temelji isključivo na vrijednosti GCS skora ili isključivo na neurološkom statusu zjenica, zbog moguće različite individualne prognostičke vrijednosti tih pokazatelja. Pojedini su autori procjenjivali prognostičku vrijednost kombinirane primjene GCS skora i statusa zjenica<sup>185</sup>, odnosno GCS skora i drugih pokazatelja u ranjenika sa strijelnim KCO<sup>50,79,184,187,188,190</sup>. Nekolicina je autora u novije vrijeme iznijela vrlo slične preporuke o indiciranju agresivnog liječenja mirnodopskih ranjenika sa strijelnim KCO na osnovu vrijednosti GCS skora, reaktivnosti zjenica, pokazatelja hemodinamske stabilnosti, nastanka intrakranijskog hematoma i pokazatelja opsežnosti mozgovnog oštećenja<sup>34,79,130,177,180,184</sup>.

Iznimno je važna mogućnost odlučivanja o odustajanju od aktivnog neurokirurškog liječenja ranjenika temeljem poznavanja vrijednosti GCS skora i reaktivnosti zjenica, obzirom na moguću točnost prognoziranja preživljavanja i oporavka do prihvatljivog stupnja neovisnog funkcioniranja ranjenika.

S velikom sigurnošću se može predviđati fatalan ishod ranjenika samo ako u kliničkoj slici dominiraju izraziti pokazatelji loše prognoze. Mlohava koma s ukočenim i proširenim zjenicama, ali i koma s ekstenzijskim rigiditetom, pokazatelji su loše prognoze koji, prema mišljenju nekih autora, govore u prilog otklanjanja operacijskog liječenja ranjenika sa strijelnim KCO<sup>104,160</sup>. Važno je reći kako su zabilježeni sporadični slučajevi dobrog oporavka ranjenika s vrijednosti GCS skora 3, te u ranjenika s prostrijeljenim centralnim dijelovima mozga i posljedičnom decerebracijom<sup>50</sup>. Stoga je i u takvih ranjenika potreban oprez pri odustajanju od operacije, zbog čega treba uzeti u obzir i druge prognostičke pokazatelje (traumatski arrest, hipotenzija, neurološki status zjenica, opsežnost mozgovnog oštećenja i sl.).

Različite vrijednosti GCS skora se navode kao pokazatelji krajnje nepovoljnog ishoda i kao osnova za otklanjanje operacije u ranjenika sa strijelnim KCO. Postoji izrazita usuglašenost o tome kako će ranjenici koji su na početku liječenja u mlohavoj komi (GCS skor 3) umrijeti unatoč poduzetom kirurškom liječenju. Većina autora

navodi kako nije uspješno liječenje ranjenika u kojih je nakon reanimacije utvrđen GCS skor 3, bez obzira na vrstu poduzetog liječenja <sup>16,67,71,100,160</sup>. Međutim, ako nije utvrđena potreba za hitno neurokirurško liječenje ranjenika sa strijelnim KCO, uvijek je potrebno voditi računa o mogućnosti djelomičnog neurološkog oporavka nakon reanimacije ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5. Stoga ove ranjenike treba pažljivo opservirati kako bi se uočile možebitne promjene kliničkog statusa, koje bi opravdale naknadno neurokirurško liječenje <sup>50,184</sup>.

Pojedini autori smatraju kako je za odustajanje od aktivnog neurokirurškog liječenja u ranjenika s GCS skorom 3 nužna i odsutnost ekstracerebralnog hematoma, te da treba liječiti ranjenike s GCS skorom od 3 do 5 s kompresijskim intrakranijskim hematomom <sup>80</sup>. Općenito, ne očekuje se preživljavanje ranjenika u kojih je, nakon potpune i agresivne reanimacije, GCS skor od 3 do 5, i u kojih nema značajnog intrakranijskog hematoma <sup>71,101,160</sup>. U promatranoj skupini je među ranjenicima s teškom strijelnom KCO polučeno preživljavanje ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 u kojih je operacijski uklonjen intrakranijski kompresijski hematom, uz značajan oporavak neuroloških funkcija, kao i u ranjenika s vrijednosti GCS skora 5, u kojeg nije bilo kompresijskog krvarenja u endokraniju. Prema navodima Levya (1994.) operacijskim liječenjem se može postići preživljavanje znatnog broja ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, ali ne i značajno utjecati na postizanje dobrog oporavka neuroloških funkcija <sup>184</sup>.

Prema navodima Kaufmana (1991.) u malog broja ranjenika s GCS skorom od 3 do 5, u kojih je postignut dobar rezultat liječenja (u oko 3,5% ranjenika), razvijao se kompresijski hematom nakon unihemisferalnog oštećenja mozga <sup>101</sup>. Hubschmann (1979.) i Grahm (1990.) također preporučuju operaciju u duboko komatoznih ranjenika samo radi uklanjanja intrakranijskog hematoma <sup>71,99</sup>.

Mišljenje je Platza (1995.) da ne treba liječiti ranjenike s GCS skorom 3 bez intrakranijskog hematoma, niti ranjenike s vrijednostima GCS skora od 4 do 9 u kojih postoji transventrikulsko bihemisferalno ili unihemisferalno oštećenje mozga. On sugerira kako treba liječiti ranjenike s GCS skorom 3 samo ako postoji intrakranijski hematom i navodi kako niti u jednog od ranjenika s GCS skorom 3 nije postignut dobar rezultat liječenja (GOS 4–5), dočim je u ranjenika s GCS skorom od 4 do 9

dobar uspjeh postignut u 1/5 ranjenika <sup>79</sup>. Prema mišljenju Döşoğlu-a (1999.) kirurško liječenje nije potrebno, zbog infaustne prognoze, u ranjenika s GCS skorom od 3 do 5 u kojih nema intrakranijskog hematoma, ali niti u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8 s transventrikulskim, multilobarnim ili centralnim bihemisferalnim mozgovnim oštećenjem. U njegovoj skupini ranjenika niti jedan ranjenik s vrijednostima GCS skora od 3 do 8 nije preživio <sup>189</sup>.

Kaufman (1995.) smatra da agresivno kirurški treba liječiti hemodinamski stabilne ranjenike s GCS skorom od 3 do 5 i reaktibilnim zjenicama, a da ne treba liječiti hemodinamski nestabilne ranjenike s GCS skorom od 3 do 5 s reaktibilnim zjenicama, kao niti hemodinamski stabilne ranjenike s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 čije su zjenice obostrano proširene i ukočene (posebice ne one sa znacima brze progresije prema mozgovnoj smrti). Ove preporuke su zaključak raščlambe u 60 ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, od kojih je ranjavanje preživjelo njih 23 (38%). Dobar ishod (GOS 4–5) je postignut u samo dva ranjenika (3,3%), ali je u 13 ranjenika (21,7%) uspjeh liječenja ocijenjen s GOS 3 <sup>50</sup>.

Levy (1994.) smatra kako indikacija za agresivno liječenje u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 postoji samo ako su zjenice reaktivne i ako nema opsežnog subarahnoidalnog krvarenja, fragmentacije projektila i transventrikulskih mozgovnih rana <sup>184</sup>. I drugi autori navode kako je u tih ranjenika prognoza osobito loša ako postoji difuzno raspršenje metalnih i koštanih fragmenata u mozgovnom parenhimu <sup>98,126</sup>. Rezultati ovog istraživanja potvrdili su lošiju prognozu ranjenika u kojih su projektili fragmentirani nakon penetracije u endokranij.

U istraživanoj skupini bilo je 16 ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5. U sedam ranjenika je GCS skor bio 3, u šest ranjenika je zapažen GCS skor 4 i u tri ranjenika GCS skor 5. Preživjelo je troje ranjenika: jedan ranjenik s GCS 3 se oporavio do stanja ocijenjenog s GOS 3, a u dvojice ranjenika s GCS 5 liječenje je ocijenjeno s GOS 3 i GOS 5. Broj preživjelih ranjenika s GCS skorom od 3 do 5 bio je premali za formalno-statistički adekvatnu raščlambu o prognostičkom značenju pojedinih pokazatelja. Međutim, niti jedan ranjenik istraživane skupine u kojeg su utvrđeni GCS skor 3 i obostrano proširene i ukočene zjenice nije preživio, bez obzira je li se u njega razvio, ili nije, kompresijski intrakranijski hematom. Dodatna

raščlamba je pokazala da je preživio jedan ranjenika s GCS skorom 3, u kojeg je postojalo bihemisferalno oštećenje i u kojeg se razvio intrakranijski hematom. U tog ranjenika su se razvili i zatajenje disanja i hipotenzija, zjenice su bile obostrano uske i ukočene, a rezultat liječenja je ocijenjen s GOS 3.

Značajno je napomenuti da niti u jednog ranjenika istraživane skupine s GCS skorom 5 nisu zapažene obostrano proširene i ukočene zjenice. Također je utvrđeno da su u troje preživjelih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 zapaženi normalno reaktivne zjenice, Hutchinson-ova zjenica, te obostrano uske i ukočene zjenice. Uočljivo je da u tih troje ranjenika nije zabilježeno suicidalno ranjavanje, već su ranjeni u napadima, nesrećama i streljačkom paljbom, pri čemu su zadobili prostrijelnu, nastrijelnu i ustrijelnu kranio cerebralnu ranu. U dvoje ranjenika je zabilježeno bihemisferalno oštećenje i razvoj intrakranijskog kompresijskog hematoma, a u jednog ranjenika su bili izraženi znaci hemodinamske nestabilnosti i zatajenja disanja. CT pretragom je utvrđena obostrana kompresija mezencefaličke cisterne u dvoje ranjenika, a u jednog ranjenika prikazana je cisterna bez kompresije. Za istaći je kako u preživjelih ranjenika nije zapažena niti jednostrana niti potpuna obliteracija mezencefaličke cisterne.

Zaključno se može reći da su u ranjenika istraživane skupine najbolji prognostički pokazatelji bili, glede preživljavanja i neurološkog oporavka, vrijednosti GCS skora od 3 do 5 i nalaz obostrano proširenih i ukočenih zjenica. U tih ranjenika nije zabilježeno preživljavanje. Uspoređujući vlastite rezultate s različitim navedenim iskustvima može se reći kako se u ranjenika sa strijelnim KCO, uz vrijednosti GCS skora od 3 do 5, od pokazatelja posebice izdvajaju zbog izrazite prognostičke vrijednosti glede preživljavanja i možebitnog uspješnog oporavka, obostrano proširene i ukočene zjenice. U ranjenika s malim vrijednostima GCS skora (GCS 3-5) i obostrano proširenim i ukočenim zjenicama zabilježeni su samo sporadični i nedovoljno dokumentirani slučajevi preživljavanja.

Međutim, u ranjenika niskog GCS skora (GCS 3-5), u kojih postoje ostali oblici patološki izmijenjene reaktivnosti zjenica, osim obostrano proširenih i ukočenih zjenica, ne može se temeljem vrste disfunkcije zjenica razlučiti ranjenike s fatalnom prognozom od ranjenika u kojh se može liječenjem postići oporavak koji se može

ocijeniti s GOS 3-5. Stoga se može smatrati kako je opravdano agresivno neurokirurško liječenje teških ranjenika sa strijelnim KCO u kojih su vrijednosti GCS skora od 3 do 5 a zjenice su normalne reaktivnosti, ili je izražena Hutchinson-ova zjenica, ili su pak zjenice obostrano uske i reaktivne ili obostrano uske i ukočene. Međutim, iznimno je rijedak dobar ishod (GOS 4-5) nakon liječenja tih ranjenika.

Prema tome, temeljem navedenih činjenica ne može se smatrati u potpunosti dokazanim da su vrijednosti GCS skora od 3 do 5 pokazatelj fatalne prognoze, odnosno temelj kontraindikaciji za operacijsko liječenje.

Treba istaći da su u pojedinim preživjelih ranjenika istraživane skupine s niskim GCS skorom uočeni i drugi nepovoljni prognostički pokazatelji: među preživjelima su i ranjenici sa razvojem kompresijskog hematoma, ali i ranjenik bez razvoja značajnog intrakranijskog hematoma. Za napomenuti je da su preživjeli i ranjenici s hemodinamskom nestabilnošću, s prostrijelnom kraniocerebralnom ranom, i s bihemisferalnim mozgovnim oštećenjem.

Prema rezultatima ovog istraživanja opravdano je indicirati kirurško liječenje u ranjenika s GCS skorom od 3 do 5 u kojih postoji unihemisferalno oštećenje i intrakranijski kompresijski hematom s kliničkim znacima transtentorijske hernijacije, jer je moguć dobar oporavak neuroloških funkcija. U ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 u kojih postoji bihemisferalno mozgovno oštećenje, zjenice su obostrano uske i ukočene, a izraženi su i zatajenje disanja i hipotenzija, znatno je manja vjerojatnost postizanja dobrog oporavka. U promatranoj skupini nije zapaženo preživljavanje ranjenika s bihemisferalnom transventrikulskom penetracijom projektila i s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama. Međutim, dobar rezultat liječenja je postignut u 79% ranjenika s bihemisferalnom transventrikulskom ranom i normalno reaktivnim zjenicama. Slični rezultati zabilježeni su i u drugim istraživanjima<sup>79,184,189</sup>.

Vrijedi istaći da je među istraživanim ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 5 do 8, u kojih je istodobno postojao poremećaj inervacije zjenica ili bihemisferalna transventrikulska rana, liječenjem ponekad polučeni dobar oporavak. U 22% tih ranjenika liječenje je ocijenjeno s GOS 4 i 5 (u 11% slučajeva postignut je GOS 5), a u čak 44% ranjenika ishod je ocijenjen vrijednostima GOS-a od 3 do 5. Od



petoro ranjenika s poremećenom inervacijom zjenica i vrijednostima GCS skora od 5 do 8, umro je jedan ranjenik (1/5), a rezultat liječenja je ocijenjen s GOS 3-5 u troje ranjenika (3/5). Budući da je u tih ranjenika postizan i dobar rezultat liječenja (GOS 4 ili 5), može se reći da je u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 5 do 8, u kojih su zjenice bile normalno reaktivne ili jednostrano proširene, postignuta visoka stopa preživljavanja i funkcionalno zadovoljavajući ishod. Stoga nije opravdano odustajanje od neurokirurškog liječenja zbog vrijednosti GCS skora od 5 do 8, postojanja bihemisferalne transventrikulske rane i izmijenjene inervacije zjenica, osim ako zjenice nisu obostrano proširene.

Iskustveno i intuitivno je prihvatljivo započeti neurokirurško liječenje ranjenika u kojih se neurološki status naglo pogoršao do stadija ocijenjenog s GCS skorom od 3 do 5. Levi je u ranjenika s evidentnim pogoršanjem neurološkog statusa zabilježio dobar uspjeh liječenja<sup>14,16,24</sup>. Također bi se opravdanim moglo smatrati kliničko prosuđivanje da je poželjno provesti obradbu kraniocerebralne rane u sljepoočnoj regiji (srednja lubanjska jama), i u stražnjoj lubanjskoj jami, u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 bez verificiranog kompresijskog intrakranijskog hematoma, ako drugi prognostičkih čimbenici daju nadu u mogući oporavak, ali uspjeh ovih pristupa liječenju nije dokumentiran u literaturi.

Na kraju ove rasprave mora se istaći da još uvijek ne postoji mogućnost potpuno točnog prognoziranja rezultata liječenja ranjenika sa teškim strijelnim KCO, posebice ne u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, niti u pogledu preživljavanja, niti glede stupnja neurološkog oporavka. Najveća zapreka točnom predviđanju uspjeha liječenja u tih ranjenika je nedostatno iskustvo, tj. mali broj ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 u svim skupinama istraživanih ranjenika, pa i u onim najvećim<sup>184,185</sup>.

Utvrđeno i raspravljeno prognostičko značenje proučavanih pokazatelja može biti od velike koristi u možebitnim ratnim uvjetima, posebice prognostičko značenje osnovnih kliničkih pokazatelja – GCS skora i neurološkog statusa zjenica – koji se vrlo lako daju utvrditi i jednostavno opetovano provjeravati. Navedeni pokazatelji mogu omogućiti klinički i vojno-medicinski razumno utemeljeno indiciranje neurokirurškog liječenja, a indikacije za neurokirurško liječenje mogu biti šire ili uže,

ovisno o trenutačnim okolnostima i mogućnostima liječenja, ako na način liječenja bitno utječu, ili različiti nemedicinski prioriteti. Temeljni orijentiri su pri tome, uz GCS skor, reaktivnost zjenica, funkcioniranje respiratornog i kardiovaskularnog sustava, kao i procjena opsega mozgovnog oštećenja (unihemisferalno, periferno bihemisferalno ili centralno bihemisferalno). Međutim, niti tada nije indicirano liječenje ranjenika u mlohavoj komi (GCS skor 3) i s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama. Prema rezultatima istraživanja, i njihovog sučeljavanja s podacima iz drugih istraživanja, može se reći da je opravdano liječenje ranjenika s teškim strijelnim KCO u kojih su vrijednosti GCS skora od 5 do 8, a zjenice nisu obostrano proširene i ukočene.

U mirnodopskim uvjetima je moguća interpretacija prognostičkog značenja brojnih utvrđenih pokazatelja nakon potpune kliničke i radiološke obrade ozljeđenika, kao i nakon dugotrajne reanimacije u slučaju potrebe, uz opservaciju neurološkog statusa i vitalnih funkcija. Na temelju tako pretpostavljene prognoze, potrebno je indicirati operaciju ranjenika sa strijelnom KCO ako se procijeni da postoje šanse za oporavak ranjenika, prema raspravljenom prognostičkom značenju vrijednosti GCS skora, stupnja očuvanosti neurološke funkcije zjenica i drugih pokazatelja.

Liječenje velikog broja ranjenika s lošom prognozom radi možebitnog spašavanja i neizvjesnog uspješnog oporavka nekolicine dovodi do dugotrajnog neuspješnog liječenja mnogih ranjenika i preživljavanja malog broja ranjenika, s izrazitim neurološkim oštećenjima, koji su nesposobni za samostalan život. Stoga problem indiciranja operacijskog liječenja u ranjenika sa strijelnim KCO ima bioetičke i pravne aspekte koji su izvan okvira ove rasprave. Na preostala pitanja o prognostici ranjenika sa strijelnim KCO mogu odgovoriti samo buduća opsežna istraživanja. Jedino velikim prospektivnim multicentričnim kliničkim pokusima, u kojima bi se provodilo agresivno kirurško i nekirurško liječenje u svih ranjenika, mogla bi se točnije odrediti mogućnost prognoze preživljavanja i dobrog ishoda liječenja u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, i istražiti moguća korist njihovog agresivnog kirurškog i intenzivističkog perioperativnog liječenja.

#### 5.1.4. PROGNOŠTIČKO ZNAČENJE OSTALIH KLINIČKIH POKAZATELJA

**Spol ranjenika.** Aldrich (1992.) nakon opsežnog istraživanja među 151 ranjenika, nije našao značajnih razlika u mortalitetu između spolova<sup>52</sup>. U istraživanoj skupini nije zapažena značajna razlika u mortalitetu između spolova, iako je u žena zapažena statistički granično značajna ( $p=0,052$ ) veća učestalost dobrog rezultata liječenja (GOS 4 i 5), što je vjerojatno posljedica relativno malog broja ranjenika istraživane skupine. U zapaženim i relevantnim radovima o prognozi liječenja ranjenika sa strijelnim KCO spol se ne navodi kao bitan prognostički faktor<sup>185,187</sup>. Može se zaključiti kako do sada nije dokazano prognostičko značenje spola u ranjenika sa strijelnim KCO.

**Dob ranjenika.** Iako je broj ranjenika sa strijelnim KCO u svjetskim razmjerima značajan i stalno rastući problem, posebice među mladima, u svjetskoj literaturi se navodi kako utjecaj dobi na rezultat liječenja ranjenika nije dovoljno istražen<sup>185</sup>. Posebice je otežana, ili posve onemogućena procjena prognostičkog značenja dobi ranjenika zbog relativno malog broja strijelnih KCO u pedijatrijskoj populaciji<sup>17,185</sup>, ali i u starijim dobnim skupinama<sup>51</sup>. Istraživanje o odnosu dobi i ishoda liječenja u ratnih ranjenika je ograničeno zbog mlađe dobi velika većine takvih ranjenika<sup>187</sup>.

Logistička regresijska analiza odrasle i pedijatrijske skupine (do 15.-te godina života) ranjenika u jednom istraživanju nije pokazala razlike u ishodu, iako je među starijim ranjenicima s kranio-cerebralnim ranama bila veća vjerojatnost umiranja (mortalitet od 46% nasuprot 34%). Međutim, usprkos tom trendu, nije utvrđeno da je dob neovisni prediktor ishoda<sup>48</sup>. Kennedy (1993.) i Ewing-Cobbs (1994.) nisu našli značajne razlike u mortalitetu između ranjene djece (dobi do 15 godina) i starijih ranjenika<sup>51,92</sup>.

Uspoređujući male skupine ranjenika dječje dobi i odraslih ranjenika zapažena je, u obje skupine, slična učestalost poteškoća učenja i emocionalne nestabilnosti nakon strijelne KCO<sup>106</sup>. U prospektivnoj studiji 13-tero djece i adolescenata sa strijelnim KCO nije nađena razlika u razvoju između djece ranjene u dobi od 1,5 do 4 godine, i u dobi od 5 do 14 godina, unatoč pretpostavljanom mozgovnom plasticitetu.

Međutim, zapažena je veća vjerojatnost razvoja kognitivnih i motoričkih deficita u mlađe djece, te poremećaja pažnje i ponašanja u starije djece<sup>92</sup>.

Podaci o prognostičkom značenju dobi u specifičnoj populaciji ranjenika sa strijelnim KCO iz južnog Los Angelesa ukazala su da je mlađa dob istraživanih ranjenika bila udružena s lošijim ishodom, zbog čestih napada – homicida - u toj pedijatrijskoj populaciji, tj. u obračunima maloljetničkih bandi<sup>48</sup>.

