



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
MEDICINSKI FAKULTET



Mr. sci. dr Anisa Gradaščević

**FORENZIČKI ASPEKTI STRIJELNE RANE
NANESENE DJELOVANJEM PROJEKtilA
ISPALJENIM IZ RUČNOG VATRENOG ORUŽJA**

-Doktorska disertacija-

Banja Luka, 2020. godine



UNIVERSITY IN BANJA LUKA
MEDICAL FACULTY



Mr. sci. dr Anisa Gradaščević

**FORENSIC ASPECTS OF A GUNSHOT WOUNDS
INFILCTED BY HAND-HELD FIREARMS**

-Doctoral Dissertation-

Banja Luka, 2020

**Univerzitet u Banjoj Luci
Medicinski fakultet**

Podaci o autoru odbranjene doktorske disertacije

Ime i prezime autora disertacije: **Anisa Gradaščević**

Datum, mjesto i država rođenja: **17. 12. 1980. u Novom Pazaru, R. Srbija**

Naziv završenog fakulteta: **Medicinski fakultet u Sarajevu, 12. 09. 2008.**

Datum odbrane magistarskog rada autora doktorske disertacije: **05. 04. 2012.**

Naziv doktorske disertacije: **FORENZIČKI ASPEKTI STRIJELNE RANE NANESENE
DJELOVANJEM PROJEKtilA ISPALJENIM IZ RUČNOG VATRENOG ORUŽJA**

Naučna oblast disertacije prema CERIF sifrarniku (eng. Common European Research Information Format): **B770 (sudska medicina)**

Tip odabране: **Licence kreativne zajednice (eng. Creative Commons licence): CC BY-NC-SA**

Imena mentora i članova komisije za odbranu doktorske disertacije:

Mentor: **Prof. dr. Nermin Sarajlić, redovni profesor, spec. Sudske medicine, Univerziteta u Sarajevu**

Komentor: **Prof. dr. Željko Karan, vanredni profesor, spec. Sudske medicine, Univerziteta u Banjoj Luci**

Članovi Komisije: **1. Doc. dr. Ivan Soldatović
2. Prof. dr. Zoran Mihailović**

ZAHVALNOST

Zahvalnost za pomoć u izradi ovog rada i svemu onom što je njemu prethodilo ide mnogim osobama.

Iskrena zahvalnost profesoru Nerminu Sarajliću, mom mentoru, na ukazanom povjerenju, strpljenju i prenesenom znanju kroz sve godine zajedničkog rada.

Iskrena zahvalnost načelniku Kantonalnog Ministarstva unutrašnjih poslova gosp. Dini Osmankadiću i članovima njegovog tima na profesionalnoj saradnji i stručnoj pomoći.

Posebnu zahvalnost dugujem gosp. Bruni Franjiću i članovima njegovog tima Odsjeka za balistička i mehanoskopska istraživanja, Federalne uprave policije u Sarajevu, na profesionalnoj saradnji i stručnoj pomoći prilikom izvođenja eksperimentalnog dijela istraživanja.

Zahvalnost ide i članovima hemijskog odsjeka Federalne uprave policije u Sarajevu.

Posebnu zahvalnost dugujem Gosp. Arifu Salkiću iz Odsjeka za hemijska istraživanja, Metalurškog instituta, Univerziteta u Zenici.

Iskrena zahvalnost prof.dr Emini Resić na stručnoj pomoći prilikom statističke obrade podataka.

Iskrena zahvalnost članovima Instituta za genetičko inžinjerstvo i biotehnologiju, Univerziteta u Sarajevu.

Mojoj porodici na ljubavi, podršci i potpori u svim segmentima mojeg djelovanja i bivstvovanja.

Sve što sam u životu postigla dugujem vama. Doktorsku disertaciju posvećujem mojim roditeljima i mojoj tetki Rabiji.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 Istoriski osvrt	1
1.2 Vatreno oružje.....	2
1.2.1 Municija.....	2
1.2.2 Inicijalna kapisla (Gunshot residue) GSR čestice	4
1.3 Balistika	5
1.3.1 Unutrašnja balistika	6
1.3.2 Vanjska balistika.....	9
1.3.3 Terminalna balistika -Balistika rane.....	11
1.3.4 Strijelne rane.....	13
1.3.4.1 Strijelne rane iz blizine.....	16
1.3.4.2 Strijelne rane iz absolutne blizine	16
1.3.4.3 Strijelne rane iz relativne blizine.....	17
1.3.4.4 Strijelne rane iz daljine.....	18
1.3.4.5 Atipične strijelne rane	18
1.4 Obdukcija lica sa strijelnim povredama	19
1.4.1 Sudsko-medicinski značaj strijelnih rana	20
1.5 Komparativna histologija ljudske i svinjske kože.....	21
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	23
3. HIPOTEZA.....	24
4. MATERIJAL I METOD RADA	25
4.1 Materijal	25
4.2 Metode	28
4.2.1 Metoda analiziranja strijelnih rana na osnovu obdupcionih zapisnika i obduksijskog materijala.....	28
4.2.2 Metoda analiziranja strijelnih rana dobijenih putem eksperimentalnog istraživanja.....	28
4.2.2.1 Metodologija mjerjenja veličine ulazne rane	31
4.2.2.2 Metoda analiziranja transparentnih folija.....	31
4.2.2.3 Patohistološka analiza	32
4.2.2.4 AAS (atomska apsorpciona spektrofotometrija)	33
4.2.2.5 Analiziranje prisustva/odsustva DNA materijala na čahurama i zrnima	34
4.2.2.6 Metoda izvođenja modificirane Walker-ove metode	35
4.2.3 Statistička obrada podataka	37
5. REZULTATI	40
5.1 Eksperimentalni uzorak I	40
5.1.1 Eksperimentalni uzorak II	44

5.1.2	Transparentne folije	47
5.1.3	.Modificirana metoda po Walker-u	49
5.1.4	ontrolni uzorak.....	51
5.2	Poređenja između uzoraka	54
5.2.1	Poređenje eksperimentalnog uzorka sa djelimičnom kontrolom i transparentnih folija	54
5.2.2	Poređenje eksperimentalnog uzorka sa potpunom kontrolom i eksperimentalnog uzorka sa djelimičnom kontrolom	55
5.2.3	Poređenje eksperimentalnih uzoraka i kontrolnog uzorka	57
5.3	Specifikacija diskriminacionih modela za predviđanje vrste oružja kojom je pucano i udaljenosti sa koje je pucano na bazi karakterističnih varijabli: širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena	61
5.3.1	Testiranje pretpostavki za primjenu diskriminacione analize	61
5.3.1.1	Diskriminacioni model za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano ...	71
5.3.1.2	Diskriminacioni model za predviđanje udaljenosti sa koje je pucano	73
5.4	Specifikacija diskriminacionih modela za predviđanje vrste oružja kojom je pucano i udaljenosti sa koje je pucano na bazi tragova barutnih čestica	75
5.4.1	Testiranje pretpostavki za primjenu diskriminacione analize	75
5.4.2	Diskriminacioni model za predviđanje vrste oružja iz kojeg je pucano	87
5.4.3	Diskriminacioni model za predviđanje udaljenosti sa koje je pucano.....	89
5.5	Specifičnosti u cilnjom uzorku: veličina rane i regija tijela.....	91
5.6	Korelacija između broja pokušaja ustreljivanja i veličine nagnječnog prstena u eksperimentalnim uzorcima.....	96
5.7	Diskriminacioni model razvijen na osnovu udjela metala u sklopu tragova barutnih čestica i GSR molekula.....	99
5.8	Rezultati patohistoloških analiza	109
5.9	Rezultati DNA analiziranja.....	109
6.	DISKUSIJA	111
6.1	Diskusija karakteristika strijelne rane	111
6.2	Diferencijalna dijagnoza makroskopskih karakteristika strijelne rane	112
6.3	Sva mjerena su rađena pomoću softverskog programa WebPlotDigitizer verzija 3.10 , a radi što boljeg prikaza mjerene širina i dužina ulaznih rana, nagnječnog prstena i barutne tetovaže, obilježavana su prateći oznake na brojčaniku, slika br. 15.	113
6.3.1	GSR čestice i matematički model.....	114
6.3.2	Matematički model	115
6.4	Noviji pristup u diferencijaciji karakteristika ulazne strijelne rane	119
6.5	Analiziranje makroskopskih karakteristika strijelne rane na stvarnom uzorku	123
6.6	Analiziranje transparentnih folija i platna.....	128
6.6.1	Analiziranje odjeće (platna).....	128
6.7	Analiziranje DNA	129
7.	ZAKLJUČCI	131
8.	LITERATURA	133

SAŽETAK

Osnovni cilj istraživanja je utvrđivanje kalibra projektila ručnog vatrenog oružja i rastojanja pucanja na osnovu karakteristika ulazne rane i tragova oko rane.

Eksperimentalni uzorak je ujedno predstavljao ciljni uzorak, a sastojao se od kože svinje sa pripadajućim adneksima. Ukupno je izvršeno 100 ustrijela, a od toga 40 pucanja u vanjskoj streljani MUP-a KS i 60 pucanja u unutrašnjoj streljani Federalne Uprave policije. U eksperimentu je korišteno sljedeće oružje: automatska puška M70AB2 i pištolji: Češka Zbrojovka Model „CZ 85 B“ kal. 9x19 mm, CZ 'M70' kal. 7,65x17 mm, CZ 'M57' kal. 7,62x25 mm. Sva pištoljska i puščana municija se ispalila iz absolutne blizine i sa udaljenosti od 5 cm i 10 cm. Kontrolni uzorak su predstavljala 30 obducirana tijela koja su prema podacima iz obdukcionih zapisnika Katedre za sudsku medicinu, Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu i Zavoda za sudsku medicine Republike Srpske u Banjoj Luci imala povrede vatrenim oružjem. Vršena su mjerena širina i dužina ulazne rane i svih njenih karakteristika, u koje spadaju nagnječni prsten i tragovi barutnih čestica.

Sa prvog eksperimentalnog uzorka koji je dobijen nakon pucanja u vanjskim uslovima, uzimali su se otisci barutnih čestica primjenom transparentnih folija, koje su se analizirale upotrebom difenilaminskog testa u Odsjeku za hemijska istraživanja, Centra za forenzičku i informatičku podršku, Federalne Uprave policije, Federacije Bosne i Hercegovine. Sa drugog eksperimentalnog uzorka koji je dobijen nakon pucanja u kontrolisanim uslovima, izuzeli su se uzorci i rađene su patohistološke, DNA analize i analize na atomskom apsorpcionom spektrofotometru. Posebno je izvršen eksperiment pucanja u šifonsko platno, što bi u vanjskim uslovima odgovaralo odjeći.

Ovo je prva studija na području Bosne i Hercegovine i regiona koja se bavila ispitivanjem parametara ulazne rane i mogućnošću procjenjivanja vrste oružja i udaljenosti pucanja na osnovu njih. Najbolje rezultate je dala metoda diskriminacione funkcije na osnovu udjela metala u sklopu GSR čestica, sa tačnošću predviđanja vrste upotrijebljenog oružja, od 78,6%, te 58,9% za procjenjivanje udaljenosti sa koje je pucano. Analiziranjem streljiva koje je prošlo kroz vatreno oružje nije moguće detektovati DNA material počinioca kaznenog djela. Pouzdanost metode uzimanja otiska rane putem transparentnih folija sa tačnošću 43,75% dovodi upitanje tačnost navedene, pa bi se u budućnosti trebala zamijeniti sapouzdanim metodama.

Ključne riječi: vatreno oružje, udaljenost pucanja, GSR čestice, DNA analiza, diskriminacioni modeli.

ABSTRACT

The primary goal of this research was to examine whether was possible to determine the calibre of firearm and shooting range, based on a characteristics of an entry wound and residual particles around it. Experimental sample was target sample at the same time, consisted of a pig skin and its appendages. There were total of 100 shoots, of which 40 was done in outdoor shooting range of Ministry of Internal Affairs of Sarajevo Canton while remaining (60 shoots) was done inside the indoor shooting range of Federal Police Administration. The following weapons were used in the experiment: Machine gun M70AB2 and Pistols: Česká Zbrojovka „CZ 85 B“ cal. 9x19 mm, CZ 'M70' cal. 7,65x17 mm and CZ 'M57' cal. 7,62x25 mm. Whole pistol and machine gun ammunition was fired at absolute vicinity and the distance from 5 to 10 cm. The control sample was represented by 30 autopsied bodies who suffered injuries by usage of firearms, according to data from autopsy record of the Department of Forensic Medicine, School of Medicine, University of Sarajevo and the Institute of Forensic Medicine of Republic of Srpska in Banja Luka. Among the other measured, the width and length of entry wounds and all of its characteristics was measured, such as abrasion ring and traces of GSR (gunshot residue). The first experimental sample which was created on samples obtained by the shooting in outdoor conditions and use of fingerprints of gunpowder taken by usage of transparent foil, the same was analysed using Difenil-amin test in the Department of Chemical Research, the Centre for Forensic and IT Support, Federal Police Administration of the Federation of Bosnia and Herzegovina. The second experimental sample was formed after shooting under controlled conditions and followed by: PH analysis, DNA analysis and analysis which were performed by usage of atomic absorption spectrophotometer. The unique analysis had been performed after shooting into Siphon canvas which suited human clothes in external conditions. This was the first study in B&H and probably in the region that parameterised entry wounds and the possibility of determination of the types of firearms and shooting distance based on it.

The best results were obtained by method discrimination functions on the basis of metal content within the GSR particles with a significant accuracy of prediction for the type of weapon used (78.6%), and (58.9%) for estimating the distance from which the shots were fired. Through the analysis of ammunition that has passed through the firearms it can be said that DNA material of perpetrator of committed crime cannot be detected. The reliability of method of early wound print taking by application of transparent foil had accuracy of 43,75%, which called into question the accuracy of mentioned and suggests a conclusion that for the future analyses should be replaced with more reliable methods.

Keywords: Firearms, shooting distance, GSR particles, DNA analysis, discriminatory models

1. UVOD

1.1 Istorijski osvrt

Prema istorijskim podacima ne znamo tačno kada i gdje je vatreno oružje nastalo. Ono što znamo je da su Kinezi u 11 stoljeću poznavali spoj koji mi danas nazivamo crni barut. U to vrijeme oni su ga koristili kao eksploziv za vatromet. Još uvijek je nepoznanačica kako je formula za crni barut dospjela u Evropu. Neki smatraju da su je arapski trgovci donijeli, drugi, pak, smatraju da je Marko Polo donio tajni recept iz Kine u Beč, nakon svog poznatog putovanja u Kinu (1271-1291.g.). U istorijskim podacima prekretnica u istoriji razvoja oružja, a najvjerovaljnije i prekretnica u istoriji čovječanstva, načinjena je pronalaskom baruta. Zasluge za to se pripisuju Rogeru Baconu i Berthold Schwarzu, monahu i alhemičaru iz Freiburga (Njemačka) koji je uspio da odgonetne šifru Baconovog recepta za spravljanje crnog baruta smješom: sedam dijelova šalitre (kalijum nitrata), pet dijelova drvenog uglja i pet dijelova sumpora. Sastav iz 1640.g. bio je: 75% šalitre, 15% sumpora i 10% drvenog ugljena. Jednom prilikom sasvim slučajno otkrilo se da se pomoću tog praha može ispaliti zrno iz cijevi, zatvorene sa jedne strane [1,2,3,4,5].

Tabela br.1 Istorijski razvoj vatretnog oružja sa godinom proizvodnje

Godina proizvodnje	
1450	Matchlock system (prvi sistem paljenja baruta, tzv.serpentine)
1517	Wheel-lock system (prvi model samozapaljivog oružja, koji se tvorio na modelu kotača koji su se okretali)
1575	Prvi metak
1550	Izum kremenjače
1776	Pozicioniranje zadnjeg sistema oružja
1807	Perkuzijski sistem
1814	Udarna kapsila
1835	Revolver
1836	Pinfire metak
1845	Metak sa rubnim/ivičnim paljenjem
1858	Metak sa centralnim paljenjem
1884	Machine gun
1892	Poluautomatsko oružje

1.2 Vatreno oružje

Vatreno oružje (engl. Fire arms, fr. Armes a feu, ital. Arma da fuoco, njem. Feuerwaffe), je vrsta oružja koje izbacuje projektile pritiskom plinova nastalih u cijevi od barutnog punjenja. Postoji više definicija pojma vatrenog oružja, koje su nastale tokom proučavanja i njegovog usavršavanja.

Mogu se iskazati kao:

- Vatreno oružje je vrsta oružja koja izbacuje projektile pritiskom gasova nastalih u cijevi sagorijevanjem barutnog punjenja.
- Pod vatrenim oružjem podrazumijevamo naprave koje, pod uticajem pritiska barutnih plinova, izbacuje metalne ili slične projektile na veću udaljenost.
- Vatreno oružje je svaki uređaj koji može u pravcu cilja izbaciti projektil (tane, sačma) uz pomoć velike sile potiska plinova nastalih sagorijevanjem baruta.

Evropskom konvencijom o kontroli nabavljanja i držanja vatrenog oružja od strane pojedinaca, donijetoj u Strasbourg 1987.g., koju je ratifikovala SFRJ 1991.g., ručno vatreno oružje je podijeljeno na kratko i dugo. Prema ovoj konvenciji izraz 'kratko' označava oružje čija cijev nije duža od 30 cm ili čija ukupna dužina ne prelazi 60 cm, a izraz 'dugo' označava oružje čija je cijev duža od 30 cm, a ukupna dužina nije manja od 60 cm. Američki standard je da sva oružja koja imaju cijev dužu od 16 incha (40 cm), spadaju u duga vatrena oružja [1,2,3].

Kratko vatreno oružje može se podijeliti na sljedeće grupe:

- Pištolji,
- Revolveri,
- Mali automati,
- Specijalna oružja koja se ne proizvode serijski;

Dugo vatreno oružje može se podijeliti na:

- Neautomatsko,
- Poluautomatsko,
- Automatsko.

1.2.1 Municija

Municija ili streljivo zavisi od vrste vatrenog oružja. Puške i pištolji koriste metak, punjenja koja sadrže projektile sa jednim zrnom, dok sačmarice koriste patronе koje obično

sadrže više komada zrna sačme, a za krupnu divljač koristi se jedna kugla promjera cijevi. Streljivo koje se koristi za puške i pištolje nazivamo metak, a sastoji se od: čahure, kapisle, barutnog punjenja i zrna (slika br.1) i na slici br.3 možemo vidjeti poprečni presjek puščanog projektila kalibra 7,62x39 mm. Streljivo koje se koristi za sačmu naziva se patrona, a sastoji se od: kapisle, barutnog punjenja, čepa i sačme.

Osnovne komponente streljiva su: kućište, inicijalna kapisla, barutno punjenje, zrno ili za sačmarice zrna i britveni čep za odvajanje baruta od sačme.

- Košuljica služi za povezivanje komponenata streljiva u jednu cjelinu. Obično se izrađuje od mesinga, bakra, čelika, papira ili plastike.
- Inicijalna kapisla sadrži inicijalni eksploziv koji je osjetljiv na udarac udarne igle, te na taj način pali barutno punjenje. Inicijalni eksploziv može biti smješten u inicijalnoj kapisli u sredini metka, a za manje kalibre na rubovima kućišta ili čahure.
- Barutno punjenje predstavlja hemijska smješa koja rapidno sagorijeva i pretvara se u ekspandirajući plin kod sagorijevanja. Moderni bezdimni baruti su postojaniji pri rukovanju i blago izgaraju na otvorenom. Crni barut je manje stabilan i može da eksplodira na otvorenom.
- Zrno je objekt koji se ispaljuje kroz cijev potisnut barutnim punjenjem. Kod pušaka sačmarica britveni čep koji odvaja barut od sačme drži sačmu na okupu do izlaska iz cijevi [1,3,5].



Slika br.1 Rastavljeni projektil kalibra 7,62x25 mm (sopstvena arhiva)



Slika br. 2. Presjek puščanog zrna kalibra 7.62x39mm (preuzeto iz arhive firearms)

1.2.2 Inicijalna kapsila (Gunshot residue) GSR čestice

GSR čestice (partikule) nastaju kao proces sagorijevanja inicijalne kapsle prilikom udara udarne igle. S ciljem identifikacije da li je neka osoba pucala ili nije iz vatrenog oružja, kao i udaljenost i vrstu oružja možemo odrediti na osnovu detekcije GSR čestica [1-8]. GSR čestice posjeduju karakterističan sferoidni oblik i karakterističan hemijski sastav koji je uvjetovan sadržajem kapsle i metka. Svaki proizvođač oružja ima karakterističan hemijski sastav i omjer barija, antimona i olova u sastavu inicijalne kapsle. Njihov promjer se kreće od 0,1 µm do 10 µm. Nekada se mogu naći i čestice veličine do 50 µm ili više.

Upravo njihov oblik i sastav čine ih specifičnim i samim time i različitim u odnosu na čestice koje možemo naći u svakodnevnom životu u našoj okolini. Čestice koje su slične sastavom mogu se naći kao proizvodi sagorijevanja u industrijskim zonama, automobilskim izduvnim gasovima i kondenziranjem raznih isparenja. Međutim, ove čestice mogu sadržavati jedan ili više elemenata koje sadrže GSR čestice, ali nikako sve elemente koji su zastupljeni kao ni morfološki izgled [1-12]. Prisustvo antimona je specifično samo za korištenje vatrenog oružja i nastaje samo u tim slučajevima. Postoji više metoda za detekciju GSR čestica:

- SEM/EDX- skenirajuća elektromikroskopija s energetskim disperzivnim dodatkom s X zracima, uz pomoć dakle skenirajućeg elektromikroskopa proučava morfologiju čestica koje potiču iz inicijalne kapsle metka, a nastaju nakon opaljena vatrenog oružja. Pomenuta metoda (SEM) koristi uvećanje od 35 x do i0 000 x i napon ubrzanja elektrona od 30 kV, za identifikaciju pomenutih čestica [13-20].

- NAA- neutronska aktivaciona metoda, temelji se na činjenici da elementi ozračeni neutronima (što se najčešće radi u nuklearnom reaktoru) postaju vještački radioaktivni. S obzirom na to da je kod svih radioaktivnih elemenata osnovna karakteristika tzv.vrijeme poluraspada, to se mjeranjem ove veličine utvrđuje prisutnost određenog elementa, a visina grafičkog zapisa određuje i koncentraciju ovog elementa. Osjetljivost je veoma velika do oko 10-12 g. Nažalost problem postoji kada je detekcija olova u pitanju, jer je za njegovu detekciju potreban ogroman neutronski refluks (razlog je jednostavan-kod najvećeg broja radioaktivnih elemenata oovo se posljednje javlja u nizu radioaktivnog raspada) [1,13-17].
- AAS- atomska apsorpciona spektrofotometrija je metoda koja se primjenjuje za određivanje većine elemenata metala i metaloida u različitim uzorcima. Omogućava određivanje oko 70 vrsta uzorka sa osjetljivošću u području ppm do ppb, te određivanja više metala u jednom uzorku. Postoje dvije vrste primjenom grafitne kivete i primjenom metode besplamene atomske apso-rpcije. AAS je metoda koja se primjenjuje za određivanje većine elemenata metala i metaloida u različitim uzorcima. Omogućava određivanje oko 70 vrsta uzorka sa osjetljivošću u području ppm do ppb, te određivanja više metala u jednom uzorku. Može se definisati kao metoda za određivanje koncentracije nekog elementa u uzorku mjeranjem apsorpcije zračenja nastaloj u atomskoj pari, stvorenoj od uzorka, na talasnoj dužini koja je specifična i karakteristična za određeni element [1,21-25].

1.3 Balistika

Balistika je nauka koja proučava zakone kretanja projektila. Naziv balistika potiče od grčke riječi ballo koja znači bacati. Naime, u starom stoljeću sprave za bacanje kamena su se nazivale baliste[1,23].Krajem XIV stoljeća pojavila su se prva vatrena oružja, a tek u XVII stoljeću razvija se balistika koja opisuje kretanje zrna u cijevi i van cijevi. U XVIII stoljeću (1745.g.) Euler u svojoj knjizi 'Neue Grundsache der Artillerie', dijeli balistiku na unutrašnju i vanjsku i ukazuje na razliku te dvije discipline. Razvojem forenzičkih nauka nastao je i razvoj tercijarne balistike (balistika rane), kao zasebne discipline [23,24,25]. Balistika kao nauka dijeli se na unutrašnju, vanjsku i balistiku rane.

1.3.1 Unutrašnja balistika

Unutrašnja balistika proučava procese i pojave koji se događaju u cijevi, kao i dejstvo barutnih gasova i kretanje projektila pod njihovim pritiskom. Njen zadatak je da odredi uslove potrebne za postizanje maksimalne brzine projektila na ustima cijevi, a da pri tome maksimalna vrijednost pritiska barutnih gasova ne pređe dozvoljenu granicu. Ona je jedna od temeljnih tehničkih disciplina koja izučava zakonodavnosti pojave i procesa što nastaju pri opaljenju i sagorijevanju barutnog punjenja u ležištu metka i cijevi oružja. Ona za svoj objekat ima izučavanje kretanje projektila kroz cijev, karakter porasta brzine projektila i promjene pritisaka barutnih plinova u cijevi vatretnog oružja [23-25].

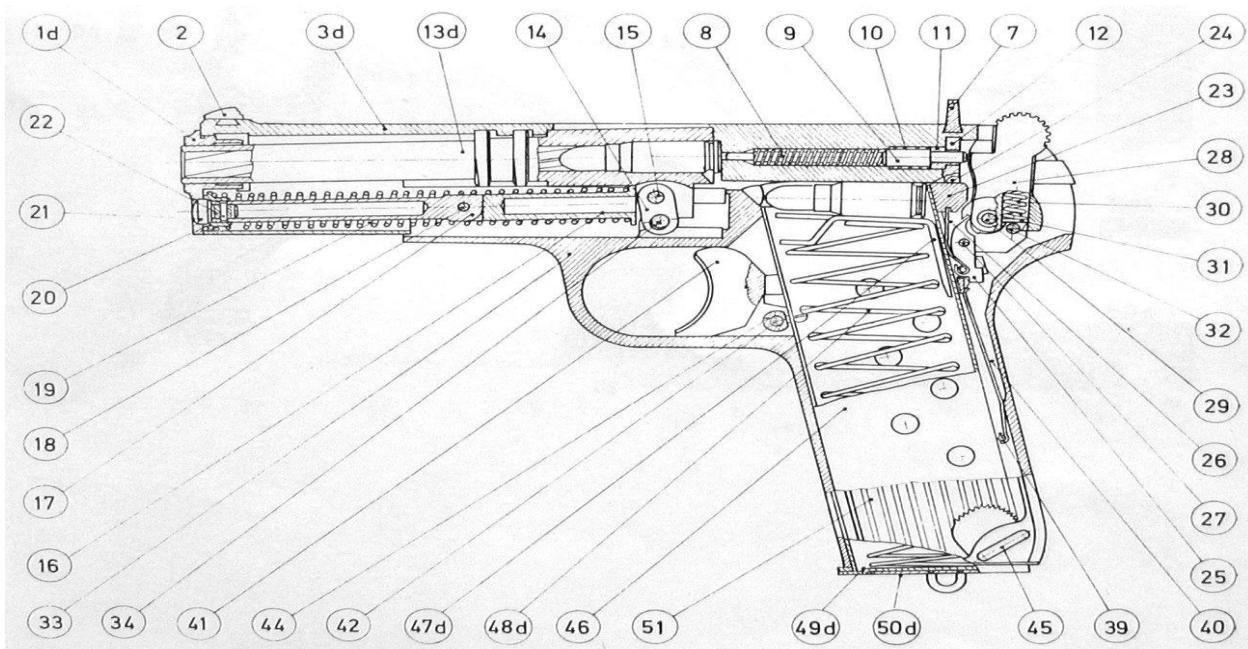
Istorijski razvoj unutrašnje balistike tjesno je povezan s opštim razvojem fizičko-matematičkih i tehničkih nauka. Jedna od najznačajnijih etapa u razvoju unutrašnje balistike je pronalazak kolidnih baruta – nitroceluloznih i nitroglicerinskih baruta. Kinezi su poznavali proizvodnju baruta već nekoliko stoljeća prije naše ere. Vizantijci su u VII stoljeću prije naše ere koristili tzv. grčku vatru, mješavinu šalitre, sumpora, kalafonijuma, smole i kreča, kao veoma efikasno sredstvo u pomorskim bitkama. Početkom XIII stoljeća njemački opat 20 Berhold Švarc pronašao je da se mješavina sumpora, šalitre i uglja može upotrijebiti kao pogonska snaga za izbacivanje teških kamenih kugli pri osvajanju srednjovjekovnih tvrđava i prvi topovi, napunjeni crnim barutom, bili su upotrijebljeni u bici kod Kresija (Crecy) 1346. godine. Tokom sljedećih pet stoljeća puške i topovi bili su punjeni crnim barutom [23].

Era bezdimnog nitrocelulognog baruta počinje 1884. godine. Francuz Pol Vijej (Paul Vieille) želatinizirao je nitroceluluzu s mješavinom etra i etanola i tako dobiveno barutno tijesto ekstrudirao u trake i niti, stvorivši pritom barut za top od 75 mm i vojničku pušku. Novi barut se pokazao tri puta jači od dimnog i dao znatno povećanje brzine projektila, a u skladu s tim, povećao se i domet pri gađanju. Ascanio Sobrero 1845. godine pronalazi, a 1847. godine objavljuje da je djelovanjem azotne kiseline na glicerin dobio „fulminat glicerina”, jedinjenje veoma osjetljivo na udar i s ogromnom razornom snagom. Postupak Ascania Sobrera ostaje čitavih dvadeset godina neiskorišten, čekajući da se pojavi Švedanin Alfred Nobel koji je 1862. godine podigao prvu tvornicu nitroglycerina u blizini Stokholma i u kojoj 1864. godine detonira posuda za nitriranje glicerina, koja prouzrokuje rušenje tvornice i smrt desetine radnika. Nobel 1866. godine podiže u blizini Hamburga novu tvornicu nitroglycerina. Pošto je nitroglycerin isuviše osjetljiv na udare i trenje, Nobel ga miješa s infuzorijskom zemljom i tu mješavinu

naziva dinamit. Da bi omogućio detonaciju dinamita, Nobel iskorištava Leveštrenov (Johan Löwestren) pronalazak iz kraja XVII stoljeća i upotrebljava fulminat žive za detonatorsku kapsulu. Nobel se nije, međutim, zadržao samo na dinamitu i detonatorskoj kapsuli. On miješa nitroglycerin s nitrocelulozom i poslije obrade dobiva „balistit” – dvobazni koloidni barut koji se od 1888. godine s uspjehom koristi kao pogonsko punjenje za topove [23,39,40].

Unutrašnja balistika je zbog slabo razjašnjenih zakona gorenja barutnog punjenja i drugih problema u vezi sa kretanjem projektila u cijevi sve do polovine XIX stoljeća ostala na prilično niskom nivou. Prve osnove na području unutarnje balistike dao je francuski balističar Piober (Piobert), koji je 1839. godine utvrdio zakon sagorijevanja baruta po paralelnim slojevima, koji važi za bezdimne barute. Prvo mjerjenje maksimalnog pritiska koji vlada u cijevi vatrenog oružja izvršio je pomoću krešera 1860. godine čuveni Nobel. Četiri godine kasnije je Resel objavio svoju prvu osnovnu jednačinu unutrašnje balistike. Najveće zasluge za proučavanje baruta moraju se pripisati francuskom inžinjeru Vjej (P. Vjej), koji je uspio do 1884. godine da izradi bezdimni barut koji gori po paralelnim slojevima i koji je svojom manometarskom bombom utvrdio razvoj pritisaka pri sagorjevanju baruta u funkciji vremena, a u komori stalne zapremine. Ovo je dalje omogućilo studiju razvoja pritisaka plinova u cijevi vatrenog oružja, koja pri kretanju projektila predstavlja promjenljivu zapreminu. Krajem XIX stoljeća, Belgijanac Bulanže (Boulange) uspio je da pomoću svog kronografa-uređaja izmjeri početnu brzinu projektila. Tada se balistika počela naglo razvijati i u to doba, a pogotovo kasnije, pojavljuje se dosta poznatih balističara koji su proširili izučavanje balistike [1,39-41].

U posljednjoj četvrtini XIX stoljeća pojavio se čitav niz teoretskih studija i autora iz oblasti unutrašnje balistike: Saro (Sarrau), Moason (Moisson), Goso (Gossot), Liuvil (Liouville), Zabudski, Majevski i dr. Prva četvrtina XX stoljeća obiluje već imenima naučnih radnika na polju unutrašnje balistike: Šarbonie (Charbonnier), Kranc (Cranz), Švajkert (Sweikert), Valen (Vahlen), Drozdov, Serebrijakov, Opokov, Sigo (Sugot), Krov (Crow), Grimšav (Grimshave) i bezbroj drugih [32].



Slika br. 3 Poprečni presjek i dijelovi pištolja marke „Crvena Zastava” M57, cal. 7.62 mm
(ljubaznošću gosp. Brune Franjića)

Tabela br. 2 Poprečni presjek i dijelovi pištolja marke „Crvena zastava” M57

Naziv dijela	Broj dijela	Naziv dijela	Broj dijela
Vodeća čahura cijevi	1	Osovina zapinjače	27
Prednji nišan	2	Udarač	28
Navlaka	3	Osovina udarača	29
Izvlakač	4	Udarna opruga	30
Opruga izvlakača	5	Čepić udarne opruge	31
Osovina izvlakača	6	Osovina udarne opruge	32
Zadnji nišan	7	Usadnik	33
Opruga udarne igle	8	Spojnica	34
Udarna igla	9	Nosač osigurača	35
Opruga utvrđivača pločice	10	Osigurač spojnica	36
Utvrđivač pločice	11	Automatska kočnica	37
Pločica udarne igle	12	Zakivač automatske spojnice	38

Cijev	13	Osovina opruge obarača	39
Vrižica	14	Opruga obarača	40
Osovina vrižice	15	Obarač	41
Zadnje vreteno	16	Osovina zuba zadržača okvira	42
Prednje vreteno	17	Opruga zuba zadržača okvira	43
Osovina vretena	18	Zub zadržača okvira	44
Povratna opruga	19	Prečica gajtana	45
Prsten povratne opruge	20	Tijelo okvira	46
Čep vretena	21	Donosač metka	47
Osovina čepa	22	Opruga donosača	48
Kućica dijelova za okidanje	23	Utvrđivač dna okvira (umetak)	49
Razdvajač	24	Dno okvira	50
Zapinjača	25	Lijeva korica sa utvrđivačem	51
Opruga zapinjače	26	Desna korica sa utvrđivačem	52

(ljubaznošću gosp. Brune Franjića)

1.3.2 *Vanjska balistika*

Proučava kretanja projektila od usta cijevi vatrenog oružja do krajnje tačke leta, odnosno do udara u prepreku (cilj) ili rasprsnuća u zraku. Kao znanstvena disciplina, predstavlja dio primjenjene racionalne mehanike, a temelji se na zakonima dinamike i aerodinamike. Temeljna zadaća vanjske balistike je da za projektil poznatih karakteristika od određenog trenutka odredi (s dovoljnom tačnošću) karakteristike putanje (trajektorije) do padne ili druge zadane tačke.

Ovaj problem često se naziva direktni zadatak vanjske balistike, za čije rješavanje je neophodno odrediti sile koje djeluju na projektil (fizički model), napisati diferencijalne jednačine kretanja (matematički model), a zatim, rješavajući sistem diferencijalnih jednačina

odrediti karakteristike kretanja – koordinate težišta (putanju) i promjene koordinata u toku vremena (brzinu). Vanjska balistika proučava uslove pod kojim se ostvaruje stabilnost, zakonitost kretanja oko težišta i uticaje koje kretanje oko težišta ima na kretanje težišta.

Istorijski osvrt na razvoj vanjske balistike je išao uporedo s razvojem naučnih oblasti na koje se ona oslanja. Poznati naučnici koji su dali svoj doprinos razvoju matematike i mehanike uticali su i na razjašnjenje pojmove i pojava u vanjskoj balistici. Međutim, napretku vanjske balistike doprinijeli su i praktičari koji su raznim putevima dolazili do rezultata prihvatljivih za praksu.

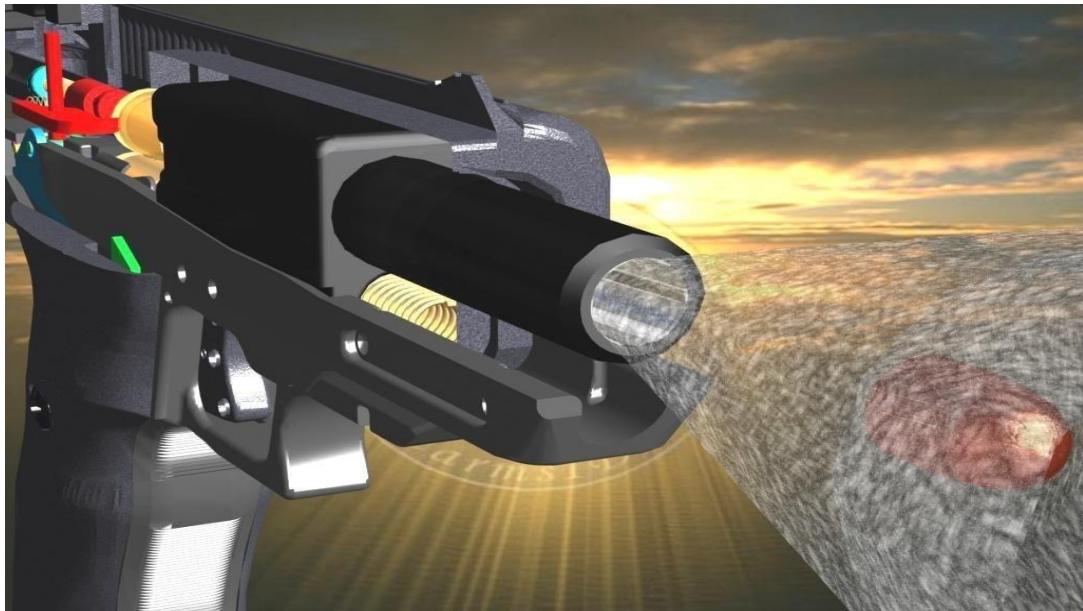
Za prvog pisca iz vanjske balistike se može smatrati Mlečanin Tartalja, koji je 1573. godine izložio u vidu dijaloga zakone kosog hica, a kasnije i primjenu ovog zakona na ispaljivanje projektila iz vatrenih oružja. Matematičku formulaciju zakona slobodnog pada i kosog hica i geometrijski dokaz da je putanja kosog hica parabola dao je poznati znanstvenik Galileo Galilej (1564-1642). Isak Njutn (1643-1727) pročava otpor zraka i razmatra slučaj kretanja kroz zrak kada se otpor može izraziti linearnim i kvadratnim zakonom u funkciji brzine kretanja. Probleme vanjske balistike su kasnije rješavali i drugi znanstvenici: Ojler, Bernuli, Dalamber, Poason, Ležandr, Krilov i mnogi drugi [42].

Polovinom XVII stoljeća načinjeni su prvi pokušaji mjerjenja brzine projektila balističkim klatnom (Robins u Engleskoj 1742. godine). Sto godina kasnije brzina počinje da se mjeri tačnije pomoću kronografa sa slobodnim padom, koji je prvi izveo pomenuti Belgijanac Bulanže (Boulange) u Gavru 1865. godine.

Balistički problem se pokušava riješiti komplikiranijim zakonom otpora koji više odgovara eksperimentalnim rezultatima. U drugoj polovini XIX stoljeća nastaje čitav niz zakona otpora. Međutim, rješenja se nisu mogla naći ovim putem, jer analitički oblik zakona otpora zraka, kojim su mogle da se riješe diferencijalne jednačine kretanja, nije odgovarao eksperimentalnim rezultatima. Ovi pokušaji se konačno napuštaju krajem XIX stoljeća i početkom XX stoljeća, a rješenja se traže u metodama uzastopnih aproksimacija, razvijanja u redove i integracija po kratkim dijelovima putanje – lukovima. Koriste se metode numeričke integracije čije su osnove već bile postavljene (Adams 1883, Kirilov 1918, Milton 1918) [1, 2, 32, 33, 42].

Nerazvijena računska tehnika je, ipak, ograničavala širu praktičnu primjenu ovih metoda, pa se razvijaju druge, približne metode koje koriste specijalne tablice određene metodama numeričke integracije. Neke od ovih metoda su se do danas zadržale (metoda Sijači, metode s korištenjem balističkih zbornika itd.).

Najveći napredak u rješavanju vanjskobalističkih problema je napravljen korištenjem kompjutera, kao i nove elektronske instrumentacije za mjerjenje balističkih veličina. Temeljna zadaća vanjske balisitike je da za projektil određenih karakteristika odredi vrijednost početne brzine koja je potrebna za ispaljivanje projektila određenog oblika i mase da bi stigao na cilj kao i putanju kojom će se kretati od usta cijevi do zadane tačke.



Slika br.4 Barutne čestice i trajektorija (putanja) pištoljskog zrna (preuzeto iz knjige Forenzička balistika, ljubaznošću gosp. Brune Franjića)

1.3.3 Terminalna balistika -Balistika rane

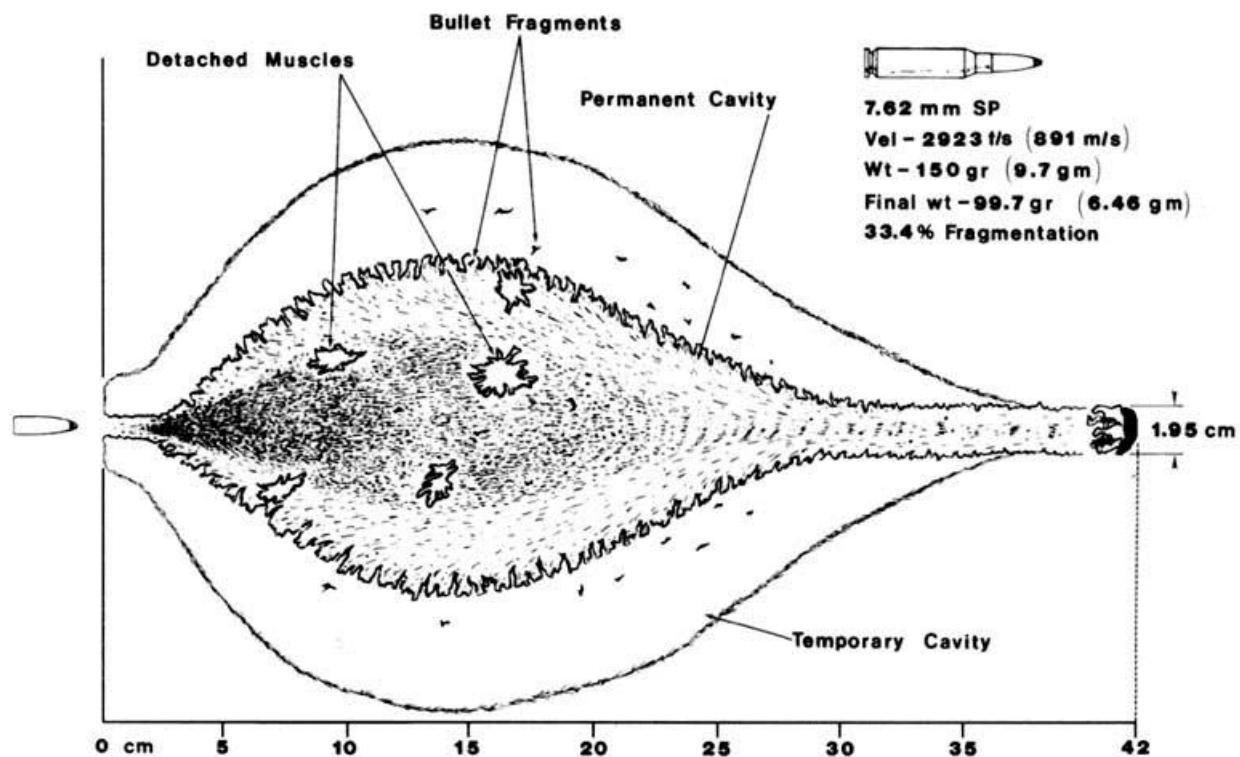
Balistika rane se razvila kao posebna disciplina u okviru terminalne balistike kretanja zrna, uslijed potreba da se prouči prođor, kretanje i dejstvo projektila na tijelo, odnosno tkiva. Balistikom rane kao zasebnom disciplinom i njenim odlikama bavi se sudska medicina. Biološki efekti dejstva projektila su određeni:

- parametrima vezanim za projektil kao što su: masa, kalibr, brzina, oblik, materijal i konstrukcija

- parametrima tkiva kao što su: gustina, elastičnost, viskoznost i anatomske strukture, odnosno anatomski odnosi.

Svaki ispaljeni projektil posjeduje određenu količinu kinetičke energije. Kada projektil jednom načini otvor na koži i prodre u tijelo, on predaje tijelu svoju kinetičku energiju, prvenstveno tkivima uneprkosnoj okolini ulazne rane. Nakon ovoga, teorijski posmatrano, mogu se razlikovati dva različita mehanizma oštećenja tkiva prilikom prolaska projektila. Oni

predstavljaju krajnje aspekte istogprocesa vezanog za dinamiku fluida i u suštini se teško mogu međusobno odvojiti. Tkiva lokalizovana u liniji trajektorije projektila se kidaju dejstvom velikog porasta pritiska direktno ispred vrhaprojektila koji se kreće. Tkivo je potpuno dezintegrisano, što jemorfološki predstavljeni kao stvaranje permanentnog kanala. Drugi mehanizam je tzv. streč (streich) mehanizam, odnosno stvaranje privremene šupljine - kavitacije u tkivima lokalizovanim u okolini trajektorije projektila, kada tkiva dobijaju privremeno ubrzanjekoje se širi radijalno (refernca). Ovo radijalno pomjeranje tkiva stvara fuziformnu ili koničnu šupljinu, čiji dijametar dostiže maksimum za 2 do 4 milisekunde poslije prolaska projektila i uvijek je znatno veći od poprečnog presjeka projektila. Elastičnost tkiva dovodi do vrolobrzog kolapsa šupljine, zbog čega se ona i zove temporarna odnosoprivremena šupljina[33-39].



Slika br.5 Stvaranje privremene šupljine dejstvom projektila kalibra 7,62 mm, preuzeto www.firearmsstatistical.com, dana 25.05.2015

Kinetička energija prenesena tkivu se širiposlije nekoliko ciklusa ekspanzija i kontrakcije (može se uporediti s klatnom), što izgleda kao da temporarna šupljina pulsira ili „diše”. Privremena šupljina za sobom ostavlja i regiju indirektnog oštećenja koja se u odnosu na histološke promjene dijeli na zonu masivnog potresa i zonu molekularnog potresa. Zona masivnog potresa nastaje u neposrednoj okolini strijelnog kanala (zbog sudaraćelija i

poremećaja cirkulacije kada se razvija tromboza sa sljedstvenom nekrozom tkiva), a u zoni molekularnog potresa dolazi domolekularnog pomicanja sa lokalnim spazmom krvnih sudova, usporenjem cirkulacije, povećanjem permabiliteta krvnih sudova, te sljedstvenog edema. Što je tkivo fleksibilnije, elastičnije, biće manje oštećeno mehanizmom kavitacije. Mnoga meka tkiva kao štosu mišići, pluća, koža i zid crijeva imaju fizičke karakteristike dobrihabsorbenata šok talasa, za razliku od manje elastičnih tkiva kao štosu jetra, slezna ili mozak, kod kojih fenomen kavitacije može dovesti do potpunog razorenja organa.

Karakteristike kanala rane mogu se potpuno promijeniti okretanjem, deformacijom ili fragmentacijom projektila ili kontaktom s kostima, što sve dovodi do povećanja poprečne površine kroz kojuprojektil (dijelovi projektila, sekundarni projektili) prolaze. Prilikom udara projektila u kost mogu se stvoriti koštani odlomci koji se, dobijajući ubrzanje, ponašaju kao nezavisni projektili, nastavljajući put u različitim pravcima u odnosu na primarni put projektila. Kada je pogodjen organ bogat tečnošću ili veliki krvni sud, dolazi do prenosa udarnog talasa, što eventualno prouzrokuje rascjep na udaljenom mjestu od mjesta prolaska projektila [1-5, 24, 32-39].

1.3.4 Strijelne rane

Strijelna rana je mehanička povreda, a prema definiciji je rana koja nastaje dinamičkim dejstvom metalnog projektila ispaljenog iz ručnog vatrenog oružja. Definicija se uslovno treba shvatiti jer danas postoje projektili koji su izrađeni i od drugih materijala čije je dejstvo slično, a ponekad i razornije od klasičnih projektila. Takođe, postoje rane koje su nanesene i nevatrenim projektilima. Međusobna uslovljenost činilaca koji dovode do nastanka strijelne rane zahtijeva od svakoga koji se bavi njome elementarno poznavanje oružja, balistike, osnovnih karakteristika strijelne rane, kao i dinamiku nastanka istih i njihovo međusobno djelovanje [2, 24, 36, 37].

- Klasifikacija strijelnih rana

U odnosu na distancu pucanja strijelne rane se dijele na strijelne rane iz blizine i strijelne rane iz daljine. Strijelne rane iz blizine se dijele na rane iz absolutne i iz relativne blizine. U odnosu na dubinu prodora zrna, strijelne rane se dijele na prostrijelne i ustrijelne rane (tj. perforantne i penetrantne) [2, 24, 36, 37].

- Opšte karakteristike strijelne rane

Opšte karakteristike strijelne rane su postojanje ulaza, kanala i eventualnog izlaza rane.

Karakteristike ulaza rane su:

- a) Defekt tkiva na ulazu,
- b) Nagnječni prsten,
- c) Projektilna brisotina,
- d) Barutna eksplozija i u sklopu nje: barutna tetovaža, očađenost (ogarenost) kože, opečenost kože, osmuđenost dlake, otisak usta cijevi.

a) Defekt tkiva

Defekt tkiva na ulazu kao prvi element ulaza strijelne rane je uvijek prisutan. Nekada pronalaženje ulaznog defekta može predstavljati problem, prvenstveno zbog lokalizacije defekta. Defekt se katkada može nalaziti na mjestima koja su teško uočljiva kao što su pregibi kože, predio ispod kapaka i tada ga je teško uočiti. Osim toga defekt može biti sasvim malih dimenzija načinjen projektilom malog kalibra ili dijelom raspadnutog projektila. Nekada može biti prekriven krvlju, pa tada imponuje kao kožna pigmentacija i na taj način zavara trag.

b) Nagnječni prsten

Nagnječni prsten na koži nastaje mehaničkim dejstvom projektila u sklopu nastanka proboja-prostrijela kože. Prednjačeći dio projektila nailazeći na kožu nagnječuje je, a u momentu proboja nastaje rupast defekt na čijem obodu ostaje trag nagnječenja. Širina i bliži izgled nagnječnog prstena mogu eventualno uputiti na smjer putanje projektila, te izgled projektila.

c) Projektilna brisotina

Nastaje prolaskom projektila kroz debljinu kože. Na projektilu se prilikom opaljenja zadržavaju čestice barutnog sagorijevanja i maziva iz usta cijevi vatrene oružja. Projektilna brisotina upravo predstavlja materije koje ostaju na koži i čine opisanu formaciju. Ostali elementi u koje spada dejstvo barutnog sagorijevanja ne javljaju se kod svake rane i prvenstveno zavise od daljine pucanja. Produkte barutnog sagorijevanja čine: gar, barutni gasovi, plamen i nesagorjele čestice baruta.

d) Barutna eksplozija

Elementi barutne eksplozije su nesagorjele barutne čestice(sastoјci), dim, plamen i gasovi i oni djeluju na kožu trojako:

- Dejstvo barutnih čestica ogleda se u njihovom pritiskivanju, utiskivanju i slaganju. Pritiskivanjem (dijelom i utiskivanjem) se oštećuje epiderm kože, stvarajući oguljotinu (kod postmortalnih strijelnih rana sasušinu). Ove barutne čestice formiraju tzv. barutnu tetovažu i ne mogu se obrisati. S druge strane, barutne čestice koje se slažu (dijelom i utiskuju) na kožu oko ulaza ili u početni

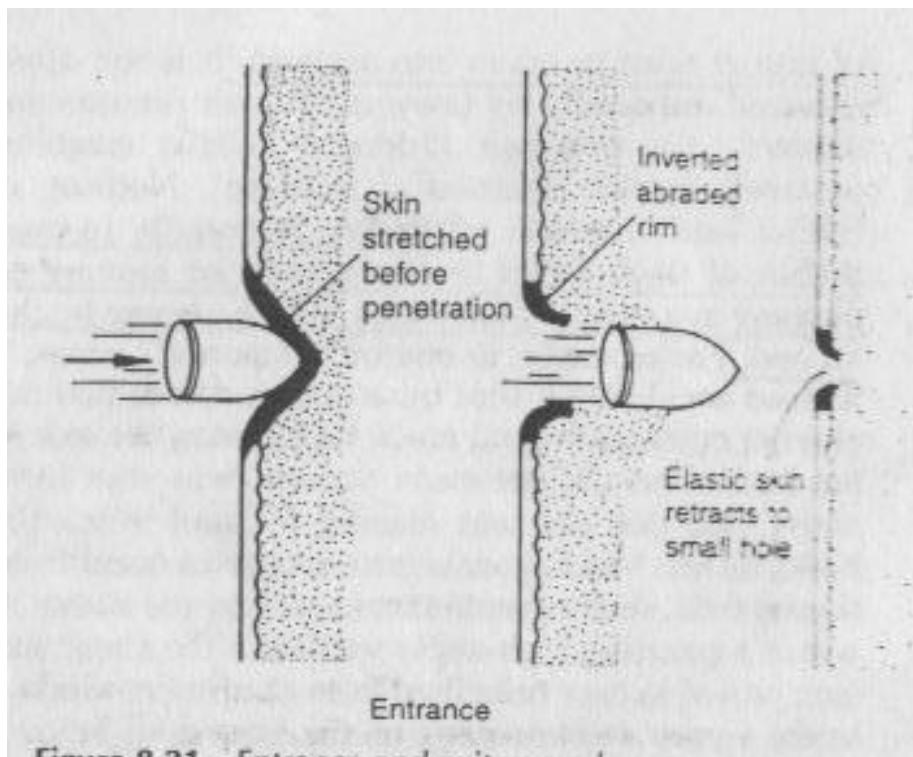
diokanala ustrijeline i lako se mogu obrisati. Slaganje barutnih čestica upredjelu rane omogućava da se na osnovu njihovog prisustva ilijevka rasipanja odredi daljina i ugao ispaljenja (mikroskopski,hemijski). Npr., lijevak disperzije je kružan kod ispaljenja pod pravimuglom, a jajast kod kosog ispaljenja, a što je veće rastojanje odusta cijevi do ustrijeline kože, veće je rasipanje čestica, do potpunogodisustva barutnih čestica.

- Djelovanje barutnog plamena ispoljava se opečenošću i ogarenošću.Opekotine kože u okolini ulazne rane nastaju dejstvom plamena iz usta cijevi i vrelih gasova i mogu biti od I do III stepena, anekada se mogu vidjeti osmuđene dlake ili nagorjeli dijelovi tkaninekroz koju projektil prolazi.

Ogarenost (očađenost) potiče od stvaranja dima prilikom barutne eksplozije. Postoji prvenstveno oko ulaza rane, u samomulazu i na zidovima prodornog kanala. Kada je kontakt usta cijevi ikože pod uglom, ogarenje je najšire na suprotom kraju od kontakta (suprotno od nagnječnog prstena), a ako je kontakt pod pravim uglom, raspored ogarenosti je koncentričan. Ogarenost se moženaći i na koži šake, posebno prstiju koji su bili u bliskom kontaktusa povrednim oružjem (crnkaste ili žućkaste ako se koristi crni ili malodimni barut), posebno ako se koristi revolver. Prisustvo ogarenjamože biti prikriveno osušenom krvlju, sušenjem kože, u tokuraspadanja ili kod ugljenisanih tijela. Interesantno je da ogarenje može da nedostaje i kod ustrijeline iz apsolutne blizine ukoliko sekoristi oružje duge cijevi kalibra 22 (malokalibarska puška marke TOZ M17-01 kalibra 5,6 mm (.22 long rifle), jer malo barutno punjenje potpuno sagori u dugoj cijevi.

Dejstvo barutnih gasova razara tkivo na ulazu i duž prodora ustrijeline. Ukoliko je njihov pritisak veliki u relativno malom, zatvorenomprostoru, barutni gasovi mogu da dovedu do indirektnih preloma tankih kostiju (npr., indirektni prelomi kostiju krova očne duplje ili ušne duplje kod ustrijelina lobanje). Prilikom stvaranjabarutnih gasova zbog nepotpunog sagorijevanja nastaje i ugljenmonoksid koji, zbog stvaranja karboksihemoglobina, prebojavatkiva svijetocrveno.Nakon opaljenja kod ustrijeline iz apsolutne blizine barutni gasoviđu pod kožu (najčešće lobanje) odbijajaju se od kosti i podižukožu (stvarajući džep) prislanjajući je uz usta cevi, kada u predjeluulazne rane može nastati nagnječina (nekad kombinovana sa opekinom) koja predstavlja otisak usta cijevi. Najdalje od usta cijevi bivaju izbačeni nesagorjeli barutni sastojci,upola od toga doseže dim, a za njima plamen i gasovi. Elementibarutne eksplozije puške najdalje se dobacuju, upola revolvera, aupola od revolvera

pištolja. Kod strijelne rane iz blizine, ako projektil prolazi kroz odjeću, svi znaci barutne eksplozije na koži su slabije izraženi, ponekad će i sasvim nedostajati [2, 24, 31-39].



Slika br.6 Mehanizam djelovanja projektila na kožu i potkožne strukture

1.3.4.1 *Strijelne rane iz blizine*

U sklopu strijelnih rana iz blizine postoje dvije osnovne podjele u odnosu na distancu (udaljenost) usta cijevi vatrenog oružja od krajnjeg cilja. Na osnovu toga dijelimo ih na: strijelne rane iz absolutne blizine i strijelne rane iz relativne blizine.

1.3.4.2 *Strijelne rane iz absolutne blizine*

Strijelne rane iz absolutne blizine su one kod kojih su usta vatrenog oružja ili naslonjena na kožu ili su na rastojanju do nekoliko milimetara i sadrže sve elemente barutne eksplozije. Prema udaljenosti usta cijevi i kontaktne površine (koža, sluzokoža, odjeća), strijelne rane iz absolutne blizine se mogu podijeliti na tri grupe:

- potpuni - tvrdi kontakt (hard contact) gde je bar dio usta cijevi čvrsto oslonjen na kožu;
- laki kontak (loose contact) kada su usta cijevi blago naslonjena nakožu;
- bliski kontakt (near contact) kada su usta cijevi na maloj razdaljini (nekoliko milimetara) od kože.

Karakteristike strijelne rane iz absolutne blizine su:

- ulazna rana je skoro uvijek nepravilna, najčešće zvjezdasta, sa brojnim dubokim zacjepima ivice (nastaje dejstvom barutnih gasova). Prečnik ulaza strijelne rane iz absolutne blizine je veći od poprečnog presjeka projektila. Nagnječni prsten na ulazu je manje ili više razoren ili zbrisan. Oko ulaza ima malo ili nimalo barutnih čestica. Dlake su rijetko osmuđene, a koža rijetko opečena.
- kanal rane je u obliku dva lijevka čiji se vrhovi sastavljaju, a baze su okrenute ka ulazu i izlazu.

Prvi lijevak potiče od razorenja tkiva na ulazu uslijed naponskog dejstva barutnih gasova, a drugi je uslovljen sekundarnim, a pozicionim uvećanjem projektila. Zidovi prodora su jače ogareni, uz prisustvo naslaganih i utisnutih barutnih čestica. U početnom dijelu može biti tkivo obojeno svjetlocrveno zbog prisutnog karboksihemoglobina. Kod strijelne rane iz absolutne blizine puškom, ukoliko je nanesena u predjelu glave, može dovesti do potpunog razorenja mozga, njegovog izbacivanja iz lobanjske duplje ili do potpunogodvajanja lobanjskog krova od baze.

- izlazna rana je nepravilna, ponekad je veća, a nekad manja odulaza. Ivice su obično izvrnute u polje. U ustima cijevi se kod strijelne rane iz absolutne blizine mogu naći krvavi dijelovi tkiva zbog stvaranja vakuma nakon izbacivanja projektilasa gasovima[1, 32, 35-37].

1.3.4.3 Strijelne rane iz relativne blizine

Strijelne rane iz relativne blizine su one kod kojih razdaljina između ulazne rane i usta cijevi dozvoljava rasipanje barutnih čestica koje prave individualni kontakt sa kožom. Na taj način nastaju brojne crvenosmeđe tačkaste oguljotine koje se zovu barutna tetovaža (stippling - tačkanje). Nastaju kada je rastojanje između usta cijevi i površine tijela od nekoliko milimetara do najviše 50cm (za kratkocjevno oružje), odnosno do 150cm (za dugocjevno oružje).

Karakteristike strijelne rane iz relativne blizine:

- ulazna ranaje većinom pravilna ili kružna, često manjeg prečnika od prečnika projektila. Oko ulaza ustrijeline ima obimnonaslaganih i utisnutih barutnih čestica, dlake mogu biti ponekadosmuđene ili opečene. Oko rane može postojati nešto gara, ali je gustina gara progresivno manja što je veća distanca između kože i usta cijevi. Nagnječni prsten je jasno izražen i potpuno održan.
- kanal je u obliku lijevka, vrhom okrenutim ka ulazu, a dnom prema izlazu. Zidovi prodora većinom se dodiruju, manje suogareni, a mogu biti naslagane i utisnute barutne čestice.

- izlazna rana je nepravilnog oblika, obično većeg prečnika od projektila, često ivica izvrnutih u polje[1, 32, 35-37].

1.3.4.4 Strijelne rane iz daljine

Strijelne rane iz daljine su one kod kojih su usta cijevi na razdaljini odkože koja ne dozvoljava deponovanje gara ili barutnih čestica (nemaju obilježja dejstva barutne eksplozije) i isključivo su proizvodprodorne snage projektila. Nastaju kada je rastojanje između usta cijevi i površine tijela od najmanje 50cm (za kratkocjevno oružje), odnosno i50cm (za dugocjevno oružje)[1, 32, 35-37].

Karakteristike strijelne rane iz daljine:

- Ulazna ranaje kružna ili ovalna, što zavisi od ugla pod kojim projektil prolazi kroz kožu. Obično je manja od poprečnog presjeka projektila ako je projektil ušao vrhom (odnosno manji oduzdužnog presjeka kada je projektil ušao položeniji tj. svojom bočnom stranom). Nagnječni prsten je uvek dobro izražen, kružan ili ovalan – ekscentričan, što zavisi od upadnog ugla projektila. Ukoliko je nagnječni prsten ekscentričan, najširi dio prstena ukazuje da je projektil došao iz tog pravca. Projektilna brisotina se vidi ili na koži (ukoliko je nepokrivena) ili na odjeći.
- Kanal je obično valjkastog ili ljevkastog oblika.
- Izlazna rana je nepravilnog oblika, uglavnom veća od ulaza. Kod prostrijelina pljosnatih kostiju (npr., grudna kost, kosti lobanje) postoji ljevkasti kanal kroz debljinu kosti, koji je manjeg prečnika u predjelu ulaza, a proširen prema izlazu [1, 32, 35-37].

1.3.4.5 Atipične strijelne rane

Kod tangencijalnih strijenih rana lobanje ili zakriviljenih kostiju nastaje brazdasti defekt ili defekt oblika ključaonice (keyhole shapedwound), kod koje je ulaz na kosti oštih ivica spojen koštanim kanalom sa izlazom, a izlaz je kraterast, sa širim krajem lijevka okrenutim ka spolja. Takođe, postoje ustrijeline nanesene sekundarno nastalim projektilima prolaskom projektila kroz drugu čvrstu sredinu (vrata automobila, staklo i dr) ili odbijanjem od nje (rikošet). Ulazne rane ovakvih ustrijelina su nekarakteristične, nemaju elemente barutne eksplozije, a kanali su najčešće kratki i projektil ostaje u tijelu (nema izlazne rane). Rikošetiranje od čvrstih struktura (bilo prije ulaska utijelo ili od čvrstih struktura u samom

tijelu) se događa kada je upadniugao projektila manji od 7° (za vodu je to 5° do 6°). Rikošetiranjem projektila u tijelu mijenja se pravac kanala, a u nekim slučajevima projektil se može više puta odbiti i mijenjati pravac (npr., višestruko odbijanje od kostiju unutar lobanje) [38-42].

1.4 Obdukcija lica sa strijelnim povredama

U sudske-medicinskoj praksi, ljekar obducent se često susreće sa strijelnim ranama. Ona, odnosno njene komplikacije često predstavljaju i neposredni uzrok smrti. Obdukciji kod ustrijeljenih osoba uvijek se prilazi sa posebnom pažnjom. Pri tome se ne smije zanemariti nijedan elemenat koji je u neposrednoj vezi sa zadobijenom povredom. Prvi korak u lancu jeste dobro i pravilno odraćen uviđaj, kojem prema naredbi tužilaštva prisustvuje i specijalista sudske medicine.