Zanimljivo je napomenuti nepotpuno dokumentirana mišljenja da je podmakla dob ranjenika, pri čemu je starija dob različito definirana, nepovoljan prognostički čimbenik<sup>31,34,46,67,71,114,140</sup>. U istraživanoj skupini ranjenika nije zapažen značajan suodnošaj dobi i rezulta liječenja. Broj ranjenika starijih od 40 godina bio je dostatan za statističku raščlambu, što često nije bio slučaj u ranije istraživanim skupinama. Među promatranim ranjenicima bilo je 11 ranjenika (9,5%) u šestom, sedmom i osmom desetljeću života. U istraživanoj skupini je preživjelo 50% ranjenika u šestom desetljeću života, i u svih je uspjeh liječenja ocijenjen s GOS 4, a ranjavanje je preživjelo i dvoje od troje ranjenika u sedmom desetljeću, u kojih je također postignut dobar rezultat (GOS 4). Oboje ranjenika u osmom desetljeću života su umrla (jedan ranjenik nakon suicidnog prostrijela, a druga ranjenica zbog masivne plućne embolije).

Nakon uvida u izložene podatke o možebitnom prognostičkom značenju dobi ranjenika, može se reći kako do sada nije utvrđeno da je dob u ranjenika sa strijelnim KCO značajan neovisni prognostički čimbenik, iako je uočeno da je dob ranjenika starijih od 50 godina udružena s blago povećanim mortalitetom, i s većom učestalošću lošijeg oporavka ranjenika<sup>187</sup>.

### **Okolnost ranjavnja.**

**Ranjavanje u mirnodopskim okolnostima.** Znatan je broj radova u kojima se raspravlja o učinkovitosti liječenja nakon suicida i ostalih načina ranjavanja u mirnodopskim okolnostima.

Hernesniemi (1979.) navodi mortalitet nakon suicida od 97%<sup>80</sup>. U radu Selden-a (1988.) naveden je mortalitet od 83% nakon samoranjavanja<sup>97</sup>.

Prema rezultatima Nagib-a (1986.) ranjavanja u pokušaju suicida imaju najgoru prognozu. U tim slučajevima zabilježio je mortalitet od 71,4%, ali i dobar rezultat liječenja u 19% ranjenika. U ranjenika ranjenih u nesrećama i u napadima smrtnost je bila 35,3%, a nakon ranjavanja u nesrećama liječenje je bilo uspješno u 80% ranjenika. Veća smrtnost nakon suicida je bila statistički značajna u odnosu na napade i nesreće <sup>98</sup>. Grahm (1990.) je utvrdio mortalitet nakon suicida od 70%, nakon napada od 21% i nakon nesreće od 33%. Dobar rezultat liječenja postignut je nakon suicida u 25,4%, nakon napada u 58,3 i nakon nesreće u 67% ranjenika <sup>71</sup>. Prema podacima iz rada Levi-a (1991.) smrtnost suicidalnih ranjavanja je bila 64,3%, 60% ranjenih u napadima je umrlo, dok je nakon ranjavanja u nesrećama umrlo 43% ranjenika <sup>14</sup>.

Cavaliere (1988.) je zabilježio mortalitet među suicidalnim ranjenicima u 95% slučajeva, u slučajevima homicida u 95,3% žrtava, a u nesrećama u 67% ranjenika <sup>105</sup>.

Aldrich (1992.) je među ranjenicima s penetrantnim KCO, nastalim djelovanjem projektila iz pištolja, i posljedičnim GCS skorom  $\leq 8$ , našao najveći mortalitet u slučajevima kontaktnog ranjavanja, ali ne i statistički značajnu razliku između ranjenika ranjenih iz oružja koje je bilo na različitim udaljenostima od glave <sup>52</sup>. Stone (1995.) nije našao da je okolnost ranjavanja (napad, samoranjavanje, neutvrđene okolnosti) u suodnošaju s ishodom liječenja. Međutim, 94% ranjenika te skupine je ranjeno u napadima <sup>93</sup>.

Među ranjenicima istraživane skupine utvrđen je mortalitet od 51% nakon suicidalnih ranjavanja, od 29% nakon nesreća i mortalitet od 19,5% nakon ranjavanja u napadima. Dobar rezultat liječenja (GOS 4 - 5) postignut je nakon suicida u 24% ranjenika, a nakon ranjavanja u nesrećama u 67% ranjenika, dočim je liječenje bilo uspješno nakon ranjavanja u napadima u 37,5% slučajeva.

Izloženi podaci o smrtnosti ranjenika ukazuju na vrlo visoki mortalitet nakon suicida i napada, što je objašnjivo blizinom iz koje se upućuje projektil i znatnom kinetičkom energijom koju zbog toga projektil prenosi na kranio cerebralna tkiva, te lokalizacijom rane i smjerom penetracije projektila koji određuju teška i opsežna

oštećenja mozga. Međutim, sa stanovišta kliničara koji određuje postupak liječenja ranjenika, najvažnija je činjenica da je liječenjem moguće postići i preživljavanje i dobar rezultat liječenja znatnog broja ranjenika koji su ranjeni pri pokušaju suicida ili u napadu.

Iako je mortalitet nakon suicidalnih ranjavanja vrlo visok, i viši nego nakon ostalih načina mirnodopskih ranjavanja, iz predočenih podataka je razvidno kako pokušaj suicida preživljava od 3% do 49% ranjenika, a dobar rezultat liječenja (GOS 4–5) se postiže u oko 1/4 suicidalnih ranjenika. Nakon ranjavanja u nesrećama dobar rezultat liječenja postiže se u 2/3 do 4/5 ranjenika, a nakon ranjavanja napadima u oko 40% do 60% ranjenika.

Stoga je teško opravdati otklanjanje aktivnog liječenja u slučajevima suicidalnog ranjavanja, kako pojedini autori predlažu<sup>80</sup>. Prema vlastitom zapažanju, niti koma nakon pokušaja suicida, što je za neke autore kontraindikacija za liječenje, ne mora uvijek imati fatalan ishod (preživljavanje u 1/9 ranjenika, s oporavkom do GOS 4)<sup>63,80,97</sup>. Treba napomenuti da mogući negativističan stav neurokirurga spram aktivnog liječenja suicidalnih ranjenika može imati nepovoljan utjecaj na rezultate liječenja<sup>46,187</sup>. Stoga je moguće da su navedeni loši rezultati liječenja suicidalnih ranjenika dijelom posljedica i nedostatnog liječenja ranjenika. Zbog toga svakako treba navesti činjenicu da ranjenici, koji su se oporavili nakon pokušaja suicida, konstruktivno prihvaćaju život u novonastalim okolnostima<sup>185</sup>. Sve navedene činjenice upućuju kliničare kako ne treba odustajati od liječenja suicidalnih ranjenika u kojih se razvila teža klinička slika.

**Ranjavanje u ratnim okolnostima.** U suvremenim ratnim sukobima najčešća su ranjavanja projektilima nastalim fragmentacije raznih topničkih projektila, a rjeđe streljačkom paljbom, a uspjeh u liječenju ratnih ranjenika, ranjenih na različite načine, je različit <sup>20,19,24</sup>. Aarabi (1990.) nije utvrdio statistički značajnu razliku u ishodu liječenja između ranjenika ranjenih metalnim krhotinama topničkih projektila i mecima streljačkog oružja, što je vjerojatno posljedica prirodne selekcije za evakuacije ranjenika, koja je prosječno trajala 49 sati, te su najteže ozljede bile isključene iz spomenute analize <sup>19</sup>. Nasuprot tome, Brandvold (1990.) i Levi (1990.) su pokazali kako je izrazito značajna veća smrtnost ratnih ranjenika nakon ranjavanja mecima za streljačke paljbe <sup>18,24</sup>.

Rezultati ovog istraživanja potvrdila su kako ranjavanja nastala streljačkom paljbom u ratnim okolnostima imaju lošiju prognozu. U istraživanoj skupini je mortalitet ranjenika ranjenih za granatiranja bio 29,4% a dobar uspjeh liječenja (GOS 4–5) postignut je u 49% ranjenika. Smrtnost nakon ranjavanja krhotinama različitih projektila bila je 29,7%, a u tih ranjenika liječenje je bilo uspješno u 48,4% slučajeva. Nakon ranjavanja streljačkom paljbom umrlo je 45,5% ranjenika, a uspješno liječenje je bilo u jednakog broja ranjenika (45,5%). Među promatranim ranjenicima ranjenim mecima mortalitet je bio 44,4%, ali je dobar rezultat liječenja utvrđen u 40% ranjenika.

Unatoč nepovoljnijoj prognozi ranjenika ranjenih mecima za streljačke paljbe, očigledno je da znatan broj preživjelih ranjenika, i onih sa zadovoljavajućim oporavkom, ne opravdava donošenje odluke o možebitnom odustajanju od liječenja samo na temelju podatka o ranjavanju metkom.

**Vrsta kraniocerebralne rane.** U novije vrijeme se težina i opseg mozgovnih oštećenja u pravilu procjenjuju temeljem CT pretrage, a rijetko se analizira odnos vrste kraniocerebralne rane (ustrijel, nastrijel, prostrijel) i mortaliteta, odnosno učestalosti dobrog rezultata liječenja postignutog među ranjenicima s pojedinim vrstama kraniocerebralnih rana <sup>176,178,180</sup>. Međutim, svakako treba napomenuti iskustva iz vijetnamskog rata, kada je među ranjenicima s prostrijelnim kraniocerebralnim ranama bio veći rizik višeg mortaliteta <sup>38</sup>.

Brandvold (1990.) je zabilježio preživljavanje jednog ranjenika s kraniocerebralnim prostrijelom, s vrlo dobrim oporavkom (GOS 4). U ranjenika s tangencijalnim ranama je zabilježen vrlo visoki mortalitet (60%), a dobar ishod je postignut u samo 20% tih ranjenika <sup>18</sup>. Levi (1990.) je naveo mortalitet od 61,5% među ranjenicima s prostrijelima, ali i da niti jedan ranjenik s tangencijalnim kraniocerebralnim ranama nije umro <sup>24</sup>. Dobro je poznato da se u ranjenika s tangencijalnim ranama može naći vrlo učestala i raznolika intrakranijska patologija <sup>27,93</sup>. Stoga je poradi objašnjenja ovako visokog mortaliteta ranjenika s tangencijalnim ranama potrebna detaljna analiza CT nalaza tih ranjenika, koja nije iznesena u navedenom radu. Broj ranjenika s prostrijelnim kraniocerebralnim ranama u istraživanjima Levia i Brandvolda je bio mali (samo jedan slučaj), što ograničava vrijednost raščlambe o prognostičkom značenju vrste rane <sup>18,24</sup>.

Aarabi (1990.) nalazi među ranjenicima iz iransko-iračkog rata, uz GCS skor, vrstu kraniocerebralne rane i infektivne komplikacije najvažnijim prognostičkim čimbenicima. Loši završetak liječenja među ranjenicima s prostrijelnim ranama (49%) bio je statistički značajno češći od nego među ranjenicima s ustrijelima (20%) i među ranjenicima s tangencijalnim ranama (15,6%), a značajno manji mortalitet bio je među ranjenicima s nastrijelnim ranama, nego u ranjenika s ustrijelima <sup>19</sup>.

Prema izvještaju Tudora (1998.) loš ishod liječenja bio je u 31,3% ranjenika s prostrijelnim ranama, u 47% ranjenika s ustrijelima i u 9% ranjenika s tangencijalnim ranama. Navedene razlike su bile statistički značajne. Iznenađujuće, dobar rezultat liječenja postignut je u 69% ranjenika s prostrijelnim ranama i 53% ranjenika s ustrijelima, dočim je u ranjenika s tangencijalnim ranama bilo 91% povoljnih rezultata <sup>178</sup>.

U promatranih ranjenika sa strijelnim KCO smrtnost i učestalost lošeg rezultata liječenja (GOS 1–3) bili su statistički iznimno značajno veći nakon prostrijela. U ranjenika sa nastrijelnim ranama kranija smrtnost je bila najmanja, a najveći je bio udio ranjenika s dobrim rezultatom liječenja (GOS 4 – 5), u odnosu na ranjenike s ustrijelima i prostrijelima.



Pojavnosti različitih vrsta strijelnih KCO različita je u navedenim istraživanjima, a izloženi podaci potvrđuju poznate činjenice da ranjenici s kranocerebralnim prostrijelima imaju najlošiju, a ranjenici s nastrijelima kranija najbolju prognozu. Međutim, uočljivo je kako u određenog broja ranjenika s prostrijelnim ranama postoji potencijal za preživljavanje, pa čak i za dobar oporavak, poglavito u ranjenika s tzv. perifernim bihemisferalnim mozgovnim oštećenjem (bifrontalnim i biokcipitalnim). Stoga se može zaključiti da je prognoza liječenja temeljem vrste kranocerebralne rane nedostavno točna u razlučivanju ranjenika u kojih postoji mogućnost dobrog oporavka, od ranjenika u kojih ne postoji mogućnost oporavka.

**Vrijeme od ranjavanja do započinjanja neurokirurškog liječenja i prehospitalna reanimacija.** Poznata je činjenica da se bolji rezultat liječenja postiže među ranjenicima u kojih liječenje započinje nakon duljeg vremena transporta. To je razumljivo obzirom da ranjenici s najtežim strijelnim KCO umiru vrlo brzo nakon ranjavanja uslijed primarnog i sekundarnih mozgovnih oštećenja. Oko 40% ranjenika umrlih na bojnopolju umire zbog strijelnih ozljeda glave<sup>7,19,22,59,64</sup>, i to su oni ranjenici sa strijelnim KCO koji su zadobili najteže ozljede. Veliki broj onih koji umiru ubrzo nakon dolaska u bolnicu zbog teških ozljeda mozga, hipotenzije i respiratorne insuficijencije, također govori kako postoje ranjenici sa strijelnim KCO koje brzi transport ne može spasiti, ali zbog kojeg se povećava intrahospitalni mortalitet<sup>86,105</sup>. Visoki postotak moribundnih ranjenika i visoki hospitalni mortalitet zabilježeni su u ratnim sukobima u kojima je bila organizirana brza evakuacija ranjenika (helikopterski transport u korejskom i vijetnamskom ratu), odnosno u službama za liječenje hitnih stanja u bolnicama suvremenih megapolisa, nakon evakuacije koju provodi dobro educirano i opremljeno osoblje<sup>48,93,130,147,184</sup>. Ako liječenje započinje nakon duljeg vremena od ranjavanja, već se je dogodila prirodna selekcija i najteži ranjenici su umrli, pa je razumljiv relativni uspjeh liječenja lakših strijelnih KCO, čije liječenje započinje nakon stanovitog odgađanja.

Značaj kratkog trajanja transporta ranjenika bio je posebice naglašavan u analizama iz II. svjetskog, korejskog i vijetnamskog rata, zbog velikog rizika razvoja intrakranijske infekcije nakon kasne obradbe kranocerebralne rane<sup>86,147</sup>. Aarabi navodi učestalost infekcije od 4,7%, koja je slična učestalosti infekcije među američkim ranjenicima u Vijetnamu od 5,9%<sup>21</sup>. Međutim, američki ranjenici u

vijetnamskom ratu su bili transportirani do bolnice u roku od 2 - 4 sata (86), a u ranjenika Aarabijeve skupine prosječno vrijeme transporta je bilo 49 sati. Tudor (1998.) je zabilježio vrijeme transporta dulje od 48 sati ( $2\pm 1,8$  dana) među ranjenicima u kojih je postignut dobar ishod. U ranjenika s lošim rezultatom liječenja vrijeme transporta je bilo kraće ( $1,9\pm 1,7$  dana), ali razlika u trajanju transporta između ranjenika s dobrim i lošim rezultatom liječenja nije bila statistički značajna. Međutim, u ranjenika u kojih je transport trajao dulje od 48 sati zapažena je veća učestalost intrakranijske infekcije<sup>178</sup>. Stoga se može reći kako su podaci o vjerojatnosti razvoja intrakranijske infekcije u odnosu na različito trajanje razdoblja prije započinjanja neurokirurškog liječenja, dijelom proturječni.

Utjecaj trajanja transporta ranjenika do ustanove u kojoj se započinje neurokirurško liječenje na rezultat liječenja moguće je pravilno protumačiti samo ako se istodobno proučavaju i težina KCO i provođenje prehospitalne reanimacije. Varijabilnost u pokazateljima brzine i sveuhvatnosti prehospitalne reanimacije u odnosu na težinu strijelnih KCO onemogućava komparaciju između različitih istraživanih ratnih i mirnodopskih skupina ranjenika<sup>16,18,24,103,107,178</sup>.

Promatranje vremena transporta izolirano od drugih relevantnih čimbenika ne daje odgovor na postavljena pitanja o mogućem utjecaju trajanja evakuacije ranjenika na uspješnost liječenja, odnosno na učestalost intrakranijske infekcije.

Posljedice primarnog oštećenja mozga, kao i moguća sekundarna oštećenja, te razvoj posttraumatskih komplikacija (produžena posttraumatska apnea, zatajenje disanja, hipotenzija, razvoj kompresijskog intrakranijskog hematoma, opsežne kontaminacije rane, i sl.) svakako utječu na konačni rezultat liječenja ako prehospitalna reanimacija, i definitivno neurokirurško liječenje, nisu započeti brzo nakon ranjavanja. U slučajevima kasnijeg započinjanja prehospitalne ili hospitalne reanimacije, odnosno neurokirurškog liječenja, ranjenici s teškim primarnim mozgovnim oštećenjem i razvojem vitalnih komplikacija umiru prije započinjanja liječenja.

U istraživanoj skupini nije zapažena razlika u trajanju perioda između ranjavanja i početka neurokirurškog liječenja nakon ranjavanja u različitim okolnostima. To nije neočekivano, jer su ranjavanja nastajala na relativno

ograničenom prostoru, na kojem je prehospitalno zbrinjavanje i transport ranjenika do bolnice i u ratu i u miru provodila jedinstveno organizirana služba. Ta činjenica je utjecala na usporedivost skupina ranjenika ranjenih u ratnim i u mirnodopskim okolnostima. Također nije utvrđeno da je vrijeme transporta ranjenika do bolnice, tj. vrijeme proteklo od ranjavanja do početka liječenja, bilo u značajnom suodnošaju s mortalitetom istraživanih ranjenika. Dapače, raščlambe su pokazale kako se sa 100%-tnom sigurnošću može reći da nije bilo značajne razlike u ishodu liječenja između ranjenika u kojih je neurokirurško liječenje počelo u prva četiri sata nakon ranjavanja, ili kasnije.

**Prehospitalna reanimacija.** Utjecaj prehospitalne reanimacije na ishod liječenja do sada nije dovoljno proučen. Obzirom na vrlo različite uvjete zbrinjavanja ranjenika sa strijelnim KCO, kao i na vrlo različita obilježja ranjenika u raznim istraživanjima, iznimno je teško procijeniti značenje provođenja reanimacije prije započinjanja neurokirurškog liječenja za konačni rezultat liječenja. Teško je uspoređivati podatke o važnosti prehospitalne reanimacije iz različitih istraživanja i zbog različite učestalosti i različite sveobuhvatnosti u provođenju reanimacije. Reanimacija je provedena u istraživanih ranjenika s težim mozgovnim ozljedama, ali ne i u svih ranjenika s teškim ozljedama, što je ovisilo o mogućnostima prehospitalnog zbrinjavanja ranjenika i o udaljenosti mjesta ranjavanja od naše bolnice. Stoga se može se reći da nije dostatno istraženo, niti utvrđeno, kliničko i prognostičko značenje prehospitalne reanimacije ranjenika sa strijelnim KCO.

**Udružene ozljede.** Iz dostupne literature je vidljivo kako su podaci o udruženim ozljedama u ranjenika sa strijelnim KCO rijetko analizirani, posebice spram ishoda liječenja. Ranjenici s inkurabilnom hipotenzijom uslijed višestrukih ozljeda su isključivani iz studija o mirnodopskim ranjenicima, i u tim studijama nije istraživana prognostička vrijednost udruženih ozljeda<sup>50</sup>. Težina tjelesnih ozljeda najčešće se procjenjivala prema razvoju hipotenzije, zatajenja disanja i hipoksije. Rish je opisao (1983.) veliku selekcioniranu skupinu od 1127 američkih ranjenika iz vijetnamskog rata koji su preživjeli prvih 7 dana nakon strijelne KCO. U prvih mjesec dana nakon ranjavanja umrlo je 1,4% ranjenika, zbog ekstrakranijskih ozljeda u 19% slučajeva. Zbog svoje selekcioniranosti ova skupina ranjenika se ne može uspoređivati s ostalim istraživanim skupinama ranjenika<sup>38</sup>.

Prema podacima Brandvold-a (1990.) iz izraelsko-libanonskog rata, u 40% ranjenika su višestruke udružene ozljede različitih organskih sistema zahtijevale kirurško liječenje. Hemodinamski šok se razvio u 14% ranjenika, unatoč provođenju rane i intenzivne reanimacije tijekom prehospitalnog zbrinjavanja ranjenika, a mortalitet ranjenika u hemodinamskom šoku bio je 69%<sup>18</sup>. U izvještajima o ranjenicima sa strijelnim KCO iz Zaljevskog rata zabilježen je mali broj ranjenika s udruženim ozljedama, koji je isključivao mogućnost zaključivanja o utjecaju udruženih ozljeda na ishod liječenja<sup>88,181,187,188</sup>. Stone (1995.) je, u ozljeđenika koji su zadobili strijelne KCO u mirnodopskim okolnostima, zabilježio 35% ranjenika s multiplim ozljedama (prosječno 1,7 rana po ranjeniku), ali nije analizirao odnos broja ozljeda i ishoda, već odnos hipotenzije i mortaliteta<sup>93</sup>.