Postupak ljekara na mjestu uviđaja je tačno utvrđen, a najvažnije pravilo jeste da se sve radnje koje se preduzimaju obavljaju pažljivo i bez narušavanja izgleda mjesta uviđaja, izbjegavajući pri tome nepotrebna pomjeranja predmeta i opažanjem svih činjenica koje su od važnosti za postupak. Ljekar treba zabilježiti: izgled mjesta uviđaja, karakteristike sredine kao što su temperatura i vlažnost, stanje odjevenosti leša, njegov položaj i odnos sa tragovima krvi, te pri tome treba izbjegavati nepotrebno pomjeranje predmeta. Bilježenje rasporeda i bližeg izgleda tragova krvi i drugih tragova sa mjesta uviđaja predstavlja, takođe, vrlo važan postupak. Od tragova koji su važni za analizu strijelnih rana treba izdvojiti pronađene čahure metaka, zrna, eventualno pronađeno vatreno oružje i druge tragove u vezi sa pucanjem.

Autopsiji kod ustrijeljenih lica uvijek se prilazi sa krajnjom pažnjom. Pažljivo i stručno obavljen uvidaj koji su obavili organi istrage u saradnji sa specijalistom sudske medicine, poštovanje posebnosti postupka obdukcije, uzimanje tragova, traseološke i hemijskotoksi-kološke analize, upotpunjavaju mozaik zbivanja i pomažu u sagledavanju posljedica u vezi sa konkretnom problematikom. Najčešći zadaci koji se postavljaju pred obducenta, pored uobičajenih pitanja koja se postavljaju, kao što su neposredni uzrok smrti, vrijeme smrti, jesu utvrđivanje broja strijelnih rana, diferenciranje ustrijelnih i prostrijelnih rana, utvrđivanje pravaca i smjerova kanala rana, njihov detaljan izgled, eventualni ugao pucanja, prisustvo čestica barutne eksplozije, mjerjenje eventualno pronađenih projektila(dijametra i težine) itd.

Preporučuje se ukoliko je, naravno, ustanova u kojoj se radi obdukcija stradalog, upotrijebiti Rtg dijagnosiku, na taj način ubrzava se proces: utvrđivanje da li se radi o metalnom projektilu i lokaciji zrna, utvrđivanje zaostalih fragmenata zrna nakon njegovog

primarnog otklanjanja, utvrđivanje vrste municije (naročito je ovaj segment važan ukoliko obdukcija izostaje kao istražna radnja, te svakako utvrđivanje putanje projektila kroz tijelo, tj. kanal rane. Određivanje ugla pod kojim je izvršeno pucanje podrazumijeva utvrđivanje ugla koji zaklapa: a) putanja zrna i b) jedna od ravni tijela (sagitalna ili horizontalna).

Način računanja ugla pucanja svodi se na sljedeće: $\sin \alpha = \text{otklon}/\text{dužina kanala}$. Pri čemu otklon-može biti lijevi ili desni i predstavlja udaljenost ulaza od uzdužne (sagitalne) ravni tijela ili ravni koje su paralelne sa uzdužnom ravni koja prolazi kroz izlaz (uglovi sa paralelnim kracima); u zamišljenom trouglu otklon je zamišljena kateta.

Dužina kanala- mjeri se pelveometrom ili tokom obdukcije sondom i metrom. U zamišljenom trouglu dužini kanala rane pripada hipotenuza. Po sličnoj formuli može se izračunati i ugao pucanja u odnosu na poprečnu, odnosno horizontalnu ravan koja sadrži tačku ulaza. Posebno je važno napomenuti da računanje ugla pucanja ima smisla ukoliko nije došlo do spoljašnje ili unutrašnje defleksije putanje zrna. Svakako jedanod važnih parametara prilikom analize je i posmatranje o kojem dijelu tijela se radi, odnosno uzeti u obzir pokretljivost određenih dijelova tijela (glava, vrat i ekstremiteti). Traseološka ispitivanja se provode u vezi sa utvrđivanjem prisustva neorganskih čestica barutne eksplozije, o čemu smo u prethodnom tekstu govorili[21-27, 33-40].

1.4.1 Sudsko-medicinski značaj strijelnih rana

Sudsko-medicinski značaj strijelnih rana: izazivaju opsežne povrede praćene obilnim krvarenjem, razaranjem organa, infekcijom i dr.

- najčešće su samoubilačkog ili ubilačkog porijekla, rjeđe zadesnog;
- u vezi sa strijelnim ranama često se postavlja pitanje mogućnosti aktivnih radnji nakon zadobijanja povrede (npr., kod strijelnih ranakoje razaraju bitne moždane strukture ili dovode do rasprskavanja srca; jelovanje je nemoguće, ali kod strijelnih povreda u predjelu čeonih regija, pluća i trbuha moguće su aktivne radnje);
- posljedice strijelne rane, ukoliko nisu smrtne, često su teške i trajne (invalidnost, psihički problemi i dr.);
- utvrđivanje da je riječ o strijelnoj ozljadi i nakon toga razlikovanje ulazne od izlazne strijelne rane;
- određivanje približne orientacije udaljenosti iz koje je ozljeda nastala;

- određivanje smjera strijelnog kanala i zatim potvrđivanje ili isključivanje nekog opisa događaja;
- u slučaju ozljeđivanja iz dva ili više oružja treba utvrditi kojim je projektilom nastalo koje oštećenje, odnosno smrt;
- na osnovu osobina strijelnih ozljeda pokušati odrediti uzrok njihova nastanka: samoubistvo, ubistvo, nesretan slučaj;
- u saradnji s balističkim vještakom pokušati identificirati oružje. Svakako da je ovo dominantno posao vještaka balističara, međutim, u dobroj kooperaciji veoma efikasno i brzo se može doći do jedinstvenog i aplikabilnog rješenja [5, 24, 25, 33-42].

1.5 Komparativna histologija ljudske i svinjske kože

Komparativnom histologijom ljudske i svinjske kože ustanovljeno je da su samo male razlike u pogledu histološkog sastava kožnih i potkožnih struktura. Uporednom analizom histološke građe ljudske i svinjske kože napravljen je prikaz u tabeli br.3 [28, 43-50].

Tabela br. 3 Komparativna histologija ljudske i svinjske kože

Komparativna histologija	Ljudska koža	Svinjska koža
Epidermis	St. Basale -jedan sloj visokoprizmatičnih stanica. Ispod ili između nalaze se melanociti.	St. Basale -jedan sloj visokoprizmatičnih stanica.
	St. basalei st.spinosum - nazvani su još st.germinativum zbog mogućnosti produkcije novih stanica.	St. basalei st. spinosum su još nazvani st.germinativum zbog mogućnosti produkcije novih stanica.
	St. Spinosum -6-20 redova mnogougaonih kubičnih stanica, međusobno povezanih međustaničnim vezama.	St. Spinosum - više slojeva mnogougaonih kubičnih stanica, međusobno povezanih međustaničnim vezama.
	St. Granulosum - 3-5 redova spljoštenih stanica, a unutar citoplazme se nalaze zrnca keratohijalina.	St. Granulosum - nekoliko redova spljoštenih stanica, a unutar stanica se nalaze keratohijalina zrnca. Pored njih unutar citoplazme se nalaze i lamelarna zrnca koja su ispunjena lipidima i hidrolitičkim enzimima.

	St. Lucidum - homogen, proziran, granule keratohijalina transformirane u elaidin.	St. Lucidum - homogeni, prozirni sloj, granule keratohijalina su transformirane u elaidin. Nalazi se jedino na debelim dijelovima kože i u regijama bez dlaka, npr., tabani, dlanovi i površina nosa.
	St. Corneum - odumrle orožene stanice,nemaju jezgara i ljušte se u vidu ljudski-st.disjunctum.	St. Corneum - odumrle orožene stanice,nemaju jezgara i ljušte se u vidu ljudski- st.disjunctum, različite je debljine u zavisnosti od vrste svinje.
Dermis	St. papillare -ispod epidermisa. Rahlo vezivo, sa krvnim i limfnim žilama i osjetnim tjelašcima.	St. papillare -ispod epidermisa. Rahlo vezivo, sa krvnim i limfnim žilama i osjetnim tjelašcima.
	St. Reticulare - mrežasta građa, gusto vezivno tkivo, snopovi kolagenih i elastičnih vlakana.	St. Reticulare - mrežasta građa, gusto vezivno tkivo, snopovi kolagenih i elastičnih vlakana.
	U korijumu se nalaze i derivati epidermisa: folikuli dlaka, lojne i znojne žljezde.	U korijumu se nalaze i derivati epidermisa: folikuli dlaka, lojne i znojne žljezde.
	Subcuti - potkožno tkivo kojeg sastoji od rahlog veziva prožetim masnim stanicama.	Subcutis - potkožno tkivo koje se sastoji od rahlog veziva prožetim masnim stanicama.

Legenda: St-stratus;

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Osnovni cilj istraživanja je utvrđivanje kalibra projektila ručnog vatrenog oružja i rastojanja pucanja na osnovu karakteristika ulazne rane i tragova oko rane. Smatra se da se na osnovu različitih uzoraka ulazne rane može ispitati mogućnost razvijanja modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano i udaljenosti sa koje je pucano na osnovu poznavanja različitih karakteristika (varijabli) same rane koja je usljud pucanja nastala.

Pojedinačni ciljevi istraživanja su:

1. Karakteristike ulazne rane kod projektila ispaljenih iz ručnog vatrenog oružja kratke cijevi.
2. Karakteristike ulazne rane kod projektila ispaljenih iz ručnog vatrenog oružja duge cijevi.
3. Utvrđivanje razlika u kalibrima projektila ručnog vatrenog oružja na osnovu veličine ulazne rane na koži i potkožnom tkivu.
4. Utvrđivanje razlika u karakteristikama nagnječnih prstenova na osnovu upotrebe različitih vrsta (kalibara) ručnog vatrenog oružja.
5. Utvrđivanje razlika u primjeni različitih vrsta (kalibara) ručnog vatrenog oružja na osnovu karakteristika tragova barutnih čestica.
6. Diferenciranje patomorfoloških karakteristika ulazne strijelne rane kod pištoljske i puščane municije.
7. Uporedba rasipanja GSR partikula i rasprostranjenost unutar kožnih i potkožnih struktura kod pištoljske i puščane municije zavisno od udaljenosti usta cijevi od rane, primjenom AAS (atomske apsorbciione spektrofotometrije).
8. Uporedba rasipanja GSR partikula i barutnih čestica na prepreci (odjeći), u zavisnosti od udaljenosti i tipa ručnog vatrenog oružja kojim je izvršeno pucanje, primjenom modificirane Walker-ove metode.
9. Procjena kinetičke energije projektila, primjenom kronografa te uporedba razlika puščane i pištoljske municije.
10. Analiziranje i otkrivanje DNA profila na čahurama i zrnima.
11. Analiziranje strukture smrtnostradalih (spolnaistarosna struktura, distribucija strijelnih ranapremadijelovimatičjela).
12. Utvrđivanje daljine pucanja i kalibra projektila na osnovu analiziranja tragova barutnih čestica sa transparentnih folija uzetih sa kože u predjelu ulaznih rana.

3. HIPOTEZA

Radne hipoteze

1. Na osnovu morfoloških karakteristika ulazne rane, moguće je odrediti kalibar i tip municije kojom je izvršeno pucanje.
2. Na osnovu morfoloških karakteristika ulazne rane i prisustva/odsustva tragova GSR partikula u potkožnom tkivu ulazne rane, moguće je odrediti udaljenost i razlike između kalibara i tipa municije kojom je izvršeno pucanje.
3. Na osnovu tragova rasipanja barutnih čestica na prepreci, tj. odjeći, kao i izgledu defekta, moguće je utvrditi udaljenost i razlike između kalibara i tipa municije kojom je izvršeno pucanje.
4. Ekstenzivnost povređivanja puščanim projektilima zavisi od energije projektila i značajno je veća u odnosu na ekstenzivnost povređivanja pištoljskim zrnima.

Nulte hipoteze

1. Na osnovu morfoloških karakteristika ulazne rane, nije moguće odrediti kalibar i tip municije kojom je izvršeno pucanje.
2. Na osnovu morfoloških karakteristika ulazne rane i prisustva/odsustva tragova GSR partikula u potkožnom tkivu ulazne rane, nije moguće odrediti udaljenost i razlike između kalibara i tipa municije kojom je izvršeno pucanje.
3. Na osnovu tragova rasipanja barutnih čestica na prepreci, tj. odjeći, kao i izgledu defekta, nije moguće utvrditi udaljenost i razlike između kalibara i tipa municije kojom je izvršeno pucanje.
4. Ekstenzivnost povređivanja puščanim projektilima ne zavisi od energije projektila i nije značajno veća u odnosu na ekstenzivnost povređivanja pištoljskim zrnima.

4. MATERIJAL I METOD RADA

4.1 Materijal

Materijal u ovom istraživanju sastojao se iz ciljnog i kontrolnog uzorka. Ciljni uzorak ujedno je predstavljao i eksperimentalni uzorak, a sastojao se od svinjske kože. S obzirom da je svinjska koža najsličnija ljudskoj koži [45-52], istraživanje se izvelo na dijelu svinjskog tijela, u skladu sa etičkim načelima i principima poštovanja zakona o zaštiti životinja. Dio svinjskog tijela je veličine oko 120x45 cm, i sastojao se od kože, potkožnog i mišićnog tkiva, predjela glave, grudnog koša i trbuha, slika br. 8, a ukupno je izvršeno 100 pucanja.

Uzorak je podijeljen na Eksperimentalni uzorak I, izvršen u potpuno kontrolisanim uslovima u Odsjeku za balistička istraživanja, Centar za forenzičku i informatičku podršku, Federalna Uprava policije, Federacija Bosne i Hercegovine. Ukupno 60 uzoraka se analiziralo primjenom AAS (atomske apsorbciione spektrofotometrije), u Zavodu za metalursku hemiju, Metalurškog instituta „Kemal Kapetanović“ u Zenici, Univerziteta u Zenici.

Eksperimentalni uzorak II, gdje je eksperiment izvršen u vanjskim uslovima (djelimično kontrolisanim – kišni i vjetroviti uslovi) u Odsjeku za hemijska istraživanja, Centar za forenzičku i informatičku podršku, Federalna Uprava policije, Federacija Bosne i Hercegovine. Nakon izvršenog ispaljenja projektila, na experimentalnom uzorku II prvobitno su se uzimali otisci barutnih čestica primjenom transparentnih folija, i nakon toga na istim uzorcima se vršilo patohistološko ispitivanje prodornosti čestica te zastupljenost čestica u svim slojevima tkiva kože na Institutu za patologiju, Medicinskog fakulteta u Sarajevu.

S obzirom da se ukupno 15 uzoraka nakon ispaljivanja projektila pokazalo nepodobnim za analiziranje, izuzeti su iz procesa digitalne obrade i samim tim iz daljeg analiziranja. Ukupni broj uzoraka koji se istraživao iznosio je 85.

U eksperimentu se koristilo oružje koje je, prema podacima Federalnog MUP-a, u posljednjih 10 godina najviše korišteno na području Bosne i Hercegovine, a smatra se i regionala, slika br. 9. Koristile su se tri pištoljske i jedna puščana municija, prikazano u tabeli br. 4.



Slika br. 7 Dio svinjskog tijela koji je korišten u eksperimentalnom dijelu doktorske disertacije



Slika br. 8 Oružje korišteno u eksperimentalnom dijelu, a predstavljeno u tabeli br. 4

Tabela br .4 Ručno vatreno oružje koje se koristilo u eksperimentu

Tip oružja	Oznaka RVO	Kalibar	Streljivo	Oznaka projektila	Proizvodač	Broj ustrijela
RVO kratke cijevi	Crvena zastava 'M57'	7,62 mm	7,62x25 mm	ППУ 2001	„Prvi Partizan“ Užice	25
RVO kratke cijevi	Crvena zastava 'M70'	7,65 mm	7,65x17 mm (.32AUTO)	PPU .32A UTO	„Prvi Partizan“ Užice	25
RVO kratke cijevi	Češka Zbrojovka Model „CZ 85 B“	9 LUGER	9x19 mm	PPU 9mm LUGER	„Prvi Partizan“ Užice	25
RVO duge cijevi	AP „ZAVODI CRVENA ZASTAVA“ M70A B2	7,62 mm	7,62x39 mm	ППУ 2001	Igman Konjic	25

Legenda: RVO- ručno vatreno oružje, AP- automatska puška, PPU/ППУ- Prvi Partizan Užice;

Sva pištoljska i puščana municija se ispalila iz apsolutne blizine (prislon cijevi na kožu) i sa udaljenosti od 5 cm i 10 cm, što odgovara pojmu pucanja iz relativne blizine. Iz jedne vrste oružja se pucalo po pet puta iz jedne udaljenosti, te na taj način se dobio najmanji broj za statistički signifikantnu srednju vrijednost.

Posebno se izvršio i eksperiment pucanjem u platno sa istim kalibrima i istim oružjem koji će se koristiti i u eksperimentalnom dijelu istraživanja na biološkom materijalu. Analiziranje tragova barutnih čestica na platnu vršilo se primjenom modificirane Walker-ove metode, u Centru za Forenzičku i informatičku podršku Federalne uprave policije [1].

Analizirala se eventualna prisutnost DNA profil počinioca, na uzorku od ukupno 15 čahura i zrna, koji su uzeti na licu mjesta nakon izvršenih ispaljivanja projektila. Analiza se obavila uforenzičkoj DNA laboratoriji Instituta za genetičko inžinerstvo i biotehnologiju (INGEB), Univerzitet u Sarajevu.

Kontrolni uzorak se sastojao od 30. obducirana tijela koji su imali povrede ručnim vatrenim oružjem (prospektivno i retrospektivno istraživanje). Podaci o karakteristikama ulaznih strijelnih rana na obdukovanim tijelima uzeli su se iz obdupcionih zapisnika na Katedri

za sudsku medicinu, Medicinski fakultet, Univerziteta u Sarajevu i Zavod za sudsku medicinu Republike Srpske u Banjoj Luci (retrospektivna studija), obduciranih u periodu od 2008-2015. godine.

4.2 Metode

Metode koje su korištene tokom istraživanja su sljedeće:

4.2.1 Metoda analiziranja strijelnih rana na osnovu obdukcionih zapisnika i obdukcijiskog materijala

Metodologija analiziranja strijelnih rana zasnivala se na analizi podataka dobijenih iz obdukcionih zapisnika Zavoda za sudsku medicinu Republike Srpske u Banjoj Luci i Katedre za sudsku medicinu, Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu. Navedena analiza obuhvatala je vrijednosti koje su davale podatke o povredama u koži i potkožnim strukturama nanesenim djelovanjem ručnog vatrenog oružja iz obdukcionih zapisnika u periodu od 2008. do 2015.godine. U sklopu navedenog uzimali su se podaci o:

- veličinama ulaznih rana na koži koje su dobijene upotrebom pomičnog mjerila,
- veličinama defekata i širine nagnječnog prstena upotrebom pomičnog mjerila u milimetrima.

U sklopu analiziranja obduksijskog materijala u periodu 2013-2015. godine u Zavodu za sudsku medicinu RS-a i Katedre za sudsku medicinu, Medicinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, analiziralo se sljedeće:

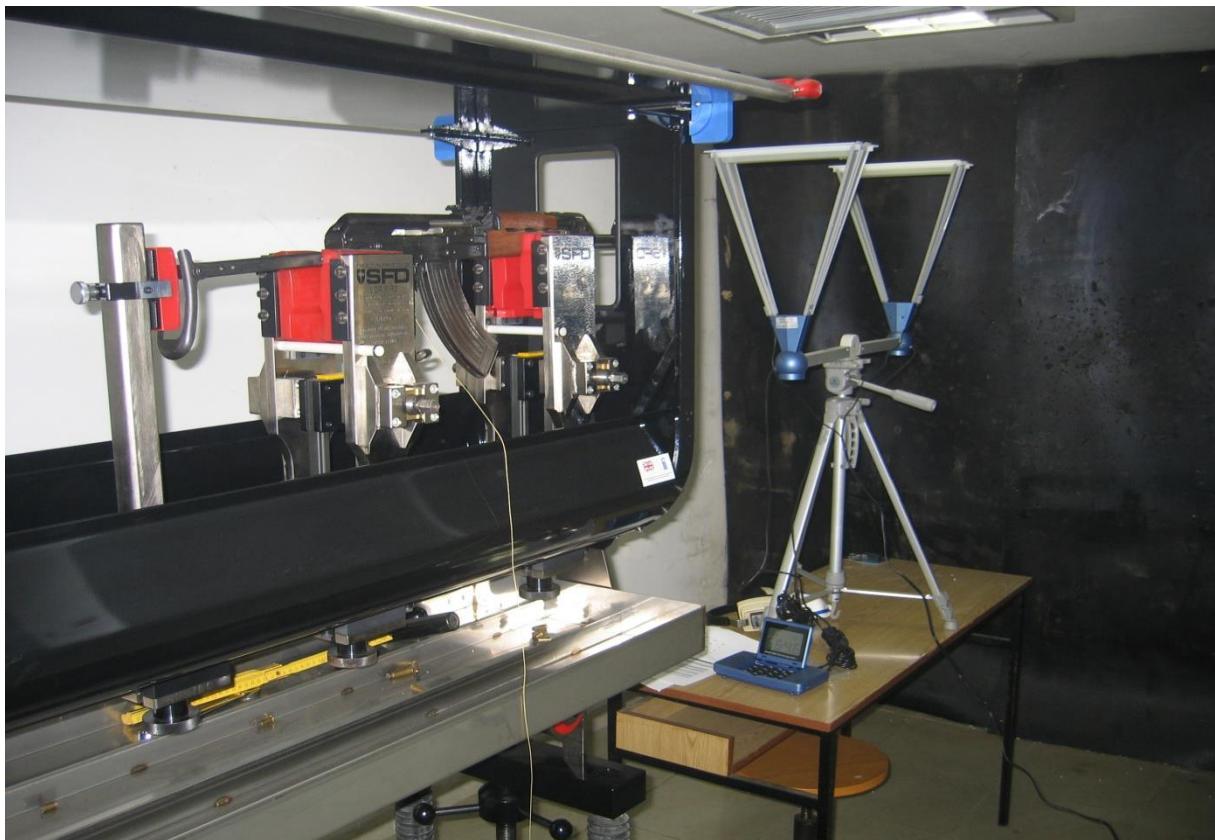
1. mjerjenje veličine ulazne rane na koži upotrebom pomičnog mjerila u milimetrima,
2. mjerjenje veličine defekta i širine nagnječnog prstena upotrebom pomičnog mjerila u milimetrima,
3. mjerjenje širine rasipa barutnih čestica upotrebom pomičnog mjerila.

4.2.2 Metoda analiziranja strijelnih rana dobijenih putem eksperimentalnog istraživanja

Eksperimentalno istraživanje je podrazumijevalo analiziranje karakteristika strijelnih rana na koži i potkožnom tkivu, nagnječnog prstena i tragova barutnih čestica upotrebom četiri

vrste oružja, sa tri različite udaljenosti. Ekperimentalno istraživanje se izvodilo u vanjskoj streljani MUP-a KS (Ministarstvo unutrašnjih poslova Kantona Sarajevo) u Tarčinu, pri vanjskoj temperaturi od -6°, snijegu i vjetru, što ujedno odgovara vanjskim zimskim uslovima. Drugi dio eksperimenta je izveden u Odsjeku za balistička i mehanoskopska vještačenja, Centarza forenzičku i informatičku podršku, Federalna uprava policije.

U vanjskim uslovima pucanje je izvršila stručna osoba-balističar MUP-a Kantona Sarajevo, dok se u eksperimentalnim uslovima pucanje vršilo uz pomoć sistema za sigurno ispaljivanje iz vatrenog oružja: „The Secure Firing Device” kanadskog proizvođača, marke „Twin Tooling” Model „Verifire”, godina proizvodnje 2011, slika br.10.



Slika br. 9 CED M2 Cronograph System, proizvođač Competitive Edge Dynamics, USA

Putem kronografa marke „CED M2 Cronograph System”, proizvođač Competitive Edge Dynamics, USA, godina proizvodnje 2011, odredila se brzina zrna na ustima cijevi ispaljenog iz vatrenog oružja. Prije upotrebe kronografa izmjerilase masa svakog projektila u gramima, zatim se mjerila brzina zrna na ustima cijevi. Dobijene vrijednosti su se uvrstile u formulu za izračunavanje kinetičke energije:

$$Ek = \frac{mV^2}{2}$$

Tabela br. 5 Određivanje kinetičke energije projektila ispaljenog iz ručnog vatrenog oružja

	Pištolj marke 'Crvena Zastava' M70, kal.7,65mm	Pištolj marke 'Češka Zbrojovka' Model CZ 85 B, kal. 9mm LUGER	Pištolj marke 'Crvena Zastava' M57, kal.7,62 mm	Automatska puška marke 'Zavod Crvena Zastava' M70AB2, kal.7,62 mm
Masa zrna u kilogramima	0,00457	0,00793	0,00554	0,00797
Brzina zrna na ustima cijevi (m/s)	270	306	418	664
Kinetička energija (kJ)	166,576	371,266	483,985	1756,97

Legenda: kJ-kilo džul, m/s-metar u sekundi;

Dobijene vrijednosti kinetičke energije zrna vrijede do 30 cm udaljenosti cijevi ručnog vatrenog oružja od prepreke. S obzirom da su u sklopu eksperimenta sve udaljenosti, sa kojih se vršilo ispaljivanje, spadale u domen ove udaljenosti, možemo tvrditi da dobijene vrijednosti daju relevantne podatke o kinetičkoj energiji projektila prilikom udara i prolaska kroz tkivne strukture eksperimentalne životinje. Najveća vrijednost kinetičke energije dobila se kod automatske puške M70AB2, kal.7,62 mm u vrijednosti od 1756,97 kJ, dok najmanju vrijednost kinetičke energije smo dobili kod upotrebe pištolja marke 'Crvena Zastava' M70, kal.7,65mm u vrijednosti od 166,576 kJ. Vatreno oružje koje se koristilo u eksperimentu je prikazano u tabeli br.4.

Planirana istraživanja sadržavala su sljedeća mjerena:

- mjerenje veličine ulazne rane na koži upotrebom pomičnog mjerila u milimetrima,
- mjerenje veličine defekta i širine nagnječnog prstena upotrebom pomičnog mjerila u milimetrima,
- mjerenje širine rasipa barutnih čestica upotrebom transparentnih folija na 40 uzoraka kože i potkožnog tkiva,
- patohistološko utvrđivanje prisustva/odsustva GSR partikula u potkožnom tkivu na 30 uzoraka kožnog i potkožnog tkiva,

- e) utvrđivanje prisustva antimona, barija, olova, nikla, cinka i bakra ukožnom i potkožnom tkivu primjenom AAS (atomska apsorpciona spektrofotometrija) na 60 uzoraka kožnog i potkožnog tkiva,
- f) analiziranje prisustva/odsustva DNA materijala na čahurama i zrnima,
- g) metodologija izvođenja modificirane Walker-ove metode.

Ograničenja eksperimenta su odsustvo prepreke na koži što bi u vanjskim uslovima odgovaralo prisustvu odjeće na koži. U sklopu eksperimenta modificirana Walker-ova metoda se odnosila na analiziranje odjeće na kojoj je došlo do prolaska projektila ispaljenog iz ručnog vatrenog oružja.

4.2.2.1 Metodologija mjerena veličine ulazne rane

Metodologija mjerena veličine ulazne rane zasnivala se na primjeni digitalnog pomicnog mjerila i zamišljenog sistema sata. Kod ulazne rane mjerila se njena širina i dužina unutar zamišljenog kruga podijeljenog na četiri kvadranta, i na taj način horizontalni prečnik je predstavljao širinu, a vertikalni dužinu rane. Na isti način vršeno je mjerjenje i nagnječnog prstena. Područje oko ulazne rane je podijeljeno na četiri kvadranta, kako bi se što jednostavnije mogao pratiti smjer rasipanja barutnih čestica. Na taj način u daljem tekstu označeno slovima a, b, c i d, smjerovi, se zapravo poklapaju sa brojevima na časovniku. Slovo a opisuje 12h, slovo b- 3h, slovo c – 6h i slovo d – 9h.

4.2.2.2 Metoda analiziranja transparentnih folija

Transparentne folije se koriste u standardnim, neinvazivnim metodama uzimanja otiska tragova barutnih čestica sa kože povrijeđene ili usmrćene osobe. U eksperimentu nakon ustreljivanja svinjske kože uzimali su se nakon svakog pucanja otisci tragova barutnih čestica u predjelu oko defekta na koži, upotrebom folija za skidanje barutnih ostataka proizvođača Grafopromet, Čačak. Ovaj test je poznat još i kao defenilaminski test. Nakon što se uzeo otisak, folija se obilježila, zapakovala i prenijela u Odsjek za hemijska i toksikološka vještačenja, Federalne Uprave policije u Sarajevu. Testiralase prisutnost nitratnih čestica upotrebom difenilaminskog testa, koji je specifičan za ovu vrstu jedinjenja. Organsko jedinjenje difenilamin otopio se u koncentrisanoj sumpornoj kiselini i putem ručne prskalice nanosio na foliju. Nije moguće koristiti kapaljku koja se koristi u standardnim metodama, zato što se

čestice nitrata prilikom obojenja u plavoljubičastu boju jako brzo gube, pa bi samim tim bila otežana njihova detekcija i mogućnost slikanja. Svaka folija nakon nanošenja difenilamina se uslikala fotoaparatom Nikon D 700, objektiv AF-S NIKKOR 17-35, 1:2 8D, slika br. 11.



Slika br.10 Materijal potreban za izvođenje metodologije analiziranja transparentnih folija

4.2.2.3 Patohistološka analiza

Uzorci kože i potkožnog tkiva su se stavili u posude ispunjene sa 10 % puferizovanim formalaldehidom. Svaka posuda se obilježila posebnom oznakom i slikala fotoaparatom marke NikonD 700, objektivAF-SNIKKOR i7-35, 1:2 8D.

Patohistološko analiziranje podrazumijevalo je rezanje svakog uzorka kožnih i potkožnih struktura okomitim rezovima u odnosu na sam centar povrede. Uzorci su se uklapali u parafinske blokove i rezali mikrotomom na debljinu oko $5 \mu\text{m}$. Potom su se bojili standardnom HE (hematoksilin-eozin) metodom. Uzorci su egzaminirani i posmatralisu se na svjetlosnom mikroskopu marke Leitz Orthoplan. Uzorci su se pažljivo pregledali pod malim uvećanjem i0x i unutar svakog uzorka izabrali su se tri zone tzv.'hotspot', u kojima je najviše prisutno barutnih čestica. Nakon toga mjerena su se vršila sa uvećanjem od 250x i uz primjenu Chalkley okularne mrežice 0,196 mm. Histološki uzorci su pomjerani ili je okularna mrežica rotirana do maksimalnog broja presjecišta tački okularne mrežice i pozitivno obojenih barutnih čestica, koje su ovom slučaju obojene u crno. Prosječan broj tački presjecišta iz tri 'hotspota' predstavlja bi Chalkley broj za taj uzorak tkiva.

4.2.2.4 AAS (atomska apsorpciona spektrofotometrija)

Uzorci za hemijsku analizu bili su isječci kože i potkožnog tkiva veličine oko 3x3x3 cm, u kojima se određivaoukupni (apsolutni) sadržaj: olova, bakra, cinka, nikla, antimona i barija.

Nakon svakog pucanja defekt na koži se obilježio posebnom oznakom, izmjerio razmjernikom i slikao fotoaparatom marke Nikon D 700, objektiv AF-S NIKKOR 17-35, 1:2 8D.

Nakon toga svaki uzorak se obradio hirurškim sklapelom i stavio u posebnu posudu sa oznakom, koja je ispunjena puferizovanim 10% formal-aldehidom [13,14, 20-25].