U istraživanoj skupini bila je manja smrtnost ranjenika s udruženim ozljedama nego ranjenika s izoliranim KCO, što se može objasniti različitim načinima ranjavanja u različitim okolnostima. Veliki broj ranjavanja i samoranjavanja iz blizine (suicidi, napadi i nesreće) su nastala u mirnodopskim okolnostima i uzrokovala izolirane strijelne KCO. Ratna ranjavanja najčešće su bila posljedica eksplozije topničkih projektila, nakon čega su metalne krhotine uzrokovale nastanak višestrukih ozljeda ranjenika, zbog čega su češće nastajale udružene ozljede nego u mirnodopskim okolnostima. Preživljavanje ranjenika s multiplim eksplozivnim ozljedama, uzrokovanim većim brojem projektila, upućuje da su ta ranjavanja uzrokovana projektilima relativno male brzine i kinetičke energije. Očigledno je da su u različitim okolnostima ranjavanja nastajale kraniocerebralne rane s različitim prijenosom energije s projektila na mozgovna tkiva. Sudeći prema podacima o mortalitetu ranjenika istraživane skupine, nakon mirnodopskih ranjavanja razvijala se veća razina prijenosa energije u kraniocerebralnim ranama, a u ratnim KCO prijenos energije na tkiva u endokraniju bio je manji.

**Oštećenje duralnih venoznih sinusa.** Nakon uvida u opsežnu literaturu o strijelnim KCO može se reći da nema podataka o učestalosti i o prognostičkom značenju oštećenja duralnih venoznih sinusa u ranjenika sa strijelnom KCO. U promatranjanoj skupini je zabilježena tek granično značajna ( $p=0,06$ ) povećana smrtnost ranjenika s projektilnom laceracijom sinusa, što se može tumačiti pretpostavkom, koju nije bilo moguće potvrditi ovim istraživanjem, da većina ranjenika s masivnim krvarenjem

zbog razdora duralnog sinusa, kao i ranjenici s opsežnim oštećenjima duralnih sinusa (npr. torkulara Herophili) udruženih s teškim oštećenjima mozga, umiru vrlo brzo nakon ranjavanja i prije dolaska u bolnicu. Vjerojatno samo ranjenici s blažim oštećenjem duralnih sinusa preživljavaju do započinjanja bolničkog liječenja, a istraživani su ranjenici, u kojih je utvrđeno oštećenje duralnog sinusa, samo dio širokog raspona kliničko-patološke pojavnosti strijelnih KCO.

**Vitalne funkcije.** Pojavnost hipotenzije i zatajenja disanja rijetko je istraživana u ranjenika sa strijelnim KCO unatoč znatnom riziku mogućih sekundarnih oštećenja mozga.

**Hipotenzija.** Često su hemodinamski nestabilni ranjenici s teškom hipotenzijom isključivani iz studija o mirnodopskim ranjenicima, i nije istraživana prognostička vrijednost hipotenzije <sup>50,184</sup>. Zbog različitih razloga nije istraživano niti značenje hipotenzije za ishod liječenja ratnih strijelnih KCO. U jednom randomiziranom prospektivnom kontroliranom kliničkom istraživanju, provedenom u 151-nog ranjenika sa mirnodopskim strijelnim KCO, hipotenzija je zabilježena u 43% slučajeva. Umrlo je 84% ranjenika s hipotenzijom, dočim je mortalitet ranjenika koji nisu bili u šoku bio 76%. Zapažena razlika u smrtnosti nije bila statistički značajna, i nije dokazana značajna povezanost hipotenzije i mortaliteta u ranjenika s mirnodopskim strijelnim KCO. Međutim, zbog različitih razloga, oko 1/3 istraživanih ranjenika bilo je isključeno iz procjenjivanja prognostičke vrijednosti hipotenzije <sup>52</sup>.

U drugoj studiji mirnodopskih strijelnih KCO mortalitet cijele skupine istraživanih ranjenika bio je 34%, ali je mortalitet ranjenika s hipotenzijom bio značajno veći (62%) <sup>50</sup>. Byrnes (1974.) navodi kako je mortalitet ranjenika s hipotenzijom, unatoč ranom i intenzivnom liječenju, bio 72%, dok je mortalitet ranjenika s normalnim krvnim tlakom bio 41%. Uočeno je da su hipotenzija, ali i hipertenzija (>150 mmHg), u suodnošaju s lošijim ishodom liječenja, ali nisu podastrijeti točni podaci o statističkoj značajnosti <sup>103</sup>.

Stone (1995.) je u dva rada o velikoj skupini od 480 ranjenika sa mirnodopskim strijelnim KCO utvrdio da hipotenzija značajno korelira sa povećanom smrtnošću i lošim rezultatom liječenja (definiranim kao GOS 1-3). Hipotenzija (<90

mmHg) je zapažena u 10% od 480 mirnodopskih ranjenika, a njihov mortalitet bio je 62%. Ishod preživjelih ranjenika s hipotenzijom bio je značajno lošiji, nego ranjenika s normotenzijom i hipertenzijom<sup>93,130</sup>. Međutim, drugim opsežnim istraživanjem hipotenzija nije potvrđena linearnom regresijskom analizom kao izraziti prognostički čimbenik<sup>50</sup>.

Rezultati liječenja izraelskih ranjenika iz izraelsko-libanonskog rata su pokazali da hemodinamski šok povećava mortalitet. Hemodinamski šok je nastao u 14% od 113 ranjenika sa strijelnim KCO, a mortalitet tih ranjenika bio je 69%. Smrtnost ranjenika sa hemodinamskim šokom je bila trostruko veća od očekivane, ali zbog malog broja ranjenika ta razlika nije i statistički značajna<sup>20</sup>. Slični rezultati su utvrđeni i istraživanjem Levija<sup>24</sup>. Izvještaji o ranjenicima sa strijelnim KCO iz Zaljevskog rata (1991.) su zabilježili mali broj ranjenika s hipotenzijom, što je isključilo mogućnost zaključivanja o utjecaju hipotenzije na mortalitet ranjenika<sup>57,88,181</sup>.

Na kraju se može reći kako rezultati pojedinih istraživanja upućuju na povezanost razvoja hipotenzije i povećanog mortaliteta ranjenika<sup>20,24,50,93,103,130</sup>. Međutim, drugim istraživanjima nije utvrđena statistički značajna korelacija između hipotenzije i mortaliteta<sup>52,104</sup>. U istraživanih ranjenika s izoliranom pojavom hipotenzije nije bilo značajne povezanosti s mortalitetom, ali je u ranjenika s istodobnim razvojem i zatajenja disanja i hipotenzije taj suodnošaj bio statistički značajan. Prema zapažanju iz provedenog istraživanja, može se smatrati da hipotenzija nije nužno pokazatelj loše prognoze, posebice ako nije posljedica teških kraniocerebralnih oštećenja i ako je korigirana pravodobnim reanimacijskim postupcima koji mogu prevenirati sekundarna mozgovna oštećenja.

**Zatajenje disanja.** Prognostičko značenje poremećaja disanja u ranjenika sa strijelnim KCO može se tumačiti teškim primarnim oštećenjem mozga, kao i prolazom projektila u blizini rostralnog dijela mozgovnog debla, te izravnim djelovanjem projektila na respiracijske centre. Poremećaji disanja mogu nastati i uslijed sekundarnih oštećenja zbog kompresijskog učinka hematoma ili žarišnog otoka mozgovnog tkiva, s posljedičnim razvojem transtentorijske hernijacije, odnosno zbog nastanka difuznog otoka mozga.

Najčešće se zatajenje disanja nakon strijelne KCO definira kao apnea, respiratorna depresija (manje od 10 udisaja u minuti), te kao poremećaj disanja koji zahtijeva intubaciju. Usporedba utjecaja poremećaja disanja na rezultat liječenja između različitih istraživanja je otežana, jer nije korištena ujednačena i standardizirana definicija zatajenja disanja <sup>187</sup>.

U prilog prognostičkom značenju poremećaja disanja govore eksperimentalno utvrđene činjenice da trajanje apnee nakon KCO ovisi o energiji projektila <sup>1,135</sup>. Trenutačni nastanak zastoja disanja nakon ranjavanja može utjecati na ishod, ovisno o trajanju i možebitnom oporavku respiracije. Treba naglasiti da su zabilježeni neočekivani oporavci nakon kome, koji mogu biti posljedica oporavka disanja nakon apnee <sup>55</sup>.

Stone je (1995.), među 480 liječenih ranjenika, zabilježio traumatski arrest u 14% slučajeva, a samo u jednom je reanimacija bila uspješna, nakon čega je postignut ishod ocijenjen s GOS 3. Osim posttraumatskog zastoja disanja, zabilježeni su i apnea, te respiracijska depresija u 21% ranjenika. Mortalitet tih ranjenika je bio 75%, a konačni rezultat liječenja je bio značajno lošiji, nego u ranjenika bez respiratornog distresa <sup>93,130</sup>.

Istraživanjem je dokazana značajna povezanost mortaliteta i patološki izmijenjenih funkcija respiratornog i kardiovaskularnog sustava, a značajniji su utjecaj imali poremećaji disanja nego hipotenzija. U ranjenika s izoliranom pojavom hipotenzije smrtnost nije bila značajno povećana, kao u ranjenika sa izoliranim zatajenjem disanja. Međutim, u ranjenika sa istodobnim razvojem i zatajenja disanja i hipotenzije taj suodnošaj bio statistički najznačajniji.

Među promatranim ranjenicima s patološki izmijenjenim funkcijama respiratornog i kardiovaskularnog sustava značajno je rjeđe postignut dobar rezultat liječenja (GOS 4–5), naspram ranjenika s normalnim vitalnim funkcijama. Liječenje je najrjeđe bilo uspješno među ranjenicima sa insuficijentnim disanjem.

Na kraju se može reći da su podaci o prognostičkom značenju hipotenzije i zatajenja disanja u ranjenika sa strijelnim KCO rijetki, a dijelom su proturječni. Važno

je istaći nedovoljno dokumentiranu i dokazanu povezanosti hipotenzije i ishoda liječenja ranjenika sa strijelnim KCO, ali i iznimno lošiju prognozu ranjenika sa zatajenjem disanja i hipotenzijom.

**Intrakranijski hematoma.** Intrakranijski hematoma je definiran kao hiperdenzna masa na CT prikazu, gustoće krvi, u epiduralnom ili subduralnom prostoru, ili pak unutar mozgovnog parenhima<sup>187</sup>. Prema preporuci Aldricha (1992), hiperdenzna masa volumena  $\geq 30$  ml smatrana je u ovom istraživanju kompresijskim intrakranijskim hematomom<sup>52</sup>. Intrakranijski hematomi najčešće nastaju u prvih 3 do 8 sati nakon nastanka strijelne KCO, a poremećaji respiracije su često prvi znaci mozgovne kompresije<sup>96</sup>. U dva istraživanja zapažena je povećana smrtnost ranjenika s intrakranijskim hematomima<sup>46,49</sup>. Međutim, Mancuso navodi kako prisutnost hematoma nije u značajnom suodnošaju spram mortaliteta<sup>190</sup>.

Regresijska analiza pokazala je kako razvoj određene vrste intrakranijskog kompresijskog hematoma (epiduralni, subduralni ili intracerebralni), kao niti volumen kompresijskog hematoma, nisu bili u značajnom suodnošaju s ishodom liječenja istraživanih ranjenika.

Raščlamba  $\chi^2$ -testom nije potvrdila značajnost razlika u mortalitetu između ranjenika bez intrakranijskih hematoma i ranjenika s intrakranijskim kompresijskim hematomima, te između ranjenika s različitim vrstama intrakranijskih hematoma. Međutim, na taj način je utvrđena značajno veća smrtnost ranjenika u kojih je volumen hematoma bio veći od 30 ml, što bi moglo upućivati na povoljan učinak evakuacije manjih intrakranijskih hematoma (16 do 30 ml), kojom je osigurano preživljavanje većine istraživanih ranjenika s kompresijskim intrakranijskim hematomima. Također je moguće da je razlika u smrtnosti između ranjenika s manjim i većim intrakranijskim hematomima posljedica različito izraženog kompresijskog učinka hematoma i različitog opsega mozgovnog oštećenja. Mogući uzrok veće smrtnosti ranjenika s hematomima koji su bili veći od 30 ml, je izraziti kompresijski učinak na mozgovno tkivo uslijed razvoja velikih hematoma u dugačkim strijelnim kanalima, tj. unutar opsežnih primarnih oštećenja parenhima mozga projektilom koja sama po sebi bitno povećavaju rizik smrti.



Različiti udio ranjenika u kojih je provođena CT pretraga u nekim istraživanjima, te proturječni rezultati navedenih istraživanja, vjerojatno uvjetovani značajnim utjecajem drugih čimbenika, onemogućuju definitivne zaključke o prognostičkoj vrijednosti intrakranijskih hematoma u ranjenika sa strijelnim KCO, iako iskustvo i navedeni podaci upućuju na zaključak o riziku povećane smrtnosti u ranjenika s razvojem intrakranijskih hematoma.

**Hidrocefalus.** Do sada istraživanjima nije utvrđivano prognostičko značenje razvoja hidrocefalusa nakon strijelne KCO. U istraživanoj skupini ranjenika nije se moglo, statističkim zakonitostima sukladno, zbog malog broja u pojedinim kategorijama ranjenika, utvrditi prognostičko značenje nastanka hidrocefalusa. Međutim, hidrocefalus je bio češći među preminulima i u onih s lošijim ishodom, što je razumljivo obzirom na povezanost penetracije projektila kroz mozgovne klijetke i istodobnog oštećenja vitalnih mozgovnih tvorbi, s posljedičnim krvarenjem i proširenjem klijetki. Ove činjenice upućuju da je primarno mozgovno oštećenje uzrok povećane smrtnosti i lošijeg ishoda liječenja ranjenika sa hidrocefalusom nakon strijelne KCO.

**Intrakranijska infekcija.** Postoperativna intrakranijska infekcija nakon neurokirurškog liječenja strijelnih KCO povećava mortalitet i morbiditet ranjenika<sup>18,21,24,61</sup>. U istraživanoj skupini zapažen je veliki mortalitet ranjenika s intrakranijskom infekcijom (60%), a loš rezultat liječenja (GOS 1–3) bio je polučen u gotovo 2/3 preživjelih. Među promatranim ranjenicima s intrakranijskom infekcijom smrtnost je bila značajno veća od očekivane, spram ranjenika u kojih se nije razvila postoperacijska infekcija. Međutim, dobar rezultat liječenja postignut je u 40% ranjenika s infekcijom, a istraživanjem nije utvrđeno da postoji značajna razlika u učestalosti uspješnog liječenja (GOS 4–5) između ranjenika s infekcijom i ranjenika bez infekcije.

Stoga se može reći da su istraživanjem potvrđena ranija zapažanja o povećanoj smrtnosti ranjenika sa intrakranijskom infekcijom nakon strijelne KCO. Međutim, po svemu sudeći, moguće je uspješno liječenje određenog broja ranjenika s infekcijom, na što upućuje statistički podjednaka učestalost uspješnog liječenja među ranjenicima sa i bez intrakranijske infekcije.

**Vrsta neurokirurškog postupka u ranjenika sa strijelnim KCO.** Rezultati ovog istraživanja su pokazali sigurnost i učinkovitost kirurškog postupka, koji se sastoji od kirurške obradbe i primarne rekonstrukcije rane mekog oglavka, bez provođenja kirurške obradbe kraniocerebralne rane i rekonstrukcije tvrde mozgovne ovojnice, ako se provodi u pomno odabranih ranjenika. Ranjenici su odabrani za takav postupak ako je rana oglavka bila manja od 1 cm, a CT pretragom je isključen razvoj kompresijskog intrakranijskog hematoma u ustrijelnoj rani kranija, uzrokovanoj malom metalnom krhotinom. U tih ranjenika nastaju blaža mozgovna oštećenja, zbog malog prijenosa energije s projektila na kraniocerebralna tkiva (uslijed male mase i brzine projektila), a operacijska dekompresija endokranijskih tvorbi nije potrebna (Prilog IV-VI). Ustrijelna kraniocerebralna rana, očuvana svijest (visoke vrijednosti GCS skora) i CT pretraga potvrđivala su ograničenost oštećenja mozga.

Prema dosadašnjim iskustvima, ovaj način liječenja se može primijeniti u gotovo 10% ranjenika sa ratnim strijelnim KCO<sup>18,62</sup>, što može znatno racionalizirati kirurški rad u ratnim uvjetima. Iznimno je važno da ovakav način liječenja nema značajnih komplikacija i da je konačni rezultat vrlo dobar. Međutim, prema recentno objavljenim rezultatima opisanog načina liječenja u velikoj skupini ranjenika (No 191) iz iransko-iračkog rata, moguće je da se zbog manje pažljivog odabira ranjenika (rane veće od 1 cm: oko 2-3 cm) u velikoj skupini ranjenika zabilježe češće komplikacije koje povećavaju rizik postmeningitičkog morbiditeta ili fatalnog meningitisa, ali i povećavaju učestalost re-operacija zbog likvoreje ili potrebe kirurške revizije rane<sup>191</sup>.

Po svemu sudeći, uspješnost ovog načina liječenja ponajviše ovisi o pravilnoj selekciji ranjenika (slučajevi ustrijelnih kraniocerebralnih rana u kojima se ne razvijaju akutne komplikacije, a projektil i ulazna rana su manji od jednog centimetra), iako rizike mogućih intrakranijskih komplikacija nije moguće potpuno isključiti. Nasuprot tome, nepažljiv odabir ranjenika, te nekritička i masovna primjena ovog postupka mogu rezultirati povećanim rizicima i učestalijim intrakranijskim komplikacijama<sup>162,192</sup>.

### 5.1.5. PROGNOŠTIČKO ZNAČENJE CT POKAZATELJA

Od početka bavljenja strijelnim KCO neurokirurzi su uočili da je klinički i radiografski procijenjen opseg mozgovnog oštećenja u izravnom suodnošaju s rezultatom liječenja. Primjena CT pretrage mozga u novije doba je svojim izvanrednim mogućnostima točnog oslikavanja vrste i opsega mozgovnih oštećenja omogućila vrjednovanje prognostičkog značenja različitih CT pokazatelja<sup>52,104</sup>. Posebice su u prognostici vrijedni podaci o opsežnosti mozgovnih oštećenja i oštećenju dubokih mozgovnih regija<sup>31,34,46,67,71,114,140,164</sup>. CT pretraga mozga može točno utvrditi lokalizaciju strijelnog kanala koji je nastao penetracijom projektila kroz mozak. Na taj se način procijenjeni sjelo, opseg i vrsta mozgovnih oštećenja, koji su nastali duž strijelnog kanala, mogu usporediti s rezultatom liječenja.

Usporedbom CT prikaza strijelnih kranio-cerebralnih rana i ishoda liječenja potvrđena su ranija iskustva da je veći opseg mozgovnog oštećenja povezan s većom smrtnošću. Nepobitno je utvrđeno da je unilobarno oštećenje mozga povezano s manjom smrtnošću. Ova logična i iskustveno utvrđena činjenica, dobro je dokumentirana u mnogim istraživanjima i prije uporabe CT dijagnostike<sup>38</sup>, kao i primjenom CT pretrage u dijagnostičkoj obradbi ranjenika sa strijelnim KCO. Dokazano je ranijim istraživanjima, a potvrđeno i ovim istraživanjem, da je multilobarno oštećenje, u usporedbi s unilobarnim oštećenjem, povezano s većim mortalitetom<sup>16,18,21,24,46,51,97,104,160,180,184</sup>. Utvrđeno je i da subarahnoidalno krvarenje<sup>34,56,185</sup>, intrakranijski kompresijski hematomi<sup>101,185</sup>, bihemisferalno oštećenje<sup>56,98,101,185</sup> i multilobarno mozgovno oštećenje, oštećenje mozga nakon penetracije projektila kroz orijentacijske anatomske ravnine endokranija - tzv. multiplanarna mozgovna oštećenja<sup>16,160</sup>, te penetracija projektila kroz mozgovne klijetke<sup>71,101,160</sup> i krvarenje u klijetke<sup>56,100</sup> ukazuju na osobito tešku mozgovnu ozljedu i da su izrazito povezani s povećanim mortalitetom. Iznimno je visoki mortalitet u slučajevima subokcipitalnih rana, tj. projektilnih oštećenja tvorbi stražnje lubanjske jame<sup>48,97</sup>.

**Prolaz projektila kroz orijentacijske anatomske ravnine endokranija.** Više je autora određivalo opsežnost mozgovnog oštećenja temeljem procjene smjera i dubine penetracije projektila u endokraniju na CT snimkama, u odnosu na penetraciju projektila kroz orijentacijske anatomske ravnine endokranija, odnosno na temelju prolaska projektila kroz anatomske ravnine mozga (sagitalne, koronarne i horizontalne ravnine u razini treće mozgovne klijetke). Strijelni kanal koji prolazi kroz sagitalnu ravninu je sinonim za bihemisferalno mozgovno oštećenje. Oštećenje mozga je manje opsežno ako projektil ne prolazi kroz navedene anatomske ravnine, i u tih je ranjenika manji mortalitet <sup>49,56,94,98,160,178</sup>. Prolaz projektila kroz dvije orijentacijske anatomske ravnine uzrokuje najveći mortalitet, ponekad i 100%-tni <sup>97,104,178</sup>. Međutim, i nakon transsagitalne ili transkoronarne penetracije projektila, čak i nakon prolaza projektila kroz dvije ravnine endokranija, moguće je preživljavanje pojedinih ranjenika <sup>80,104</sup>.

U istraživanoj skupini ranjenika je bio značajno manji mortalitet ranjenika u kojih se strijelni kanal nije pružao kroz anatomske ravnine endokranija. Učestalost dobrog rezultata liječenja (GOS 4-5) među ranjenicima u kojih je projektil prolazio kroz anatomske ravnine mozga bila je iznimno značajno manja, spram učestalosti uspješnog liječenja ranjenika u kojih projektil nije penetrirao kroz anatomske ravnine. Međutim, preživjelo je 54% ranjenika u kojih se strijelni kanal pružao kroz koronarnu ravninu, 33% ranjenika u kojih je projektil prolazio kroz sagitalnu ravninu i 18% ranjenika u kojih je projektil penetrirao kroz sagitalnu i koronarnu ravninu mozga. Liječenje je bilo uspješno (GOS 4-5) u 6% ranjenika u kojih je projektil prolazio kroz sagitalnu i koronarnu ravninu, u 9,5% ranjenika sa transsagitalnom penetracijom projektila i u 23% ranjenika s penetracijom projektila kroz koronarnu ravninu mozga.