Da bi se izvršila AAS analiza neophodno je svaki uzorak prevesti u kiselo-voden rastvor, iz kojega se odgovarajućom metodom odredio sadržaj navedenih metala. Da bi se to postiglo, neophodno je bilo izvršiti potpunu „mineralizaciju“ (razaranje) organske materije. S obzirom na količinu organske materije od više grama (pa i desetina grama), mineralizacija uzorka odgovarajućim mineralnim kiselinama (nitratna, sulfatna i hloridna) bila je potpuno nepraktična, jer je zahtijevala upotrebu velike količine navedenih kiselina. Time bi bila velika mogućnost kontaminacije uzorka metalima (koji su po pravilu sadržani u navedenim kiselinama bez obzira na stupanj čistoće) čiji se sadržaj određuje, a bila bi povećana i detekciona granica. Zbog toga se radila mineralizacija uzorka spaljivanjem u platinskim zdjelicama. Uzorak se stavljao u zdjelicu, koja je dovoljne veličine da uzorak u nju može stati u jednoj porciji. Zdjelica sa sadržajem se zatim pažljivo zagrijavala (kako ne bi došlo do prskanja sadržaja izvan zdjelice) na propan-butan plameniku do djelomičnog topljenja masnoće, koja se zapalilila i izgorjela do kosnog ostatka. Intenzitet izgaranja i veličina plamena se kontrolisala intenzitetom zagrijavanja platinske zdjelice sa sadržajem pomoću propan-butan plamenika. Do zapaljenja sadržaja u zdjelici je došlo kada se iznad zdjelice stvorila odgovarajuća smješa isparenja masnoće sa zrakom. Potpunim izgaranjem masnoće, u zdjelici će ostati kosni ostatak koji se najvećim dijelom sastojao od elementarnog ugljika, mineralnih materija sadržanih u uzorku tkiva (uglavnom soli natriuma) i čestica metala nastalih procesom ispaljivanja zrna, prikupljenim u/na ustrelnoj rani. Nakon završetka procesa gorenja uzorka, zdjelica se stavila u žarnu peć gdje se, na temperaturi od 900°C tokom 30 minuta, elementarni ugljik potpuno spalio. Poslije spaljivanja elementarnog ugljika, sadržaj u zdjelici se navlažio sa oko 1 ml redestilirane vode, dodalo se tačno 3 ml nitratne kiseline (1,65) vrlo velike čistoće (ARISTAR) i sve se blago zagrijavalo kako bi se soli u potpunosti rastvorile. Dobijeni rastvor se kvantitativno prenio u odmjernu tikvicu od 25 ml, koja se dopunila redestiliranom vodom do oznake mjere, čime se postupak obrade uzorka do samog mjerjenja sadržaja okončao. Prije konačnog mjerjenja

koncentracije pojedinih metala u rastvoru, prvo su se izvršila preliminarna mjerena kako bi se utvrdio opseg sadržaja prema kojem su se napravili kalibracioni rastvori, i izabrala tehnika mjerena sadržaja: atomska apsorpciona spektrometrija (AAS) – plamena ili bezplamena, ili atomska emisiona spektrometrija sa indukovanim spregnutom plazmom (AES-ICP). Ukupna količina pojedinih metala u uzorku se dala u miligramima, a dobila se množenjem dobijenog očitanja (sa instrumenta) sa 25 (količina rastvora je 25 ml) i dijeljenjem sa 1000 ($\text{mg} = 1000\mu\text{g}$).



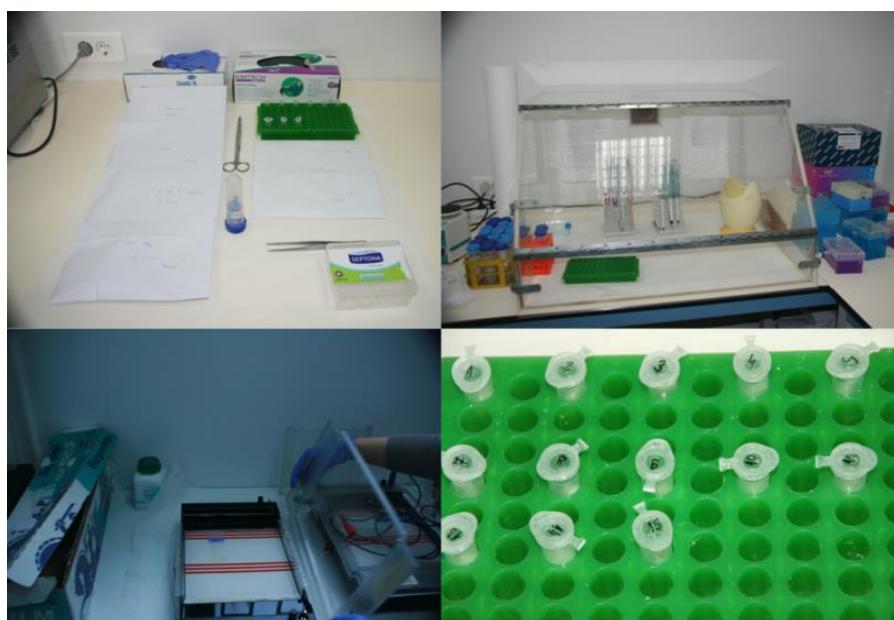
Slika br.11 Uzorci za AAS (atomsku apsorpcionu spektrofotometriju) metodologiju

4.2.2.5 Analiziranje prisustva/odsustva DNA materijala na čahurama i zrnima

Analizirala se eventualna prisutnost DNA profil počinioca, na uzorku od ukupno 14 čahura i zrna, koji su se izuzeli sterilnim rukavicama na licu mjesta nakon izvršenih ispaljivanja projektila. Svi uzorci su se pakovali u posebno označenim papirnim kovertama i transportovali u DNA laboratorij, Instituta za genetičko inžinerstvo i biotehnologiju (INGEB), Univerziteta u Sarajevu. Nakon ekstrakcije DNA materijala pokušalo se dokazati prisustvo/odsustvo DNA materijala počinioca, odnosno u konkretnom slučaju kandidata za izradu doktorske disertacije koja je izvršila punjenje vatrengog oružja municijom i štite, u konkretnom slučaju tkiva svinje korištenog u eksperimentu. Prilikom obrade materijala izuzet je bris bukalne sluznice kandidata za izradu doktorske disertacije u svrhu dobijanja stvarnog DNA profila počinioca, koji bi služio kao kontrola pri analizi ostalih uzoraka.

Ekstrakcija DNA materijala rađena je prema standardnom Qiagen protokolu (2013-15): 300 μl ATL pufera za bris koji se doda, uzorak se vorteksira i ostavi se u vodenom kupatilu u svrhu inkubacije minimalno i sat (60 minuta) na temperaturi od 56°C. Nakon inkubacije uzorak

se lagano centrifugira (spinuje) i dodaje se 300 µl AL pufera, vorteksira i inkubira na 70°C - 10 minuta. Nakon centrifugiranja tubice sa silka membranom prebacuju u kolekcione tubice i dodaje se 500 µl AWi pufera (ispirajućeg pufera). Centrifugira se na 8 000 rpm - i minutu. Nakon toga postavljaju se nove kolekcione tubice i dodaje se 500 µl AW2 pufera, koji se centrifugira na 8 000 rpm - 1 minutu. Dalje se radi centrifugiranje na 13 000 rpm - 3 minute. Postavljaju se nove kolekcione tubice i dodaje se destilovana voda i centrifugira na 13 000 rpm - 1 minutu. U nesporne uzorke se sipa 400 µl destilovane vode, a u sporne 50 µl (i po potrebi koncentrira se uzorak). Odbaci se tubica sa silka membranom, a sadržaj iz kolekcione tubice se prebaci u običnu tubicu od 1,5 ml (u njoj se čuva DNA ekstrakt) [52-63].



Slika br.12 Materijal i metodologija obrade DNA uzorka

4.2.2.6 Metoda izvođenja modificirane Walker-ove metode

Posebno se izvršilo eksperimentalno istraživanje na šifonskom platnu, bijele boje, sastavljenod 100 % pamuka, koje bi u vanjskim uslovima odgovaralo prepreci koja se nalazi na koži (npr., odjeća). Pucalo se sa istim tipovima vatrenih oružja koji su se koristili u eksperimentalnom dijelu pucanja u dio životinje i iz istih udaljenosti.

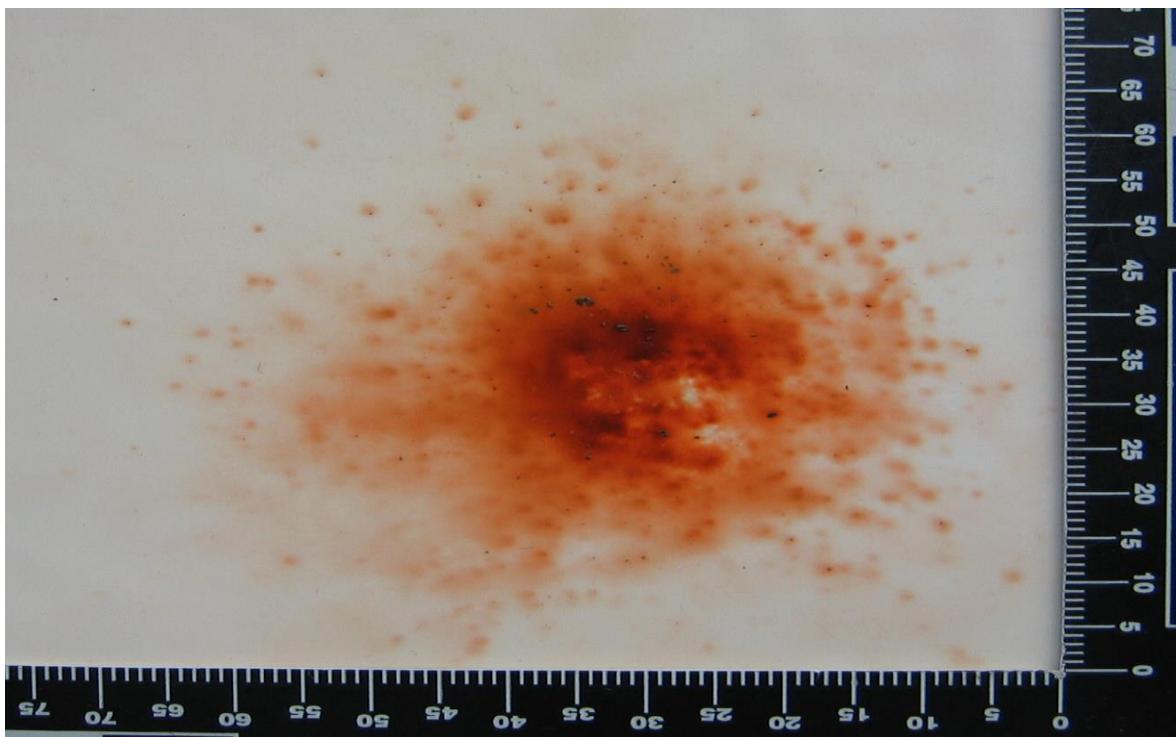
Ovaj dio eksperimenta se uradio kako bi se utvrdio pravac i veličina rasipanja barutnih čestica i izgleda defekta na prepreci, tj.odjeći. Veličina defekta na platnu se mjerila upotrebom pomičnog mjerila, a tragovi rasipanja barutnih čestica odredili su se upotrebom modificirane Walker-ove metode [1]. Modificirana Walker-ova metoda izvodi se uz pomoć fiksiranog foto-papira. Metodologija fiksiranja foto-papira odvija se na sljedeći način:

1. papir se stavi u fotografski fiksir i osuši na zraku,
2. napravi se smješa 0,5 % sulfanilne kiseline u destiliranoj vodi i papir se u njoj drži oko 10 min i suši na zraku oko i dan,
3. nakon toga papir se stavi u 0,5 % α naftilamin u trajanju od 2 minute i osuši na zraku.

Ovako pripremljen foto-papir je spreman za izvođenje modificirane Walker-ove metode.U digestoru marke DIGIM i2, proizvođač Grga & Melita, R Hrvatska, godina proizvodnje 2011, staviose komad prepariranog papira slicem prema gore. Zatim se postavila tkanina koja se ispituje s licem prema papiru. Preko toga se, zatim, stavi komad platna, natopljen sa 20–25 % sirćetnom kiselinom, a prekonjega ponovo suvo platno. Pritisne se topлом električnom peglom u trajanju od oko 2 minute. Po završetku postupka na fotografском papiru trebaju se pojaviti crveno-narandžaste mrlje koje tačno odgovaraju pozicijama čestica sagorjelog i nesagorjelog baruta u ostacima od pucanja oko otvora, nastalim prilikom prolaska zrna kroz odjeću. Sve se fotografisalo sa fotoaparatom marke Nikon D 700, objektiv AF-S NIKKOR 17-35, 1:2 8D.



Slika br.13 Oprema potrebna za izvođenje modificirane Walker-ove metode



Slika br.14. Crveno-narandžaste mrlje (tragovi rasipanja barutnih čestica) nastale kao rezultat modificirane Walker-ove metode

4.2.3 Statistička obrada podataka

Svi podaci su obrađeni sljedećim statističkim testovima:

A. Kako bi se provjerilo da li u uzorcima sa kojima se raspolaze distribucija analizirane pojave zadovoljava pretpostavku normalnosti koristi se Kolmogorov-Smirnovtest (uzorak veličine 50 i više elemenata). P-vrijednost uz odgovarajući KS test se smatra statistički značajnom ili signifikantnom ako je niža od 0,05, obzirom da se testovi rade sa greškom prve vrste 5% to jeste signifikantnošću 95%. U tom slučaju se prihvata hipoteza da distribucija analizirane pojave ne zadovoljava pretpostavku „normalnosti”.

B. t test razlike između dvije aritmetičke sredine sa prethodnom provjerom da li se podrazumijevaju iste ili različite varijanse, te se shodno rezultatu primjenjuje t test koji podrazumijeva iste ili t test koji podrazumijeva različite varijanse. P-vrijednost uz odgovarajuće statističke testove se smatra statistički značajnom ili signifikantnom ako je niža od 0,05, obzirom da se testovi rade sa greškom prve vrste 5% to jeste signifikantnošću 95%. U tom slučaju se prihvata hipoteza da se posmatrani uzorci ili grupe statistički značajno razlikuju.

C. Parametarski one-way ANOVA test za nezavisne uzorke provjerava da li između više od dva seta podataka, koji se odnose na nezavisne uzorke za varijablu kod koje je prethodno testom normalnosti dokazano da zadovoljava pretpostavku „normalnosti”, postoji statistički

signifikantna razlika. Rezultira F empirijskom vrijednošću. P-vrijednost uz odgovarajuće statističke testove se smatra statistički značajnom ili signifikantnom ako je niža od 0,05, obzirom da se testovi rade sa greškom prve vrste 5% to jeste signifikantnošću 95%. U tom slučaju se prihvata hipoteza da se posmatrani uzorci ili grupe statistički značajno razlikuju. U suprotnom (ako je P-vrijednost ANOVA testa viša od 0,05) se prihvata alternativna hipoteza da se posmatrani uzorci ili grupe statistički značajno ne razlikuju.

D. Mann-Whitney U test za nezavisne uzorke je upotrebljavan za testiranje razlike između prosječnih vrijednosti dva uzorka koji predstavljaju ciljne populacije i nezavisni su ako distribucija analizirane pojave ne zadovoljava prepostavku normalnosti. Rezultira z vrijednošću. P-vrijednost uz odgovarajuće statističke testove se smatra statistički značajnom ili signifikantnom ako je niža od 0,05, s obzirom da se testovi rade sa greškom prve vrste 5% to jeste signifikantnošću 95%. U tom slučaju se prihvata hipoteza da se posmatrani uzorci ili grupe statistički značajno razlikuju.

E. Kruskal-Wallisov one way test se koristi za testiranje da li postoji statistički značajna razlika između medijalnih vrijednosti više uzoraka (nezavisnih) koji predstavljaju ciljne populacije ako distribucija analizirane pojave ne zadovoljava prepostavku normalnosti. Rezultira hi-kvadrat empirijskom vrijednošću. P-vrijednost uz odgovarajući Kruskal-Wallsovog one way test se smatra statistički značajnom ili signifikantnom ako je niža od 0,05, s obzirom da se testovi rade sa greškom prve vrste 5% to jeste signifikantnošću 95%. U tom slučaju se prihvata hipoteza da se posmatrani uzorci ili grupe statistički značajno razlikuju.

F. Za provjeru da li postoji međuzavisnost između varijabli koristi se Pearsonov koeficijent korelacije. Korelacija je signifikantna za grešku prve vrste 0,05 (dvosmjerno), ako je p vrijednost koeficijenta korelacije manja od 0,05.

G. Hi-kvadrat neparametarski test na bazi poređenja strukture to jeste distribucije frekvencija kod dvije grupe pacijenata prema zadanoj varijabli dovodi do zaključka da li se te grupe razlikuju ili ne. Rezultira hi-kvadrat empirijskom vrijednošću. P-vrijednost uz odgovarajuće statističke testove se smatra statistički značajnom ili signifikantnom ako je niža od 0,05, s obzirom da se testovi rade sa greškom prve vrste 5% to jeste signifikantnošću 95%. U tom slučaju se prihvata hipoteza da se posmatrani uzorci ili grupe statistički značajno razlikuju.

H. Za provjeru da li između analiziranih varijabli postoji zavisnost ili međuuticaj ako su odgovarajuće varijable ordinalne provodi se hi-kvadrat test nezavisnosti. Analizirane varijable su međusobno zavisne sa greškom prve vrste 0,05, ako je p vrijednost manja od 0,05. Analizirane varijable su međusobno zavisne sa greškom prve vrste 0,01, ako je p vrijednost manja od 0,01.

I. Diskriminaciona analiza daje model predviđanja kada je zavisna varijabla (koju treba predvidjeti) kvalitativna, te nije moguće koristiti regresiono-korelacionu analizu. Ovaj oblik analize se koristi iz razloga što je moguće kroz poređenje diskriminacionih bodova konkretnе jedinke sa tačkom razdvajanja procijeniti kojoj grupi analizirana jedinka pripada. Preciznost dobijene klasifikacije na osnovu diskriminacionih bodova se utvrđuje poređenjem stvarnog stanja (originalno utvrđene grupe) i stanja (predviđene grupe) po osnovu provedene klasifikacije. Značajnost ili reprezentativnost modela diskriminacione analize sagledava se kroz Eigen-vrijednost, kanoničku korelaciju, Wilks' Lambda i hi-kvadrat test. Eigen-vrijednost pokazuje omjer važnosti parametara koji se koriste kod klasifikacije slučajeva prema zavisnoj varijabli. Kanonička korelacija mjeri povezanost između grupa i diskriminantne funkcije, kada je bliža i povezanost je viša i obratno. Wilks' Lambda i hi-kvadrat test testiraju statističku signifikantnost cjelokupne diskriminantne funkcije.

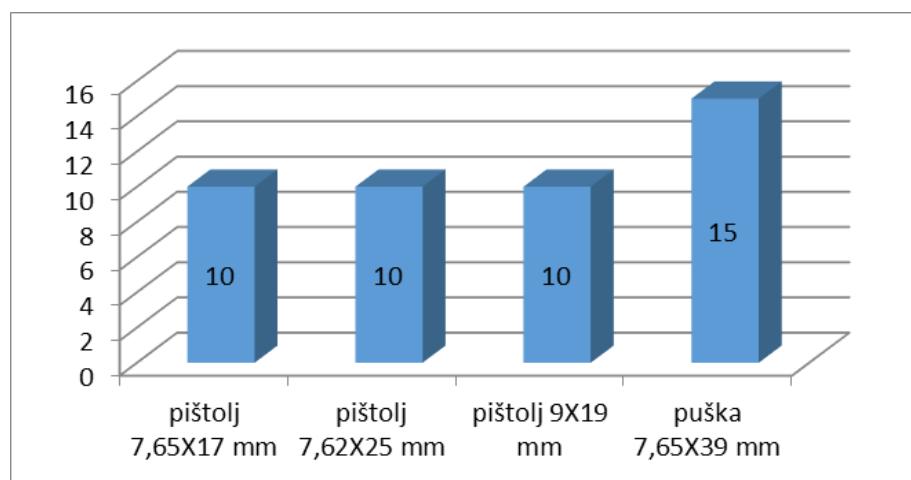
5. REZULTATI

Rezultati ovog istraživanja ispituju mogućnost razvijanja modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano i udaljenosti sa koje je pucano na osnovu poznavanja različitih karakteristika rane koja je usljed pucanja nastala.

5.1 Eksperimentalni uzorak I

Kod prvog eksperimentalnog uzorka bilo je ukupno 60 objekata (tkivo svinje) i eksperiment je izveden u potpuno kontrolisanim uslovima, jer je pucanje vršeno uz pomoć sistema za sigurnosno ispaljivanje projektila. S obzirom da se ukupno 15 uzoraka nakon ispaljivanja projektila pokazalo nepodobnim za digitalno analiziranje, izuzeti su iz procesa digitalne obrade i samim tim iz daljeg analiziranja. Ukupni broj uzoraka koji se istraživao iznosio je 45. Pucano je iz svakog oružja po 5 puta iz sve tri udaljenosti (prislon, 5cm i 10 cm udaljenosti). Nakon izvršenih balističkih mjerena svih pravobitno 60 uzoraka se analiziralo metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije.

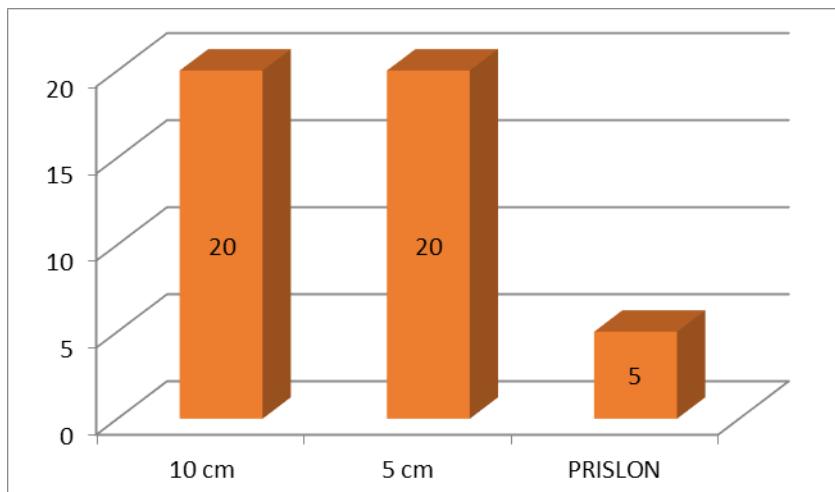
Struktura prema vrsti oružja iz koje je pucano prezentirana je na grafikonu 1.



Grafikon br.1 Struktura eksperimentalnog uzorka sa potpunom kontrolom prema vrsti oružja iz koje je pucano

Zastupljene su različite vrste oružja. U 33% slučajeva je pucano iz puške, a tri različite vrste pištolja su podjednako zastupljene sa po 22,2% udjela.

Struktura prema udaljenosti sa koje je pucano prezentirana je na grafikonu 2.



Grafikon br. 2 Struktura eksperimentalnog uzorka sa potpunom kontrolom prema udaljenosti sa koje je pucano

Najčešće je pucano sa udaljenosti 10 cm (44,4%), i udaljenosti 5 cm (44,4%), a iz prislona u samo 11,1% slučajeva.

U tabeli br.6 prezentirane su deskriptivne statistike za karakteristične varijable u eksperimentalnom uzorku sa potpunom kontrolom. Karakteristične varijable koje opisuju ranu, a to su: veličina rane (širina rane, dužina rane), najširi i najuži dio nagnječnog prstena, širine rasipanja baruta i krakovi pucanja kože.

Tabela br.6 Deskriptivne statistike za karakteristične varijable u eksperimentalnom uzorku sa potpunom kontrolom prema vrsti oružja i udaljenosti sa koje je pucano

Oružje	Udaljenost	Varijabla	N	Min	Max	MOD	SD
pištolj 7,65X17 mm	10 cm	Širina rane	5	4	8	5,2	1,79
		Dužina rane	5	2,5	7	4,4	1,71
		Najširi dio NP	5	2	3	2,5	0,5
		Najuži dio NP	5	0,5	1	0,64	0,22
		Širina rasip. baruta a	5	21	66	32,1	19,13
		Širina rasip. baruta b	5	20	37	31,8	6,95
		Širina rasip. baruta c	5	18	92	45,8	29,36
		Širina rasip. baruta d	5	17	77	44,7	23,8
	5 cm	Širina rane	5	2	5	3,7	1,2
		Dužina rane	5	2	7	4,3	1,92
		Najširi dio NP	5	4,5	8	6,2	1,35

		Najuži dio NP	5	2,5	3	2,8	0,2 7
		Širina rasip. baruta a	5	17	23	21,4	2,51
		Širina rasip. baruta b	5	13,5	32,5	21,8	8,07
		Širina rasip. baruta c	5	17,5	62	41,1	18,45
		Širina rasip. baruta d	5	37,5	53	45,9	6,6
pištolj 7,62X25 mm	10 cm	Širina rane	5	3	4	3,5	0,5
		Dužina rane	5	4	6	4,9	0,82
		Najširi dio NP	5	2,5	14,5	9,5	4,76
		Najuži dio NP	5	1	7	4	2,24
		Širina rasip. baruta a	5	19	27	23,8	3,03
		Širina rasip. baruta b	5	19	36,5	24,7	7,32
		Širina rasip. baruta c	5	27	72	45,6	18,98
		Širina rasip. baruta d	5	29	51	37,9	8,31
pištolj 9X19 mm	5 cm	Širina rane	5	3	5	4,2	0,84
		Dužina rane	5	3	6	4,9	1,34
		Najširi dio NP	5	8	13	9,6	2,07
		Najuži dio NP	5	3	5	3,9	0,89
		Širina rasip. baruta a	5	18,5	47	30,3	14,81
		Širina rasip. baruta b	5	8	52	33	17,86
		Širina rasip. baruta c	5	16	48	29,4	12,24
		Širina rasip. baruta d	5	21	40	31,2	7,46
pištolj 9X19 mm	10 cm	Širina rane	5	2	4	3	1
		Dužina rane	5	1	4	2,6	1,14
		Najširi dio NP	5	2	4	3	0,71
		Najuži dio NP	5	0,5	1,5	1,2	0,45
		Širina rasip. baruta a	5	10	20	14,1	3,94
		Širina rasip. baruta b	5	16	23	19,2	2,77
		Širina rasip. baruta c	5	26,5	41	35,7	5,74
		Širina rasip. baruta d	5	18	33,5	24,7	5,61
	5 cm	Širina rane	5	2	5	3,3	1,1
		Dužina rane	5	3	8	4,8	1,92
		Najširi dio NP	5	3	12	6,7	3,8

		Najuži dio NP	5	1,5	3	1,9	0,65
		Širina rasip. baruta a	5	12	35	22	11,07
		Širina rasip. baruta b	5	11	18	13,7	2,73
		Širina rasip. baruta c	5	15	35	22,1	8,35
		Širina rasip. baruta d	5	17	52	30	14,97
	10 cm	Širina rane	5	3	4,5	3,4	0,65
		Dužina rane	5	2,5	5	3,2	1,1
		Najširi dio NP	5	17	32	23,3	6,38
		Najuži dio NP	5	3	11	4,9	3,44
		Širina rasip. baruta a	5	20	40	30	9,35
		Širina rasip. baruta b	5	20,5	50	34,5	10,62
		Širina rasip. baruta c	5	48	73	61,3	10,44
		Širina rasip. baruta d	5	45	70	58,4	8,97
puška 7,65X39 mm	5 cm	Širina rane	5	2,5	7	4	1,77
		Dužina rane	5	3	6	4,4	1,08
		Najširi dio NP	5	19	33	26,8	5,55
		Najuži dio NP	5	13	37	18,8	10,21
		Širina rasip. baruta a	5	31	39	34,2	2,95
		Širina rasip. baruta b	5	30	41	33,5	4,36
		Širina rasip. baruta c	5	36,5	57,5	48,1	9,83
		Širina rasip. baruta d	5	17	77	60,4	25,63
PRISLON		Širina rane	5	8	24	17,6	5,87
		Dužina rane	5	13	33	24,3	7,55
		Najširi dio NP	5	10	14	12,2	1,48
		Najuži dio NP	5	3	4	3,4	0,55
		Širina rasip. baruta a	5	10	50	21	16,42
		Širina rasip. baruta b	5	16	33	22,9	6,23
		Širina rasip. baruta c	5	15	54	28,2	16,12
		Širina rasip. baruta d	5	32	69	49,6	14,26
		Krakovi puc. kože i	4	16	62	44,5	21,76
		Krakovi puc. kože 2	4	14	71	43,75	24,98
		Krakovi puc. kože 3	4	21	54	35,5	16,58
		Krakovi puc. kože 4	4	5	57	29	22,86

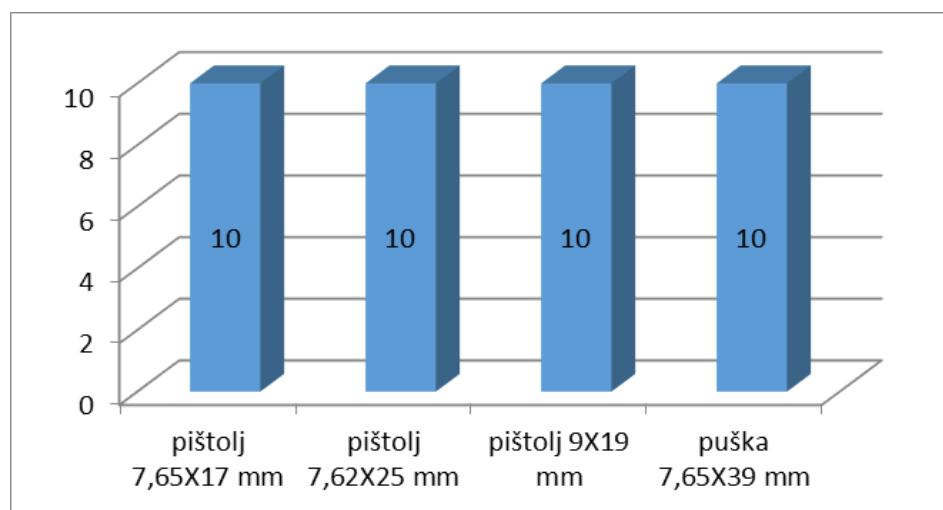
Legenda: a i 1-12 h na časovniku; b i 2-3h na časovniku; c i 3-6h na časovniku; d i 4-9h na časovniku; sve vrijednosti su izražene u milimetrima;

Analiziranjem deskriptivne statsitike dobijeno je da je minimalna vrijednost najveća kod pištolja kalibra 7,62x25 mm i to pri mjeri širine rasipanja barutnih čestica kada se mjerenje vršilo na broju 6 sata na brojčaniku, kada je pucano iz udaljenosti od 10 cm i iznosi 36,5 cm. Najveća odstupanja kod maksimalne i srednje vrijednosti, standardne devijacije dobijene su kod kraka c širine rasipanja barutnih čestica.

5.1.1 *Eksperimentalni uzorak II*

Kod drugog eksperimentalnog uzorka imali smo 40 objekata (tkivo svinje) koji su se analizirali i eksperiment je izveden u djelimično kontrolisanim uslovima, jer je pucanje izvršeno u vanjskim uslovima i balističar MUP-a Kantona Sarajevo je izveo sam čin pucanja. **Svi uzorci su nakon izuzimanja otiska pomoću transparentnih folija, patohistoloski analizirani u Institutu za patologiju, Medicinskog Fakulteta, Univerziteta u Sarajevu.**

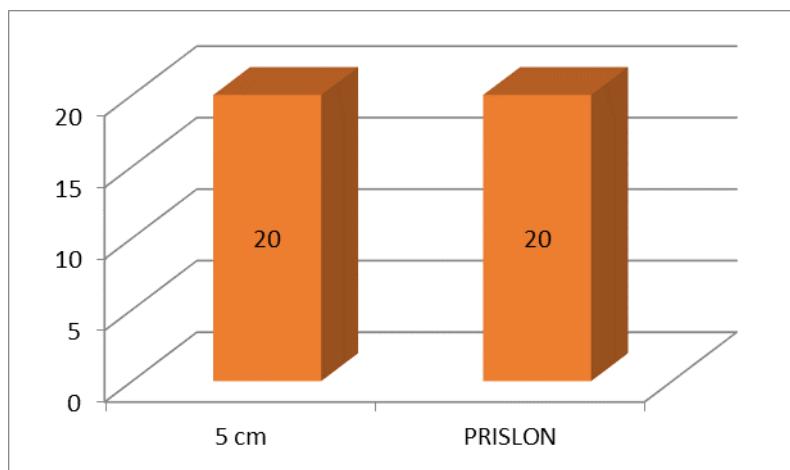
Struktura prema vrsti oružja iz koje je pucano prezentirana je na grafikonu 3.



Grafikon br. 3 Struktura eksperimentalnog uzorka sa djelimičnom kontrolom prema vrsti oružja iz koje je pucano

Jednako su zastupljene različite vrste oružja (po 25%).

Struktura prema udaljenosti sa koje je pucano prezentirana je na grafikonu 4.



Grafikon br. 4 Struktura eksperimentalnog uzorka sa djelimičnom kontrolom prema udaljenosti sa koje je pucano

U 50% slučajeva je pucano iz prislona a u 50% slučajeva sa udaljenosti 5cm.

U tabeli br.7. prezentirane su deskriptivne statistike za karakteristične varijable u eksperimentalnom uzorku sa potpunom kontrolom.

Tabela br.7 Deskriptivne statistike za karakteristične varijable u eksperimentalnom uzorku sa djelimičnom kontrolom prema vrsti oružja i udaljenosti sa koje je pucano

Oružje	Udaljenost	Varijabla	N	Min	Max	MOD	SD
pištolj 7,65X17 mm	5 cm	Širina rane	5	3,5	4	3,9	0,22
		Dužina rane	5	3	4,5	3,7	0,57
		Najširi dio NP	5	3	19	10	6,24
		Najuži dio NP	5	1,5	5	2,8	1,44
		Širina rasip. baruta a	5	15	20,5	18,3	2,59
		Širina rasip. baruta b	5	33	50	40,4	8,02
		Širina rasip. baruta c	5	12	23	17,5	4,8
		Širina rasip. baruta d	5	17	27	21,9	4,22
	PRISLON	Širina rane	5	2	7,5	5,2	2,08
		Dužina rane	5	3	8	4,8	1,96
		Najširi dio NP	5	3	7	5,4	1,52
		Najuži dio NP	5	1,5	3,5	2,3	0,76
		Širina rasip. baruta a	5	5	16	11	4,42
		Širina rasip. baruta b	5	12	47	33,2	14,32
		Širina rasip. baruta c	5	3,5	14	8,5	3,74
		Širina rasip. baruta d	5	15,5	22	18,9	3,19
		Krakovi puc. kože i	1	14	14	14	,
		Krakovi puc. kože 2	1	9,5	9,5	9,5	,
		Krakovi puc. kože 3	1	4	4	4	,
		Krakovi puc. kože 4	1	2,5	2,5	2,5	,
	5 cm	Širina rane	5	4	14	6,3	4,35
		Dužina rane	5	4,5	6,5	5,1	0,82
		Najširi dio NP	5	6,5	14	10,5	2,87
		Najuži dio NP	5	2	8	4,5	2,29

pištolj 7,62X25 mm	PRISLON	Širina rasip. baruta a	5	8	15,5	10,9	3,58
		Širina rasip. baruta b	5	13,5	28,5	20,8	6,23
		Širina rasip. baruta c	5	7	13	11,2	2,39
		Širina rasip. baruta d	5	6	26	13,1	7,72
		Širina rane	5	3	6	4,6	1,34
		Dužina rane	5	5	7,5	6,2	1,15
		Najširi dio NP	5	9	12,5	10,8	1,52
		Najuži dio NP	5	3,5	9	5,8	2,02
		Širina rasip. baruta a	5	8	26	15,1	7,49
		Širina rasip. baruta b	5	14	36,5	23,3	9,28
		Širina rasip. baruta c	5	9	27	16,9	7,35
		Širina rasip. baruta d	5	8	26	17,1	7,32
		Krakovi puc. kože i	3	27,5	32	30	2,29
		Krakovi puc. kože 2	3	19	26	23,33	3,79
		Krakovi puc. kože 3	3	16	25	19	5,2
		Krakovi pucanja kože 4	3	15	21,5	18,5	3,28
pištolj 9X19 mm	5 cm	Širina rane	5	3,5	5	4,2	0,57
		Dužina rane	5	3,5	4,5	4	0,35
		Najširi dio NP	5	6,5	19	13,4	4,59
		Najuži dio NP	5	3	8	5,1	1,88
		Širina rasip. baruta a	5	10,5	32	16,7	8,93
		Širina rasip. baruta b	5	3,5	34	23,4	12,62
		Širina rasip. baruta c	5	16	23	18,6	2,7
		Širina rasip. baruta d	5	10,5	22	15	5,35
	PRISLON	Širina rane	5	4	13	7,1	3,51
		Dužina rane	5	4	6	5	0,79
		Najširi dio NP	5	4	17	9,1	5,64
		Najuži dio NP	5	3	11	5,4	3,36
		Širina rasip. baruta a	5	12,5	32	21,6	6,94
		Širina rasip. baruta b	5	15,5	46	24,4	12,55
puška 7,65X39 mm	5 cm	Širina rasip. baruta c	5	5	33	20	10,15
		Širina rasip. baruta d	5	22	41,5	27,4	8,17
		Krakovi puc. kože 1	3	7	22	15,33	7,64
		Krakovi puc. kože 2	3	5,5	20	13,17	7,29
		Širina rane	5	3,5	7	4,8	1,35
		Dužina rane	5	4	6	5,2	0,76
		Najširi dio NP	5	0,5	19	5,3	7,75
		Najuži dio NP	5	0,2	6	1,74	2,43
		Širina rasip. baruta a	5	10	46,5	21,6	14,45
		Širina rasip. baruta b	5	15	46,5	32,5	13,67
		Širina rasip. baruta c	5	11	23	15,6	5,55
		Širina rasip. baruta d	5	10	29	15,9	7,49
		Krakovi pucanja kože i	1	43	43	43	,
		Krakovi puc. kože 2	1	41	41	4i	,
		Krakovi puc. kože 3	1	30	30	30	,
		Krakovi puc. kože 4	1	26	26	26	,

PRISLON	Širina rane	5	3,5	28	14	11,54
	Dužina rane	5	3	19	7,1	6,69
	Najširi dio NP	5	6,5	19	13,3	4,99
	Najuži dio NP	5	2	6	5	1,73
	Širina rasip. baruta a	5	20	35	28,4	6,66
	Širina rasip. baruta b	5	13	47	28,8	13,61
	Širina rasip. baruta c	5	12	24	21	5,1
	Širina rasip. baruta d	5	9	29	19,74	8,22
	Krakovi puc. kože i	4	3,5	47	25,63	22,54
	Krakovi puc. kože 2	3	6,5	41	28	18,75
	Krakovi puc. kože 3	3	4	30	21,33	15,01
	Krakovi puc. kože 4	2	18	26	22	5,66

Legenda: a i 1-12 h na časovniku; b i 2-3h na časovniku; c i 3-6h na časovniku; d i 4-9h na časovniku; sve vrijednosti su izražene u milimetrima;

Analiziranjem deskriptivne statistike najveća odstupanja kod maksimuma i standardne devijacije dobijene su kod automatske puške kod udaljenosti prislon, kada se posmatra krak pucanja kože br.1; najveća odstupanja minimuma dobijene su kod pucanja iz prislona pištolja kalibra 7,62x25 mm kada se analizirao krak pucanja kože br.1; najveće odstupanje srednje vrijednosti dobijeno je kod pucanja sa udaljenosti od 5 cm pištolja kalibra 7,65x17mm, kada se analizirala širina rasipanja barutnih čestica (b).

5.1.2 Transparentne folije

Kod uzorka sa transparentnim folijama riječ je o uzimanju otiska sa kože. Obrađeno je 30 objekata (tkivo svinje) kod kojih je eksperiment izведен u djelimično kontrolisanim uslovima jer je pucano rukom, te je otisak skinut transparentnom folijom. Dakle, uzorak sa transparentnih folija i eksperimentalni uzorak gdje je pucano rukom su zavisni uzorci.

Struktura prema vrsti oružja iz koje je pucano i prema udaljenosti sa koje je identična struktura eksperimentalnog uzorka sa djelimičnom kontrolom obzirom da je riječ o zavisnim uzorcima, a rezultati deskriptivne statistike prikazani su u tabeli br.8.

Tabela br. 8 Deskriptivne statistike za karakteristične varijable u uzorku sa transparentnim folijama prema vrsti oružja i udaljenosti sa koje je pucano

Oružje	Udaljenost	Varijabla	N	Min	Max	MOD	SD
5 cm	5 cm	Širina rane	5	3	6	4,5	1,12
		Dužina rane	5	5	8	6	1,22
		Širina rasip. baruta a	5	24	36	29,9	5,2

pištolj 7,65X17 mm	PRISLON	Širina rasip. baruta b	5	50	72	56,4	8,96
		Širina rasip. baruta c	5	26	32	28,8	2,95
		Širina rasip. baruta d	5	45	69	51,9	9,76
	5 cm	Širina rane	5	4	8	5,8	2,05
		Dužina rane	5	5	10	7	2,35
		Širina rasip. baruta a	5	10	33	21,8	8,53
pištolj 7,62X25 mm	PRISLON	Širina rasip. baruta b	5	15	60,5	39,5	16,2
		Širina rasip. baruta c	5	28	44	35,2	5,72
		Širina rasip. baruta d	5	38	75	59	16,84
	5 cm	Širina rane	5	5	9	6,6	1,52
		Dužina rane	5	6	8	6,8	0,84
		Širina rasipanja baruta a	5	39	63	49,8	8,81
pištolj 9X19 mm	PRISLON	Širina rasipanja baruta b	5	54	94	73,6	15,11
		Širina rasipanja baruta c	5	37	75	58,8	14,22
		Širina rasipanja baruta d	5	66	104	85,8	14,34
	5 cm	Širina rane	5	4	7	5,6	1,34
		Dužina rane	5	4	9	6,4	1,82
		Širina rasip. baruta a	5	26	46	34	8,28
	PRISLON	Širina rasip. baruta b	5	43	70	54,5	11,17
		Širina rasip. baruta c	5	38	55	45,4	7,57
		Širina rasip. baruta d	5	65	109	79,8	18,42
pištolj 9X19 mm	PRISLON	Širina rane	5	5	6	5,2	0,45
		Dužina rane	5	5	9	6,4	1,67
		Širina rasipanja baruta a	5	22	53	31,6	12,62
		Širina rasipanja baruta b	5	63	103	80,4	18,08
		Širina rasipanja baruta c	5	27	41	32	6,93
		Širina rasipanja baruta d	5	42	76	54,6	15,08
pištolj 9X19 mm	PRISLON	Valid N	0				
		Širina rane	5	3	5	4,4	0,89
		Dužina rane	5	3	7	5,2	1,79
		Širina rasip. baruta a	5	26	40	31	6,24
		Širina rasip. baruta b	5	49	68	59,6	7,37
		Širina rasip. baruta c	5	22	50	37,8	11,71

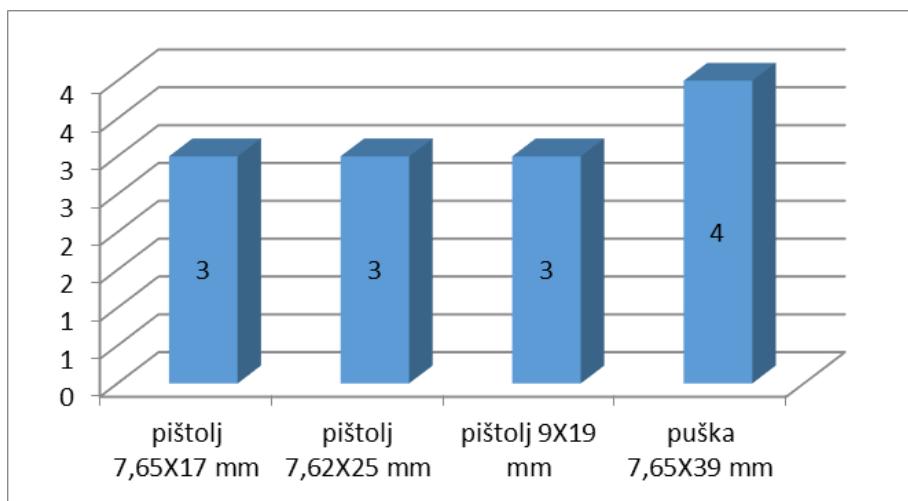
		Širina rasip. baruta d	5	60	78	68,2	8,2
puška 7,65X39 mm	5 cm	Širina rane	5	3	5	3,8	0,84
		Dužina rane	5	4	8	5,7	1,79
		Širina rasipanja baruta a	5	15,5	61	39,9	17,07
		Širina rasipanja baruta b	5	47	55,5	50,3	3,31
		Širina rasipanja baruta c	5	34	77	61,8	17,37
		Širina rasipanja baruta d	5	36	107	80,8	27,36
	PRISLON	Širina rane	5	3	6	4,6	1,14
		Dužina rane	5	5	8	6,8	1,1
		Širina rasip. baruta a	5	40	60	50,6	7,13
		Širina rasip. baruta b	5	49	75	63,2	10,35
		Širina rasip. baruta c	5	45	62	53,8	7,19
		Širina rasip. baruta d	5	50	86	71	15,46

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3h na časovniku; c-6h na časovniku; d-9h na časovniku; SD-standardna devijacija, MOD-srednja vrijednost, sve vrijednosti su izražene u milimetrima;

Analiziranjem deskriptivne statistike vrijednosti dobijenih analiziranjem transparentnih folija skinutih sa tkiva svinje, najveća odstupanja pokazala su se kod pištolja kalibra 7,62x25 mm i to: za vrijednost minimum i srednja vrijednost kod udaljenosti pucanja od 5 cm kada se analizirala širina rasipanja barutnih čestica (d); najveća odstupanja kod maksimuma pokazala su se kod pucanja iz prislona za istu varijablu; dok je kod standardne devijacije najveće odstupanje bilo kod iste varijable (širine rasipanja barutnih čestica d) kod udaljenosti pucanja od 5 cm.

5.1.3 .Modificirana metoda po Walker-u

Kod uzorka sa odjeće (modificirana metoda po Walker-u) analiziran je uzorak sa odjeće kod 13 objekata, koji je potpuno nezavisan od ostalih uzoraka. Struktura prema vrsti oružja iz koje je pucano prezentirana je na grafikonu 5.



Grafikon br. 5 Struktura uzorka sa odjeće prema vrsti oružja iz koje je pucano

Zastupljene su različite vrste oružja. U 30,8% slučajeva je pucano iz puške, a tri različite vrste pištolja su podjednako zastupljene sa po 23,1% udjela.

U tabeli 9. prezentirane su deskriptivne statistike za karakteristične varijable u uzorku sa odjeće.

Tabela br. 9 Deskriptivne statistike za karakteristične varijable u uzorku sa odjeće prema vrsti oružja

	Varijabla	N	Min	Max	MOD	SD
pištolj 7,65X17 mm	Širina rane	3	4,000	6,000	4,67	1,15
	Dužina rane	2	5,00	10,50	7,75	3,89
	Širina rasip.baruta a	3	22,00	36,00	27,33	7,57
	Širina rasip. baruta b	3	25,00	46,00	32,67	11,59
	Širina rasip. baruta c	3	26,00	30,00	28,67	2,31
	Širina rasip. baruta d	3	30,00	60,00	49,33	16,77
pištolj 7,62X25 mm	Širina rane	3	5,000	20,000	11,00	7,94
	Dužina rane	3	6,50	23,00	12,17	9,39
	Širina rasip.baruta a	3	13,50	47,00	33,17	17,50
	Širina rasip.baruta b	3	16,00	51,00	38,33	19,40
	Širina rasip. baruta c	3	17,00	48,50	36,50	17,04
	Širina rasip. baruta d	3	17,50	52,00	39,83	19,37
pištolj 9X19 mm	Širina rane	3	8,000	15,000	10,83	3,69
	Dužina rane	3	7,00	13,00	9,67	3,06
	Širina rasip. baruta a	3	9,00	46,50	30,17	19,21
	Širina rasip. baruta b	3	7,00	50,00	33,67	23,29
	Širina rasip. baruta c	3	8,00	65,00	42,67	30,44
	Širina rasip. baruta d	3	5,00	58,50	35,17	27,40

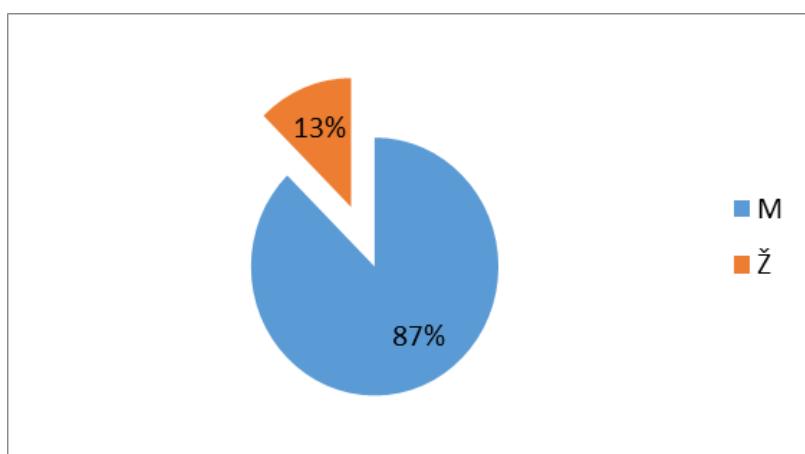
puška 7,65X39 mm	Širina rane	4	3,000	25,000	13,25	9,03
	Dužina rane	4	3,00	25,00	16,50	10,28
	Širina rasip. baruta a	4	43,00	55,00	48,00	5,60
	Širina rasip. baruta b	4	44,00	69,00	55,75	13,10
	Širina rasip. baruta c	4	42,00	90,00	70,25	20,35
	Širina rasip. baruta d	4	38,00	59,50	49,25	9,08

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3h na časovniku; c-6h na časovniku; d-9h na časovniku; MOD-srednja vrijednost, SD-standardna devijacija, Sve izražene vrijednosti prikazane su u milimetrima;

Analiziranjem deskriptivne statistike vrijednosti dobijenih analiziranjem i mjerljem na šifonskom platnu najveća odstupanja pokazala su se kod puške kalibra 7,62x25 mm i to: za vrijednost maksimum i srednja vrijednost kod širine rasipanja barutnih čestica c i kod minimuma kada se posmatra širina rasipanja barutnih čestica b. Najveće odstupanje standardne devijacije pokazalo se kod pištolja kalibra 9x19 mm, kada se posmatra širina rasipanja barutnih čestica c.

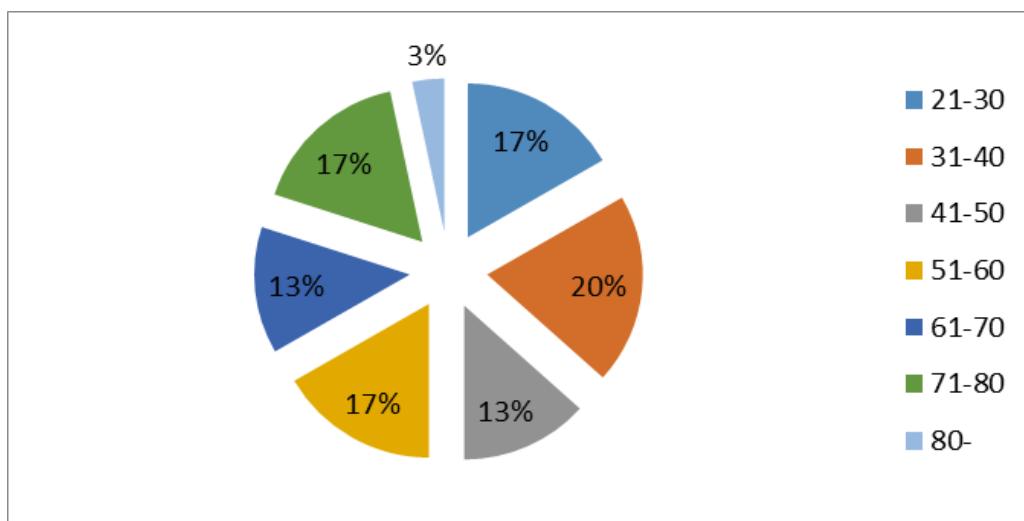
5.1.4 kontrolni uzorak

U kontrolnom uzorku analizirano je 30 leševa obduciranih u periodu 2009-2015.godine na Katedri za Sudsku medicinu, Medicinskog fakulteta u Sarajevu i Zavoda za sudsku medicinu Republike Srpske u Banjoj Luci. Na obdupcionom materijalu vršena su mjerjenja ulazne rane sa svim njenim karakteristikama. Njih 26 je muškog spola, a samo su 4 osobe ženskog spola (grafikon 6).



Grafikon br. 6 Struktura ciljnog uzorka prema spolu osobe

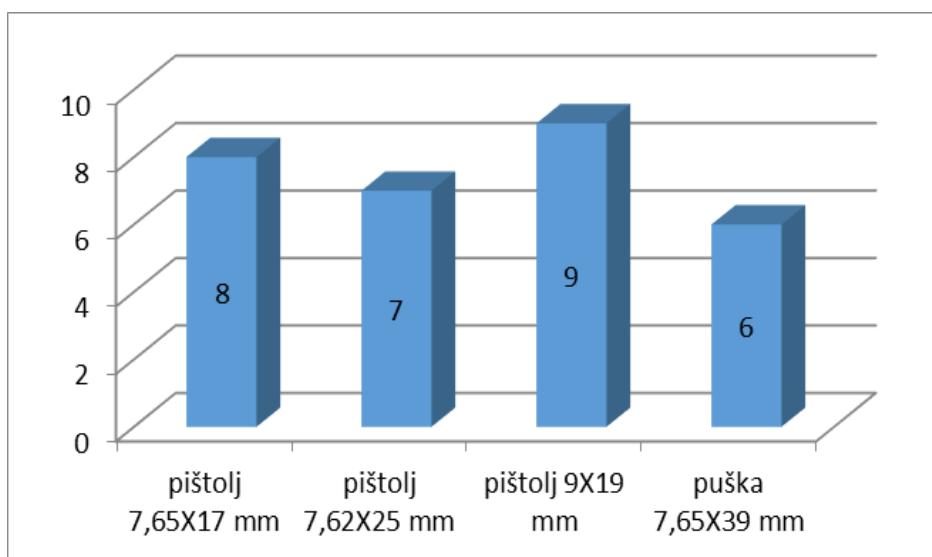
Na grafikonu br. 7. Prikazana je starosna struktura stradalih koji su analizirani u okviru kontrolnog uzorka.



Grafikon br. 7 Struktura kontrolnog uzorka prema starosti osobe

Starosna struktura u uzorku je vrlo heterogena, 50% su osobe do 50 godina.

Struktura prema vrsti oružja iz koje je pucano prezentirana je na grafikonu 8.



Grafikon br. 8 Struktura kontrolnog uzorka prema vrsti oružja iz koje je pucano

Zastupljene su različite vrste oružja. U 20% slučajeva korištena je puška, kod 30% pištolj 9x19 mm, kod 26,7% pištolj 7,65x17 mm, te kod 23,3% pištolj 7,62x25 mm.

U tabeli 10. prezentirane su deskriptivne statistike za karakteristične varijable u kontrolnom uzorku sa obdukcionih materijala.

Tabela br. 10 Deskriptivne statistike za karakteristične varijable u kontrolnomuzorku prema vrsti oružja

Oružje	Varijabla	N	Minimum	Maximum	MOD	SD
pištolj 7,65X17 mm	Širina rane	8	4,000	6,000	5,00	0,76
	Dužina rane	8	2,00	6,00	4,50	1,20
	Najširi dio NP	8	2,00	9,00	5,63	2,56
	Najuži dio NP	8	1,00	5,00	3,38	1,60
	Širina rasipanja baruta a	2	18,00	18,00	18,00	0,00
	Širina rasipanja baruta b	2	20,00	24,00	22,00	2,83
	Širina rasipanja baruta c	2	20,00	21,00	20,50	0,71
	Širina rasipanja baruta d	2	18,00	18,00	18,00	0,00
	Krakovi pucanja kože 2	1	15,00	15,00	15,00	.
	Krakovi pucanja kože 3	2	6,00	8,00	7,00	1,41
pištolj 7,62X25 mm	Širina rane	7	7,000	9,000	7,71	0,76
	Dužina rane	7	5,00	8,00	6,71	1,38
	Najširi dio NP	7	7,00	13,00	9,86	2,04
	Najuži dio NP	7	4,00	9,00	6,14	1,86
	Širina rasipanja baruta a	6	11,00	22,00	17,33	4,27
	Širina rasipanja baruta b	6	10,00	27,00	19,00	6,26
	Širina rasipanja baruta c	6	13,00	20,00	16,33	3,33
	Širina rasipanja baruta d	6	7,00	18,00	13,00	4,15
	Krakovi pucanja kože i	2	8,00	19,00	13,50	7,78
	Krakovi pucanja kože 2	3	12,00	13,00	12,67	0,58
	Krakovi pucanja kože 3	3	13,00	28,00	18,00	8,66
	Krakovi pucanja kože 4	3	15,00	65,00	31,67	28,87
pištolj 9X19 mm	Širina rane	9	4,000	8,000	5,44	1,13
	Dužina rane	9	3,00	7,00	5,00	1,12
	Najširi dio NP	9	2,00	7,00	4,89	1,54
	Najuži dio NP	9	1,00	3,00	2,33	0,71
	Širina rasipanja baruta a	6	19,00	50,00	35,33	11,25
	Širina rasipanja baruta b	6	15,00	24,00	19,83	3,60
	Širina rasipanja baruta c	6	9,00	20,00	14,00	3,74
	Širina rasipanja baruta d	6	5,00	32,00	13,50	10,23

puška 7,65X39 mm	Krakovi pucanja kože i	3	3,00	20,00	10,33	8,74
	Krakovi pucanja kože 2	3	2,00	23,00	12,33	10,50
	Krakovi pucanja kože 3	2	1,00	28,00	14,50	19,09
	Krakovi pucanja kože 4	1	40,00	40,00	40,00	.
	Širina rane	6	7,000	20,000	11,33	4,72
	Dužina rane	6	8,00	18,00	10,17	3,92
	Najširi dio NP	6	7,00	12,00	10,50	1,87
	Najuži dio NP	6	3,00	6,00	5,00	1,10
	Širina rasipanja baruta a	6	18,00	33,00	23,00	5,93
	Širina rasipanja baruta b	6	10,00	24,00	16,67	5,92
	Širina rasipanja baruta c	6	10,00	35,00	19,17	8,80
	Širina rasipanja baruta d	6	8,00	43,00	22,33	12,79
	Krakovi pucanja kože i	2	,00	15,00	7,50	10,61
	Krakovi pucanja kože 2	2	6,00	8,00	7,00	1,41

Legenda: a, 1-12 h na časovniku; b, 2-3h na časovniku; c, 3-6 h na časovniku; d, 4-9h na časovniku; MOD-srednja vrijednost, SD-standardna devijacija, sve izražene vrijednosti prikazane su u milimetrima;

Analiziranjem deskriptivne statistike kontrolnog uzorka najveća odstupanja pokazala su se kod pištolja kalibra 9x19 mm za vrijednosti minimum i srednja vrijednost, dok kod vrijednosti maksimum i standardna devijacija kod pištolja kalibra 7,62x25 mm. Sve vrijednosti su dobijene analiziranjem krakova pucanja kože br 4.

5.2 Poređenja između uzoraka

5.2.1 Poređenje eksperimentalnog uzorka sa djelimičnom kontrolom i transparentnih folija

Sa ciljem da se utvrdi koliko je metoda uzimanja otiska sa rane sa transparentnom folijom pouzdana, uporedile su se vrijednosti analiziranih varijabli za eksperimentalni uzorak sa djelimičnom kontrolom i njemu odgovarajući zavisni uzorak sa transparentnih folija. Statistički riječ je o malim uzorcima te u svrhu poređenja koristio se neparametarski Wilcoxon test za zavisne uzorke (tabela 11).

Tabela br. 11 Komparacija analiziranih varijabli za eksperimentalni uzorak sa djelimičnom kontrolom i njemu odgovarajući zavisni uzorak sa transparentnih folija

Oružje	Udaljenost	Wilcoxon test	Širina rane (mm)	Dužina rane (mm)	Širina rasip. baruta a	Širina rasip. baruta b	Širina rasip. baruta c	Širina rasip. baruta d
pištolj 7,65x17 mm	5 cm	Z	-1,289 ^a	-2,032 ^a	-	-	-	-
		P	,197	,042	,043	,042	,043	,197
	PRISLON	Z	-,412 ^a	-1,214 ^a	-	-,674 ^a	-	-,412 ^a
		P	,680	,225	,043	,500	,043	,680
pištolj 7,62X25 mm	5 cm	Z	-,405 ^a	-1,753 ^a	-	-	-	-,405 ^a
		P	,686	,080	,043	,043	,042	,686
	PRISLON	Z	-,966 ^a	-,135 ^a	-	-	-	-,966 ^a
		P	,334	,893	,043	,043	,043	,334
pištolj 9X19 mm	5 cm	Z	-1,857 ^a	-2,032 ^a	-	-	-	-
		P	,063	,042	,080	,042	,042	,063
	PRISLON	Z	-1,761 ^b	-,184 ^a	-	-	-	-
		P	,078	,854	,138	,043	,104	,078
puška 7,65X39 mm	5 cm	Z	-1,461 ^c	-,552 ^a	-	-	-	,000 ^c
		P	0,144	,581	,225	,043	,043	1,000
	PRISLON	Z	-1,483 ^b	-,674 ^a	-	-	-	-
		P	,138	,500	,043	,042	,043	,138

Legenda: slova postavljena u indexu: a-zasnovano na negativnom rangiranju, b-zasnovano na pozitivnom rangiranju, c-zajednička suma;

Za slučajeve kod kojih je p vrijednost Wilcoxon testa niža od 0,05 (boldirano u tabeli 10) zaključuje se da postoji statistički signifikantna razlika između vrijednosti analiziranih varijabli za eksperimentalni uzorak sa djelimičnom kontrolom i njemu odgovarajući zavisni uzorak sa transparentnih folija. Obzirom da broj takvih slučajeva nije zanemarljiv (21 od ukupno 48, to jeste **43,75%**), navedeni zaključak može dovesti u pitanje pouzdanost metode uzimanja otiska sa rane sa transparentnom folijom.

5.2.2 Poređenje eksperimentalnog uzorka sa potpunom kontrolom i eksperimentalnog uzorka sa djelimičnom kontrolom

Oba eksperimentalna uzorka su se odnosila na eksperiment sa svinjom, te su se iz tog razloga uporedile u kategoriji gdje je to moguće. Kategorija kod koje su komparacije moguće za sve vrste oružja je udaljenost od 5 cm, jer kod eksperimentalnog uzorka sa djelimičnom

kontrolom nije pucano sa udaljenosti od 10 cm, dok je kod eksperimentalnog uzorka sa potpunom kontrolom udaljenost prislon bila zastupljena samo u kategoriji puške.

U analiziranim kategorijama varijable koje su se odnosile na krakove pucanja kože komparirale su se samo za kategoriju puške, jer je u eksperimentalnom uzorku sa potpunom kontrolom samo u kategoriji puške izmjerena vrijednost tih varijabli. Uzorci su mali i nezavisni te u svrhu poređenja koristio se neparametarski Mann-Whitney test za nezavisne uzorce (tabela12)

Tabela br.12 Komparacija analiziranih varijabli za eksperimentalni uzorak u potpuno kontrolisanim uslovima i eksperimentalni uzorak sa djelimičnom kontrolom

Oružje	Udaljenost		Širina rane	Dužina rane	Najširi dio NP	Najuži dio NP	Širina rasipanja baruta a	Širina rasipanja baruta b	Širina rasipanja baruta c	Širina rasipanja baruta d
pištolj 7,65x17 mm	5 cm	Mann-Whitney U	12,000	10,000	7,500	10,000	3,000	,000	3,000	,000
		Wilcoxon W	27,000	25,000	22,500	25,000	18,000	15,000	18,000	15,000
		Z	-,111	-,527	-1,048	-,532	-2,003	-2,611	-1,984	-2,611
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,911	,598	,295	,595	,045	,009	,047	,009
		P value	1,000 ^a	,690 ^a	,310 ^a	,690 ^a	,056 ^a	,008 ^a	,056 ^a	,008 ^a
pištolj 7,62X25 mm	5 cm	Mann-Whitney U	9,000	12,000	9,500	11,000	,000	7,000	,000	1,000
		Wilcoxon W	24,000	27,000	24,500	26,000	15,000	22,000	15,000	16,000
		Z	-,783	-,105	-,631	-,319	-2,627	-1,152	-2,643	-2,402
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,434	,916	,528	,750	,009	,249	,008	,016
		P value	,548 ^a	1,000 ^a	,548 ^a	,841 ^a	,008 ^a	,310 ^a	,008 ^a	,016 ^a
pištolj 9X19 mm	5 cm	Mann-Whitney U	5,000	10,000	2,000	,500	7,000	5,000	11,500	4,000
		Wilcoxon W	20,000	25,000	17,000	15,500	22,000	20,000	26,500	19,000
		Z	-1,586	-,557	-2,193	-2,546	-1,149	-1,571	-,210	-1,781
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,113	,577	,028	,011	,251	,116	,834	,075
		P value	,151 ^a	,690 ^a	,032 ^a	,008 ^a	,310 ^a	,151 ^a	,841 ^a	,095 ^a

puška 7,65X39 mm	5 cm	Mann-Whitney U	6,500	7,000	,500	,000	5,000	12,000	,000	1,000
		Wilcoxon W	21,500	22,000	15,500	15,000	20,000	27,000	15,000	16,000
		Z	-1,265	-1,163	-2,514	-2,627	-1,571	-,105	-2,619	-2,402
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,206	,245	,012	,009	,116	,917	,009	,016
		P value	,222 ^a	,310 ^a	,008^a	,008^a	,151 ^a	1,000 ^a	,008^a	,016^a
	PRISLON	Mann-Whitney U	10,000	1,000	9,500	5,000	5,000	9,500	10,500	,000
		Wilcoxon W	25,000	16,000	24,500	20,000	20,000	24,500	25,500	15,000
		Z	-,522	-2,402	-,631	-1,611	-1,567	-,629	-,420	-2,611
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,602	,016	,528	,107	,117	,530	,674	,009
		P value	,690 ^a	,016^a	,548 ^a	,151 ^a	,151 ^a	,548 ^a	,690 ^a	,008^a

Legenda: 1-12 h na časovniku; 2-3h na časovniku; 3-6h na časovniku; 4-9h na časovniku;

Za slučajeve kod kojih je p vrijednost U testa niža od 0,05 (boldirano u tabeli 11) zaključuje se da postoji signifikantna razlika između vrijednosti analiziranih varijabli za eksperimentalni uzorak sa potpunom kontrolom i eksperimentalni uzorak sa djelimičnom kontrolom. Obzirom da je broj takvih slučajeva nije dominantan ni veliki, a time ni značajan (13 od ukupno 44, to jeste 29,5%), zaključuje se da s ciljem kreiranja jedinstvenog modela za predviđanje, dva eksperimentalna uzorka se mogu objediniti u jedan.