Rezultati ovog istraživanja sukladni su rezultatima ranijih istraživanja: opsežnije mozgovno oštećenje, sudeći prema prolasku strijelnog kanala kroz orijentacijske anatomske ravnine mozga, u vezi je s povećanim mortalitetom i morbiditetom ranjenika. Prolaz projektila kroz sagitalnu, odnosno kroz sagitalnu i koronarnu orijentacijsku ravninu endokranija, najtočnije je, od istraženih CT pokazatelja, ukazivao na povećani rizik umiranja ranjenika. U ranjenika u kojih je projektil penetrirao kroz koronarnu ravninu mozga mortalitet ne mora biti veći napram mortaliteta ranjenika u kojih projektil nije penetrirao kroz anatomske ravnine mozga.

Međutim, nemali broj ranjenika u kojih je projektil penetrirao kroz anatomske ravnine mozga može preživjeti, ali je u tih ranjenika uspješno liječenje rijetko.

Posebno je zanimljivo da je, prema rezultatima regresijske analize, opsežnost mozgovnog oštećenja, procijenjena prolaskom projektila kroz orijentacijske anatomske ravnine endokranija, komplementarna drugom radiografskom pokazatelju "pomaku središnjih mozgovnih tvorbi  $\leq 5$  mm". Opažen je suodnošaj između pomaka središnjih mozgovnih tvorbi do 5 mm i opsežnosti mozgovnog oštećenja procijenjene temeljem prolaska projektila kroz orijentacijske ravnine endokranija. Opsežnija mozgovna oštećenja su često praćena pomakom središnjih tvorbi do 5 mm, što se može objasniti mozgovnim edemom i manjim hematomima u dužem strijelnom kanalu, te posljedičnom povećanom smrtnošću. Treba naglasiti da CT prikaz pomaka središnjih mozgovnih tvorbi do 5 milimetara nije imao povoljno prognostičko značenje, već je ukazivao na povećan rizik umiranja istraživanih ranjenika, spram ranjenika s većim pomakom.

**Bihemisferalno mozgovno oštećenje.** Bihemisferalno mozgovno oštećenje je u brojnim istraživanjima zapaženo kao pokazatelj loše prognoze i povećane smrtnosti 49,94,98,100,101,105,160,177,180,189,184.

U radu Nagiba (1986.) navodi se smrtnost od 83% u ranjenika s ranom obje polutke mozga, nasuprot smrtnosti od 28% u ranjenika s projektilnom ranom jedne polutke. Prihvatljiv neurološki oporavak postignut je u samo 13% ranjenika<sup>98</sup>. Slične rezultate je polučio i Clark (1986.), s lošim rezultatom liječenja u 86% ranjenika s oštećenjem obje mozgovne hemisfere, dočim je u samo 36% ranjenika s unihemisferalnim oštećenjem zabilježen loš ishod<sup>100</sup>. Posebno loše rezultate liječenja ranjenika s bihemisferalnim mozgovnim oštećenjem navodi Cavaliere (1988.), s preživljavanjem manjim od 2%, nasuprot preživljavanju 15% ranjenika s unihemisferalnim oštećenjem<sup>105</sup>. Kaufman (1991.) je zabilježio 15%-tno preživljavanje, tj. mortalitet od 85%, u ranjenika s bihemisferalnim oštećenjem mozga, i preživljavanje u 64% ranjenika s unihemisferalnom projektilnom ranom<sup>101</sup>. Helling (1992.) je zabilježio smrtnost od 57% među operiranim ranjenicima i smrtnost od 94% među neoperiranim ranjenicima s bihemisferalnom ranom<sup>94</sup>.

Stone (1995.) tvrdi da je opseg mozgovnog oštećenja najkorisniji prognostički pokazatelj, i da projektilna bihemisferalna oštećenja mozga imaju najgoru prognozu, ali su iznimke ranjenici s bifrontalnim prostrijelima. U ranjenika s bihemisferalnom ranom utvrdio je mortalitet od 12%, ali da 50% ranjenika s bifrontalnim ranama ima dobru prognozu. Ovakav ishod u ranjenika s prostrijelima kroz čeone režnjeve objašnjava relativnom udaljenošću putanje projektila od velikih mozgovnih krvnih žila i rostralnog dijela mozgovnog debla <sup>93</sup>.

Döşoğlu (1999.) je zabilježio 100%-tnu smrtnost ranjenika sa središnjim bihemisferalnim mozgovnim ranama (područja bazalnih ganglija, III. mozgovne klijetke i rostralnog dijela mozgovnog debla). Mortalitet svih ranjenika s bihemisferalnim ranama bio je 75%, jer su preživjeli ranjenici s perifernim bihemisferalnim ranama (bifrontalnim i biokcipitalnim) <sup>189</sup>. Georg (1999.) navodi da nije moguće uspješno liječenje ranjenika s bihemisferalnim prostrijelima i ranama kroz mozgovno deblo ili hipotalamus <sup>193</sup>.

Međutim, meta analiza rezultata šest velikih istraživanja nije pokazala da transsagitalni prolaz projektila kroz endokranij i bihemisferalno mozgovno oštećenje imaju značajan utjecaj na mortalitet <sup>177</sup>. Zanimljivi su i rezultati Selden-a (1988.), koji je utvrdio mortalitet od 13% u ranjenika u kojih je projektil penetrirao kroz sagitalnu ravninu, ali i mortalitet od čak 42% u ranjenika bez transsagitalne projektilne penetracije <sup>97</sup>.

U istraživanoj skupini je preživjelo 40% ranjenika s projektilnim oštećenjem obje mozgovne polutke, ali je samo u malog dijela preživjelih ranjenika postignut je dobar oporavak (Prilog I, II i III).

Preživljavanje ranjenika sa strijelnim bihemisferalnim ranama mozga, u navedenim istraživanjima, bilo je u rasponu od 2% do 43%. Očigledno je, da se koristeći samo podatak o bihemisferalnoj penetraciji projektila kroz mozak, ne može pouzdano odrediti koji će ranjenici preživjeti a koji umrijeti, osim u slučaju tzv. središnjih bihemisferalnih lezija s oštećenjem vitalno važnih tvorbi. Na primjer, u istraživanju Aldricha (1992.) različit mortalitet ranjenika s bihemisferalnim i unihemisferalnim mozgovnim oštećenjem nije bio statistički značajan <sup>52</sup>. Posebno

treba napomenuti da je u ranjenika s bifrontalnim oštećenjima povoljnija prognoza (niži mortalitet i veći udio ranjenika s uspješnim oporavkom) <sup>50</sup>.

Stoga autori kombiniraju pokazatelje opsega mozgovnog oštećenja i GCS skor radi preciznije prognoze ishoda. Graham (1990.) je zaključio da liječenje ozljeđenika s bihemisferalnom ili dominantnom unihemisferalnom ozljedom mozga, i vrijednostima GCS skora od 3 do 8, bez obzira da li imaju projektilno oštećenje klijetki, ne može biti uspješno <sup>71</sup>.

Kaufman (1995.) navodi značajno veći mortalitet u ranjenika s oštećenjem obje mozgovne polutke među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 5. Od 60 operiranih ranjenika u kojih je zabilježen GCS skor od 3 do 5 preživjelo je 23 ranjenika (38%), a samo je u dva ranjenika postignut dobar rezultat liječenja (GOS 4–5), ali u tih ranjenika nije bilo bihemisferalnog oštećenja mozga. Mogućnost za eventualni oporavak u ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 znatno je veća u ranjenika bez obostranog oštećenja mozga. Zapaženo je i da je bihemisferalna mozgovna rana praćena intraventrikulskim krvarenjem među najboljim pokazateljima povećanog morbiditeta i lošeg oporavka <sup>50</sup>.

Stav neurokirurga prema liječenju bihemisferalnih strijelnih oštećenja mozga ilustriraju rezultati ankete koju je proveo Kaufman (1991.). Većina američkih neurokirurga takve ozljede smatra smrtonosnim, i 60% njih u tim slučajevima ne indicira operaciju, dočim samo 13% anketiranih poduzima operacijsko liječenje, a 26% anketiranih zauzima neutralan stav <sup>46</sup>.

**Transventrikulska penetracija projektila.** Već je Cushing 1918. godine naglašavao da je projektilna penetracija kroz mozgovne klijetke fatalna <sup>177</sup>. Clark (1986.) je zabilježio statistički značajno lošiji rezultat liječenja u 90% ranjenika s transventrikulskom ranom. Loš ishod (GOS 1-3) je postignut u samo 24% ranjenika bez oštećenja klijetki <sup>100</sup>. Nagib (1986.) je u ranjenika s transventrikulskim bihemisferalnim, ili s transventrikulskim unihemisferalnim ranama, zapazio loš rezultat liječenja. Međutim, zabilježen je dobar oporavak u 7% ranjenika s penetracijom mozgovnih klijetki <sup>98</sup>.

Raščlambe rezultata liječenja ranjenika nakon izraelsko-libanonskog rata (1990.) pokazale su da su transventrikulska i multilobarna mozgovna rana vrlo načajni faktori rizika povećanog mortaliteta <sup>18,24</sup>.

Grahm (1990.) navodi da samo strijelne KCO bez oštećenja mozgovnih klijetki imaju dobru prognozu, te da oštećenje jedne mozgovne polutke bez oštećenja klijetke ima bolju prognozu od slučajeva s oštećenjem klijetke. Navodi 90%-tni mortalitet ranjenika s bihemisferalnim i transventrikulskim oštećenjem mozga i loš oporavak preživjelih <sup>71</sup>. Siccardi (1991.) je zapazio značajno veći mortalitet ranjenika s transventrikulskim ranama i krvarenjem u ventrikule, nego u ostalih ranjenika. Od 135 ranjenika s krvarenjem u mozgovne klijetke preživjelo je samo 12 operiranih ranjenika (9%). Međutim, iako su bihemisferalno i transventrikulsko mozgovno oštećenje negativni prognostički pokazatelji, opaženo je da oni ne isključuju u potpunosti mogućnost dobrog oporavka <sup>160</sup>.

Levi (1991.) je zapazio mortalitet od 64% među ranjenicima s projektilnim oštećenjem mozgovnih klijetki <sup>24</sup>. Levy (1993.) je potvrdio da je bihemisferalno oštećenje s transventrikulskom penetracijom projektila ima vrlo lošu prognozu <sup>48,184</sup>. Shaffrey (1992.) je utvrdio oštećenje mozgovnih klijetki u 70% smrtonosnih kraniocrebralnih rana <sup>49</sup>, a Stone (1995.) i Polin (1995.) također uočavaju lošu prognozu nakon bihemisferalnih oštećenja i ventrikulskih oštećenja <sup>93,176</sup>. Mortalitet ranjenika s oštećenjem klijetki bio je 86%, a u ranjenika bez oštećenja klijetki 68% <sup>176</sup>.

Platz (1995.) je zapazio izrazito lošu prognozu u ozljeđenika s unihemisferalnim transventrikulskim i bihemisferalnim transventrikulskim ranama, te smatra da u ranjenika s takvim ranama, i s vrijednostima GCS skora od 3 do 9, ne treba indicirati neurokirurško liječenje <sup>79</sup>. U skupini Döşoğlu-a (1999.) niti jedan ranjenik s oštećenjem mozgovnih klijetki nije preživio ranjavanje <sup>189</sup>. Levy (2000.) je pak zaključio da je transventrikulska kraniocerebralna rana značajan prognostički pokazatelj samo ako je udružena s bihemisferalnim oštećenjem <sup>180</sup>.

Meta-analiza rezultata liječenja u četiri velike skupine mirnodopskih ranjenika je potvrdila značajan suodnošaj transventrikulske mozgovne rane i povećanog



mortaliteta. U promatranim skupinama preživjelo je 14% ranjenika s penetracijom projektila kroz mozgovne klijetke i 32% ranjenika bez oštećenja klijetki <sup>177</sup>. U istraživanoj skupini preživjelo je 23% ranjenika s transventrikulskom ranom. Navedeni rezultati ukazuju na izrazitu povezanost projektilne penetracije mozgovnih klijetki i povećanog mortaliteta.

Može se zaključiti da je strijelni kanal koji ukazuje na veći opseg mozgovnog oštećenja značajno povezan s lošom prognozom. Posebice to vrijedi za penetraciju projektila kroz sagitalnu, ili kroz sagitalnu i koronarnu ravninu endokranija, te bihemisferalno mozgovno oštećenje, ali je i u tim slučajevima moguće preživljavanje i određeni stupanj oporavka. U ranjenika s projektilnim oštećenjem mozgovnih klijetki prognoza je također loša, ali projektilna rana mozgovnih klijetki sama po sebi ne isključuje preživljavanje, pa čak i dobar uspjeh liječenja manjeg broja ranjenika. Time su potvrđena ranija zapažanja da niti jedan radiološki pokazatelj nije neovisan prognostički pokazatelj ishoda liječenja <sup>185</sup>. Kombiniranom uporabom pokazatelja (npr. bihemisferalno i transventrikulsko oštećenje) je procjena prognoze bolja i točnija. Usporedba rezultata provedenog istraživanja i rezultata drugih istraživanja također je ukazala na prednosti prognostike utemeljene na istodobnoj primjeni CT i kliničkih pokazatelja, poradi točnijeg razlučivanja ranjenika koji neće preživjeti, od ostalih ranjenika.

**Intraventrikulsko krvarenje.** Krvarenje u mozgovne klijetke je definirano kao hiperdenzitet gustoće krvi prikazan CT snimanjem u klijetkama <sup>187</sup>. Nastaje nakon penetracije projektila kroz ependim klijetki ili nakon razdora ependimalnih stanica zbog penetracije projektila kroz mozgovni parenhim uz klijetke, i izrazito je povezano s povećanim mortalitetom <sup>52,56,98</sup>. Istraživanjem Aldrich-a (1992.) utvrđen je mortalitet od 88% u ranjenika sa strijelnim KCO i s krvarenjem u mozgovne klijetke, ali nije dokazano da je krvarenje u klijetke značajniji prognostički pokazatelj od pomaka središnjih tvorbi mozga, komprimirane ili obliterirane mezencefaličke cisterne i SAH-a, te od nastanka kompresijskog čimbenika u endokraniju <sup>52</sup>.

Ovim istraživanjem je potvrđeno da je krvarenje u mozgovne klijetke značajan prognostički pokazatelj u pogledu smrtnosti i uspješnosti oporavka. Ovi nalazi su razumljivi s obzirom na činjenicu da penetracija projektila kroz mozgovne klijetke, ili

kroz područja mozga u neposrednoj blizini klijetki, oštećuje vitalno važne periventrikularne tvorbe mozga.

**Opsežnost intraventrikulskog krvarenja.** Ranijim istraživanjima nije proučavano prognostičko značenje različite opsežnosti krvarenja u mozgovne klijetke. Ovim istraživanjem nije bilo moguće, zbog premalog broja preživjelih ranjenika s krvarenjem u mozgovne klijetke, utvrditi postojanje možebitnih razlika u ishodu između ranjenika s različitim opsegom intraventrikulskog krvarenja. Međutim, nije uočena razlika u smrtnosti, niti u učestalosti uspješnog liječenja, između ranjenika s različitim opsegom krvarenja u klijetke. Može se pretpostaviti da projektilno oštećenje vitalnih tvorbi oko mozgovnih klijetki vjerojatno ima značajniji utjecaj na uspjeh liječenja, nego što je utjecaj prisutnosti krvi u mozgovnim klijetkama.

**Subarahnoidalno krvarenje.** Krv u subarahnoidalnim prostorima se CT oslikavanjem prikazuje kao hiperdenzitet gustoće krvi na konveksitetu mozga ili u bazalnim cisternama. Učestalost SAH-a nakon strijelnih rana kranija je velika: u našem istraživanju u 63% slučajeva, a prema podacima iz literature u oko 31% do 80% ranjenika<sup>52,187</sup>.

Dva istraživanja su pokazala kako je u ranjenika sa strijelnim KCO i subarahnoidalnim krvarenjem mortalitet povišen, spram mortaliteta ranjenika bez subarahnoidalnog krvarenja, ali ta razlika nije bila statistički značajna<sup>50,52</sup>. Niti Stone (1995.), u retrospektivnoj studiji među operiranim ranjenicima, nije utvrdio da je SAH značajan pokazatelj ishoda<sup>93</sup>.

Međutim, u istraživanju Levy-a (1993.), utvrđeni su značajno povećani mortalitet ranjenika sa SAH-om i značajna korelacija između SAH-a i lošeg ishoda (GOS 1–3). U tom istraživanju SAH je korelirao s lošim ishodom i u odsustvu drugih izrazitih pokazatelja lošeg ishoda. Budući da je SAH zapažen u 68% ranjenika koji su umrli u prvih 48 sati i u 17% preživjelih ranjenika, može se razmatrati mogućnost da je SAH uzrokovan opsežnim mozgovnim oštećenjima, koja su uzrokovala i ranu smrt u tih ranjenika<sup>34</sup>.

U istraživanoj skupini je dokazana korelacija između subarahnoidalnog krvarenja i smrtnosti, odnosno lošijeg rezultata liječenja. Pri tome valja napomenuti kako su među ranjenike sa subarahnoidalnim krvarenjem ubrajani, sukladno poznatoj klasifikaciji prema Fisheru, svi ranjenici s intracerebralnim hematomom i s krvarenjem u mozgovne klijetke, a ne samo oni u kojih je krv prikazana isključivo u likvorskim prostorima. Smrtnost promatranih ranjenika, u kojih je krv prikazana samo u subarahnoidalnim prostorima (Fisher 2 i 3), ali ne i u mozgovnim klijetkama i parenhimu mozga (Fisher 3 i 4), nije bila značajno povećana. Ovaj podatak također upućuje na mogućnost da je veća opsežnost SAH-a u strijelnim KCO, procijenjena prema Fisheru, pokazatelj opsežnijih oštećenja mozga.

Razlike u prognostičkom značenju SAH-a, utvrđene u navedenim studijama, moguće je objasniti različito velikim udjelom teških ranjenika, s opsežnim mozgovnim oštećenjima, u kojih je bila velika vjerojatnost umiranja.

Subarahnoidalno krvarenje nakon strijelnih rana mozga ukazuje na lošu prognozu, ali temeljem CT prikaza SAH-a nije moguće točnije prognozirati ishod. Podaci o mogućoj povezanosti SAH-a i cerebralnog vazospazma <sup>34</sup> upućuju na moguće dodatno oštećenje mozga uzrokovano subarahnoidalnim krvarenjem. Loša prognoza ranjenika sa SAH-om nakon strijelne KCO može se objasniti i kombinacijom učinaka difuznog primarnog oštećenja mozga i difuznog oštećenja cerebralnog žilja (zbog čega je na CT snimkama vidljiva krv u subarahnoidalnim prostorima), kao i možebitnog odgođenog mozgovnog oštećenja zbog vazospazma i smanjene perfuzije mozga. Međutim, mora se naglasiti da do sada nije utvrđena neprijeporna veza između subarahnoidalnog krvarenja i cerebralnog vazospazma u ranjenika sa strijelnim KCO.

**CT pokazatelji povišenog intrakranijskog tlaka.** Kompresija mezencefaličke cisterne i pomak središnjih tvorbi mozga, prikazani CT pretragom, su pokazatelji koji ukazuju na intrakranijsku hipertenziju. Budući da je povišeni intrakranijski tlak u suodnošaju s povećanim mortalitetom, ova patološka radiografska obilježja važna su s kliničkog motrišta.

**Kompresija mezencefaličke cisterne.** CT prikaz djelomične kompresije ili potpune obliteracije mezencefaličke cisterne u ozljeđenika sa zatvorenim KCO smatra se odličnim pokazateljem povišenja intrakranijskog tlaka. Budući da je dokazan suodnošaj intrakranijske hipertenzije i povećanog mortaliteta <sup>52</sup>, važno je istražiti odnos između stupnja kompresije mezencefaličke cisterne i oporavka ranjenika sa strijelnim KCO.

U nama dostupnoj literaturi poznato je samo jedno istraživanje prognostičkog značenja kompresije bazalnih subarahnoidalnih cisterni u ranjenika s projektilnim penetrantnim KCO, kojim je utvrđena djelomična ili potpuna obliteracija bazalnih cisterni u 69% ranjenika, kao i da je kompresija cisterne u suodnošaju s povećanim mortalitetom. Pozitivna prediktivna vrijednost smrtnosti u slučaju obliterirane bazalne cisterne bila je 85% u ranjenika s vrijednostima GCS skora manjim od 9 <sup>52</sup>.

Određeni stupanj kompresije mezencefaličke cisterne postojao je u 43% istraživanih ranjenika. U promatranih ranjenika je potvrđena povezanost kompresije mezencefaličke cisterne i lošije prognoze. Mortalitet ranjenika s prikazom nekomprimirane cisterne bio je iznimno značajno manji, spram mortaliteta ranjenika s komprimiranom cisternom. Veći stupanj kompresije cisterne korelirao je s mortalitetom i morbiditetom. Bolji rezultati liječenja postignuti su u ranjenika s manjim stupnjem kompresije cisterne. Dokazano je da potpuna obliteracija cisterne ima najlošiju prognozu (pozitivna prediktivna vrijednost smrtnog ishoda 87%), ali je zabilježeno preživljavanje dvoje ranjenika s potpunom obliteracijom cisterne (12,5% ranjenika s obliteracijom cisterne), no bez uspješnog neurološkog oporavka. Međutim, dobar oporavak (GOS 4-5) postignut je u 25% istraživanih ranjenika u kojih je mezencefalička cisterna bila jednostrano obliterirana.

Na poslijetku, temeljem vlastitih iskustava i rezultata predočenog istraživanja, može se ustvrditi da je CT snimanjem prikazana kompresija mezencefaličke cisterne vrijedan prognostički pokazatelj. Posebice je prognostički značajan prikaz potpune obliteracije cisterne, koji s velikom vjerojatnošću isključuje mogućnost dobrog oporavka ranjenika, ali pomoću kojeg nije moguća potpuno točna prognoza smrtnog ishoda.