5.2.3 Poređenje eksperimentalnih uzoraka i kontrolnog uzorka

Kontrolni uzorak je uzorak uzet sa obdupcionih materijala. Za ovaj uzorak raspoloživ je podatak o vrsti oružja, ali ne i o udaljenosti sa koje je pucano. Iz tog razloga komparirao se ovaj uzorak sa objedinjenim eksperimentalnim uzorcima, a sve s ciljem da se stvori baza za kreiranje modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano i udaljenosti sa koje je pucano. Uzorci su mali i nezavisni te u svrhu poređenja koristio se neparametarski Mann-Whitney test za nezavisne uzorke (tabela 13).

Tabela br. 13 Komparacija analiziranih varijabli za eksperimentalne uzorke i kontrolni uzorak

Oružje		Širina rane	Dužina rane	Najširi dio NP	Najuži dio NP	Širina rasipanja baruta a	Širina rasipanja baruta b	Širina rasipanja baruta c	Širina rasipanja baruta d
pištolj 7,65X17 mm	Mann-Whitney U	53,000	60,500	76,000	44,500	16,000	9,500	19,000	8,000
	Wilcoxon W	263,000	270,500	286,000	254,500	19,000	12,500	229,000	11,000
	Z	-1,414	-1,004	-,205	-1,822	-,458	-1,200	-,114	-1,372
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,157	,316	,838	,068	,647	,230	,909	,170
	Exact Sig. [2*(i-tailed Sig.)]	,182 ^a	,328 ^a	,862 ^a	,070 ^a	,701 ^a	,260 ^a	,952 ^a	,216 ^a
pištolj 7,62X25 mm	Mann-Whitney U	7,000	29,000	63,500	37,500	54,000	42,500	47,500	29,500
	Wilcoxon W	217,000	239,000	91,500	247,500	75,000	63,500	68,500	50,500
	Z	-3,563	-2,291	-,362	-1,819	-,366	-1,067	-,762	-1,859
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,022	,717	,069	,715	,286	,446	,063
	Exact Sig. [2*(i-	,000^a	,022^a	,725 ^a	,072 ^a	,744 ^a	,295 ^a	,457 ^a	,062 ^a

	tailed Sig.)]								
pištolj 9X19 mm	Mann-Whitney U	39,000	49,500	68,500	79,500	13,500	53,000	16,500	23,000
	Wilcoxon W	249,000	259,500	113,500	124,500	223,500	263,000	37,500	44,000
	Z	-2,443	-1,946	-1,019	-,504	-2,831	-,427	-2,650	-2,255
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,015	,052	,308	,614	,005	,669	,008	,024
	Exact Sig. [2*(i-tailed Sig.)]	,015^a	,055 ^a	,317 ^a	,627 ^a	,003^a	,700 ^a	,006^a	,023 ^a
puška 7,65X39 mm	Mann-Whitney U	36,000	35,000	41,000	65,000	58,500	19,000	36,500	44,000
	Wilcoxon W	361,000	360,000	62,000	390,000	79,500	40,000	57,500	65,000
	Z	-1,957	-2,005	-1,703	-,504	-,827	-2,805	-1,927	-1,551
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,050	,045	,089	,614	,408	,005	,054	,121
	Exact Sig. [2*(i-tailed Sig.)]	,053 ^a	,046^a	,095 ^a	,643 ^a	,419 ^a	,003^a	,053 ^a	,130 ^a
		Oružje			Krakovi pucanja kože 2		Krakovi pucanja kože 3	Krakovi pucanja kože i	Krakovi pucanja kože 4

	pištolj 7,65X17 mm	Mann-Whitney U	,000	,000		
		Wilcoxon W	1,000	1,000		
		Z	-1,000	-1,225		
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,317	,221		
		Exact Sig. [2*(i-tailed Sig.)]	1,000 ^a	,667 ^a		
	pištolj 7,62X25 mm	Mann-Whitney U	,000	3,000	,000	4,000
		Wilcoxon W	6,000	9,000	3,000	10,000
		Z	-1,993	-,674	-1,732	-,232
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,046	,500	,083	,817
		Exact Sig. [2*(i-tailed Sig.)]	,100 ^a	,700 ^a	,200 ^a	1,000 ^a
	pištolj 9X19 mm	Mann-Whitney U	4,000		3,000	
		Wilcoxon W	10,000		9,000	
		Z	-,218		-,655	
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,827		,513	
		Exact Sig. [2*(i-tailed Sig.)]	1,000 ^a		,700 ^a	
	puška 7,65X39 mm	Mann-Whitney U	1,000		2,000	
		Wilcoxon W	4,000		5,000	
		Z	-1,833		-1,654	
		Asymp. Sig. (2-tailed)	,067		,098	
		Exact Sig. [2*(i-tailed Sig.)]	,089 ^a		,145 ^a	

Legenda: 11 a-12 h na časovniku; 21 b-3h na časovniku; 3 i c-6h na časovniku; 4 i d-9h na časovniku; NP-nagnječni prsten;

Za slučajeve kod kojih je p vrijednost U testa niža od 0,05 (boldirano u tabeli br. 12) zaključilo se da postoji signifikantna razlika između vrijednosti analiziranih varijabli za

kontrolni uzorak i eksperimentalni uzorak. S obzirom da je broj takvih slučajeva nije značajan (7 od ukupno 42, to jeste **16,67%**) i da su u samo 4 slučaju razlike signifikantne za ključne varijable čijim se vrijednostima raspolaže za kompletan kontrolni uzorak i eksperimentalni uzorak (širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena, zaključuje se da s ciljem kreiranja jedinstvenog modela za predviđanje kontrolni i eksperimentalni uzorci se mogu objediniti i analizirati kao jedan.

5.3 Specifikacija diskriminacionih modela za predviđanje vrste oružja kojom je pucano i udaljenosti sa koje je pucano na bazi karakterističnih varijabli: širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena

Kroz prethodne analize pokazano je da u dominantnom broju slučajeva ne postoji statistički signifikantna razlika između eksperimentalnih uzoraka i kontrolnog uzorka, te su ta tri uzorka objedinjena i na bazi tog novog agregiranog uzorka se razvijaju i testiraju diskriminacioni modeli za predviđanje vrste oružja i udaljenosti sa koje je pucano. U kontrolnom uzorku nije se raspolagalo podatkom o udaljenosti sa koje je pucano, te se za diskriminacioni model za predviđanje udaljenosti sa koje je pucano kreira na osnovu podataka iz eksperimentalnih uzoraka.

Za varijable koje se odnose na širinu rasipanja baruta i krakove pucanja kože podaci nisu dostupni za kompletan novi agregirani uzorak, te se kao nezavisne varijable za kreiranje diskriminacionih modela uzimaju varijable: širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena, jer za te varijable postoje podaci za kompletan novi agregirani uzorak.

5.3.1 Testiranje pretpostavki za primjenu diskriminacione analize

Veličina agregiranog uzorka koja se koristila za kreiranje diskriminacionih modela je 90 elemenata u eksperimentalnim uzorcima i 30 elemenata u kontrolnom uzorku sa 4 nezavisne varijable u modelu.

- Prvo pravilo za primjenu diskriminacione analize jeste da postoji najmanje 20 elemenata po jednoj nezavisnoj varijabli, što je u ovom slučaju zadovoljeno.
- Drugo pravilo za primjenu diskriminacione analize jeste da postoji najmanje 20 elemenata po svakoj grupi ili kategoriji zavisne varijable, što je, takođe, zadovoljeno.

Prema standardiziranim vrijednostima nezavisnih varijabli uključenih u diskriminacioni model, outliera nema, jer su apsolutne vrijednosti standardiziranih vrijednosti nezavisnih

varijabli uključenih u diskriminacioni model niže od 3 (tabela 14). Zadovoljena je i pretpostavka „normalnosti” nezavisnih varijabli uključenih u model (tabela 15), jer su u 81,25% slučajeva p vrijednosti Shapiro-Wilk testa „normalnosti” više od 0,05.

Tabela br. 14 Testovi „normalnosti” nezavisnih karakterističnih varijabli uključenih u diskriminacioni model

Oružje	Udaljenost	Shapiro-Wilk			
		Statistic	df	Sig.	
Pištolj 7,65X17 mm	Kontrolni uzorak	Širina rane	0,849	8	0,093
		Dužina rane	0,848	8	0,090
		Najširi dio NP	0,942	8	0,631
		Najuži dio NP	0,873	8	0,162
	10 cm	Širina rane	0,771	5	0,046
		Dužina rane	0,961	5	0,814
		Najširi dio NP	0,821	5	0,119
		Najuži dio NP	0,754	5	0,033
	5 cm	Širina rane	0,884	10	0,144
		Dužina rane	0,937	10	0,519
		Najširi dio NP	0,849	10	0,057
		Najuži dio NP	0,910	10	0,280
	PRISLON	Širina rane	0,933	5	0,617
		Dužina rane	0,888	5	0,345
		Najširi dio NP	0,914	5	0,492
		Najuži dio NP	0,914	5	0,492
pistolj 7,62X25 mm	Kontrolni uzorak	Širina rane	0,833	7	0,086
		Dužina rane	0,820	7	0,064
		Najširi dio NP	0,923	7	0,490
		Najuži dio NP	0,889	7	0,271
	10 cm	Širina rane	0,821	5	0,119
		Dužina rane	0,914	5	0,490
		Najširi dio NP	0,932	5	0,608
		Najuži dio NP	0,999	5	1,000
	5 cm	Širina rane	0,569	10	0,000
		Dužina rane	0,967	10	0,865

		Najširi dio NP	0,963	10	0,817
		Najuži dio NP	0,893	10	0,181
PRISLON		Širina rane	0,852	5	0,201
		Dužina rane	0,868	5	0,257
		Najširi dio NP	0,923	5	0,549
		Najuži dio NP	0,932	5	0,608
pištolj 9X19 mm	Kontrolni uzorak	Širina rane	0,810	9	0,026
		Dužina rane	0,902	9	0,263
		Najširi dio NP	0,896	9	0,231
		Najuži dio NP	0,805	9	0,024
	10 cm	Širina rane	0,821	5	0,119
		Dužina rane	0,961	5	0,814
		Najširi dio NP	0,883	5	0,325
		Najuži dio NP	0,771	5	0,046
	5 cm	Širina rane	0,953	10	0,699
		Dužina rane	0,712	10	0,001
		Najširi dio NP	0,956	10	0,742
		Najuži dio NP	0,879	10	0,128
puška 7,65X39 mm	PRISLON	Širina rane	0,849	5	0,193
		Dužina rane	0,987	5	0,967
		Najširi dio NP	0,879	5	0,303
		Najuži dio NP	0,807	5	0,093
	Kontrolni uzorak	Širina rane	0,856	6	0,176
		Dužina rane	0,652	6	0,002
		Najširi dio NP	0,815	6	0,080
		Najuži dio NP	0,814	6	0,078
	10 cm	Širina rane	0,735	5	0,021
		Dužina rane	0,754	5	0,033
		Najširi dio NP	0,888	5	0,345
		Najuži dio NP	0,655	5	0,003
	5 cm	Širina rane	0,881	10	0,134
		Dužina rane	0,940	10	0,555
		Najširi dio NP	0,863	10	0,083
		Najuži dio NP	0,812	10	0,021

	PRISLON	Širina rane	0,905	10	0,249
		Dužina rane	0,892	10	0,179
		Najširi dio NP	0,988	10	0,994
		Najuži dio NP	0,887	10	0,158

Legenda: NP-nagnječni prsten;

Između nezavisnih varijabli uključenih u diskriminacioni model nije prisutna visoka korelacija, što eliminiše problem multikolinearnosti (tabela 15), jer su korelacioni koeficijenti u 83,33% slučajeva niži od 0,8.

Tabela br. 15 Korelaciona matrica za nezavisne karakteristične varijable uključene u diskriminacioni model

Oružje	Udaljenost	Varijabla		Širina rane	Dužina rane	Najširi dio NP	Najuži dio NP
pištolj 7,65X17 mm	Kontrolni uzorak	Širina rane	Pearson Correlation	1	,158	,000	-,118
			Sig. (2-tailed)		,708	1,000	,780
		Dužina rane	Pearson Correlation	,158	1	,630	,636
			Sig. (2-tailed)	,708		,094	,090
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	,000	,630	1	,877**
			Sig. (2-tailed)	1,000	,094		,004
		Najuži dio NP	Pearson Correlation	-,118	,636	,877**	1
			Sig. (2-tailed)	,780	,090	,004	
	10 cm	Širina rane	Pearson Correlation	1	,784	-,559	-,281
			Sig. (2-tailed)		,116	,327	,647
		Dužina rane	Pearson Correlation	,784	1	-,146	-,354
			Sig. (2-tailed)	,116		,815	,559
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	-,559	-,146	1	,571
			Sig. (2-tailed)	,327	,815		,315
	5 cm	Najuži dio NP	Pearson Correlation	-,281	-,354	,571	1
			Sig. (2-tailed)	,647	,559	,315	
		Širina rane	Pearson Correlation	1	,589	-,123	-,159
			Sig. (2-tailed)		,073	,734	,661

pištolj 7,62X25 mm	PRISLON	Dužina rane	Pearson Correlation	,589	1	-,288	,000
			Sig. (2-tailed)	,073		,420	1,000
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	-,123	-,288	1	,276
			Sig. (2-tailed)	,734	,420		,439
		Najuži dio NP	Pearson Correlation	-,159	,000	,276	1
			Sig. (2-tailed)	,661	1,000	,439	
		Širina rane	Pearson Correlation	1	,274	,008	-,880*
			Sig. (2-tailed)		,656	,990	,049
		Dužina rane	Pearson Correlation	,274	1	-,683	-,582
			Sig. (2-tailed)	,656		,204	,304
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	,008	-,683	1	,304
			Sig. (2-tailed)	,990	,204		,619
		Najuži dio NP	Pearson Correlation	-,880*	-,582	,304	1
			Sig. (2-tailed)	,049	,304	,619	
Kontrolni uzorak	10 cm	Širina rane	Pearson Correlation	1	,388	,077	,152
			Sig. (2-tailed)		,390	,869	,745
		Dužina rane	Pearson Correlation	,388	1	,398	,472
			Sig. (2-tailed)	,390		,376	,285
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	,077	,398	1	,577
			Sig. (2-tailed)	,869	,376		,175
		Najuži dio NP	Pearson Correlation	,152	,472	,577	1
			Sig. (2-tailed)	,745	,285	,175	
		Širina rane	Pearson Correlation	1	,609	-,867	-,894*
			Sig. (2-tailed)		,276	,057	,041
		Dužina rane	Pearson Correlation	,609	1	-,672	-,816
			Sig. (2-tailed)	,276		,214	,092
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	-,867	-,672	1	,952*
			Sig. (2-tailed)	,057	,214		,013

		Najuži dio NP	Pearson Correlation	-,894*	-,816	,952*	1
			Sig. (2-tailed)	,041	,092	,013	
5 cm	Širina rane		Pearson Correlation	1	-,125	,510	-,401
			Sig. (2-tailed)		,730	,132	,251
	Dužina rane		Pearson Correlation	-,125	1	,098	-,032
			Sig. (2-tailed)	,730		,787	,931
	Najširi dio NP		Pearson Correlation	,510	,098	1	,052
			Sig. (2-tailed)	,132	,787		,886
	Najuži dio NP		Pearson Correlation	-,401	-,032	,052	1
			Sig. (2-tailed)	,251	,931	,886	
	PRISLON	Širina rane	Pearson Correlation	1	,712	-,416	-,314
			Sig. (2-tailed)		,177	,487	,607
		Dužina rane	Pearson Correlation	,712	1	-,719	-,167
			Sig. (2-tailed)	,177		,171	,789
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	-,416	-,719	1	,146
			Sig. (2-tailed)	,487	,171		,815
		Najuži dio NP	Pearson Correlation	-,314	-,167	,146	1
			Sig. (2-tailed)	,607	,789	,815	
pištolj 9X19 mm	Kontrolni uzorak	Širina rane	Pearson Correlation	1	,593	-,040	,104
			Sig. (2-tailed)		,092	,919	,790
		Dužina rane	Pearson Correlation	,593	1	,146	-,316
			Sig. (2-tailed)	,092		,709	,407
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	-,040	,146	1	,268
			Sig. (2-tailed)	,919	,709		,485
		Najuži dio NP	Pearson Correlation	,104	-,316	,268	1
			Sig. (2-tailed)	,790	,407	,485	
	10 cm	Širina rane	Pearson Correlation	1	,219	-,707	-,839
			Sig. (2-tailed)		,723	,182	,076

	5 cm	Dužina rane	Pearson Correlation	,219	1	-,620	,196
			Sig. (2-tailed)	,723		,264	,752
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	-,707	-,620	1	,395
			Sig. (2-tailed)	,182	,264		,510
		Najuži dio NP	Pearson Correlation	-,839	,196	,395	1
			Sig. (2-tailed)	,076	,752	,510	
		Širina rane	Pearson Correlation	1	,555	,531	,653*
			Sig. (2-tailed)		,096	,114	,040
		Dužina rane	Pearson Correlation	,555	1	-,045	-,047
			Sig. (2-tailed)	,096		,902	,897
PRISLON	Najširi dio NP	Pearson Correlation	,531	-,045	1		,667*
		Sig. (2-tailed)	,114	,902			,035
	Najuži dio NP	Pearson Correlation	,653*	-,047	,667*	1	
		Sig. (2-tailed)	,040	,897	,035		
	Širina rane	Pearson Correlation	1	,609	-,190		-,174
		Sig. (2-tailed)		,276	,759		,780
	Dužina rane	Pearson Correlation	,609	1	-,547		,094
		Sig. (2-tailed)	,276		,340		,880
	Najširi dio NP	Pearson Correlation	-,190	-,547	1		,670
		Sig. (2-tailed)	,759	,340			,216
	Najuži dio NP	Pearson Correlation	-,174	,094	,670	1	
		Sig. (2-tailed)	,780	,880	,216		
puška 7,65X39 mm	Kontrolni uzorak	Širina rane	Pearson Correlation	1	,807	-,793	,387
			Sig. (2-tailed)		,052	,060	,449
		Dužina rane	Pearson Correlation	,807	1	-,886*	,466
			Sig. (2-tailed)	,052		,019	,352
		Najširi dio NP	Pearson Correlation	-,793	-,886*	1	-,488
			Sig. (2-tailed)	,060	,019		,326

		Najuži dio NP	Pearson Correlation	,387	,466	-,488	1
			Sig. (2-tailed)	,449	,352	,326	
10 cm	Širina rane		Pearson Correlation	1	,823	,685	,971**
			Sig. (2-tailed)		,087	,202	,006
	Dužina rane		Pearson Correlation	,823	1	,302	,887*
			Sig. (2-tailed)	,087		,621	,045
	Najširi dio NP		Pearson Correlation	,685	,302	1	,507
			Sig. (2-tailed)	,202	,621		,384
5 cm	Najuži dio NP		Pearson Correlation	,971**	,887*	,507	1
			Sig. (2-tailed)	,006	,045	,384	
	Širina rane		Pearson Correlation	1	,538	,090	-,151
			Sig. (2-tailed)		,109	,804	,676
	Dužina rane		Pearson Correlation	,538	1	-,209	-,660*
			Sig. (2-tailed)	,109		,562	,038
PRISLON	Najširi dio NP		Pearson Correlation	,090	-,209	1	,609
			Sig. (2-tailed)	,804	,562		,062
	Najuži dio NP		Pearson Correlation	-,151	-,660*	,609	1
			Sig. (2-tailed)	,676	,038	,062	
	Širina rane		Pearson Correlation	1	,536	-,446	-,576
			Sig. (2-tailed)		,110	,196	,081
	Dužina rane		Pearson Correlation	,536	1	-,114	-,423
			Sig. (2-tailed)	,110		,754	,223
	Najširi dio NP		Pearson Correlation	-,446	-,114	1	,780**
			Sig. (2-tailed)	,196	,754		,008
	Najuži dio NP		Pearson Correlation	-,576	-,423	,780**	1
			Sig. (2-tailed)	,081	,223	,008	

**. Korelacija je signifikantna sa 0.01 vrijednošću (2-primjera).

*. Korelacija je signifikantna sa 0.05 vrijednošću (2-primjera).

Legenda: NP-nagnječni prsten;

Sa ciljem da se potvrди opravdanost primjene metode multiple diskriminacione analize za kreiranje modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano, poredila se prosječna vrijednost karakterističnih varijabli u okviru iste udaljenosti pucanja prema vrsti oružja.

Uzorci su mali i nezavisni te u svrhu poređenja koristio se neparametarski Kruscal-Walisov test za nezavisne uzorke (tabela 16).

Tabela br. 16 Komparacija analiziranih varijabli u novom agregiranom uzorku između različitih vrsta oružja za istu udaljenost

Udaljenost		Širina rane	Dužina rane	Najširi dio NP	Najuži dio NP
Kontrolni uzorak – nemamo podatak o udaljenosti	Chi-Square	21,006	18,934	18,812	17,051
	Df	3	3	3	3
	Asymp. Sig.	,000	,000	,000	,001
10 cm	Chi-Square	7,105	8,257	14,364	13,514
	Df	3	3	3	3
	Asymp. Sig.	,069	,041	,002	,004
5 cm	Chi-Square	2,941	6,124	2,412	3,062
	Df	3	3	3	3
	Asymp. Sig.	,401	,106	,491	,382
Prislon	Chi-Square	10,824	4,546	10,156	9,522
	Df	3	3	3	3
	Asymp. Sig.	,013	,208	,017	,023

Legenda: NP-nagnječni prsten;

U okviru udaljenosti prislon10 cm postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite vrste oružja, što nije slučaj kod udaljenosti 5 cm. Za svaku karakterističnu varijablu makar u jednoj kategoriji udaljenosti postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite vrste oružja. Ako se izuzme kontrolni uzorak gdje se ne posjeduje informacija o udaljenosti pucanja, u 50 % slučajeva postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite vrste oružja. Navedeno opravdava primjenu diskriminacione analize.

Sa ciljem da se potvrди opravdanost primjene metode multiple diskriminacione analize za kreiranje modela za predviđanje vrste udaljenosti sa koje je pucano, poredile su se prosječne vrijednosti karakterističnih varijabli u okviru iste vrste oružja prema udaljenosti pucanja.

Uzorci su mali i nezavisni te u svrhu poređenja koristio se neparametarski Kruskal-Walisov test za nezavisne uzorkе (tabela 17).

Tabela br. 17 Komparacija analiziranih varijabli u novom agregiranom uzorku između različitih udaljenosti za istu vrstu oružja

Oružje		Širina rane	Dužina rane	Najširi dio NP	Najuži dio NP
pištolj 7,65X17 mm	Chi-Square	4,078	,687	10,523	11,470
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,130	,709	,005	,003
pištolj 7,62X25 mm	Chi-Square	4,285	4,243	,405	3,417
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,117	,120	,817	,181
pištolj 9X19 mm	Chi-Square	8,816	9,953	8,632	9,873
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,012	,007	,013	,007
puška 7,65X39 mm	Chi-Square	13,527	9,039	5,579	,491
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,001	,011	,061	,782

Legenda: NP-nagnječni prsten;

Za svaku karakterističnu varijablu, makar u jednoj kategoriji oružja, postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite udaljenosti

pucanja. U 50% slučajeva postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite vrste udaljenosti pucanja. Navedeno opravdava primjenu diskriminacione analize.

5.3.1.1 Diskriminacioni model za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano

Kako je prethodnim testovima pokazano da za svaku od analiziranih karakterističnih varijabli postoje razlike kod nekih oružja, u nastavku primjenom diskriminacione analize kreirao se model na bazi kojeg će biti moguće odrediti vrstu oružja na bazi poznavanja vrijednosti karakterističnih varijabli.

Prvo su se analizirale vrijednosti Wilks' Lambda za svaku nezavisnu promjenljivu (tabela 18), jer se pomoću nje sagledavaju pojedinačni ili univarijantni značaj svake nezavisne promjenljive.

Tabela br. 18 Test jednakosti za sredine grupa

	Wilks' Lambda	F	Sig.
Širina rane	,824	7,897	,000
Dužina rane	,829	7,615	,000
Najširi dio NP	,701	15,794	,000
Najuži dio NP	,860	6,032	,001

Legenda: NP-nagnječni prsten

Prema p vrijednostima iz tabele br.16. koje su niže od 0,05 za svaku nezavisnu varijablu uključenu u model zaključujemo da za sve četiri nezavisne varijable u diskriminacionom modelu postoji statistički signifikantna razlika prosječnih vrijednosti (sredina) tih varijabli između grupa prema oružju.

Diskriminaciona funkcija kada se kao grupe posmatraju vrste oružja (1-4) glasi:

diskriminacioni bodovi za vrstu oružja=
 $-2,624 + 0,104 \cdot \text{širina rane} + 0,079 \cdot \text{dužina rane} + 0,141 \cdot \text{najširi di NP} + 0,037 \cdot \text{najuži dio NP}$

Kanonička korelacija iznosi 0,684 (Eigen value=0,877, Wilks' Lambda=0,524, p=0,000<0,05). Granične vrijednosti na osnovu kojih se na bazi diskriminacionih skorova zaključuje iz koje vrste oružja je pucano prezentirani su u tabeli br. 18.

Tabela br. 19 Granične vrijednosti za model sa diskriminacionom funkcijom gdje su nezavisne varijable: širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena kada se kao grupe posmatraju vrste oružja

Oružje	Granične vrijednosti
pištolj 7,65X17 mm	$\leq (-0,4478)$
pištolj 7,62X25 mm	(-0,4479) – (-0,3544)
pištolj 9X19 mm	(-0,3545) – 0,4105
puška 7,65X39 mm	$\geq 0,4106$

Kvalitet predviđanja primjenom navedene diskriminacione funkcije gdje su nezavisne varijable: širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena kada se kao grupe posmatraju vrste oružja prezentiran je u tabeli br. 20.

Tabela br. 20 Matrica klasifikacije prikazana primjenom diskriminacione funkcije

	pištolj 7,65X17 mm	pištolj 7,62X25 mm	pištolj 9X19 mm	puška 7,65X39 mm
pištolj 7,65X17 mm	17	3	7	1
pištolj 7,62X25 mm	2	19	3	3
pištolj 9X19 mm	17	5	5	2
puška 7,65X39 mm	4	4	0	23

Racio korektne klasifikacije iznosi $(17+19+5+23)/115=0,557$, što znači da je prosjeku **55,7%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju vrste oružja.

5.3.1.2 Diskriminacioni model za predviđanje udaljenosti sa koje je pucano

Kako je prethodnim testovima pokazano da za svaku od analiziranih karakterističnih varijabli postoje razlike kod nekih udaljenosti, u nastavku primjenom diskriminacione analize kreirao se model na bazi kojeg će biti moguće odrediti udaljenost pucanja na bazi poznavanja vrijednosti karakterističnih varijabli.

Analizirale su se vrijednosti Wilks' Lambda za svaku nezavisnu promjenljivu (tabela21), kako bi se sagledali pojedinačni ili univarijantni značaj svake nezavisne promjenljive.

Tabela br. 21 Wilks' Lambda test za nezavisne promjenljive

	Wilks' Lambda	F	Sig.
Širina rane	,742	14,264	,000
Dužina rane	,799	10,316	,000
Najširi dio NP	,993	,296	,745
Najuži dio NP	,957	1,857	,163

Legenda: NP-nagnječni prsten;

Prema p vrijednostima iz tabele br.21. zaključuje se da za širinu i dužinu rane kao nezavisne varijable u diskriminacionom modelu postoji statistički signifikantna razlika prosječnih vrijednosti (sredina) tih varijabli između grupa prema udaljenosti pucanja, što nije slučaj sa dimenzijama nagnječnog prstena.

Diskriminaciona funkcija kada se kao grupe posmatraju udaljenosti sa kojih je pucano (prislon, 5 cm i i0 cm) glasi:

$$\text{diskriminacioni bodovi za udaljenost pucanja} = -1,289 + 0,173 \cdot \text{širina rane} + 0,068 \cdot \text{dužina rane} - 0,035 \cdot \text{najširi dio NP} + 0,060 \cdot \text{najuži dio NP}$$

Kanonička korelacija iznosi 0,529 (Eigen value=0,3897, Wilks' Lambda=0,687, p=0,000<0,05). Objasnjeni % varijanse uz ovu diskriminacionu funkciju iznosi 89%, te je to razlog njezinog daljeg razmatranja u odnosu na drugu dobijenu diskriminacionu funkciju u okviru ovog modela. Granične vrijednosti na osnovu kojih se na bazi diskriminacionih skorova zaključuje iz koje vrste oružja je pucano gdje su nezavisne varijable: širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja, prezentirani u tabeli br. 22.

Tabela br. 22 Granične vrijednosti za udaljenost pucanja

Udaljenost pucanja	Granične vrijednosti
5 cm	$\leq (-0,3906)$
10 cm	$(-0,3907) - 0,2754$
PRISLON	$\geq 0,2755$

Kvalitet predviđanja primjenom navedene diskriminacione funkcije prezentiran je u tabeli br.23.

Tabela br. 23 Matrica klasifikacije diskriminacionom funkcijom gdje su nezavisne varijable: širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja

	PRISLON	5 cm	10 cm
PRISLON	9	12	4
5 cm	1	18	21
10 cm	1	3	16

Racio korektne klasifikacije iznosi $(9+18+16)/85=0,506$, što znači da je prosjeku **50,6%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja. Najveća greška klasifikacije prisutna je u kategoriji udaljenosti prislon.

5.4 Specifikacija diskriminacionih modela za predviđanje vrste oružja kojom je pucano i udaljenosti sa koje je pucano na bazi tragova barutnih čestica

Kroz prethodne analize pokazano je da u dominantnom broju slučajeva ne postoji statistički signifikantna razlika između eksperimentalnih uzoraka, te su ta dva uzorka objedinjena i na bazi tog novog agregiranog uzorka se razvijaju i testiraju diskriminacioni modeli za predviđanje vrste oružja i udaljenosti pucanja na bazi novih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica.

Diskriminacioni modeli se kreiraju tako da se sve nezavisne varijable zajedno uključuju u model i primjenjuje se metoda Wilks' λ .

5.4.1 Testiranje pretpostavki za primjenu diskriminacione analize

Veličina agregiranog uzorka koji se koristio za kreiranje ovog diskriminacionog modela je 90 elemenata u eksperimentalnim uzorcima, a imamo 4 nezavisne varijable koje se odnose na tragove barutnih čestica u modelu.

Svi postulati za primjenu diskriminacione analize su zadovoljeni. Prema standardiziranim vrijednostima nezavisnih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica uključenih u diskriminacioni model, outliera nema, jer su absolutne vrijednosti standardiziranih vrijednosti nezavisnih varijabli uključenih u diskriminacioni model niže od 3 (tabela 24). Zadovoljena je i pretpostavka „normalnosti“ nezavisnih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica uključenih u model (tabela 25), jer su u 83,33% slučajeva p vrijednosti Shapiro-Wilk testa „normalnosti“ više od 0,05.

Između nezavisnih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica uključenih u diskriminacioni model nije prisutna visoka korelacija, što eliminiše problem multikolinearnosti (tabela 26), jer su korelacioni koeficijenti u 87,5% slučajeva niži od 0,8. To je potvrđeno i kroz proces konstrukcije modela gdje se niti jedna varijabla nije zbog problema sa nivoom tolerantnosti morala isključiti iz diskriminacionih modela.

Tabela br. 24 Deskriptivna statistika za standardizirane vrijednosti nezavisnih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica uključenih u diskriminacioni model

Oružje	Udaljenost		N	Minimum	Maximum
pištolj 7,65X17 mm	10 cm	Zscore: Širina rasipanja baruta a	5	-,58017	1,77
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	5	-1,70	0,75
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	5	-0,95	1,57
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	5	-1,16	1,36
	5 cm	Zscore: Širina rasipanja baruta a	10	-1,67	1,08
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	10	-1,42	1,52
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	10	-0,97	1,84
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	10	-1,23	1,40
	PRISLON	Zscore: Širina rasipanja baruta a	5	-1,36	1,13
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	5	-1,48	0,96
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	5	-1,34	1,47
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	5	-1,07	0,97
	10 cm	Zscore: Širina rasipanja baruta a	5	-1,58	1,06
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	5	-0,78	1,61
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	5	-0,98	1,39

pištolj 7,62X25 mm		Zscore: Širina rasipanja baruta d	5	-1,07	1,58
PRISLON	5 cm	Zscore: Širina rasipanja baruta a	10	-0,87	1,83
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	10	-1,34	1,77
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	10	-1,05	2,18
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	10	-1,35	1,50
	10 cm	Zscore: Širina rasipanja baruta a	5	-0,95	1,46
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	5	-1,00	1,42
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	5	-1,07	1,37
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	5	-1,24	1,22
pištolj 9X19 mm	5 cm	Zscore: Širina rasipanja baruta a	5	-1,04	1,50
Zscore: Širina rasipanja baruta b		5	-1,15	1,37	
Zscore: Širina rasipanja baruta c		5	-1,60	0,92	
Zscore: Širina rasipanja baruta d		5	-1,19	1,57	

puška 7,65X39 mm	PRISLON	Zscore: Širina rasipanja baruta a	5	-1,31	1,50
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	5	-0,71	1,72
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	5	-1,48	1,28
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	5	-0,66	1,73
	10 cm	Zscore: Širina rasipanja baruta a	5	-1,07	1,07
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	5	-1,32	1,46
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	5	-1,27	1,12
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	5	-1,49	1,29
	5 cm	Zscore: Širina rasipanja baruta a	10	-1,51	1,57
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	10	-1,88	1,41
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	10	-1,11	1,37
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	10	-0,96	1,32
	PRISLON	Zscore: Širina rasipanja baruta a	10	-1,18	2,03
		Zscore: Širina rasipanja baruta b	10	-1,23	2,02
		Zscore: Širina rasipanja baruta c	10	-1,06	2,47
		Zscore: Širina rasipanja baruta d	10	-1,34	1,79

Legenda: a-12 h na časovniku, b-3h na časovniku, c-6h na časovniku, d-9h na časovniku;

Tabela br. 25 Testovi „normalnosti“ nezavisnih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica uključenih u diskriminacioni model

Oružje		Udaljenost	Shapiro-Wilk		
			Statistic	df	Sig.
pištolj 7,65X17 mm	10 cm	Širina rasipanja baruta a	,666	5	,004
		Širina rasipanja baruta b	,809	5	,096
		Širina rasipanja baruta c	,915	5	,500
		Širina rasipanja baruta d	,955	5	,772
	5 cm	Širina rasipanja baruta a	,891	10	,174
		Širina rasipanja baruta b	,938	10	,536
		Širina rasipanja baruta c	,849	10	,057
		Širina rasipanja baruta d	,908	10	,265
	PRISLON	Širina rasipanja baruta a	,930	5	,598
		Širina rasipanja baruta b	,929	5	,586
		Širina rasipanja baruta c	,931	5	,602
		Širina rasipanja baruta d	,818	5	,112
pištolj 7,62X25 mm	10 cm	Širina rasipanja baruta a	,914	5	,492
		Širina rasipanja baruta b	,843	5	,174
		Širina rasipanja baruta c	,921	5	,534
		Širina rasipanja baruta d	,935	5	,631
	5 cm	Širina rasipanja baruta a	,776	10	,007
		Širina rasipanja baruta b	,948	10	,642
		Širina rasipanja baruta c	,856	10	,068
		Širina rasipanja baruta d	,943	10	,590
	PRISLON	Širina rasipanja baruta a	,907	5	,447
		Širina rasipanja baruta b	,938	5	,652
		Širina rasipanja baruta c	,940	5	,667
		Širina rasipanja baruta d	,949	5	,729
	10 cm	Širina rasipanja baruta a	,932	5	,607
		Širina rasipanja baruta b	,939	5	,656
		Širina rasipanja baruta c	,892	5	,368
		Širina rasipanja baruta d	,925	5	,560
	5 cm	Širina rasipanja baruta a	,778	10	,008

pistoj 9X19 mm	PRISLON	Širina rasipanja baruta b	,930	10	,448
		Širina rasipanja baruta c	,785	10	,010
		Širina rasipanja baruta d	,811	10	,020
		Širina rasipanja baruta a	,921	5	,537
	10 cm	Širina rasipanja baruta b	,774	5	,049
		Širina rasipanja baruta c	,953	5	,760
		Širina rasipanja baruta d	,740	5	,024
		Širina rasipanja baruta a	,817	5	,111
	5 cm	Širina rasipanja baruta b	,961	5	,812
		Širina rasipanja baruta c	,951	5	,744
		Širina rasipanja baruta d	,948	5	,721
		Širina rasipanja baruta a	,942	10	,579
	PRISLON	Širina rasipanja baruta b	,944	10	,602
		Širina rasipanja baruta c	,876	10	,118
		Širina rasipanja baruta d	,782	10	,009
		Širina rasipanja baruta a	,930	10	,445
		Širina rasipanja baruta b	,907	10	,264
		Širina rasipanja baruta c	,804	10	,016
		Širina rasipanja baruta d	,963	10	,816

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3h na časovniku; c-6h na časovniku; d-9h na časovniku.

Tabela br. 26 Korelaciona matrica za nezavisne varijable koje se odnose na tragove barutnih čestica uključenih u diskriminacioni model

Oružje	Udaljenost		Širina rasip. baruta a	Širina rasip. baruta b	Širina rasip. baruta c	Širina rasip. baruta d
10 cm	Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	,472	-,316	-,340
		Sig. (2-tailed)		,422	,604	,575
	Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	,472	1	,110	,068
		Sig. (2-tailed)	,422		,860	,913

		Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	-,316	,110	1	,643
		Širina rasipanja baruta c	Sig. (2-tailed)	,604	,860		,242
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	-,340	,068	,643	1
		Širina rasipanja baruta d	Sig. (2-tailed)	,575	,913	,242	
5 cm	Širina rasipanja baruta a	Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	-,362	,241	,618
		Širina rasipanja baruta a	Sig. (2-tailed)		,304	,502	,057
	Širina rasipanja baruta b	Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	-,362	1	-,578	-,662
		Širina rasipanja baruta b	Sig. (2-tailed)	,304		,080	,037
	Širina rasipanja baruta c	Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	,241	-,578	1	,611
		Širina rasipanja baruta c	Sig. (2-tailed)	,502	,080		,060
	Širina rasipanja baruta d	Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	,618	-,662	,611	1
		Širina rasipanja baruta d	Sig. (2-tailed)	,057	,037	,060	
		Širina rasipanja baruta d	N	10	10	10	10
PRISLON	Širina rasipanja baruta a	Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	,289	-,499	,346
		Širina rasipanja baruta a	Sig. (2-tailed)		,638	,392	,568
		Širina rasipanja baruta a	N	5	5	5	5
	Širina rasipanja baruta b	Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	,289	1	-,833	-,667
		Širina rasipanja baruta b	Sig. (2-tailed)	,638		,080	,219
		Širina rasipanja baruta b	N	5	5	5	5
	Širina rasipanja baruta c	Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	-,499	-,833	1	,215
		Širina rasipanja baruta c	Sig. (2-tailed)	,392	,080		,729
		Širina rasipanja baruta c	N	5	5	5	5
	Širina rasipanja baruta d	Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	,346	-,667	,215	1
		Širina rasipanja baruta d	Sig. (2-tailed)	,568	,219	,729	
		Širina rasipanja baruta d	N	5	5	5	5
10 cm	Širina rasipanja baruta a	Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	-,921	,719	-,690
		Širina rasipanja baruta a	Sig. (2-tailed)		,026	,171	,197
		Širina rasipanja baruta a	N	5	5	5	5

pištolj 7,65X17 mm

pištolj 7,62X25 mm	5 cm	Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	-,921	1	-,745	,867
			Sig. (2-tailed)	,026		,148	,057
		Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	,719	-,745	1	-,374
			Sig. (2-tailed)	,171	,148		,536
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	-,690	,867	-,374	1
			Sig. (2-tailed)	,197	,057	,536	
		Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	,787	,930	,688
			Sig. (2-tailed)		,007	,000	,028
	PRISLON	Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	,787	1	,764	,673
			Sig. (2-tailed)	,007		,010	,033
		Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	,930	,764	1	,757
			Sig. (2-tailed)	,000	,010		,011
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	,688	,673	,757	1
			Sig. (2-tailed)	,028	,033	,011	
		Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	,532	,768	,504
			Sig. (2-tailed)		,356	,130	,387
	10 cm	Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	,532	1	,451	,798
			Sig. (2-tailed)	,356		,445	,106
		Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	,768	,451	1	,158
			Sig. (2-tailed)	,130	,445		,799
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	,504	,798	,158	1
			Sig. (2-tailed)	,387	,106	,799	
		Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	,580	-,269	-,007
			Sig. (2-tailed)		,305	,662	,991
		Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	,580	1	-,223	-,614
			Sig. (2-tailed)	,305		,719	,271

pištolj 9X19 mm	5 cm	Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	-,269	-,223	1	,699
			Sig. (2-tailed)	,662	,719		,189
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	-,007	-,614	,699	1
			Sig. (2-tailed)	,991	,271	,189	
	PRISLON	Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	-,247	,667	,674
			Sig. (2-tailed)		,491	,035	,033
		Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	-,247	1	,006	-,325
			Sig. (2-tailed)	,491		,986	,360
		Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	,667	,006	1	,844
			Sig. (2-tailed)	,035	,986		,002
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	,674	-,325	,844	1
			Sig. (2-tailed)	,033	,360	,002	
	10 cm	Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	-,239	,582	,859
			Sig. (2-tailed)		,699	,303	,062
		Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	-,239	1	-,320	-,446
			Sig. (2-tailed)	,699		,600	,451
		Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	,582	-,320	1	,213
			Sig. (2-tailed)	,303	,600		,731
			N	5	5	5	5
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	,859	-,446	,213	1
			Sig. (2-tailed)	,062	,451	,731	
			N	5	5	5	5

puška 7,65X39 mm	5 cm	Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	,326	,743	1	,575
			Sig. (2-tailed)	,592	,151		,310
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	,522	,469	,575	1
			Sig. (2-tailed)	,367	,426	,310	
	PRISLON	Širina rasipanja baruta a	Pearson Correlation	1	-,646	,445	,474
			Sig. (2-tailed)		,044	,198	,167
		Širina rasipanja baruta b	Pearson Correlation	-,646	1	-,046	-,152
			Sig. (2-tailed)	,044		,900	,675
		Širina rasipanja baruta c	Pearson Correlation	,445	-,046	1	,848
			Sig. (2-tailed)	,198	,900		,002
		Širina rasipanja baruta d	Pearson Correlation	,474	-,152	,848	1
			Sig. (2-tailed)	,167	,675	,002	

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3h na časovniku; c-6h na časovniku; d-9h na časovniku.

Sa ciljem da se potvrdi opravdanost primjene metode multiple diskriminacione analize za kreiranje modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano, poredile su se prosječne vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica u okviru iste udaljenosti pucanja prema vrsti oružja. Uzorci su mali i nezavisni te u svrhu poređenja koristio se neparametarski Kruscal-Walisov test za nezavisne uzorke (tabela 27).

Tabela br. 27 Komparacija analiziranih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica u eksperimentalnim uzorcima između različitih vrsta oružja za istu udaljenost

Udaljenost		Širina rasipanja baruta a	Širina rasipanja baruta b	Širina rasipanja baruta c	Širina rasipanja baruta d
10 cm	Chi-Square	10,116	8,716	5,767	10,337
	Df	3	3	3	3
	Asymp. Sig.	,018	,033	,124	,016
5 cm	Chi-Square	4,404	7,885	3,465	4,464
	Df	3	3	3	3
	Asymp. Sig.	,221	,048	,325	,216
PRISLON	Chi-Square	7,906	1,669	9,692	7,477
	Df	3	3	3	3
	Asymp. Sig.	,048	,644	,021	,058

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3h na časovniku; c-6h na časovniku; d-9h na časovniku.

U okviru sva tri tipa udaljenosti postoje neke statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica za različite vrste oružja. Za svaku varijablu koja se odnosi na tragove barutnih čestica makar u jednoj kategoriji udaljenosti postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli za različite vrste oružja. U 50% slučajeva postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica za različite vrste oružja. Vodeći računa o malim uzorcima, navedeno opravdava primjenu diskriminacione analize.

Sa ciljem da se potvrdi opravdanost primjene metode multiple diskriminacione analize za kreiranje modela za predviđanje vrste udaljenosti sa koje je pucano, poredile su se prosječne vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica u okviru iste vrste oružja prema

udaljenosti pucanja. Uzorci su mali i nezavisni te u svrhu poređenja koristimo neparametarski Kruskal-Wallisov test za nezavisne uzorce (tabela 28.).

Tabela br. 28 Komparacija analiziranih varijabli koje se odnose na tragove barutnih česticau eksperimentalnim uzorcima između različitih udaljenosti za istu vrstu oružja

Oružje		Širina rasipanja baruta a	Širina rasipanja baruta b	Širina rasipanja baruta c	Širina rasipanja baruta d
pištolj 7,65X17 mm	Chi-Square	12,556	,094	10,411	6,492
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,002	,954	,005	,039
pištolj 7,62X25 mm	Chi-Square	3,404	,191	7,993	7,493
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,182	,909	,018	,024
pištolj 9X19 mm	Chi-Square	2,930	1,042	9,605	4,118
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,231	,594	,008	,128
puška 7,65X39 mm	Chi-Square	1,679	2,436	9,193	3,310
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,432	,296	,010	,191

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3h na časovniku; c-6h na časovniku; d-9h na časovniku.

Za varijablu „Širina rasipanja baruta b” ni u jednoj kategoriji oružja ne postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih česticaza različite udaljenosti pucanja. U **43,75 %** slučajeva postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih česticaza različite vrste udaljenosti pucanja.

Za kreiranje diskriminacionog modela Box M statistike su bile signifikantne sa p vrijednostima nižim od 0,05. To znači da nije dokazana homogenost kovarijansi. Iz tog razloga se analiza ponovo vršila uz korištenje odvojenih matrica kovarijansi za klasifikaciju. Međutim, to ni u jednom slučaju nije za više od 2% povećalo prediktorsku moć modela, te su interpretirani modeli sa objedinjenim kovarijansama.

5.4.2 Diskriminacioni model za predviđanje vrste oružja iz kojeg je pucano

Kako je prethodnim testovima pokazano da za svaku od analiziranih varijabli se odnose na tragove barutnih čestica postoje razlike kod nekih oružja, u nastavku primjenom diskriminacione analize kreirao se model na bazi kojeg će biti moguće odrediti vrstu oružja na bazi poznavanja vrijednosti karakterističnih varijabli.

Prvo su se analizirale vrijednosti Wilks' Lambda za svaku nezavisnu promjenljivu koja se odnosila na tragove barutnih čestica (tabela 29), jer pomoću nje se sagledavaju pojedinačni ili univarijantni značaj svake nezavisne promjenljive.

Tabela br. 29 Test jednakosti za sredine grupa

	Wilks' Lambda	F	Sig.
Širina rasipanja baruta a	,906	2,786	,046
Širina rasipanja baruta b	,840	5,132	,003
Širina rasipanja baruta c	,946	1,547	,209
Širina rasipanja baruta d	,854	4,621	,005

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3h na časovniku; c-6h na časovniku; d-9h na časovniku.

Prema p vrijednostima iz tabele br.29. koje su niže od 0,05 zaključuje se da za tri od četiri nezavisne varijable koje se odnose na tragove barutnih čestica u diskriminacionom modelu postoji statistički signifikantna razlika prosječnih vrijednosti (sredina) tih varijabli između grupa prema oružju. To nije slučaj sa varijablom „Širina rasipanja baruta c”, što može uticati na prediktorsku moć diskriminacionog modela.

Diskriminaciona funkcija kada se kao grupe posmatraju vrste oružja (pištolj 7,65X17 mm, pištolj 7,62X25 mm, pištolj 9X19 mm, puška 7,65X39 mm) glasi:

$$\begin{aligned} &\text{diskriminacioni bodovi za vrstu oružja=} \\ &-3,108+0,015 \cdot \text{širina rasipanja baruta a}+0,064 \cdot \text{širina rasipanja baruta b}- \\ &-0,013 \cdot \text{širina rasipanja baruta c}+0,045 \cdot \text{širina rasipanja baruta d} \end{aligned}$$

Kanonička korelacija iznosi 0,500 (Eigen value=0,334, Wilks' Lambda=0,700, p=0,005<0,05). Objasnjeni % varijanse uz ovu diskriminacionu funkciju iznosi 82,7%, te je to razlog njezinog daljeg razmatranja u odnosu na druge dobijene diskriminacione funkcije

u okviru ovog modela. Granične vrijednosti na osnovu kojih se na bazi diskriminacionih skorova zaključuje iz koje vrste oružja je pucano prezentirani su u tabeli br. 30.

Tabela br. 30 Granične vrijednosti za model sa diskriminacionom funkcijom gdje su nezavisne varijable koje se odnose na tragove barutnih čestica kada se kao grupe posmatraju vrste oružja

Oružje	Granične vrijednosti
pištolj 7,62X25 mm	$\leq (-0,5732)$
pištolj 9X19 mm	$(-0,5733) - (-0,2007)$
pištolj 7,65X17 mm	$(-0,2008) - 0,5095$
puška 7,65X39 mm	$\geq 0,5096$

Kvalitet predviđanja primjenom navedene diskriminacione funkcije prezentiran je u tabeli br.31.

Tabela br. 31 Matrica klasifikacije diskriminacionom funkcijom gdje su nezavisne varijable koje se odnose na tragove barutnih čestica kada se kao grupe posmatraju vrste oružja

Oružje	pištolj 7,65X17 mm	pištolj 7,62X25 mm	Pištolj 9X19 mm	puška 7,65X39 mm
pištolj 7,65X17 mm	8	2	3	7
pištolj 7,62X25 mm	5	3	9	3
pištolj 9X19 mm	1	4	13	2
puška 7,65X39 mm	6	2	6	11

Racio korektne klasifikacije iznosi $(8+3+13+11)/85=0,412$, što znači da je prosjeku **41,2%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju vrste oružja. Najveća greška klasifikacije prisutna je u kategoriji pištolj 7,62X25 mm.

5.4.3 Diskriminacioni model za predviđanje udaljenosti sa koje je pucano

Kako je prethodnim testovima pokazano da uglavnom za svaku od analiziranih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica postoje razlike kod nekih udaljenosti, u nastavku primjenom diskriminacione analize kreirao se model na bazi kojeg će biti moguće odrediti udaljenost pucanja na bazi poznavanja vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica.

Analizirali smo vrijednosti Wilks' Lambda za svaku nezavisnu promjenljivu koja se odnosi na tragove barutnih čestica (tabela 32), kako bi se sagledali pojedinačni ili univarijantni značaj svake nezavisne promjenljive.

Tabela br. 32 Test jednakosti za sredine grupa

	Wilks' Lambda	F	Sig.
Širina rasipanja baruta a	,967	1,404	,251
Širina rasipanja baruta b	,999	,058	,944
Širina rasipanja baruta c	,663	20,843	,000
Širina rasipanja baruta d	,901	4,497	,014

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3 h na časovniku; c-6 h na časovniku; d-9 h na časovniku;

Prema p vrijednostima iz tabele br. 32 zaključuje se da za „širinu rasipanja baruta c i d” kao nezavisne varijable u diskriminacionom modelu postoji statistički signifikantna razlika prosječnih vrijednosti (sredina) tih varijabli između grupa prema udaljenosti pucanja, što nije slučaj sa „širinom rasipanja baruta a i b”. Navedeno će se sigurno odraziti na kvalitet dobijenog diskriminacionog modela.

Diskriminaciona funkcija kad se kao grupe posmatraju udaljenosti sa kojih je pucano (prislon, 5 cm i 10 cm) glasi:

$$\begin{aligned} \text{diskriminacioni bodovi za udaljenost pucanja=} \\ -1,437-0,015 \cdot \text{širina rasipanja baruta a}+0,00027 \cdot \text{širina rasipanja baruta b}+ \\ +0,081 \cdot \text{širina rasipanja baruta c}-0,018 \cdot \text{širina rasipanja baruta d} \end{aligned}$$

Kanonička korelacija iznosi 0,598 (Eigen value=0,558, Wilks' Lambda=0,638, p=0,000<0,05). Objasnjeni % varijanse uz ovu prvu diskriminacionu funkciju iznosi 99%, te je to razlog njezinog daljnog razmatranja u odnosu na drugu dobijenu diskriminacionu funkciju

u okviru ovog modela. Granične vrijednosti na osnovu kojih se na bazi diskri-minacionih skorova zaključuje iz koje vrste oružja je pucano prezentirani su u (tabeli 33).

Tabela br. 33 Granične vrijednosti za model sa diskriminacionom funkcijom gdje su nezavisne varijable koje se odnose na tragove barutnih čestica kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja

Udaljenost pucanja	Granične vrijednosti
PRISLON	$\geq (-0,3931)$
5 cm	$(-0,3932) - 0,2783$
10 cm	$\geq 0,2784$

Kvalitet predviđanja primjenom navedene diskriminacione funkcije prezentiran je u tabeli br. 34.

Tabela br. 34 Matrica klasifikacije diskriminacionom funkcijom gdje su nezavisne varijable koje se odnose na tragove barutnih čestica kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja

	Udaljenost	Predicted Group Membership		
		PRISLON	5 cm	10 cm
Original Group Membership	PRISLON	16	8	1
	5 cm	22	10	8
	10 cm	1	4	15

Racio korektne klasifikacije iznosi $(16+10+15)/85=0,482$, što znači da je prosjeku **48,2%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja. Najveća greška klasifikacije prisutna je u kategoriji udaljenost 5 cm.

5.5 Specifičnosti u ciljnom uzorku: veličina rane i regija tijela

Postavlja se pitanje da li postoji signifikantna razlika u veličini rana između pojedinih regija. Obzirom da podatak o regiji tijela postoji samo u kontrolnom uzorku ova analiza provodila se samo na njemu. Komparacije su se radile u okviru različitih vrsta oružja(tabela 35).

Tabela br. 35 Deskriptivna statistika za varijable koje opisuju ranu u ciljnom uzorku prema vrsti oružja i regiji tijela na kojoj se rana nalazi

Oružje	Regija tijela	Varijabla	N	Min	Max	MOD	SD
pištolj 7,65X17 mm	EXT	Širina rane	1	5,00	5,00	5,00	.
		Dužina rane	1	5,00	5,00	5,00	.
		Najširi dio NP	1	4,00	4,00	4,00	.
		Najuži dio NP	1	2,00	2,00	2,00	.
		Širina rasipanja baruta	0				
		Širina rasipanja baruta	0				
		Širina rasipanja baruta	0				
		Širina rasipanja baruta	0				
		Krakovi pucanja kože i	0				
		Krakovi pucanja kože	0				
	GL	Krakovi pucanja kože	0				
		Širina rane	6	4,00	6,00	5,00	0,89
		Dužina rane	6	2,00	6,00	4,50	1,38
		Najširi dio NP	6	3,00	9,00	6,50	2,26
		Najuži dio NP	6	1,00	5,00	3,83	1,60
	TR	Širina rasipanja baruta	2	18,00	18,00	18,00	0,00
		Širina rasipanja baruta	2	20,00	24,00	22,00	2,83
		Širina rasipanja baruta	2	20,00	21,00	20,50	0,71
		Širina rasipanja baruta	2	18,00	18,00	18,00	0,00
		Krakovi pucanja kože i	0				
		Krakovi pucanja kože	1	15,00	15,00	15,00	.
		Krakovi pucanja kože	2	6,00	8,00	7,00	1,41
		Krakovi pucanja kože	0				
		Širina rane	1	5,00	5,00	5,00	.
		Dužina rane	1	4,00	4,00	4,00	.

pištolj 7,62X25 mm		Širina rasipanja baruta	0				
		Širina rasipanja baruta	0				
		Krakovi pucanja kože i	0				
		Krakovi pucanja kože	0				
		Krakovi pucanja kože	0				
		Krakovi pucanja kože	0				
	GL	Širina rane	5	7,00	8,00	7,60	0,55
		Dužina rane	5	5,00	8,00	6,20	1,30
		Najširi dio NP	5	7,00	10,00	8,80	1,10
		Najuži dio NP	5	4,00	8,00	5,40	1,52
		Širina rasipanja baruta	4	11,00	18,00	15,00	2,94
		Širina rasipanja baruta	4	18,00	27,00	22,50	3,70
		Širina rasipanja baruta	4	14,00	20,00	18,00	2,71
		Širina rasipanja baruta	4	14,00	18,00	15,50	1,73
		Krakovi pucanja kože i	1	8,00	8,00	8,00	.
		Krakovi pucanja kože	2	12,00	13,00	12,50	0,71
	TR	Širina rane	2	7,00	9,00	8,00	1,41
		Dužina rane	2	8,00	8,00	8,00	0,00
		Najširi dio NP	2	12,00	13,00	12,50	0,71
		Najuži dio NP	2	7,00	9,00	8,00	1,41
		Širina rasipanja baruta	2	22,00	22,00	22,00	0,00
		Širina rasipanja baruta	2	10,00	14,00	12,00	2,83
		Širina rasipanja baruta	2	13,00	13,00	13,00	0,00
		Širina rasipanja baruta	2	7,00	9,00	8,00	1,41
		Krakovi pucanja kože i	1	19,00	19,00	19,00	.
		Krakovi pucanja kože	1	13,00	13,00	13,00	.
pištolj 9X19 mm	EXT	Širina rane	1	5,00	5,00	5,00	.
		Dužina rane	1	5,00	5,00	5,00	.
		Najširi dio NP	1	6,00	6,00	6,00	.
		Najuži dio NP	1	2,00	2,00	2,00	.
		Širina rasipanja baruta	0				
		Širina rasipanja baruta	0				
		Širina rasipanja baruta	0				
		Širina rasipanja baruta	0				
		Krakovi pucanja kože i	0				
		Krakovi pucanja kože	0				
		Krakovi pucanja kože	0				

		Krakovi pucanja kože	0				
GL	GL	Širina rane	4	4,00	6,00	5,00	0,82
		Dužina rane	4	4,00	5,00	4,75	0,50
		Najširi dio NP	4	5,00	7,00	5,75	0,96
		Najuži dio NP	4	2,00	3,00	2,50	0,58
		Širina rasipanja baruta	3	27,00	41,00	33,67	7,02
		Širina rasipanja baruta	3	15,00	20,00	17,00	2,65
		Širina rasipanja baruta	3	9,00	16,00	12,33	3,51
		Širina rasipanja baruta	3	6,00	32,00	16,67	13,61
		Krakovi pucanja kože i	1	3,00	3,00	3,00	.
		Krakovi pucanja kože	1	2,00	2,00	2,00	.
		Krakovi pucanja kože	1	1,00	1,00	1,00	.
		Krakovi pucanja kože	0				
TR	TR	Širina rane	4	5,00	8,00	6,00	1,41
		Dužina rane	4	3,00	7,00	5,25	1,71
		Najširi dio NP	4	2,00	5,00	3,75	1,50
		Najuži dio NP	4	1,00	3,00	2,25	0,96
		Širina rasipanja baruta	3	19,00	50,00	37,00	16,09
		Širina rasipanja baruta	3	22,00	24,00	22,67	1,15
		Širina rasipanja baruta	3	13,00	20,00	15,67	3,79
		Širina rasipanja baruta	3	5,00	18,00	10,33	6,81
		Krakovi pucanja kože i	2	8,00	20,00	14,00	8,49
		Krakovi pucanja kože	2	12,00	23,00	17,50	7,78
		Krakovi pucanja kože	1	28,00	28,00	28,00	.
		Krakovi pucanja kože	1	40,00	40,00	40,00	.
puška 7,65X39 mm	GL	Širina rane	5	7,00	20,00	11,60	5,22
		Dužina rane	5	8,00	18,00	10,60	4,22
		Najširi dio NP	5	7,00	12,00	10,60	2,07
		Najuži dio NP	5	3,00	6,00	4,80	1,10
		Širina rasipanja baruta	5	18,00	33,00	24,00	6,04
		Širina rasipanja baruta	5	10,00	24,00	16,00	6,36
		Širina rasipanja baruta	5	10,00	35,00	18,80	9,78
		Širina rasipanja baruta	5	8,00	43,00	23,20	14,10
		Krakovi pucanja kože i	2	0,00	15,00	7,50	10,61
		Krakovi pucanja kože	2	6,00	8,00	7,00	1,41
		Krakovi pucanja kože	0				
		Krakovi pucanja kože	0				
TR	TR	Širina rane	1	10,00	10,00	10,00	.
		Dužina rane	1	8,00	8,00	8,00	.
		Najširi dio NP	1	10,00	10,00	10,00	.
		Najuži dio NP	1	6,00	6,00	6,00	.

		Širina rasipanja baruta	1	18,00	18,00	18,00	.
		Širina rasipanja baruta	1	20,00	20,00	20,00	.
		Širina rasipanja baruta	1	21,00	21,00	21,00	.
		Širina rasipanja baruta	1	18,00	18,00	18,00	.
		Krakovi pucanja kože i	0				
		Krakovi pucanja kože	0				
		Krakovi pucanja kože	0				
		Krakovi pucanja kože	0				

Legenda: EXT-extremiteti; TR-trup; GL-glava, NP-nagnječni prsten, MOD-srednja vrijednost, SD-standardna devijacija, sve izražene vrijednosti prikazane su u milimetrima;

Kako je riječ o veoma malim nezavisnim uzorcima primijenio se Kruskal-Wallis test (tabela 36).

Tabela br. 36 Komparacija varijabli koje opisuju ulazne rane u pojedinim regijama tijela u okviru kontrolnog uzorka

Oružje		Širina rane	Dužina rane	Najširi dio NP	Najuži dio NP
pištolj 7,65X17 mm	Chi-Square	,000	,991	3,149	1,890
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	1,000	,609	,207	,389
pištolj 7,62X25 mm	Chi-Square	,175	2,635	4,038	2,585
	Df	1	1	1	1
	Asymp. Sig.	,676	,105	,044	,108
pištolj 9X19 mm	Chi-Square	1,475	,720	4,376	,530
	Df	2	2	2	2
	Asymp. Sig.	,478	,698	,112	,767
puška 7,65X39 mm	Chi-Square	,000	,871	,818	1,600

	Df	1	1	1	1
	Asymp.	1,000	,351	,366	,206
	Sig.				

Oružje		Širina rasipanja baruta a	Širina rasipanja baruta b	Širina rasipanja baruta c	Širina rasipanja baruta d
pištolj 7,65X17 mm	Chi-Square				
	Df				
	Asymp.				
	Sig.				
pištolj 7,62X25 mm	Chi-Square	3,529	3,429	3,636	3,529
	Df	1	1	1	1
	Asymp.	,060	,064	,057	,060
	Sig.				
Pištolj 9X19 mm	Chi-Square	,429	3,771	1,190	,429
	Df	1	1	1	1
	Asymp.	,513	,052	,275	,513
	Sig.				
Puška 7,65X39 mm	Chi-Square	1,412	,088	,771	,000
	Df	1	1	1	1
	Asymp.	,235	,766	,380	1,000
	Sig.				

Legenda: a-12 h na časovniku; b-3h na časovniku; c-6h na časovniku; d-9h na časovniku.

Oružje		Krakovi pucanja kože 1	Krakovi pucanja kože 2	Krakovi pucanja kože 3	Krakovi pucanja kože 4
pištolj 7,65X17 mm	Chi-Square				
	Df				
	Asymp. Sig.				
pištolj 7,62X25 mm	Chi-Square	1,000	,500	,500	,500
	Df	1	1	1	1
	Asymp. Sig.	,317	,480	,480	,480
pištolj 9X19 mm	Chi-Square	1,500	1,500	1,000	
	Df	1	1	1	
	Asymp. Sig.	,221	,221	,317	
puška 7,65X39 mm	Chi-Square				
	Df				
	Asymp. Sig.				

Legenda: 1-12 h na časovniku; 2-3h na časovniku; 3 -6h na časovniku; 4-9 h na časovniku

Samo u slučaju pištolja 7,62X25 mm postoji signifikantna razlika vrijednosti varijable „najširi dio nagnječnog prstena” za rane na različitim regijama tijela.