**Pomak središnjih mozgovnih tvorbi.** Pomak mozgovnih tvorbi ukazuje na povišenje intrakranijskog tlaka i kompresivni učinak intrakranijskih hematoma i žarišnih kontuzija mozga. Temeljem radiografski prikazanog pomaka se utvrđuje, nakon kliničke procjene, potreba za operacijskom dekompresijom. Najčešći uzrok pomaka mozgovnih masa su kompresijski hematomomom i žarišni razvoj mozgovnog edema. Pomak središnjih struktura mozga u razini septuma peluciduma je definiran apsolutnom distancom, mjenom u milimetrima, kojom su tvorbe odmaknute od središnje linije tijela, odnosno od sredine udaljenosti između unutarnjih ploha lubanje u visini septuma peluciduma. Međutim, prema podacima iz literature, uočena je nedostatna standardizacija u razmatranju prognostičkog značenja pomaka središnjih tvorbi mozga u ranjenika sa strijelnim KCO, jer je rezultat liječenja promatran u odnosu na različite vrijednosti pomaka (npr. >3 mm ili >10 mm) <sup>187</sup>.

Podaci o prognostičkom značenju pomaka mozgovnih masa u ranjenika sa strijelnim KCO su proturječni. U dvije studije u kojima je analizirano prognostičko značenje pomaka središnjih tvorbi mozga u ranjenika sa strijelnim KCO nije utvrđena statistički značajna vrijednost tog pokazatelja. Moguće je da je velika učestalost bihemisferalnog oštećenja mozga uzrok nedostatnog prognostičkog značenja pomaka mozgovnih tvorbi u navedenim analizama, ali je i nedovoljno standardizirana definicija pomaka mozgovnih tvorbi mogla pridonijeti nekonzistentnosti rezultata <sup>52,187</sup>.

Među istraživanim ranjenicima, u kojih je CT pretragom prikazan pomak središnjih tvorbi mozga (28% ranjenika), bio je iznimno povećan rizik veće smrtnosti i lošeg rezultata liječenja (GOS 1-3). Međutim, preživjelo je 37,5% ranjenika u kojih je zabilježen pomak središnjih tvorbi mozga, a u 16% ranjenika s pomakom liječenje je bilo uspješno (GOS 4-5).

Može se zaključiti da je prognostička vrijednost pomaka središnjih mozgovnih tvorbi nedovoljno istražena, i da su rezultati istraživanja jednim dijelom proturječni. Stoga su moguća različita objašnjenja rezultata istraživanja o prognostičkom značenju pomaka središnjih mozgovnih tvorbi. Ovim je istraživanjem utvrđeno da su drugi čimbenici, koji ukazuju na povećan opseg mozgovnog oštećenja i negativno utječu na ishod liječenja ranjenika u kojih je CT snimanjem utvrđen pomak mozgovnih masa, povezani s razvojem pomaka središnjih tvorbi. U ranjenika sa strijelnim KCO manji pomak središnjih mozgovnih tvorbi (do 5 mm) nema povoljno prognostičko značenje, u odnosu na ranjenike s većim pomakom, već naprotiv ukazuje na nepovoljnu prognozu. U ranjenika s pomakom mozgovnih tvorbi do 5 mm češći je veći opseg mozgovnih oštećenja, dulji je strijelni kanal s pratećim hematomima i otokom mozga, a rezultat liječenja je lošiji.

Vrlo su slični rezultati recentne studije u kojoj je proučavano prognostičko značenje pomaka središnjih tvorbi, prikazanog na CT snimkama mozga u 37 ranjenika s izoliranim mirnodopskim strijelnim KCO. Prikaz pomaka na CT snimkama bio je češći u preživjelih ranjenika, dočim je u 70% preminulih zapažen minimalni pomak. Među umrlim ranjenicima pomak je bio minimalan u 7 od 10 ranjenika, a veći od 5 milimetara u 3 od 10 umrlih ranjenika (veći od 2 cm zbog velikih subduralnih hematoma). U 14 od 27 (52%) preživjelih ranjenika utvrđen je pomak središnjih tvorbi. Nije utvrđena statistički značajna veza između pomaka središnjih mozgovnih tvorbi i ishoda liječenja, a autori pretpostavljaju da pomak ne korelira s ishodom zbog vjerojatno uspješnih kirurških intervencija <sup>194</sup>.

Na kraju se može reći kako prognoza preživljavanja ranjenika, isključivo na temelju postojanja i stupnja pomaka središnjih mozgovnih tvorbi, nije dostatno točna.

**Pneumokranij.** U dostupnoj literaturi zapažena je samo jedna nedokumentirana napomena o mogućem prognostičkom značenju pneumokranija <sup>104</sup>. Izvorni prilog ovog istraživanja razmatranjima prognostičke vrijednosti radiografskih pokazatelja je dokazana korelacija između intraparenhimskog pneumokranija (radiografski prikaz zraka u parenhimu i klijetkama mozga) i povećanog rizika umiranja. Ova spoznaja može omogućiti raniju prognozu lošeg ishoda, te upotpuniti i poboljšati prognozu utemeljenu na drugim pokazateljima. Međutim, temeljem prisutnosti i radiografskih

karakteristika pneumokranija, nije moguće precizno razlučivanje ranjenika sa smrtnim ishodom, od onih koji preživljavaju.

**Zaostala strana tijela u endokraniju.** Ranije se pridavala velika važnost stranim tijelima zaostalim u endokraniju nakon operacije strijelnih KCO, poglavito zbog rizika razvoja intrakranijske infekcije i posljedičnog povećanja mortaliteta i morbiditeta. Stoga je u dugom periodu, od ranih 20.-tih do ranih 80.-tih godina XX. stoljeća, u neurokirurškom pristupu prevladavalo obvezno, agresivno i radikalno uklanjanje u endokranij utisnutih koštanih ulomaka. Opetovane operacije su bile obavezne radi uklanjanja zaostalih koštanih ulomaka. Manja je važnost pridavana metalnim stranim tijelima, jer se smatralo da su ona samosterilizirana za propulzije projektila kroz vatreno oružje, ili pri eksploziji projektila. Međutim, CT oslikavanjem ranjenika sa strijelnim KCO pokazano je kako u velikog broja ranjenika sa zaostalim stranim tijelima nije bilo intrakranijske infekcije, niti nakon dugog perioda praćenja. Velikim istraživanjem među američkim veteranima vijetnamskog rata pokazano je da koštani i metalni fragmenti zaostali u endokraniju sami po sebi nemaju utjecaja na mortalitet i morbiditet ranjenika. Stoga je promijenjen neurokirurški stav o obradbi strijelnih KCO, prema poštenom i manje agresivnom pristupu, kao i prema neradikalnom uklanjanju u endokranij utisnutih, i nakon operacije zaostalih, koštanih i metalnih fragmenata. Međutim, smatra se da veći broj zaostalih koštanih ulomaka može biti pokazatelj nedostatne kirurške obradbe mozgovne rane, koja bi mogla pogodovati razvoju intrakranijske infekcije <sup>21</sup> i posljedičnom povećanju mortaliteta i morbiditeta.

Rezultati istraživanja su pokazali da veći broj zaostalih koštanih i metalnih stranih tijela u endokraniju korelira s lošijim ishodom u promatranih ranjenika. Stoga se može reći kako veća nakupina koštanih ulomaka ili višestruke metalne krhotine, prikazani u endokraniju CT snimanjem nakon operacije, mogu imati negativno prognostičko značenje. CT prikaz nakupine većeg broja koštanih i metalnih fragmenata ukazuje na povećani rizik intrakranijske infekcije zbog možebitne nedostatne obradbe kranio cerebralne rane, i na vjerojatnost lošijeg ishoda zbog mogućih opsežnijih oštećenja mozga višestrukim projektilima (uslijed fragmentacije projektila, ranjavanja višestrukim projektilima i/ili brojnim sekundarnim koštanim projektilima).

## **5.2. USPJEŠNOST LIJEČENJA RANJENIKA S TEŠKIM STRIJELNIM KRANIOCEREBRALNIM OZLJEDAMA**

Ovim su istraživanjem utvrđene iznimno važne činjenice o mogućoj uspješnosti u liječenju ranjenika s teškim strijelnim KCO. U istraživanoj skupini preživjelo je 42% ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 8. Krivulja kumulativne proporcije preživljavanja pokazala je kako je kroz dugo razdoblje nakon ranjavanja 40% ranjenika živo. Važnost tih činjenica je tim veća, jer su načela razvrstavanja ranjenika prema stupnjevima hitnosti u liječenju ratnih ranjenika, koja su doktrinarno primjenjivana u sustavu zdravstvene skrbi u Domovinskom ratu, nedostatno jasno i točno definirala smjernice za određivanje prioriteta u provođenju neurokirurškog liječenja ranjenika s teškim strijelnim KCO. Ponajviše se to odnosilo na komatozne ranjenike (vrijednosti GCS skora manje od 8), tj. na one koji ne reagiraju adekvatno na podražaj, a posebice na ranjenike s udruženim ozljedama i razvijenim traumatskim šokom.

Prema doktrinarnim stavovima navedenim u priručniku Hitna ratna kirurgija (tzv. NATO priručnik) <sup>12,20</sup> hitna neurokirurška intervencija je potrebna u slučajevima progresivnog pogoršanja neurološkog statusa nemoribundnih ranjenika s penetrantnim strijelnim kranIOCerebralnim ranama. U slučajevima neposredne životne opasnosti zbog brzog neurološkog pogoršanja, ili u slučajevima kada se procjenjuje da ranjenici s neurološkim pogoršanjem neće podnijeti nužnu odgodu ili produljenje evakuacije, hitnu neurokiruršku operaciju treba izvršiti i u suboptimalnim uvjetima.

Niži stupanj hitnosti su slučajevi strijelnih KCO nakon kojih su ranjenici pomućene, sužene svijesti, ili psihomotorno uznemireni, ali u kojih se svijest progresivno ne pogoršava. Ovi ranjenici se zbrinjavaju uz odgođeni prioritet redosljeda kirurške hitnosti. Moribundni ranjenici (u dubokoj komi i bez reakcije na bolne podražaje, posebice ako su uz to izraženi duboki šok i agonalno disanje), za koje se procjenjuje da su u neposrednoj smrtnoj opasnosti i da nije vjerojatno njihovo spašavanje, ne liječe se aktivnim neurokirurškim postupcima, već im se stanje olakšava mogućim sredstvima.



Doktrinarni je stav da je loša prognoza svih ranjenika u komi (u kojih je vrijednost GCS skora manja od 8 nakon korekcije arterijske hipotenzije i uspostavljanja zadovoljavajućeg disanja), posebice ako je koma duljeg trajanja <sup>12,20</sup>.

Međutim, razvrstavanje ranjenika prema stupnjevima hitnosti u liječenju nije dostatno precizno određeno koristeći vrijednosti GCS skora i karakteristike neurološkog statusa zjenica. Također, nije jasno i točno određeno, sukladno suvremenim kliničkim kriterijima i bitnim pokazateljima (GCS skor i klinički nalaz zjenica), u kojih se ranjenika s teškim strijelnim KCO (GCS 3-8) ne očekuju preživljavanje i zadovoljavajući ishod, zbog čega ne treba započinjati liječenje. Moguća posljedica provođenja takvih doktrinarnih stavova je odustajanje od liječenja određenog broja ranjenika s teškim strijelnim KCO, što je očigledno nakon uvida u rezultate liječenja ranjenika s teškim strijelnim KCO utvrđene ovim istraživanjem, kao i nakon njihove usporedbe sa sličnim podacima iz drugih istraživanja.

Iznimno je važna činjenica da je liječenjem moguće postići preživljavanje značajnog broja ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5. Preživljavanje ranjenika postiže se, prema rezultatima ovog istraživanja i podacima iz literature, u oko 20% do 41% ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, a dobar oporavak (GOS 4–5) moguć je u oko 20% do 35% ranjenika. Posebice vrijedi istaći kako je moguće preživljavanje među ratnim ranjenicima s najnižim vrijednostima GCS skora (GCS 3 i 4), a ponekad i dobar konačni rezultat liječenja <sup>19,107,156</sup>.

Poznato je kako preživljavaju i ranjenici s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, u kojih su penetrantne projektilne kraniocerebralne rane nastale u mirnodopskim okolnostima. Međutim, među tim ranjenicima je manji udio ranjenika koji preživljavaju, nego među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 ranjenim u ratnim okolnostima. U brojnim radovima izviješteno je o preživljavanju ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 <sup>14,48,49,51,52,70,71,79,93,177,180,183-186</sup>, iako, u više istraživanih skupina niti jedan ranjenik s tim vrijednostima GCS skora nije preživio <sup>14,97,100,105</sup>. Navedeni su postotci preživjelih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5: 1,5% <sup>186</sup>, 4% do 10 % <sup>50,51,98,177,185</sup>, te 12,5% <sup>49</sup> i 15% <sup>183</sup>, pa čak i 36% <sup>70</sup>. U istraživanoj skupini preživjelo je 18% takvih ranjenika, koji su zadobili strijelne KCO u neborbenim okolnostima.

Dobar oporavak (GOS 4 i 5) postiže se u 20% do 35% preživjelih ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5<sup>19,107</sup>, a rijetko se postiže u mirnodopskim okolnostima. Prema navedenim podacima, dobar rezultat liječenja postignut je u jednog od troje (33%) preživjelih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 (98), u 1/7 (14,3%) ranjenika (52), te u dvoje od četvero preživjelih ranjenika (50%) s GCS skorom od 3 do 5<sup>94</sup>. Drugi autori navode dobar oporavak u 3% ranjenika sa GCS skorom od 3 do 5<sup>179,180</sup>. Levi je naveo kako je u 40% ranjenika s GCS skorom 5 postignut dobar rezultat liječenja, dok niti jedan ranjenik s vrijednostima GCS skora 3 i 4 nije preživio<sup>14</sup>. U istraživanoj skupini dobar uspjeh liječenja polučen je u jednog od troje preživjelih ranjenika ranjenih u mirnodopskim okolnostima u kojih su vrijednosti GCS skora bile od 3 do 5.

Dokazano je, također, da preživljava oko 70% do 80% liječenih ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8, a dobar rezultat liječenja se postiže u oko 20% do 60% tih ranjenika. Među promatranim ranjenicima preživjelo je njih 50% s vrijednostima GCS skora od 6 do 8, a u svih je postignut dobar oporavak. Stoga ranjenike, u kojih su na početku liječenja zabilježene vrijednosti GCS skora od 6 do 8, treba agresivno liječiti, a stav o odustajanju od njihovog aktivnog liječenja nije opravdan. Kako je već prikazano, ranjenici s vrijednostima GCS skora od 6 do 8, ranjeni u mirnodopskim okolnostima, preživljavaju u oko 20% do 100% slučajeva. Ovi podaci dostatno potvrđuju da odustajanje od liječenja u tih ranjenika nije opravdano. Naprotiv, temeljem dokazane relativno dobre prognoze glede preživljavanja i oporavka ovih ranjenika, može se smatrati da je prijeko potrebno doktrinarno urediti organizaciju i provođenje neurokirurškog liječenja ratnih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 6 do 8.

Navedene činjenice o postignutoj uspješnosti liječenja ranjenika s teškim strijelnim KCO ukazuju na značaj nedostatne definiranost doktrinarnih stavova o liječenju ratnih ranjenika s projektilnim penetrantnim kranocerebralnim ranama, primjenjivanih u Domovinskom ratu, spram rezultata koji se postižu suvremenim neurokirurškim liječenjem. Vlastita ratna iskustva, rezultati istraživanja i brojna druga iskustva, potvrđuju mogućnost uspješnog liječenja značajnog broja ranjenika sa teškim strijelnim KCO. Stoga se može smatrati kako je potrebno u ratnu medicinsku

doktrinu uvrstiti točnije smjernice i naputke o trijaži ranjenika, kao i o započinjanju ili odustajanju od neurokirurškog liječenja, u slučajevima teških strijelnih KCO.

Radi poboljšanja točnosti u prognozi ishoda liječenja ranjenika sa strijelnim KCO, uz GCS skor, kao dodatni klinički pokazatelj, koristi se uz GCS skor i neurološki status zjenica. U istraživanoj skupini ranjenika nije preživio niti jedan od ranjenika u kojih su zapažene obostrano proširene i ukočene zjenice, dok je mortalitet ranjenika s jednostrano proširenom i ukočenom zjenicom (Hutchinson-ova zjenica) bio 47%. Među istraživanim ranjenicima s patološki izmijenjenim pupilarnim odgovorom dobar rezultat liječenja (GOS 4 i 5) postignut je značajno rjeđe nego je očekivano, i to samo među ranjenicima s Hutchinson-ovom zjenicom.

Rijetki navodi u literaturi o prognostičkom značenju pupilarnih disfunkcija u ranjenika s projektilnim kranocerebralnim ozljedama i rezultati liječenja u istraživanoj skupini ranjenika potvrđuju iznimno prognostičko značenje obostrano proširenih i ukočenih zjenica ranjenika, iako je izvješteno o pojedinačnim slučajevima preživljavanja<sup>50,93,176,185</sup>. S obzirom na krajnje ograničene mogućnosti neurološkog oporavka ranjenika u kojih su obje zjenice proširene i ukočene, i to do stanja teške invalidnosti (GOS 3), kriterij za otklanjanje aktivnog i agresivnog liječenja u ratnoj situaciji je jasan - obostrano proširene i ukočene zjenice. Međutim, s obzirom na mogućnost preživljavanja pojedinih ranjenika, koja je dokumentirana u mirnodopskih ranjenika<sup>46,50,93,176,185</sup>, za preporučiti je kako u ranjenika s dilatiranim i nereaktivnim zjenicama odluku o odustajanju od liječenja treba donijeti tek nakon analize drugih prognostičkih čimbenika (GCS skor, hipotenzija, intrakranijski kompresijski hematoma, opsežnost mozgovnog oštećenja i sl.). U ratnim uvjetima je opravdano započeti neurokirurško liječenje ranjenika s potpunim gubitkom reaktivnosti zjenica samo ako na možebitno preživljavanje upućuju drugi prognostički čimbenici, te ako se pri tome ne uskraćuje liječenje drugim ranjenicima i ako to okolnosti dozvoljavaju.

U ranjenika sa strijelnim KCO u kojih, osim obostrano ukočenih i proširenih zjenica, postoje druge abnormalnosti u reakciji zjenica na svjetlo, ne bi trebalo odustajati od liječenja, jer je u tih ranjenika moguće liječenjem postići preživljavanje sa zadovoljavajućim i prihvatljivim oporavkom (GOS 3–5). U ranjenika s jednostranom pupilarnom disfunkcijom postoje izvrsne šanse za preživljavanje i

dobar oporavak znatnog broja preživjelih. Stoga je Hutchinson-ova zjenica indikacija za što hitnije i agresivnije liječenje, budući da su u tih ranjenika relativno veliki vjerojatnost preživljavanja (oko 50%), kao i vjerojatnost dobrog rezultata liječenja (u oko 50% preživjelih). U ranjenika s obostrano uskim zjenicama, vjerojatno je preživljenje manjeg broja ranjenika (u oko 12% do 35% ranjenika), s oporavkom do stadija teške invalidnosti i ovisnosti o drugim osobama u svakodnevnom životu.

Zabilježeni samo sporadični i nedovoljno dokumentirani slučajevi preživljavanja u ranjenika s malim vrijednostima GCS skora (GCS 3-5) i obostrano proširenim i ukočenim zjenicama. Sudeći prema rezultatima vlastitog istraživanja, i prema brojnim drugim izvješćima, u tih ranjenika ne može se očekivati preživljavanje s oporavkom koji bi se mogao ocijeniti s GOS 3–5. Međutim, među ranjenicima niskog GCS skora (GCS 3-5), u kojih zjenice nisu obostrano proširene i ukočene, ne može se temeljem vrste disfunkcije zjenica razlučivati ranjenike s fatalnom prognozom, od ranjenika u kojih se liječenjem može postići znatan oporavak (GOS 3–5).

Normalna reaktivnost zjenica, koja je u istraživanoj skupini ukazivala na veliku vjerojatnost dobrog ishoda, utvrđena je u 73,4% istraživanih ratnih ranjenika, dok je Hutchinson-ova zjenica zapažena u 9,4% ranjenika, a u po 7,8% ratnih ranjenika utvrđene su obostrano proširene i nereaktivne zjenice, odnosno obostrano uske i reaktivne ili nereaktivne zjenice. Sukladno rezultatima istraživanja, samo na temelju nalaza zjenica moglo se u oko 8% slučajeva opravdano, zbog potpune nereaktivnosti zjenica, otkloniti mogućnost neurokirurškog liječenja, a u 69% indicirati dalje liječenje ranjenika s patološki izmijenjenim reakcijama zjenica.

Kratki pregled relevantnih kliničkih i radiografskih obilježja istraživanih ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 dodatno ilustrira rezultate liječenja ranjenika s teškim strijelnim KCO. U istraživanoj skupini bilo je 16 ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, a preživjelo ih je troje. Od sedam ranjenika s GCS skorom 3 jedan ranjenik se oporavio do stanja ocijenjenog s GOS 3; svih šest ranjenika s vrijednostima GCS skora 4 je preminulo; od tri ranjenika s GCS skorom 5 preživjela su dvojica, a njihov oporavak je ocijenjen s GOS 3 i GOS 5. Upadljivo je da

preživjeli ranjeni nisu ranjeni u pokušaju suicida, već pri napadu, nesreći i streljačkom paljbom, zadobivši prostrijelnu, nastrijelnu i ustrijelnu kranio cerebralnu ranu.

Nije preživio niti jedan ranjenik istraživane skupine u kojeg su utvrđeni GCS skor 3 ili 4 i obostrano proširene i ukočene zjenice, niti nakon uklanjanja kompresijskog intrakranijskog hematoma. U promatranoj skupini nisu preživljavali ranjenici s bihemisferalnom transventrikulskom penetracijom projektila i s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama. Međutim, vrijedno je istaći dobar rezultat liječenja postignut u 79% ranjenika s bihemisferalnom transventrikulskom ranom i normalno reaktivnim zjenicama. Slični rezultati zabilježeni su i u drugim istraživanjima<sup>79,184,189</sup>.

Značajno je napomenuti da niti u jednog ranjenika istraživane skupine s GCS skorom 5 nisu uočene obostrano proširene i ukočene zjenice, a u troje preživjelih s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 zapažene su normalno reaktivne zjenice, Hutchinson-ova zjenica, te obostrano uske i ukočene zjenice.

Treba istaći da su u troje preživjelih ranjenika istraživane skupine s malim vrijednostima GCS skora uočeni, osim poremećaja inervacije zjenica, i drugi nepovoljni prognostički pokazatelji: intrakranijski kompresijski hematom (u dvoje ranjenika), hemodinamska nestabilnost, prostrijelna kranio cerebralna rana i bihemisferalno mozgovno oštećenje (u dvoje ranjenika). Jedan ranjenika s GCS skorom 3 je preživio bihemisferalno oštećenje i razvoj intrakranijskog hematoma, sa zatajenjem disanja, hipotenzijom i obostrano uskim i ukočenim zjenicama, a oporavak je ocijenjen s GOS 3.

CT pretragom je utvrđena obostrana kompresija mezencefaličke cisterne u dvoje ranjenika, dok je u jednog prikazana cisterna bez ikakove kompresije. Uočljivo je da u preživjelih ranjenika s niskim GCS skorom nije zapažena niti jednostrana niti potpuna obliteracija mezencefaličke cisterne.

Uspješnost neurokirurškog liječenja ranjenika sa strijelnim KCO izravno ovisi o ispravnoj indikaciji za operaciju. Rezultati izloženog istraživanja su pokazali da kombinirana primjena GCS skora i neurološkog statusa zjenica može biti vrlo korisna u ranoj prognostici strijelnih KCO i utvrđivanju potrebe za neurokirurško liječenje,

posebice u ranjenika s teškim strijelnim KCO, u kojih su vrijednosti GCS skora od 3 do 8.

Pomoću navedena dva klinička pokazatelja moguće je, u nepovoljnim ratnim uvjetima, jednostavno utvrditi smjernice za neurokirurško liječenje teških ranjenika (vrijednosti GCS skora od 3 do 8). Utvrđivanje operacijske indikacije temeljem vrijednosti GCS skora i neurološkog statusa zjenica je jednostavno i brzo, i vrlo prikladno za svakodnevnu kliničku uporabu, a primjenom rezultata istraživanja moguće je utemeljenije odrediti smjernice za neurokirurško liječenje i unaprijediti liječenje razumnijom primjenom neurokirurških postupaka i racionaliziranjem troškova.

Temeljem rezultata istraživanja, može se smatrati, i zaključno naglasiti, da je opravdano agresivno neurokirurško liječenje ranjenika s teškim strijelnim KCO u kojih su vrijednosti GCS skora veće od 4 (GCS 5-8) i ako zjenice nisu obostrano proširene i ukočene, tj. u slučajevima kada su zjenice su normalne reaktivnosti ili kada su izraženi Hutchinson-ova zjenica i obostrano suženje zjenica, jer je u značajnog broja tih ranjenika liječenjem moguće postići razumno prihvatljiv stupanj oporavka.

Prema rezultatima ovog istraživanja sasvim je razložno kirurško liječenje i ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5, u kojih postoji unihemisferalno oštećenje i intrakranijski kompresijski hematom s kliničkim znacima transtentorijske hernijacije, jer je moguć dobar oporavak neuroloških funkcija. U ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 i bihemisferalnim oštećenjem, obostrano uskim i ukočenim zjenicama, te zatajenjem disanja i s hipotenzijom, moguće je preživljavanje uz malu vjerojatnost dobrog oporavka.

Odustajanje od optimalnog neurokirurškog liječenja je opravdano ako su u ranjenika sa strijelnim KCO utvrđene vrijednosti GCS skora 3 ili 4, i obostrano proširene i ukočene zjenice. Arterijska hipotenzija u ranjenika s penetrantnim strijelnim KCO nije razlog za provođenje suboptimalnog liječenja. Naprotiv, dokazano je da je moguć dobar neurološki oporavak nakon pravodobnog liječenja hipotenzije.

Slijedom navedenih činjenica nedvojbeno je kako postoji potreba redefiniranja tradicionalnih stavova i uvriježenih smjernica ratne medicinske doktrine o liječenju

ratnih ranjenika s teškim strijelnim KCO (GCS 3-8), koji ne naglašavaju dovoljno potrebu aktivnog pristupa liječenju dijela ranjenika s teškim strijelnim KCO, niti precizno određuju koje je od ranjenika s teškim strijelnim KCO potrebno agresivno liječiti.

Rezultati istraživanja ukazuju na potrebu da se većini teških ranjenika sa strijelnim KCO osigura točnije određen stupanj prioriteta u smjernicama ratne medicinske doktrine, te da se što detaljnije odrede kriteriji za odustajanje od liječenja ranjenika za koje se procjenjuje da se ne mogu spasiti.

Ispunjavanje suvremenih standarda prehospitalnog i neurokirurškog liječenja preduvjet je zadovoljavajuće uspješnosti liječenja teških ranjenika sa strijelnim KCO u budućnosti. Međutim, uvrštenje točnijih napatka u ratnu medicinsku doktrinu, temeljenih na utvrđenom prognostičkom značenju kliničkih pokazatelja, potrebno je radi što svrsishodnijeg neurokirurškog liječenja ratnih ranjenika u možebitnim ratnim uvjetima.

Svakako treba istaći da na trijažu i liječenje ranjenika s najtežim strijelnim kraniocerebralnim ranama u ratnim uvjetima mogu utjecati brojni nemedicinski čimbenici, a ne određuju ih isključivo neurokirurške indikacije za operacijsko liječenje. Navedeni prognostički pokazatelji mogu omogućiti klinički i vojno-medicinski razumno i utemeljeno indiciranje neurokirurškog liječenja u slučaju kada na način liječenja mogu utjecati, ili određivati, različiti vojni i ratni, a ne medicinski prioriteti.

U ratnim uvjetima indikacije za neurokirurško liječenje mogu biti šire ili uže, ovisno o trenutačnim okolnostima i mogućnostima liječenja. U slučaju velikog priliva ranjenika u kratkom vremenu moguća je, i na utvrđenom prognostičkom značenju pokazatelja opravdana, rigorozna primjena prognostičkih pokazatelja u odlučivanju o aktivnom neurokirurškom liječenju ranjenika sa strijelnim KCO. Na taj način treba osigurati razumno korištenje resursa u teškim ratnim uvjetima i uskratiti vrlo vjerojatno nekorisno liječenje najtežih ozljeđenika. U toj je situaciji trijaža ranjenika za evakuaciju i odluka o započinjanju neurokirurškog liječenja u ranjenika s GCS 3 - 5 prepuštena procjeni nadležnog liječnika, ovisno o konkretnoj ratnoj situaciji i vojno-medicinskim okolnostima.

Realističan je stav da u otežanim ratnim uvjetima može biti prihvatljivo, prema načelu elastičnosti trijaže ratnih ranjenika, razvrstati ranjenike s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 u kategoriju moribundnih ranjenika, ako su izraženi i drugi prognostički nepovoljni pokazatelji, a posebice obostrano proširene i ukočene zjenice. Međutim, ovisno o mogućnostima, treba u tih ranjenika provoditi postupke reanimacije kako bi se možebitno izbjegla sekundarna mozgovna oštećenja, te kako bi se u slučaju povoljne promjene uvjeta rada moglo ponovo razmotriti mogućnost njihovog agresivnog liječenja. Temeljni orijentiri su pri tome, uz GCS skor, reaktivnost zjenica, funkcioniranje respiratornog i hemodinamskog sustava, i procjena opsega mozgovnog oštećenja (unihemisferalno, periferno bihemisferalno ili centralno bihemisferalno). Kada pak vojno-medicinska situacija dopušta, moguće je provoditi liječenje u ranjenika u kojih je vjerojatno preživljavanje s neizvjesnom prognozom glede dobrog oporavka (GOS 4–5). Konačnu odluku o odustajanju od liječenja treba donijeti samo nakon razmatranja, uz GCS skor, i drugih relevantnih kliničkih i logističkih pokazatelja. Međutim, i tada treba imati na umu kako u ratnim okolnostima nije realno očekivati preživljavanje ranjenika koji su u mlohavoj komi (GCS skor 3) i s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama.

U mirnodopskim uvjetima moguća je potpuna klinička i radiološka obrada ozljeđenika, te interpretacija prognostičkog značenja brojnih pokazatelja, provedena prema potrebi i nakon višesatne reanimacije, te opservacije neurološkog statusa i vitalnih funkcija ranjenika. Odluka o potrebi operacije ranjenika donosi se ako se procijeni da postoji šansa za oporavak ranjenika, prema raspravljenom prognostičkom značenju pokazatelja.

Najveća zapreka točnom predviđanju uspjeha liječenja ranjenika je nedostatno iskustvo, tj. mali broj ranjenika s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 u svim istraživanim skupinama, pa i u onim najvećim<sup>184,185</sup>.

Liječenje istraživanih ranjenika bilo je ograničenih mogućnosti zbog ratnih uvjeta, i zbog toga ovim istraživanjem nije bilo moguće utvrditi kakav bi možebitni utjecaj na preživljavanje i oporavak imali primjena kontinuiranog mjerenja intrakranijskog tlaka i različiti postupci intenzivističkog liječenja u održavanju cerebralnog krvog optoka, smanjenja otoka mozga i kontrole intrakranijskog tlaka.



Stoga se ne može reći da je ovim istraživanjem prognostička vrijednost GCS skora i reaktivnosti zjenica potpuno utvrđena spram suvremenih mogućnosti liječenja ranjenika sa strijelnim KCO.

U budućnosti je potrebno istražiti uspješnost agresivne primjene suvremenih terapijskih postupaka, koji nisu korišteni u liječenju ranjenika istraživane skupine, u ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 i 4 i u kojih su zjenice obostrano proširene i ukočene.

## **6. ZAKLJUČCI**

1. Neurokirurško liječenje ranjenika sa strijelnim KCO treba provoditi ako je vrijednost GCS skora veća od 4, a zjenice nisu obostrano proširene i ukočene, jer je moguć zadovoljavajući oporavak neuroloških funkcija u značajnog broja ranjenika (u istraživanoj skupini preživjelo je 72%, a dobar oporavak polučen je u 28% ovakvih slučajeva).

2. Upitna je učinkovitost neurokirurškog liječenja ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 i 4, u kojih su zjenice obostrano proširene i ukočene.

3. Među istraživanim ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 3 do 5 prognoza glede preživljavanja bila je znatno lošija nego u ranjenika s većim vrijednostima skora, ali je preživjelo 19% tih ranjenika, uz znatan neurološki oporavak (GOS 3 i 5), čak i ranjenika s patološkom reaktivnošću zjenica (preživjelo je 18% tih ranjenika). Vjerojatnost preživljavanja istraživanih ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 i 4 bila je 8%, ali nije bilo moguće dostatno točno razlučivati ranjenike koji će umrijeti, od onih koji će preživjeti, isključivo temeljem vrijednosti GCS skora.

4. Točna prognoza smrtnog ishoda istraživanih ranjenika bila je moguća jedino na temelju kliničkog nalaza obostrano proširenih i ukočenih zjenica, primjenjujući neurološki status zjenica kao isključivi prognostički pokazatelj. Regresijska analiza je pokazala da je rizik umiranja tih ranjenika bio je deset puta veći nego u ranjenika u kojih obje zjenice nisu bile proširene i ukočene, a izračun elemenata ROC krivulje upućivao je na smrtni ishod sa 100%-tnom vjerojatnošću. Jednostrano proširena i ukočena zjenica nije imala značajnu prognostičku vrijednost u predviđanju smrti istraživanih ranjenika. Zato se može ustvrditi da je odustajanje od neurokirurškog liječenja opravdano samo u komatoznih ranjenika s obostrano proširenim i ukočenim zjenicama.

5. U istraživanoj skupini ranjenika preživjelo je 40% ranjenika s oštećenjem obje mozgovne polutke, 31% ranjenika s multilobarnim oštećenjima i 23% ranjenika s projektilnom penetracijom kroz mozgovne klijetke, te 17% ranjenika s potpunom ili jednostranom obliteracijom mezencefaličke cisterne. Prognoza preživljavanja istraživanih ranjenika isključivo temeljem radiografskih (CT) pokazatelja nije bila dostatno točna i na temelju samo jednog od radiografskih pokazatelja nije bilo

moгуće prihvatljivo točno predviđati preživljavanje ranjenika. CT prikaz pomaka središnjih mozgovnih tvorbi do 5 milimetara nije imao povoljno prognostičko značenje, već je ukazivao na povećan rizik umiranja istraživanih ranjenika, spram ranjenika s većim pomakom. Uočeno je da su opsežnija mozgovna oštećenja, praćena povećanom smrtnošću, češće bila udružena s pomakom središnjih tvorbi do 5 mm, uslijed edema mozga i manjih hematoma u strijelnom kanalu. U ranjenika s većim pomakom, prouzročenim većim intrakranijskim hematomima, češća su bila manje opsežna oštećenja mozga, a smrtnost je bila manja.

CT prikaz pneumokranija unutar mozgovnog parenhima i mozgovnih klijetki bio je vrlo značajan u prognozi smrtnog ishoda istraživanih ranjenika. Vjerojatnost umiranja bila je dvostruko veća u ranjenika u kojih je na početku liječenja prikazan zrak unutar mozgovnog parenhima i mozgovnih klijetki (intraparenhimski pneumokranij), nego u ostalih ranjenika, ali se pomoću prikaza pneumokranija nije moglo dostatno točno predviđati preživljavanje. Ove činjenice su značajne budući da u dostupnoj literaturi nema podataka o prognostičkoj vrijednosti CT prikaza pneumokranija u endokraniju.

6. Razvoj arterijske hipotenzije bez istodobnog zatajenja respiracije prije započinjanja liječenja istraživanih ranjenika nije značajno utjecao na ishod.

7. Dobar ishod liječenja (GOS 4 i 5) bio je značajno manje vjerojatan u istraživanih ranjenika s vrijednostima GCS skora manjim od 9 i u ranjenika s poremećajima inervacije zjenica, te u onih s radiografskim pokazateljima opsežnih mozgovnih oštećenja (projektilna penetracija kroz sagitalnu i koronarnu ravninu endokranija; bihemisferalna, multilobarna i transventrikulska oštećenja; intraventrikulsko i subarahnoidalno krvarenje (Fischer 3 i 4); brojni sekundarni projektili), kao i u onih s radiografskim pokazateljima povišenja intrakranijskog tlaka (intrakranijski hematomi, pomak središnjih mozgovnih tvorbi i potpuna obliteracija mezencefaličke cisterne). Međutim, među ranjenicima s vrijednostima GCS skora od 5 do 8, u kojih je istodobno postojao poremećaj inervacije zjenica ili bihemisferalna transventrikulska rana, liječenjem je ponekad bilo moguće polučiti dobar oporavak. Stoga nije opravdano odustajanje od neurokirurškog liječenja na temelju vrijednosti GCS skora od 5 do 8, postojanja bihemisferalne transventrikulske rane i izmijenjene inervacije

zjenica, osim ako u ranjenika nisu obostrano proširene zjenice, kao što je već navedeno u zaključku 4.

8. Nije bilo razlika u provođenju prehospitalne reanimacije, niti u vremenu proteklom od ranjavanja do početka neurokirurškog liječenja, između istraživanih ranjenika ranjenih u ratnim i u neborbenim okolnostima, što potvrđuje da je u promatranom periodu organizacijski osigurana jednaka skrb za civile i vojnike ranjene u ratnim i u neborbenim okolnostima.

9. Ishod liječenja 116 ranjenika sa strijelnom KCO, liječenih u bolnici uz prvu liniju bojišta i u ratnom zdravstvenom sustavu Domovinskog rata, upućuju na potrebu redefiniranja smjernica ratne medicinske doktrine o liječenju teških ranjenika. Kasni rezultati liječenja promatranih ranjenika naglašavaju važnost adekvatnog postupnika za razvrstavanje svih ranjenika sa strijelnim KCO u redoslijedu evakuacije i kirurške hitnosti, kao i što točnijeg utvrđivanja kriterija za odustajanje od liječenja ranjenika, za koje se procjenjuje da se ne mogu spasiti. U nemalom broju promatranih ranjenika sa teškom strijelnom KCO (GCS 3-8) postignut je, unatoč nedostatne prehospitalne skrbi i nepotpune provedbe svih oblika suvremenog neurokirurškog liječenja, prihvatljiv ishod, što upućuje da se ranjenicima takvih značajki ozljede treba osigurati adekvatan stupanj prioriteta u smjernicama ratno-medicinske doktrine.

10. Obradbom rane mekog oglavka, bez istodobne intrakranijske obradbe mozgovne rane i rekonstrukcije tvrde mozgovne ovojnice, može se uspješno liječiti ranjenike u kojih je interakcija projektila i endokranijskih tkiva bila ograničena i bez posljedičnog razvoja kompresijskih hematoma (ustrijeli malim metalnim krhotinama praćeni visokim vrijednostima GCS skora). Kod selekcioniranih ranjenika s KCO, potrebno je razmotriti mogućnost ovakovog liječenja, ali i razmotriti doktrinarno određenje ovakovih smjernica.

## **7. SAŽETAK**

Retrospektivno su analizirani rezultati liječenja 116 ranjenika sa penetrantnim kraniocerebralnim ranama uzrokovanih projektilom, koji su nakon ranjavanja primarno zbrinuti u Odjelu za neurokirurgiju KB Osijek, u periodu od 1991. do 1996. godine. Cilj istraživanja je bio utvrđivanje prognostičke vrijednosti kliničkih i radiografskih pokazatelja u ranjenika sa strijelnim kraniocerebralnim ozljedama (KCO), radi određivanja dostatno točnog prognoziranja preživljavanja i neurološkog oporavka, posebice ranjenika s teškim KCO.

Neurokirurško liječenje ranjenika sa strijelnim KCO opravdano je ako je vrijednost GCS skora veća od 4, a zjenice nisu obostrano proširene i ukočene (u istraživanoj skupini preživjelo je 72%, a dobar oporavak polučen je u 28% ovakvih slučajeva), dočim je upitna učinkovitost neurokirurškog liječenja ranjenika s vrijednostima GCS skora 3 i 4, u kojih su obje zjenice proširene i ukočene. Dostatno točno razlučivanje ranjenika koji će umrijeti, od onih koji će preživjeti, nije bilo moguće isključivo temeljem vrijednosti GCS skora. Jedino su obostrano proširene i ukočene zjenice dostatno točno upućivale na smrtni ishod istraživanih ranjenika.

Preživjelo je 40% ranjenika s oštećenjem obje mozgovne polutke, 31% ranjenika s multilobarnim oštećenjima i 23% ranjenika s penetracijom projektila kroz mozgovne klijetke, te 17% ranjenika s potpunom ili jednostranom obliteracijom mezencefaličke cisterne. Vjerojatnost umiranja bila je povećana u ranjenika s intraparenhimskim pneumokranijem. Prognoza preživljavanja istraživanih ranjenika isključivo temeljem radiografskih (CT) pokazatelja nije bila dostatno točna, i nije bilo moguće točnije predviđati preživljavanje temeljem samo jednog od radiografskih pokazatelja.

Dobar ishod liječenja (GOS 4 i 5) bio je značajno manje vjerojatan u istraživanih ranjenika s vrijednostima GCS skora manjim od 9 i u ranjenika s poremećajima inervacije zjenica, te u onih s radiografskim pokazateljima opsežnih mozgovnih oštećenja (projektilna penetracija kroz sagitalnu i koronarnu ravninu endokranija; bihemisferalna, multilobarna i transventrikulska oštećenja; intraventrikulsko i subarahnoidalno krvarenje (Fischer 3 i 4); brojni sekundarni projektili), kao i u onih s radiografskim pokazateljima povišenja intrakranijskog tlaka

(intrakranijski hematom, pomak središnjih mozgovnih tvorbi i potpuna obliteracija mezencefaličke cisterne).

Nije bilo razlika u provođenju prehospitalne reanimacije, niti u vremenu proteklom od ranjavanja do početka neurokirurškog liječenja, između istraživanih ranjenika ranjenih u ratnim i u neborbenim okolnostima, kao što nije zabilježena niti značajna razlika u uspješnosti liječenja između istraživanih ranjenika ranjenih u različitim okolnostima.

Kod selekcioniranih ranjenika s KCO, u kojih je interakcija projektila i endokranijskih tkiva bila ograničena i bez posljedičnog razvoja kompresijskih hematoma (kraniocerebralni ustrijeli uzrokovani malim metalnim krhotinama i praćeni visokim vrijednostima GCS skora), potrebno je razmotriti i mogućnost obradbe rane mekog oglavka bez istodobne intrakranijske obradbe kraniocerebralne rane i rekonstrukcije tvrde mozgovne ovojnice, obzirom na moguću uspješnost takvog neurokirurškog postupka.

Kasni rezultati liječenja 116 ranjenika sa strijelnom KCO, liječenih tijekom Domovinskog rata u bolnici uz prvu liniju bojišta i u tadašnjem ratnom zdravstvenom sustavu, upućuju na potrebu redefiniranja smjernica ratne medicinske doktrine o liječenju teških ranjenika. Rezultati liječenja promatranih ranjenika sa strijelnim KCO naglašavaju važnost definiranja adekvatnog postupnika za razvrstavanje svih ranjenika u redosljedu evakuacije i kirurške hitnosti, kao i što detaljnijeg definiranja kriterija za odustajanje od liječenja ranjenika za koje se procjenjuje da se ne mogu spasiti. U nemalom broju promatranih ranjenika sa teškom strijelnom KCO (GCS 3-8) postignut je, unatoč nedostatne prehospitalne skrbi i nepotpune provedbe svih oblika suvremenog neurokirurškog liječenja, prihvatljiv rezultat liječenja, što upućuje da se ranjenicima takvih značajki ozljede treba osigurati adekvatan stupanj prioriteta u smjernicama ratno-medicinske doktrine.



## **8. SUMMARY**

The treatment outcome of 116 patients who sustained the projectile penetrating craniocerebral wound is analyzed retrospectively. The patients were primarily treated at the Division of Neurosurgery of Clinical hospital Osijek in the period from 1991 till 1996. The aim of the study is to determine the prognostic value of clinical and radiographic indicators in the patients with projectile penetrating craniocerebral wounds, in order to estimate their survival span and the potential for their neurological recovery, especially among the patients with severe craniocerebral wounds.

The neurosurgical treatment is justified and indicated in the patients with penetrating craniocerebral wounds, if their GCS is higher than 4 and the pupils are not bilaterally dilated and unreactive (72% survived in the studied group and good outcome had 28% in such cases). The success of neurosurgical treatment is doubtful in the patients whose GCS is 3 or 4 and the pupils bilaterally dilated and unreactive. However, if we use GCS scores as the only prognostic indicator, it is rather difficult to differentiate accurately patients who would die. The fatal outcome in the patients could be accurately predicted in the case when both pupils are dilated and unreactive.

Considering the extent of the brain damage, 40% of the wounded with bihemisferal damage survived, 31% of wounded with multilobar injuries and 23% wounded with projectile penetration through ventricles, as well as 17% wounded with unilateral or complete obliteration of the mesencephalic cisterns. The studied patients with intraparenchymal pneumocranium were twice more likely to die than other patients. Nevertheless, we could not predict the survival span of the studied patients only according to radiographic indicators, since they are not accurate enough. Furthermore, only one radiographic (CT) indicator can not determine the patient's survival.

The likelihood of a good treatment outcome (GOS 4 and 5) was significantly less among the patients with GCS score lower than 9, as well as among the patients with distorted pupil innervations and among those whose radiographic indicators showed severe brain damage like: projectile penetration through sagittal and coronar endocranium surface, bihemispherical multilobar and transventricular damages,

extensive intraventricular and subarachnoidal bleeding (Fischer 3 and 4), and numerous secondary projectiles). The same poor outcome had patients whose CT scan showed an increase of intracranial pressure (intracranial hematoma, midline shift of brain formations and complete obliteration of mesencephalic cistern).

We can conclude that there was no difference in the treatment between the patients treated in the war from those treated in non-combat circumstances regarding prehospital reanimation and period of the time before the surgery. There was also no difference in the treatment outcome between studied patients and those who sustained injuries under various circumstances.

The treatment of the scalp wound without concomitant intracranial debridement of the craniocerebral wound and dural reconstruction, could be successful in the patients with limited interaction between projectile and intracranial structures and without compressive hematoma development (cases of small craniocerebral penetrating wounds due to small metallic fragment with high GCS score). The simple surgical treatment of scalp wound is alternative treatment option in selected patients.

Based on the long-term results of the treatment of 116 wounded with penetrating projectile craniocerebral injuries, who were treated during war in the hospital situated on the front line and got medical care in the war period, we suggest the redefinition of the medical guidelines applied in the treatment of the seriously wounded patients (GCS 3-8). The treatment outcome of the studied patients with projectile penetrating craniocerebral injuries point out the necessity to define the appropriate manual for the patients selection according to urgency for the evacuation and surgery, as well as to set the criteria for the patients who would not be further treated since they can not be helped. Great deal of the patients with severe penetrating craniocerebral injuries, in spite of poor prehospital care and inadequate surgical treatment, had satisfactory outcome, meaning that the patients with these injuries should be given appropriate priority in the further redefinition of the war medicine.

## **9. LITERATURA**

1. Carey ME. Experimental missile wounding of the brain. *Neurosurg Clin N Am* 1995; 6(4): 629-42.
2. Abdolvahabi RM, Dutcher SA, Wellwood JM, Michael DB. Craniocerebral missile injuries. *Neurosurgical Research* 2001; 23(2-3): 210-8.
3. Oehmichen M, Gehl HB, Meissner C, Petersen D, Hoche W, Gerling I, König HG. Forensic pathological aspects of postmortem imaging of gunshot injury to the head: documentation and biometric data. *Acta Neuropathologica* 2003; 105(6): 570-80.
4. Rane uzrokovane projektilima. U: *Hitna ratna kirurgija*. Zagreb: Glavni stožer saniteta Republike Hrvatske 1991: 10-29.
5. Rosenberg WS, Harsh IV GH. *Penetrating Wounds of the Head*. U: Wilkins RH, Rengachary S, ur. *Neurosurgery*. New York: McGraw-Hill, 1996: 2813-20.
6. Jeličić I. O ratnim kranocerebralnim ozljedama. *Acta med. Croat.* 1992; 46 (suppl.): 7-11.
7. Iveković V, Jeličić I. Opći principi liječenja ratnih kranocerebralnih ozljeda. *Acta med. Croat.* 1992; 46 (suppl.): 13-7.
8. Rosenfeld JV. Gunshot injury to the head and spine. *Journal of Clinical Neuroscience* 2002; 9(1): 9-16.
9. Melada A, Marcikić M, Mrak G, Štimac D, Šćap M. Cerebrospinal fluid fistula as a consequence of war head injury. *Military Medicine* 2002; 167(8): 666-70.
10. Lindenberg L, Chason JL. *Mechanical Injuries of Brain and Meninges*. U: Spitz WU, ur. *Medicolegal Investigation Of Death*. 3. izd. Springfield: Charles C. Thomas, 1993; 585-638.
11. Bellamy RF. The Medical Effects of Conventional Weapons. *World J Surg* 1992; 16: 888-92.
12. *Hitna ratna kirurgija*. Zagreb: Glavni stožer saniteta Republike Hrvatske 1991.
13. Bellamy RF, Maningas PA, Vayer JS. Epidemiology of trauma: Military experience. *Ann Emerg Med* 1986; 15: 1384-8.
14. Levi L, Linn S, Feinsod M. Penetrating craniocerebral injuries in civilians. *Br J Neurosurg* 1991; 5: 241-7.
15. Šćap M, Kukin T, Ključar I, Grgas M. Agresivno intenzivno liječenje ranjenika s teškom ratnom kranocerebralnom ozljedom. *Acta med. Croat.* 1992; 46 (suppl.): 23-6.
16. Levi L, Borovich B, Guilburd J, Grushkiewicz I, Lemberger A, Linn S, Schachter I, Zaaroor M, Braun J, Feinsod M. Wartime neurosurgical experience in Lebanon, 1982-1985 II: Closed craniocerebral injuries. *Isr J Med Sci* 1990; 26: 555-8.
17. Hanigan WC. *Neurological Surgery during the Great War: The Influence of Colonel Cushing*. *Neurosurgery* 1988; 23(3): 283-94.
18. Brandvold B, Levi L, Feinsod M, George ED. Penetrating craniocerebral injuries in the Israeli involvement in the Lebanese conflict, 1982-1985. Analysis of a less aggressive surgical approach. *J Neurosurg* 1990; 72: 15-21.
19. Aarabi B. Surgical outcome in 435 patients who sustained missile head wounds during the Iran-Iraq war. *Neurosurgery* 1990; 27(5): 692-5.

20. Kraniocerebralna ozljeda. U: Hitna ratna kirurgija. Zagreb: Glavni stožer saniteta Republike Hrvatske 1991: 235-45.
21. Aarabi B. Causes of infections in penetrating head wounds in the Iran-Iraq war. *Neurosurgery* 1989; 25(6): 923-6.
22. Lindenberg R. Missile head injury. Adams Hume J, Corsellis JAN, Duchon LW, ur. *Greenfield's Neuropathology*. 4. izd. London: Edward Arnold, 1984: 118-124.
23. Gonul E, Erdogan E, Tasar M, Yetiser S, Akay KM, Duz B, Beduk A, Timurkaynak E. Penetrating orbitocranial gunshot injuries. *Surgical Neurology* 2005; 63(1): 24-30.
24. Levi L, Borovich B, Guilburd J, Grushkiewicz I, Lemberger A, Linn S, Schachter I, Zaaroor M, Braun J, Feinsod M. Wartime neurosurgical experience in Lebanon, 1982-1985 I: Penetrating craniocerebral injuries. *Isr J Med Sci* 1990; 26: 548-54.
25. Bešenski N, Jadro-Šantel D, Jelavić-Koić F, Pavić D, Mikulić D, Glavina K, Mašković J. CT analysis of missile head injury. *Neuroradiology* 1995; 37: 207-11.
26. Kalousek M, Hat J, Krolo I, Marotti M, Lupret V, Smiljanić D. Computed Tomography Analysis of Head and Spinal Cord Injuries Inflicted by Missiles and Explosives. *Journal of Neuroimaging* 1993; 3(3): 178-83.
27. Copley IB. Cranial tangential gunshot wounds. *Br J Neurosurg* 1991; 5: 43-53.
28. Hadas N, Schiffer J, Rogev M, Shperber Y. Tangential Low-velocity Missile Wound of the Head with Acute Subdural Hematoma: Case Report. *J Trauma* 1990; 30(3): 358-9.
29. Liebenberg WA, Demetriades AK, Hankins M, Hardwidge C, Hartzenberg BH. Penetrating Civilian Craniocerebral Gunshot Wounds: A Protocol of Delayed Surgery. *Neurosurgery* 2005; 57(2): 293-8.
30. Dodge PR, Meierowsky AM. Tangential wounds of scalp and skull. *J Neurosurg* 1952; 9: 472-83.
31. George ED. *Neurosurgery* 1990; 27(5): 695 (comment).
32. Aryan HE, Jandial R, Bennett RL, Masri LS, Lavine SD, Levy ML. Gunshot wounds to the head: gang- and non-gang-related injuries and outcomes. *Brain Injury* 2005; 19(7): 505-10.
33. Cosar A, Gonul E, Kurt E, Gonul M, Tasar M, Yetiser S. Craniocerebral gunshot wounds: results of less aggressive surgery and complications. *Minimally Invasive Neurosurgery* 2005; 48(2): 113-8.
34. Levy ML, Rezai A, Masri LS, Litofsky SN, Giannotta SL, Apuzzo MLJ, Weiss MH. The Significance of Subarachnoid Hemorrhage after Penetrating Craniocerebral Injury: Correlations with Angiography and Outcome in a Civilian Population. *Neurosurgery* 1993; 32(4): 532-40.
35. Murano T, Mohr AM, Lavery RF, Lynch C, Homnick AT, Livingston DH. Civilian craniocerebral gunshot wounds: an update in predicting outcomes. *American Surgeon* 2005; 71(12):1009-14.
36. Ozkan U, Kemaloglu S, Ozates M, Aydin D. Analysis of 107 civilian craniocerebral gunshot wounds. *Neurosurgical Review* 2002; 25(4): 231-6.

37. Erdogan E, Izci Y, Gonul E, Timurkaynak E. Ventricular injury following cranial gunshot wounds: clinical study. *Military Medicine* 2004; 169(9): 691-5.
38. Rish BL, Dillon JD, Weiss GH. Mortality following penetrating craniocerebral injuries. *J Neurosurg* 1983; 59: 775-80.
39. Coughlan MD, Fieggen AG, Semple PL, Peter JC. Craniocerebral gunshot injuries in children. *Childs Nervous System* 2003; 19(5-6): 348-52.
40. Strojnik T. A review of civilian gunshot wounds to the head in northeast Slovenia: 1992 to 2002. *Wiener Klinische Wochenschrift* 2004; 116(Suppl 2): 19-23.
41. Heinrich Z, Iveković V, Chudy D. Orbitofacial war injuries as a specific entity. U: *Book of Abstracts. First Congress of the Croatian Neurosurgical Society. Zagreb 6-9 November 1996.*
42. Splavski B, Vranković Đ, Blagus G. Predictors of outcome and management protocol for war missile skull base injury. U: *Book of Abstracts. First Congress of the Croatian Neurosurgical Society. Zagreb 6-9 November 1996.*
43. Tudor M, Jurinović M, Devčić S, Bulović B, Bušić Ž, Lahman M, Buča A. Craniobasal war injuries to the head. U: *Book of Abstracts. First Congress of the Croatian Neurosurgical Society. Zagreb 6-9 November 1996.*
44. Gnjidić Z, Vukić M, Beroš V, Čerina V, Radić I, Škarica R. War wounds of the sellar region. U: *Book of Abstracts. First Congress of the Croatian Neurosurgical Society. Zagreb 6-9 November 1996.*
45. Moore GF, Edmunds AL. Temporal Bone Injuries Following Craniocerebral Missile Wounds. U: *Aarabi B, ur. Missile Wounds of the Head and Neck, Volume II. Park Ridge, Illinois: American Association of Neurological Surgeons, 1999: 383-94.*
46. Kaufman HH, Schwab K, Salazar AM. A national survey of neurosurgical care for penetrating head injury. *Surg Neurol* 1991; 36: 370-7.
47. Vranković Đ, Splavski B, Hećimović I, Muršić B, Blagus G, Kraus Z. Incidence and outcome of self inflicted gunshot wounds to the head in peace and war. A retrospective survey. *J Neurol Neurosurg Psych* 1996; 61: 654.
48. Levy L, Masri LS, Levy KM, Johnson FL, Martin-Thomson E, Couldwell WT, McComb JG, Weiss MH, Apuzzo MLJ. Penetrating Craniocerebral Injury Resultant from Gunshot Wounds: Gang-related Injury in Children and Adolescents. *Neurosurgery* 1993; 33(6): 1018-24.
49. Shaffrey ME, Polin RS, Phillips CD, Germanson T, Shaffrey CI, Jane JA. Classification of civilian craniocerebral gunshot wounds: a multivariate analysis predictive of mortality. *J Neurotrauma* 1992; (Suppl 9) 1: S279-85.
50. Kaufman HH, Levy ML, Stone JL, Masri LS, Lichtor T, Lavine SD, Fitzgerald LF, Apuzzo ML. Patients with Glasgow Coma Scale scores 3, 4, 5 after gunshot wounds to the brain. *Neurosurg Clin N Am* 1995; 6(4): 701-14.
51. Kennedy F, Gonzalez P, Dang C, Fleming A, Sterling-Scott R. The Glasgow Coma Scale And Prognosis In Gunshot Wounds To The Brain. *J Trauma* 1993; 35(1): 75-7.

52. Aldrich FE, Eisenberg HM, Saydjari C, Foulkes MA, Jane JJ, Marshall LF, Young H, Marmarou A. Predictors of Mortality in Severely Head-Injured Patients with Civilian Gunshot Wounds: A Report from the NIH Traumatic Coma Data Bank. *Surg Neurol* 1992; 38: 418-23.
53. Vranković Đ, Splavski B, Hećimović I, Glavina K, Muršić B, Dmitrović B. Self-inflicted gunshot wounds to the head during the war and postwar period. *Injury*, 1998; 29(5): 369-73.
54. Piotrowski WP. Behandlungsergebnisse nach Hirnschüssen. *Unfallchirurg* 1992; 95: 74-7.
55. Benzel WC, Day WT, Kesterson L, Willis BK, Kessler CW, Modling D, Hadden RN. Civilian Craniocerebral Gunshot Wounds. *Neurosurgery* 1991; 29(1): 67-72.
56. Vajkoczy P, Schürer L, Münch E, Schmiedek P. Penetrating craniocerebral injuries in a civilian population in mid-Europe. *Clin Neurol Neurosurg* 1999; 101: 175-81.
57. Carey ME. Analysis of Wounds Incurred by U.S. Army Seventh Corps Personnel Treated in Corps Hospitals during Operation Desert Storm, February 20 to March 10, 1991. *J Trauma* 1996; 40(3): S165-9.
58. Pitlyk PJ. Position of Neurosurgery in Deployment Medicine. *Milit Medicine* 1996; 161(8): 462-4.
59. Gofrit ON, Kovalski N, Leibovici D, Shemer J, O'Hana A, Shapira SC. Accurate anatomical location of war injuries: analysis of the Lebanon war fatal casualties and the proposition of new principles for the design of military personal armour system. *Injury* 1996; 27(8): 577-81.
60. Drago Prgomet. Ratne ozljede glave i vrata. Disertacija. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 1996.
61. Taha JM, Haddad FS, Brown JA. Intracranial infection after missile injuries to the brain: report of 30 cases from the Lebanese conflict. *Neurosurgery* 1991; 29(6): 864-8.
62. Taha JM, Saba MI, Brown JA. Missile injuries to the brain treated by simple wound closure: results of a protocol during the Lebanese conflict. *Neurosurgery* 1991; 29(3): 380-4.
63. Lupret V, Smiljanić D, Kalousek M. Sveobuhvatno zbrinjavanje ratnih kraniocerebralnih ozljeda. *Acta med. Croat.* 1992; 46 (suppl.): 27-34.
64. Iveković V, Kovačević R, Mrak G. Craniocerebral war injuries - introduction. U: Book of Abstracts. First Congress of the Croatian Neurosurgical Society. Zagreb 6-9 November 1996.
65. Vranković Đ, Hećimović I, Splavski B, Dmitrović B. Management of missile wounds of the cerebral dura mater: experience with 69 cases. *Neurochirurgia* 1992; 35(5): 150-5.
66. Vranković Đ, Hećimović I, Splavski B, Kristek B. Missile Brain Injuries: An Approach to the Management on the Basis of Experience with 106 Wounded Patients in Osijek General Hospital, over the 15 Months Period of War. U: Nakamura N, Hashimoto T, Yosue M, ur. *Recent Advances in Neurotraumatology*. Tokyo: Springer Verlag, 1993: 341-4.
67. Frankowski RF, Lee RK. Epidemiology: Incidence and



- Mortality of Craniocerebral Missile Wounds. U: Aarabi B, ur. Missile Wounds of the Head and Neck, Volume I. Park Ridge, Illinois: American Association of Neurological Surgeons, 1999: 17-33.
68. Rosenwasser RH, Andrews DW, Jimenez F. Penetrating Craniocerebral trauma. *Surgical Clinics of North America* 1991; 71: 305-16.
  69. Kaufman HH. Civilian Gunshot Wounds to the Head. *Neurosurgery* 1993; 32(6): 962-4.
  70. Stone JL, Fitzgerald L. Civilian Gunshot Wounds to the Head. *Neurosurgery* 1993; 33(4): 770 (correspondence).
  71. Grahm TW, Williams FC, Harrington T, Spetzler RF. Civilian Gunshot Wounds to the Head: A Prospective Study. *Neurosurgery* 1990; 27(5): 696-700.
  72. Sosin DM, Sniezek JE, Waxweiler RJ. Trends in Death Associated With Traumatic Brain Injury, 1979 Thorough 1992. *JAMA* 1995; 273(22): 1778-80.
  73. Valadka A, Gopinath S, Mizutani Y, Chacko AG, Robertson CS. Similarities between Civilian Gunshot Wounds to the Head and Nongunshot Head Injuries. *J Trauma* 2000; 48(2): 296-308.
  74. Turina D, Šustić A, Ticac Z, Dirlić A, Krstulović B, Glavaš A, Orlić V. War head injury score: an outcome prediction model in War casualties with acute penetrating head injury. *Military Medicine* 2001; 166(4): 331-4
  75. Rignault DP, Deligny MC. The 1986 Terrorist Bombing Experience in Paris. *Ann Surg* 1989; 209(3): 368-73.
  76. Broome G, Butler-Manuel A, Budd j, Carter PG, Warlow TA. The Hungerford shooting incident. *Injury* 1988; 19: 313-7.
  77. Izci Y, Kayali H, Daneyemez M, Koksel T. Comparison of clinical outcomes between anteroposterior and lateral penetrating craniocerebral gunshot wounds. *Emerg Med J* 2005; 22: 409-10.
  78. Rosenfeld JV. Damage control neurosurgery. *Injury, Int. J. Care Injured* 2004; 35: 655-60.
  79. Platz A, Heinzelmann M, Imhof HG. Outcome nach Schädelsschussverletzung. *Swiss Surg* 1995; 2: 118-21.
  80. Hernesniemi J. Penetrating Craniocerebral Gunshot Wounds in Civilians. *Acta Neurochir(Wien)* 1979; 49: 199-205.
  81. Hardy RW Jr. Civilian Gunshot Wounds to the Head. *Neurosurgery* 1994; 34(5): 943 (correspondence).
  82. Ryan JM. Patophysiology of penetrating missile wounds. *Clinical Intensive Care* 1992; 3: 79-81.
  83. Spalding TJW, Stewart MPM, Tulloch DN, Stephens KM. Penetrating missile injuries in the Gulf war 1991. *Br J Surg* 1991; 78: 1102-4.
  84. Coupland RM. The Red Cross Classification of War Wounds: The E.X.C.F.V.M. Scoring System. *World J Surg* 1992; 16: 910-7.
  85. Wallace PB, Meirowsky AM. The repair of dural defects by graft. An analysis of 540 penetrating wounds of the brain incurred in the Korean War. *Ann Surg* 1960; 151: 174-80.

86. Hammon WM. Analysis of 2187 consecutive penetrating wounds of the brain from Vietnam. *J Neurosurg* 1971; 34: 127-31.
87. Ameen AA. The management of acute craniocerebral injuries caused by missiles: analysis of 110 consecutive penetrating wounds of the brain from Basrah. *Injury* 1984; 16: 88-90.
88. Behbehani A, Abu-Zidan F, Hasaniya N, Merei J. War injuries during the Gulf War: experience of a teaching hospital in Kuwait. *Ann R Coll Surg Engl* 1994; 76(6): 407-11.
89. Parac Blažević Eda. Radiografska analiza strijelnih i eksplozivnih povreda glave u Domovinskom ratu u Hrvatskoj. Magistarski rad. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 1997.
90. Dubroja I, Valent Š, Kesak-Ursić Đ, Bakran Ž. Rehabilitation outcome in patients with penetrating war injuries to the head. U: Book of Abstracts. First Congress of the Croatian Neurosurgical Society. Zagreb 6-9 November 1996.
91. Vranković Đ, Splavski B, Hećimović I, Glavina K, Dmitrović B, Muršić B. Analysis of 127 war inflicted missile brain injuries sustained in North-Eastern Croatia. *J Neurosurg Sci* 1996; 40:107-14.
92. Ewing-Cobs L, Thompson NM, Miner ME, Fletcher JM. Gunshot Wounds to the Brain in Children and Adolescents: Age and Neurobehavioral Development. *Neurosurgery* 1994; 35(2): 225-33.
93. Stone JL, Lichtor T, Fitzgerald LF, Barret JA, Reyes HM. Demographics of Civilian Cranial Gunshot Wounds: Devastation Related to Escalating Semiautomatic Usage. *J Trauma* 1995; 38(6): 851-4.
94. Helling TS, McNabney WK, Whittaker CK, Schultz CC, Watkins M. The Role of Early Surgical Intervention in Civilian Gunshot Wounds to the Head. *J Trauma* 1992; 32(3): 398-400.
95. Scope A, Farkash U, Lynn M, Abargel A, Eldad A. Mortality epidemiology in low-intensity warfare: Israel Defense Forces' experience. *Injury* 2001; 101; 32: 1-3.
96. Raimondi AJ, Samuelson GH. Craniocerebral gunshot wounds in civilian practice. *J Neurosurg* 1970; 32: 647-53.
97. Selden BS, Goodman JM, Cordell W, Rodman GH, Schnitzer PG. Outcome of Self-Inflicted Gunshot Wounds of the Brain. *Annals of Emergency Medicine*; 1988: 17(3): 247-53.
98. Nagib MD, Rockswold GL, Sherman RS, Lagaard MW. Civilian gunshot wounds to the brain: Prognosis and management. *Neurosurgery* 1986; 18: 533-7.
99. Hubschmann O, Shapiro K, Baden M, Shulman K. Craniocerebral Gunshot Injuries in Civilian Practice - Prognostic Criteria and Surgical Management: Experience with 82 Cases. *J Trauma* 1979; 19(1): 6-12.
100. Clark WC, Muhlbauer MS, Watridge CB, Ray MW. Analysis of 76 civilian craniocerebral gunshot wounds. *J Neurosurg* 1986; 65: 9-14.
101. Kaufman HH. Gunshot Wounds to the Head in Civilian Practice. *Neurosurgery Quarterly* 1991; 1(2): 111-23.

102. Paret G, Dekel B, Yellin A, Hadani M, Weissman D, Vardi A, Hoffman C, Knoller N, Ohad G, Barzilay Z. Pediatric Craniocerebral Wounds from Plastic Bullets: Prognostic Implications, Course, and Outcome. *J Trauma* 1996; 41(5): 859-63.
103. Byrnes DP, Crockard HA, Gordon DS, Gleadhill CA. Penetrating craniocerebral missile injuries in the civil disturbances in Northern Ireland. *Br J Surg* 1974; 61: 169-76.
104. Shoung HM, Sichez JP, Pertuiset B. The Early Prognosis of Craniocerebral Gunshot Wounds in Civilian Practice as an Aid to the Choice of Treatment. *Acta Neurochir* 1985; 74: 27-30.
105. Cavaliere R, Cavenago L, Siccardi D, Viale GL. Gunshot Wounds of the Brain in Civilians. *Acta Neurochir(Wien)* 1988; 94: 133-6.
106. Kaufman HH, Levin HS, High WP, Childs TL, Wagner KA, Gildenberg PL. Neurobehavioral Outcome after Gunshot Wounds to the Head in Adult Civilians and Children. *Neurosurgery* 1985; 16(6): 754-9.
107. Pulliam MW. *Neurosurgery* 1990; 27(5): 700 (comment).
108. Rautio J, Paavolainen P. Afghan War Wounded: Experience with 200 Cases. *J Trauma* 1988; 28(4): 523-5.
109. Bhatnagar MK, Smith GS. Trauma in the Afghan guerrilla war: Effects of lack of access to care. *Surgery* 1989; 105: 699-705.
110. Grčević N. The Concept of Inner Cerebral Trauma. *Scand J Rehabil Med* 1988; 17(suppl): 15-31.
111. Dmitrović B. Raspodjela aksonskih ozljeda u zatvorenih povreda mozga. Disertacija. Medicinski fakultet. Sveučilište u Zagrebu 1997.
112. Allen IV, Kirk J, Maynard RL, Cooper GK, Scott R, Crockard A. An Ultrastructural Study of Experimental High Velocity Penetrating Head Injury. *Acta Neuropathol (Berl)* 1983;59: 277-82.
113. Gade GF, Becker DP, Miller JD, Dwan PS. Pathology and pathophysiology of head injury. U: Youmans JR, ur. *Neurological Surgery*, Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1990: 1965-2016.
114. Rosegay H, Pitts LH. Gunshot Wounds of the Skull. *Unfallchirurg* 1986; 89: 491-8.
115. Fackler ML, Malinowski JA. The Wound Profile: A Visual Method for Quantifying Gunshot Wound Components. *J Trauma* 1985; 25(6): 522-9.
116. Janzon B, Seeman T. Muscle devitalization in high-energy missile wounds, and its dependence on energy transfer. *J Trauma* 1985; 25(2): 138-44.
117. Carey ME, Tutton RH, Strub RL, Black FW, Tobey EA. The correlation between surgical and CT estimates of brain damage following missile wounds. *J Neurosurg* 1984; 60: 947-54.
118. Lindsey D. The Idolatry of Velocity, or Lies, Damn Lies, and Ballistics. 20(12): 1068-9.
119. Farjo LA, Micalau T. Ballistics and mechanisms of tissue wounding. *Injury* 1997; 28(Suppl. 3): S12-7.

120. Nichols CA, Sens MA. Cytologic Manifestations of Ballistic Injury. *Am J Clin Pathol* 1991; 95(5): 660-9.
121. Fackler ML. Wound Ballistics. A Review of Common Misconception. *JAMA* 1988; 259(18): 2730-6.
122. Fackler ML, Lindsey D. *J Trauma* 1996; 41(3): 573 (pismo uredniku).
123. Berryman HE, Smith OC, Symes SA. Diameter of Cranial Gunshot Wounds As a Function of Bullet Caliber. *Journal of Forensic Sciences* 40(5): 751-4.
124. Cooper GJ, Ryan JM. Interaction of penetrating missiles with tissues: some common misapprehensions and implications for wound management. *Br J Surg* 1990; 77: 606-10.
125. Zhang J, Yoganandan N, Pintar FA, Gennarelli TA. Temporal cavity and pressure distribution in a brain simulant following ballistic penetration. *J Neurotrauma* 2005; 22(11): 1335-47.
126. Cooper PR. Gunshot wounds of the brain. U: Cooper PR, ur. *Head injury*. 2. izd. Baltimore: Wilkins & Wilkins 1987: 257-74.
127. Charters AC III, Charters AC. Wounding mechanism of very high velocity projectiles. *J Trauma* 1976; 16: 464-70.
128. Fackler ML. Wounding Potential of the Russian AK-74 Assault Rifle. *J Trauma* 1984; 24(1,3): 35-39, 263-6.
129. Amato JJ, Syracuse D, Seaver PR, Rich N. Bone as a Secondary Missile: An Experimental Study in the Fragmenting of Bone by High-velocity Missiles. *J Trauma* 1989; 29(5): 609-12.
130. Stone JL, Lichtor T, Fitzgerald LF, Gandhi YN. Civilian Cases of Tangential Gunshot Wounds to the Head. *J Trauma* 1996; 40(1): 57-60.
131. Gerber AM, Moody RA. Craniocerebral missile injuries in the monkey: an experimental physiological model. *J Neurosurg* 1972; 36:43-9.
132. Crockard HA, Brown FD, Trimble J, et al. Somatosensory evoked potentials, cerebral blood flow and metabolism following cerebral missile trauma in monkeys. *Surg Neurol* 1977; 7: 281-7.
133. Levett JM, Johns LM, Replogle RL, Mullan Sean. Cardiovascular Effects of Experimental Cerebral Missile Injury in Primates. *Surg Neurol* 1980; 13: 59-64.
134. Crockard AH. Early intracranial pressure studies in gunshot wounds of the brain. *J Trauma* 1975; 15(4): 339-47.
135. Torbati D, Jacks AF, Carey ME, Davidson JD, Farrell JB. Cerebral, cardiovascular and respiratory variables after an experimental brain missile wound. *J Neurotrauma* 1992; 9(Suppl 1): S143-55.
136. Awasthi D, Rock WA, Carey ME, et al. Coagulation changes after an experimental missile wound to the brain in the cat. *Surg Neurol* 1991; 36: 441-6.
137. Aiyagari V, Menendez JA, Diringner MN. Treatment of severe coagulopathy after gunshot injury to the head using recombinant activated factor VII. *J Crit Care* 2005; 20(2): 176-9.
138. Soblosky JS, Rogers LN, Adams JA, Farrel JB, Davidson JF,

- Carey ME. Central and peripheral biogenic amine effects of brain wounding and increased intracranial pressure. *J Neurosurg* 1992; 76: 119-26.
139. Reines HD, Dill L, Saad S, Hungerford GD. Neurogenic Pulmonary Edema and Missile Emboli. *J Trauma* 1980; 20(8): 698-701.
140. Suddabay L, Weir B, Forsyth C. The management of 0.22 caliber gunshot wounds of the brain: a review of 49 cases. *Can J Neurol Sci.* 1987; 14: 268-72.
141. Pencek TL, Burchiel KJ. Delayed brain abscess related to a retained foreign body with culture of *Clostridium bifermentans*. *J Neurosurg* 1986; 64: 813-5.
142. Gurdijan ES. The treatment of penetrating wounds of the brain sustained in warfare. A historical review. *J Neurosurg* 1974; 39: 157-67.
143. Kaufman HH. Treatment of head injuries in the American Civil War. *J Neurosurg* 1993; 78: 838-45.
144. Začeci neurokirurškog rada u Hrvatskoj. U: Stoljeće neurokirurške djelatnosti u Hrvatskoj. Medicinski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb 1994; 9-15.
145. Carey ME, Young HF. The Neurosurgical Treatment Of Craniocerebral Missile Wounds In Vietnam. *Surgery, Gynecology & Obstetrics* 1972; 135:386-90.
146. Mladen Perić. Laboratorijski i klinički nalazi teških ranjenika kao osnovica liječenja u minimalnim uvjetima medicinske skrbi. Disertacija. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 1995.
147. Meierowsky AM. Penetrating Craniocerebral Trauma. Observations in Korean War. *JAMA*, 1954; 666-9.
148. Jackson DS, Batty CG, Ryan JM, McGregor WSP. The Falkland war: Army Field Surgical experience. *Ann Roy Coll Surg Engl* 1983; 65: 281-5.
149. Rozin R, Klausner JM, Dolev E. New concepts of forward combat surgery. *Injury* 1988; 19: 193-7.
150. Coull JT. Military surgery. *Injury* 1990; 21: 270-2.
151. London PS. Medical lessons from the Falkland island's campaign. *J Bone and Joint Surg* 1983; 65B(4): 507-10.
152. Husar J, Eltz J. Mobile Surgical Teams in Croatian Special Forces Units (1990-1993). *Croat Med J* 1993; 34(4): 276-9.
153. Perić M, Hamel D, Kelečić M, Matejčić A. Battlefield Experience of a Mobile Surgical Team: Anesthesiological Approach. *Croat Med J* 1992; 33(War Suppl 1): 15-23.
154. Stančić V, Gopčević A, Heitzler-Nikolić V, Bekavac-Bešlin M, Šeni B, Perić M. War Hospital in Velika Gorica: The First Seventy Days. *Croat Med J* 1992; 33(War Suppl 2): 184-92.
155. Carey ME, Young HF, Rish BL, Mathis JL. Follow-up study of 103 American soldiers who sustained a brain wound in Vietnam. *J Neurosurg* 1974; 41: 542-9.
156. Miklić P, Iveković I, Melada A, Šćap M, Gjurašin M, Aweja G. Penetrating wounds of the brain - an analysis of 262 patients. U: *Book of Abstracts. First Congress of the Croatian Neurosurgical*

- Society. Zagreb 6-9 November 1996.
157. Konjhodžić F. Neurosurgical injuries: general considerations during the defensive war in Bosnia and Herzegovina. U: Book of Abstracts. First Congress of the Croatian Neurosurgical Society. Zagreb 6-9 November 1996.
  158. Fosse E, Husum H. Surgery in Afghanistan: a light model for field surgery during war. *Injury* 1992; 23(6): 401-4.
  159. Gasko OD. Surgery In The Field During The Lebanon War, 1982: Doctrine, Experience And Prospects For Future Changes. *Isr J Med Sci* 1984; 20: 350-5.
  160. Siccardi D, Cavaliere R, Pau A, Lubinu F, Turtas S, Viale GL. Penetrating Craniocerebral Missile Injuries in Civilians: A Retrospective Analysis of 314 cases. *Surg Neurol* 1991; 35: 455-60.
  161. Sarnaik AP, Kopec J, Moylan P, Alvarez D, Canady A. Role of Aggressive Intracranial Pressure Control in Management of Pediatric Craniocerebral Gunshot Wounds with Unfavorable Features. *J Trauma* 1989; 29(10): 1434-7.
  162. Taha JM, Haddad FS. Central Nervous System Infections After Craniocerebral Missile Wounds. U: Aarabi B, ur. *Missile Wounds of the Head and Neck, Volume II*. Park Ridge, Illinois: American Association of Neurological Surgeons 1999: 271-80.
  163. Myers PW, Brophy J, Salazar AM, Jonas B. Retained bone fragments after penetrating brain wounds: long-term follow-up in Vietnam veterans. *J Neurosurg* 1989; 70: 319 (abstract).
  164. Kim PE, Zee CS. The radiologic evaluation of craniocerebral missile injuries. *Neurosurg Clin N Am* 1995; 6(4): 669-87.
  165. Fischer CM, KistlerJP, Davis JM. Relation of cerebral vasospasm to subarachnoid hemorrhage visualized by computerized tomographic scanning. *Neurosurgery* 1980; 6: 1-9.
  166. Mayfrank L, Lippitz B, Groth M, Bertalanffy H, Gilsbach JM. Effect of recombinant tissue plasminogen activator on clot lysis and ventricular dilatation in the treatment of severe intraventricular haemorrhage. *Acta Neurochirurgica (Wien)* 1993; 122: 32-8.
  167. Ruscalleda J, Peiro A. Prognostic factors in intraparenchymatous hematoma with ventricular hemorrhage. *Neuroradiology* 1986; 28: 34-7.
  168. Yogev R, Arditi M. Introduction to infections of the central nervous system. U: Shulman ST, Phair JP, Sommers HM, ur. *The biologic and clinical basis of infectious disease*. 4. izd. Philadelphia: W.B. Saunders, 1992:328-39.
  169. Hoffman TA. Purulent bacterial meningitis. U: Brande AI, Davis CE, Fierer J, ur. *Infectious diseases and medical microbiology*. 2. izd. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986: 1060-5.
  170. Heineman HS. Bacterial brain abscess. U: Brande AI, Davis CE, Fierer J, ur. *Infectious diseases and medical microbiology*. 2. izd. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986: 1080-5.
  171. Baker AS. Subdural empyema. U: Brande AI, Davis CE, Fierer J, ur. *Infectious diseases and*

- medical microbiology. 2. izd. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986: 1104-6.
172. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. A practical scale. *Lancet* 1975; 480-4.
173. Harrison TR. Principles of Internal Medicine. New York: McGraw Hill, 1987: 7-11.
174. Survival analysis. U: Statistics at Square Two: Understanding modern statistical applications in medicine; Campbell MJ. BMJ Books, London, 2003: 59-73.
175. Multivarijantne metode za analizu podataka. U: Osnove statističke analize za medicinare. D. Ivanković i sur.. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1991, 205-87.
176. Polin RS, Shaffrey ME, Phillips CD, Germanson T, Jane JA. Multivariate analysis and prediction of outcome following penetrating head injury. *Neurosurg Clin N Am* 1995; 6(4): 689-99.
177. Levy ML, Davis SE. Outcome Prediction Following Craniocerebral Missile Wounds: How do We Identify The Salvageable ? U: Aarabi B, ur. Missile Wounds of the Head and Neck, Volume II. Park Ridge Illinois: American Association of Neurological Surgeons, 1999: 135-50.
178. Tudor M. Prediction of Outcome in Patients with Missile Craniocerebral Injuries during the Croatian War. *Mil Med* 1998; 163: 486-9.
179. Bazardžanović M, Brkić H, Korkut Dž, Jahić E, Mujčinović Z. Craniocerebral Injuries in Combat Soldiers Treated at the Sapna War Hospital, Bosnia and Herzegovina. *Croatian Med J* 1998; 39: 446-9.
180. Levy ML. Outcome prediction following penetrating craniocerebral injury in a civilian population: aggressive surgical management in patients with admission Glasgow Coma Scale scores of 6 to 15. *Neurosurg Focus* 2000; 8(1) Article 2.
181. Carey ME, Allen SJ, Morris WJ, et al. Brain Wounds and Their Treatment in VII Corps during Operation Desert Storm, February 20 to April 15, 1991. *Mil Med* 1998; 163: 581-6.
182. Marcikić M, Melada A, Kovačević R. Management of war penetrating craniocerebral injuries during the war in Croatia. *Injury* 1998; 29(8): 613-8.
183. Miner ME, Ewing-Cobbs L, Kopaniky DR, et al: The results of treatment of gunshot wounds to the brain in children. *Neurosurgery* 1990; 26: 20-25.
184. Levy ML, Masri LS, Lavine S, Apuzzo MLJ. Outcome Prediction after Penetrating Craniocerebral Injury in a Civilian Population: Aggressive Surgical Management in Patients with Admission Glasgow Coma Scale Scores of 3, 4, or 5. *Neurosurgery* 1994; 35: 77-84.
185. Levy ML, Davis SE, Masri-Lavine L. Outcome of Aggressive Surgical Management in Patients With Low Glasgow Coma Scale Scores Following Craniocerebral Missile Wounds. U: Aarabi B, ur. Missile Wounds of the Head and Neck, Volume II. American Association of Neurological Surgeons. Park Ridge, Illinois, 1999, 423-8.
186. Martins RS, Siqueira MG, Santos MTS, Zanon-Collange N,

- Moraes OJS. Prognostic Factors And Treatment Of Penetrating Gunshot Wounds To The Head. *Surg Neurol* 2003; 60: 98-104.
187. Prognosis in Penetrating Brain Injury. U: Management and Prognosis of Penetrating Brain Injury. *J Trauma* 2001; 51: S44-86.
188. Chaudhri KA, Choudhury AR, Al Moutaery KR, Cybulski GR. Penetrating Craniocerebral Shrapnel Injuries During "Operation Desert Storm": Early Results of a Conservative Surgical Treatment. *Acta Neurochir (Wien)* 1994; 126: 120-3.
189. Döşoğlu M, Orakdöğen M, Somay H, Ates Ö, Ziyal I. Civilian Gunshot Wounds to the Head. *Neurochirurgie*; 1999: 201-7.
190. Mancuso P, Chiaramonte I, Passanisi M, Guarnera F, Augello G, Tropea R. Craniocerebral gunshot wounds in civilians: report on 40 cases. *J Neurosurg Sci.* 1988; 32: 189-194.
191. Amirjamshidi A, Abbassioun K, Rahmat H. Minimal Debridement Or Simple Wound Closure As The Only Surgical Treatment In War Victims With Low-Velocity Penetrating Head Injuries. *Surg Neurol* 2003; 60: 105-11.
192. Carey ME. The Treatment Of Wartime Brain Wounds: Traditional Versus Minimal Debridement. *Surg Neurol* 2003; 60: 112-9.
193. George ED, Dietze JB. Patient Selection: Determining the Need for and Type of Surgery. U: Aarabi B, ur. *Missile Wounds of the Head and Neck, Volume I. American Association of Neurological Surgeons. Park Ridge, Illinois, 1999: 127-34.*
194. Kim KA, Wang MY, McNatt SA, Pinsky G, Liu CY, Giannotta SL, Apuzzo MLJ. Vector Analysis Correlating Bullet Trajectory to Outcome after Civilian Through-and-Through Gunshot Wound to the Head: Using Imaging Cues to Predict Fatal Outcome. *Neurosurgery* 2005; 57(4): 737-47.



## **10. ŽIVOTOPIS**

Rođen sam 31. listopada 1960. godine u Osijeku. Diplomirao sam na Studiju medicine u Osijeku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 26. studenog 1984. godine. Tijekom studija bio sam demonstrator pri Katedri za anatomiju. Pripravnički liječnički staž obavio sam tijekom 1984. i 1985. godine u Općoj bolnici Osijek.

Od 2. studenog 1987. godine neprekidno radim u Odjelu za neurokirurgiju Kliničke bolnice Osijek, prvo kao liječnik pripravnik Znanstvene jedinice Opće bolnice Osijek, a zatim kao specijalizant iz neurokirurgije. Cijelo vrijeme Domovinskog rata neprekidno sam radio u matičnom Odjelu. Specijalistički ispit iz neurokirurgije položio sam 2. studenog 1994. godine pred ispitnom komisijom Klinike za neurokirurgiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Kliničkog bolničkog centra Zagreb.

Tijekom 1993. godine proveo sam dva mjeseca na usavršavanju u kirurgiji kralješnice na Odjelu za kirurgiju kralješnice Klinike za traumatologiju Zagreb. Na Klinici za neurokirurgiju Medicinskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Kliničkog bolničkog centra Rebro boravio sam 1996. godine mjesec dana poradi edukacije u području cerebrovaskularne kirurgije. Završio sam više tečajeva postdiplomske nastave iz područja neurokirurgije.

U srpnju 1996. godine obranio sam na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu magistarski rad "Značenje zaostalih stranih tijela za razvoj intrakranijske infekcije nakon strijelne kranio-cerebralne ozljede".

U suradničko zvanje asistenta izabran sam na Medicinskom fakultetu u Osijeku 2002. godine pri Katedri za kirurgiju.

Autor sam i koautor više radova, od kojih je 10 radova objavljeno u časopisima indeksiranim u "Current Contents".