5.6 Korelacija između broja pokušaja ustreljivanja i veličine nagnječnog prstena u eksperimentalnim uzorcima

U eksperimentalnim uzorcima raspolagalo se podatkom o broju pokušaja i cilj je bio da se sagleda da li postoji korelacija između broja pokušaja i dimenzija nagnječnog prstena. Kako je broj pokušaja kategorička varijabla koristio se Spearmanov koeficijent korelacije ranga (tabela 37).

Tabela br. 37 Korelaciona matrica za broj pokušaja i dimenzije nagnječnog prstena

Oružje	Udaljenost				Pokušaj
pištolj 7,65X17 mm	10 cm	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
			Najširi dio NP	Koef. korelacije	-,158
			Najuži dio NP	Sig. (2-tailed)	,800
				Koef. korelacije	-,112
				Sig. (2-tailed)	,858
	5 cm	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
			Najširi dio NP	Koef. korelacije	,346
		PRISLON	Najuži dio NP	Sig. (2-tailed)	,328
				Koef. korelacije	,389
				Sig. (2-tailed)	,267
pištolj 7,62X25 mm	10 cm	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
			Najširi dio NP	Koef. korelacije	,975**
		PRISLON	Najuži dio NP	Sig. (2-tailed)	,005
				Koef. korelacije	,359
				Sig. (2-tailed)	,553
	5 cm	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
			Najširi dio NP	Koef. korelacije	-,100
		PRISLON	Najuži dio NP	Sig. (2-tailed)	,873
				Koef. korelacije	-,300
				Sig. (2-tailed)	,624
	PRISLON	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
			Najširi dio NP	Koef. korelacije	,248
		Najuži dio NP	Pokušaj	Sig. (2-tailed)	,490
				Koef. korelacije	-,013
				Sig. (2-tailed)	,973
		N	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
			Najširi dio NP	Koef. korelacije	-,100
			Najuži dio NP	Sig. (2-tailed)	,873
				N	5
				Koef. korelacije	-,600
				Sig. (2-tailed)	,285
				N	5

pištolj 9X19 mm	10 cm	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
				N	5
		Najširi dio NP	Koef. korelacije	-,224	
				Sig. (2-tailed)	,718
				N	5
		Najuži dio NP	Koef. korelacije	-,112	
				Sig. (2-tailed)	,858
				N	5
	5 cm	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
		Najširi dio NP	Koef. korelacije	,197	
				Sig. (2-tailed)	,586
		Najuži dio NP	Koef. korelacije	,400	
				Sig. (2-tailed)	,252
puška 7,65X39 mm	PRISLON	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
		Najširi dio NP	Koef. korelacije	-,400	
				Sig. (2-tailed)	,505
		Najuži dio NP	Koef. korelacije	-,564	
				Sig. (2-tailed)	,322
	10 cm	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
		Najširi dio NP	Koef. korelacije	-,200	
				Sig. (2-tailed)	,747
		Najuži dio NP	Koef. korelacije	,205	
				Sig. (2-tailed)	,741
	5 cm	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
		Najširi dio NP	Koef. korelacije	,037	
				Sig. (2-tailed)	,919
		Najuži dio NP	Koef. korelacije	,062	
				Sig. (2-tailed)	,865
	PRISLON	Spearman's rho	Pokušaj	Koef. korelacije	1,000
				Sig. (2-tailed)	.
		Najširi dio NP	Koef. korelacije	-,446	
				Sig. (2-tailed)	,197
		Najuži dio NP	Koef. korelacije	-,418	
				Sig. (2-tailed)	,230

Legenda: NP-nagnječni prsten;

Samo u slučaju pištolja 7,65x17mm za udaljenost prislonpostoji signifikantna direktna povezanost između broja pokušaja i varijable najširi dio nagnječnog prstena.

5.7 Diskriminacioni model razvijen na osnovu udjela metala u sklopu tragova barutnih čestica i GSR molekula

Za različite vrste oružja i različitih udaljenosti sa kojih je izvršeno pucanje (prislon, 5 cm i 10 cm) analizirani su parametri deskriptivne statistike varijabli na osnovu udjela ili % zastupljenosti za različite vrste metala (tabela 38).

Tabela br. 38 Hemski sastav košuljice zrna

Oznaka uzorka	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)
Zrno metka			
7,62X25mm	10,2	<0,01	Ostatak
Zrno metka			
7,62X39mm	8,7	<0,01	Ostatak
Zrno metka cal.			
7,65x17 mm	10,7	<0,01	Ostatak
Zrno metka cal.			
9X19mm	10,4	<0,01	Ostatak

Legenda: Zn-cink, Ni-nikl, Cu-bakar;

Prema tabeli br. 38koja predstavlja udio pojedinih metala u sastavu košuljice vidimo da je udio cinka, nikla i bakra gotovo podjednak kada su u pitanju kalibri 7,62x25mm, 7,65x17mm i 9x19mm, dok je udio cinka niži za oko 1,5% kod automatske puške u odnosu na pištoljska zrna.

Tabela br. 39 Hemski sastav jezgra zrna

Oznaka uzorka	Zn (%)	Ni (%)	Sb (%)	Pb (%)
Zrno metka				
7,62X25mm	0,02	<0,01	3,91	Ostatak
Zrno metka				
7,62X39mm	0,01	<0,01	15,25	Ostatak

Zrno metka 7,65x17 mm	0,01	<0,01	3,34	Ostatak
Zrno metka 9Xi9mm	0,06	<0,01	4,14	Ostatak

Legenda: Zn-cink, Ni-nikl, Sb-antimon, Pb-olovo;

U tabeli br.39udio cinka, nikla, antimona i olova kada je pu pitanju hemijski sastav jezgre zrna gotovo je podjednak kada su u pitanju pištoljska zrna, dok je znatno povećana koncentracija antimona kod puščane municije u odnosu na pištoljska zrna.

U okviru deskriptivne statistike za analizirane varijable izračunati su sljedeći parametri: minimalna i maksimalna vrijednost analizirane varijable, prosjek ili srednja vrijednost izračunata primjenom aritmetičke sredine i standardna devijacija(tabela 40).

Tabela br. 40 Deskriptivna statistika

Oružje I udaljenost pucanja		N	Min	Max	MOD	SD
Pištolj 7,65x17 mm Udaljenostod10 cm	%Pb	5	46,94	63,73	54,89	7,93
	%Cu	5	12,20	15,76	13,55	1,46
	%Zn	5	6,00	20,10	14,25	5,84
	%Ni	5	0,90	2,65	1,89	0,72
	%Sb	5	2,96	6,70	4,44	1,56
	%Ba	5	7,96	12,11	10,99	1,74
Pištolj 7,65x17 mm	%Pb	4	28,79	56,21	37,57	12,93
	%Cu	4	10,64	18,44	14,64	3,40
	%Zn	4	20,12	51,69	37,14	12,97
	%Ni	4	1,01	2,37	1,78	0,57
	%Sb	4	1,77	7,68	3,78	2,71
	%Ba	4	4,44	6,07	5,08	0,70

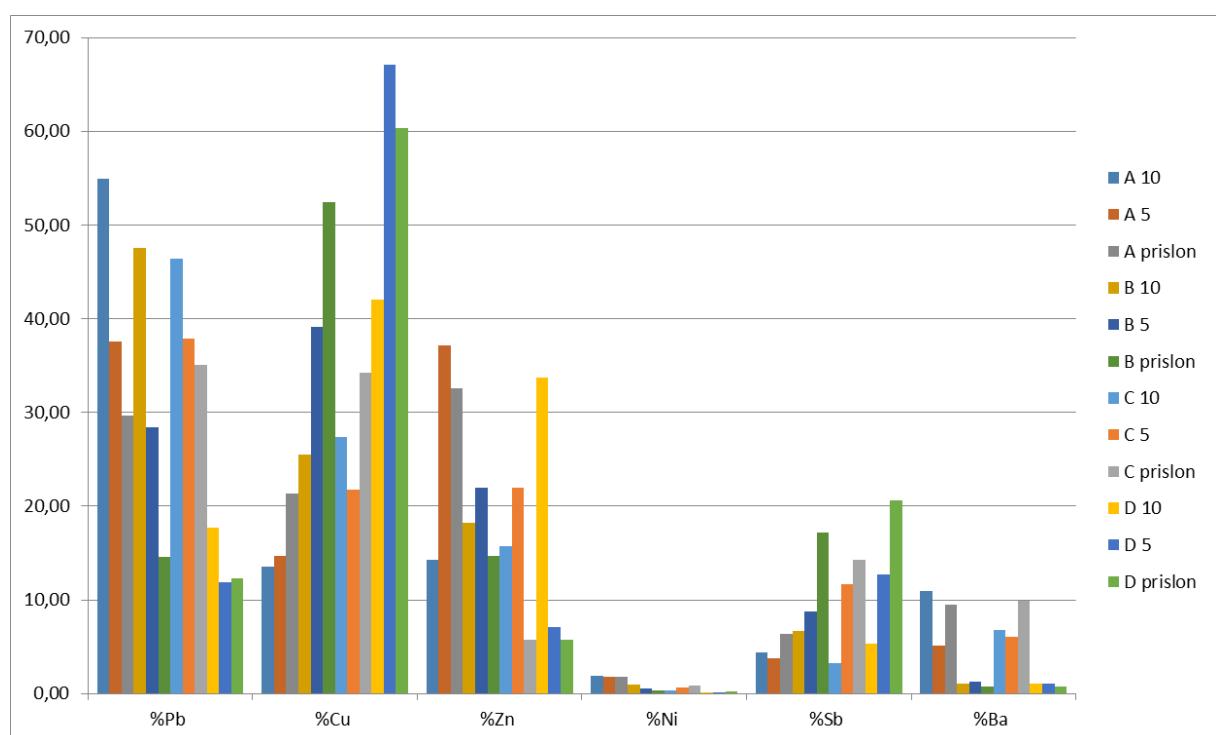
Udaljenostod 5 cm						
Pištolj 7,65x17 mm						
%Pb	5	23,87	36,21	29,66	4,63	
%Cu	5	8,97	34,05	21,31	9,34	
%Zn	5	12,78	45,50	32,58	12,21	
%Ni	5	0,22	4,50	1,84	1,71	
%Sb	4	3,48	11,25	6,42	3,41	
%Ba	5	6,31	15,47	9,47	3,60	
Udaljenostod10cm						
Pištolj 7,62x25mm						
%Pb	3	36,40	57,59	47,55	10,64	
%Cu	3	16,68	30,26	25,51	7,65	
%Zn	3	7,64	38,42	18,21	17,51	
%Ni	3	0,20	2,53	1,01	1,32	
%Sb	3	3,82	11,25	6,71	3,98	
%Ba	3	0,91	1,08	1,02	0,09	
Pištolj 7,62x25mm						
%Pb	5	12,85	51,03	28,40	16,52	
%Cu	5	27,59	46,75	39,08	8,00	
%Zn	5	11,68	30,69	21,96	7,49	
%Ni	5	0,09	0,98	0,56	0,35	
%Sb	5	5,14	11,87	8,74	3,05	
%Ba	5	0,49	3,25	1,26	1,13	

Pištolj 7,62x25mm Prislon Udaljenostod 5cm	%Pb	5	10,36	18,78	14,62	3,14
	%Cu	5	43,96	58,35	52,45	6,25
	%Zn	5	9,53	21,48	14,72	4,99
	%Ni	5	0,08	0,74	0,33	0,25
	%Sb	5	11,45	22,54	17,16	4,21
	%Ba	5	0,08	1,08	0,73	0,40
Pištolj 9x19mm Prislon Udaljenostod10cm	%Pb	5	26,95	55,86	46,46	11,38
	%Cu	5	11,46	43,00	27,39	11,60
	%Zn	5	9,38	25,52	15,75	7,01
	%Ni	5	0,20	0,42	0,31	0,08
	%Sb	5	2,46	4,48	3,27	0,79
	%Ba	5	3,78	12,90	6,83	3,54
Pištolj 9x19mm Udaljenostod 5cm	%Pb	5	27,50	48,54	37,86	7,61
	%Cu	5	15,00	28,32	21,78	6,22
	%Zn	5	10,55	41,67	21,98	12,59
	%Ni	5	0,14	1,08	0,63	0,43
	%Sb	5	10,14	13,94	11,72	1,45
	%Ba	5	3,70	8,30	6,03	1,80
	%Pb	5	14,77	62,58	35,08	23,15
	%Cu	5	20,11	60,13	34,21	16,06
	%Zn	5	2,88	7,96	5,75	2,14
	%Ni	5	0,38	1,48	0,83	0,47
	%Sb	5	5,13	26,52	14,24	8,74

		Pištolj 9x19mm	%Ba	5	6,12	14,77	9,90	3,95
		Puška 25x29mm	%Pb	5	11,51	23,65	17,70	4,61
		Udaljenostod10cm	%Cu	5	28,38	59,19	42,00	11,52
		Puška 25x29mm	%Zn	5	11,33	48,42	33,75	14,33
		Udaljenostod5cm	%Ni	5	0,11	0,24	0,18	0,06
		Puška 25x29mm	%Sb	5	2,17	7,50	5,28	2,00
		Udaljenostod5cm	%Ba	5	0,96	1,33	1,10	0,16
		Puška 25x29mm	%Pb	5	7,51	15,84	11,89	3,44
		Udaljenostod5cm	%Cu	5	56,78	74,56	67,09	7,41
		Puška 25x29mm	%Zn	5	5,17	10,60	7,07	2,24
		Udaljenostod5cm	%Ni	5	0,03	0,18	0,10	0,07
		Puška 25x29mm	%Sb	5	6,16	19,58	12,75	6,34
		Udaljenostod5cm	%Ba	5	0,86	1,31	1,11	0,18
		Puška 25x29mm	%Pb	5	5,87	20,64	12,28	6,17
		Udaljenostod5cm	%Cu	5	50,18	73,55	60,33	10,11
		Puška 25x29mm	%Zn	5	4,57	7,07	5,73	0,96
		Udaljenostod5cm	%Ni	5	0,21	0,38	0,28	0,06

Puška 25x29mm	%Sb	5	14,57	25,57	20,59	4,28
Prislon	%Ba	5	0,64	0,95	0,79	0,12

Legenda: N-broj uzoraka; Pb-olovo; Cu-bakar; Zn-cink; Ni-nikl; Sb-antimon; Ba-barijum;



Grafikon br. 9 Prosječne vrijednosti udjela različitih vrsta metala zavisno od vrste oružja i udaljenosti pucanja

S obzirom da je riječ o malim uzorcima provodi se Shapiro-Wilk test „normalnosti“ (tabela 39). Kruscal-Walisov test za nezavisne uzorke je upotrebljavан за testiranje razlike između medijalnih vrijednosti dva uzorka koji predstavljaju ciljnu populaciju u različitim periodima i nezavisni su ako distribucija analizirane pojave ne zadovoljava prepostavku normalnosti. Rezultira hi-kvadrat vrijednošću. P-vrijednost uz odgovarajuće statističke testove se smatra statistički značajnom ili signifikantnom ako je niža od 0,05, obzirom da se testovi rade sa greškom prve vrste 5% to jeste signifikantnišću 95%. U tom slučaju se prihvata hipoteza da se posmatrani uzorci ili grupe statistički značajno razlikuju.

Tabela br .41 Rezultati testa „normalnosti”

Shapiro-Wilk		
	Statistic	P vrijednost
%Pb	,921	,001
%Cu	,937	,006
%Zn	,884	,000
%Ni	,790	,000
%Sb	,897	,000
%Ba	,842	,000

Legenda: Pb-olovo; Cu-bakar; Zn-cink; Ni-nikl; Sb-antimon; Ba-barijum;

Sve p vrijednosti su niže od 0,05 što znači da prepostavka „normalnost” i nije zadovoljena, te se za komparaciju koriste neparametarski testovi.

Poredili su se % različitih vrsta metala u okviru iste vrste oružja prema udaljenosti pucanja (tabela 42).

Tabela br. 42 Rezultati KW testa u okviru iste vrste oružja prema udaljenosti pucanja

oružje		%Pb	%Cu	%Zn	%Ni	%Sb	%Ba
Pištolj 7,65x17 mm	Chi-Square	7,586	3,103	7,491	,463	1,876	8,691
	P vrijednost	,023	,212	,024	,793	,391	,013
Pištolj 7,62x25 mm	Chi-Square	6,251	8,316	1,829	1,325	8,264	1,280
	P vrijednost	,044	,016	,401	,516	,016	,527
Pištolj 9x19 mm	Chi-Square	1,220	2,060	9,780	4,371	9,420	4,348
	P vrijednost	,543	,357	,008	,112	,009	,114
Puška 7,62x29 mm	Chi-Square	3,892	8,240	9,980	9,512	9,740	8,325
	P vrijednost	,143	,016	,007	,009	,008	,016

Legenda: Pb-olovo; Cu-bakar; Zn-cink; Ni-nikl; Sb-antimon; Ba-barijum;

Kod pištolja kalibra 7,65x17mm(označen oznakom A u daljem tekstu) udio Pb-olova je signifikantno veći sa udaljenosti 10 cm u poređenju sa udaljenošću 5 cm i prislonom. Kod oružja A udio: Zn-cinka je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod

udaljenosti 5 cm, a najniži kod udaljenosti 10 cm; udio Ba-barijuma je signifikantno niži sa udaljenosti 5 cm u poređenju sa udaljenošću 10 cm i prislonom.

Kod pištolja kalibra 7,62x25mm (označen oznakom B u daljem tekstu) udio olova je signifikantno veći sa udaljenosti 10 cm u poređenju sa udaljenošću 5 cm i prislonom. Kod oružja B: udio bakra je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod prislona, a najniži kod udaljenosti 10 cm; dok je udio antimona signifikantno veći kod pucanja iz prislona u poređenju sa udaljenošću 5 cm i 10 cm.

Kod pištolja kalibra 9x19mm (u daljem tekstu označen oznakom C) udio cinka je signifikantno niži kod pucanja iz prislona u poređenju sa udaljenošću 5 cm i 10 cm; udio antimona je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod udaljenosti 5 cm, a najniži kod udaljenosti 10 cm.

Kod puške kalibra 7,62x29mm (u daljem tekstu označena oznakom D) udio bakra je signifikantno niži sa udaljenosti 10 cm u poređenju sa udaljenošću 5 cm i prislonom. Kod oružja D udio cinka je signifikantno viši sa udaljenosti 10 cm u poređenju sa udaljenošću 5 cm i prislonom; udio nikla je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod prislona, a najniži kod udaljenosti 5 cm. Kada je antimon u pitanju njegov udio je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod prislona, a najniži kod udaljenosti 10 cm, dok je udio barijuma signifikantno niži kod prislona u poređenju sa udaljenošću 5 cm i 10 cm.

Analizirani su % različitih vrsta metala u okviru iste udaljenosti pucanja prema vrsti oružja (tabela

Tabela br. 43 Rezultati KW testa u okviru iste udaljenosti pucanja prema vrsti oružja

udaljenost		%Pb	%Cu	%Zn	%Ni	%Sb	%Ba
10 cm	Chi-Square	10,825	9,889	5,604	11,487	5,014	13,477
	P vrijednost	,013	,020	,133	,009	,171	,004
5 cm	Chi-Square	10,094	15,632	11,938	12,442	8,970	13,983
	P vrijednost	,018	,001	,008	,006	,030	,003
Prislon	Chi-Square	11,549	12,680	15,549	8,775	8,305	14,311
	P vrijednost	,009	,005	,001	,032	,040	,003

Legenda: Pb-olovo; Cu-bakar; Zn-cink; Ni-nikl; Sb-antimon; Ba-barijum;

Kod udaljenosti od 10 cm: udio Pb je signifikantno niži za oružje D u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Cu je signifikantno viši za oružje D u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Ni se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja A i najniži kod oružja D; udio Ba se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja A i najniži kod oružja B.

Kod udaljenosti pucanja od 5 cm: udio Pb je signifikantno niži za oružje D u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Cu se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja

D i najniži kod oružja A; udio Zn je signifikantno niži za oružje D u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio N1 je signifikantno viši za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Sb je signifikantno niži za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Ba se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja C i najniži kod oružja D.

Kod pucanja iz prislona: udio Pb se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja C i najniži kod oružja D; udio Cu se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja D i najniži kod oružja A; udio Zn je signifikantno viši za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Ni je signifikantno viši za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Sb je signifikantno niži za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Ba se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja C i najniži kod oružja B.

Kako je prethodnim testovima pokazano da za svaki od analiziranih metala postoje razlike kod nekih oružja i udaljenosti, u nastavku primjenom diskriminacione analize se kreirao model na bazi kojeg se mogla odrediti vrsta oružja i udaljenosti pucanja na bazi poznavanja udjela analiziranih metala.

Kao što je prethodno rečeno diskriminaciona analiza daje model predviđanja kada je zavisna varijabla (koju treba predvidjeti) kvalitativna, te nije moguće koristiti regresiono-korelacionu analizu.

Značajnost ili reprezentativnost modela diskriminacione analize sagledava se kroz Eigen-vrijednost, kanoničku korelaciju, Wilks' Lambda i hi-kvadrat test.

Diskriminaciona funkcija kada se kao grupe posmatraju vrste oružja (A-D) glasi:

$$\begin{aligned} \text{vrsta oružja}= \\ -30,691+0,313\% \text{ Pb}+0,344\% \text{ Cu}+0,315\% \text{ Zn}-0,66\% \text{ Ni}+0,354\% \text{ Sb} \end{aligned}$$

Varijabla % Ba u ovoj funkciji nije zadovoljila kriterij tolerancije. Kanonička korelacija iznosi 0,911 (Eigen value=0,4,874, Wilks' Lambda=0,101, p=0,000<0,05), a kvalitet predviđanja primjenom navedene diskriminacione funkcije prezentiran je u tabeli br.44.

Tabela br. 44 Rezultati klasifikacije diskriminacionom funkcijom kada se kao grupe posmatraju vrste oružja

Oružje							Ukupno
	N	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	
	N	1,00	12	0	1	0	13
		2,00	1	8	1	3	13
		3,00	1	1	13	0	15
		4,00	0	4	0	11	15
	%	1,00	92,3	,0	7,7	,0	100,0
		2,00	7,7	61,5	7,7	23,1	100,0
		3,00	6,7	6,7	86,7	,0	100,0
		4,00	,0	26,7	,0	73,3	100,0
78,6% slučajeva iz uzorka je ispravno klasificirano.							

U prosjeku 78,6% slučajeva izuzorka je ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju vrste oružja.

Diskriminaciona funkcija kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja (prislon, 5 cm i 10 cm) glasi:

$$\text{udaljenost pucanja} = -8,917 + 0,13\% \text{ Pb} + 0,099\% \text{ Cu} + 0,111\% \text{ Zn} - 0,145\% \text{ Ni} - 0,053\% \text{ Sb}$$

Varijabla % Ba ni u ovoj funkciji nije zadovoljila kriterij tolerancije. Kanonička korelacija iznosi 0,669 (Eigen value=0,811, Wilks' Lambda=0,51, p=0,000<0,05), a kvalitet predviđanja primjenom navedene diskriminacione funkcije prezentiran je u tabeli 45.

Tabela br. 45 Rezultati klasifikacije diskriminacionom funkcijom kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja

Udaljenost			Analizirane grupe			Total
			1,00	2,00	3,00	
Uzorci	N	1,00	12	6	0	18
		2,00	6	9	4	19
		3,00	4	3	12	19
	%	1,00	66,7	33,3	,0	100,0

		2,00	31,6	47,4	21,1	100,0
		3,00	21,1	15,8	63,2	100,0

58,9% slučajeva iz uzorka je ispravno klasificirano.

U prosjeku **58,9%** slučajeva iz uzorka je ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja.

5.8 Rezultati patohistoloških analiza

Tabela br. 46 Rezultati patohistoloških analiza

Oznaka uzorka	7,62X25mm	7,62X39mm	7,65x17 mm	9X19mm
Chalkley broj HS 1	3	4	3	5
Chalkley broj HS2	4	5	4	5
Chalkley broj HS3	4	4	4	4
Chalkley broj -prosjek	4	5	4	4

Legenda: HS-hot spot;

5.9 Rezultati DNA analiziranja

Prilikom analiziranja DNA profila počinioca kaznenog djela u ovom slučaju kandidata za izradu doktorske disertacije ni u jednom slučaju, kada su se analizirala zrna i čahure ispaljena prilikom izvođenja eksperimentalnog dijela, nije detektovan profil kandidata.

Tabela br. 47 Analiziranje prisustva/odsustva DNA materijala na čahurama i zrnima

Uzorci	DNA profil kandidata (+)
Pištolj 7,65x17 mm (zrno)	negativno
Pištolj 7,65x17 mm (čahura)	negativno

Pištolj 7,62x25 mm (zrno)	negativno
Pištolj 7,62x25 mm (čahura)	negativno
Pištolj 9x19 mm (zrno)	negativno
Pištolj 9x19 mm (čahura)	negativno
Puška 7,62x29 mm (zrno)	negativno
Puška 7,62x29 mm (čahura)	negativno
Bris bukalne sluznice kandidata za izradu doktorske disertacije	Detektovan profil

6. DISKUSIJA

6.1 Diskusija karakteristika strijelne rane

Strijelna rana je mehanička povreda, a prema definiciji je rana koja nastaje dinamičkim dejstvom metalnog projektila ispaljenog iz ručnog vatretnog oružja. Definicija se uslovno treba shvatiti, jer danas postoje projektili koji su izrađeni i od drugih materijala čije je dejstvo slično, a ponekad i razornije od klasičnih projektila. Takođe, postoje rane koje su nanesene i nevatrenom projektilima. Međusobna uslovljenost činilaca koji dovode do nastanka strijelne rane zahtijeva od svakoga koji se bavi njome elementarno poznavanje oružja, balistike, osnovnih karakteristika strijelne rane, kao i dinamiku nastanka istih i njihovo međusobno djelovanje.

Evropskom konvencijom o kontroli nabavljanja i držanja vatretnog oružja od strane pojedinaca, donijetoj u Strasbourg 1987.g., koju je ratifikovala SFRJ 1991.g., ručno vatreno oružje je podijeljeno na kratko i dugo. Prema ovoj konvenciji izraz 'kratko' označava oružje čija cijev nije duža od 30 cm ili čija ukupna dužina ne prelazi 60 cm, a izraz 'dugo' označava oružje čija je cijev duža od 30 cm, a ukupna dužina nije manja od 60 cm. Američki standard je da sva oružja koja imaju cijev dužu od 16 incha (40 cm), spadaju u duga vatrena oružja [1,2,3].

Kratko vatreno oružje može se podijeliti na sljedeće grupe:

- Pištolji,
- Revolveri,
- Mali automati,
- Specijalna oružja koja se ne proizvode serijski;

Dugo vatreno oružje može se podijeliti na:

- Neautomatsko,
- Poluautomatsko,
- Automatsko.

U odnosu na distancu pucanja strijelne rane se dijele na strijelne rane iz blizine i strijelne rane iz daljine. Strijelne rane iz blizine se dijele na rane iz apsolutne i iz relativne blizine. U odnosu na dubinu prodora zrna, strijelne rane se dijele na prostrijelne i ustrijelne rane i strijelna okrznuća.

Veličina i izgled rane zavise od kalibra projektila, vrste oružja, udaljenosti sa koje je pucano, energije projektila kao i veličina ulazne i izlazne rane, i direktno su povezane sa dijelovima tijela na kojima je došlo do povređivanja [32-38, 63-67].

Prvi put na području Bosne i Hercegovine kao i regionala, sprovedeno je istraživanje koje se bavilo procjenom vrste udaljenosti pucanja i kalibra projektila iz kojeg je pucano, a na osnovu karakteristika ulaznih strijelnih rana, nanesenih djelovanjem ručnog vatrenog oružja. Prema podacima Federalnog MUP-a najčešće korišteno oružje u posljednjih 10 godina na prostoru Bosne i Hercegovine kao i regionala, upravo je oružje koje se koristilo u eksperimentalnom dijelu istraživanja prikazanim u tabeli br. 2: pištolji CZ (streljivo 7,62x25 mm), CZ 'M 70' (7,65x17 mm), CZ 85 B (9x19 mm) i puška AP (CZ-streljivo 7,62x39 mm) koja se popularno u narodu zove „Kalašnjikov”.

6.2 Diferencijalna dijagnoza makroskopskih karakteristika strijelne rane

Osnovni cilj istraživanja bio je utvrđivanje kalibra projektila ručnog vatrenog oružja i rastojanja pucanja na osnovu karakteristika ulazne rane i tragova oko rane. Smatra se da se na osnovu različitih uzoraka ulazne rane može ispitati mogućnost razvijanja modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano i udaljenosti sa koje je pucano na osnovu poznavanja različitih karakteristika (varijabli) same rane koja je uslijed pucanja nastala. Ujedno se pokušavalo doći do razvijanja matematičkog modela za procjenu udaljenosti i vrste oružja na osnovu makroskopskih karakteristika rane.

Kako bi se što preciznije rezultati analizirali, uzorak koji je korišten u istraživanju je podijeljen na eksperimentalni I i II, kontrolni, kao i uzorak transparentnih folija i šifonskog platna što bi odgovaralo odjeći u vanjskim uslovima.

Kod prvog eksperimentalnog uzorka bilo je 45 makroskopski analiziranih objekata (tkivo svinje) i eksperiment je izveden u potpuno kontrolisanim uslovima, jer je pucanje vršeno uz pomoć sistema za sigurnosno ispaljivanje projektila.

Kod drugog eksperimentalnog uzorka bilo je 40 uzoraka (tkivo svinje) i eksperiment je izveden u djelimično kontrolisanim uslovima, jer je pucanje izvršeno u vanjskim uslovima i balističar MUP-a KS je izveo sam čin pucanja.

Kontrolni uzorak za ovo istraživanje sastojao se od rezultata mjerena karakteristika ulaznih strijelnih rana na obdukovanim leševima, koji su imali povrede ručnim vatrenim oružjem (prospektivno i retrospektivno istraživanje). Uzorak se sastojao od 30 obduciranih tijela, za koje su se podaci uzeli iz obdupcionih zapisnika Katedre za sudske medicinu, Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu i Zavoda za sudske medicinu Republike Srpske u Banjoj Luci (retrospektivna studija), obduciranih u periodu od 2008-2015.godine. U sklopu navedenog uzimali su se podaci o: veličinama ulaznih rana na koži i veličina nagnječnog prstena koje su dobijene upotrebom pomičnog mjerila u milimetrima.

Putem hronografa odredila se brzina zrna na ustima cijevi ispaljenog iz vatrene oružja. Prije upotrebe hronografa izmjerila se masa svakog projektila u gramima, zatim se mjerila brzina zrna na ustima cijevi. Dobijene vrijednosti kinetičke energije zrna vrijede do 30 cm udaljenosti cijevi ručnog vatrene oružja od prepreke. S obzirom da su u sklopu eksperimenta sve udaljenosti sa kojih se vršilo ispaljivanje spadale u domen ove udaljenosti, može se tvrditi da dobijene vrijednosti daju relevantne podatke o kinetičkoj energiji projektila prilikom udara i prolaska kroz tkivne strukture eksperimentalne životinje. Najveća vrijednost kinetičke energije dobila se kod automatske puške M70AB2, kal.7,62 mm u vrijednosti od 1756,97 kJ, dok najmanja vrijednost kinetičke energije dobila se kod upotrebe pištolja marke 'Crvena Zastava' M70, kal.7,65mm u vrijednosti od 166,576 kJ.

Kako bi se što bolje prišlo problematici ovog istraživanja ispitale su se mogućnosti razvijanja modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano i udaljenosti sa koje je pucano na osnovu poznavanja različitih karakteristika (varijabli) same rane koja je uslijed pucanja nastala. Na ovaj način pokušao se razviti model koji je aplikabilan za šire mase i vrlo jednostavan istovremeno za korištenje.

Zbog obimnosti istraživanja i različitih vrsta uzoraka, isti su klasificirani u nekoliko grupa, te na taj način se lakše pratilo kretanje svih vrijednosti. Varijable koje opisuju ranu su: veličina rane (širina rane, dužina rane), najširi i najuži dio nagnječnog prstena, širine rasipanja baruta i krakovi pucanja kože.

6.3 Sva mjerena su rađena pomoću softwerskog programa WebPlotDigitizer verzija 3.10 , a radi što boljeg prikaza mjerene širine i dužina ulaznih rana, nagnječnog prstena i barutne tetovaže, obilježavana su prateći oznake na brojčaniku, slika br. 15.



Slika br.15 Oznake u tekstu koje se opisuju slovima i brojevima odgovarale bi: 1 i a-12h na časovniku; 2 i b- 3 h na časovniku; 3 i c-6h na časovniku; 4 i d - 9 h na časovniku.

6.3.1 GSR čestice i matematički model

Patohistološko analiziranje provodilo se u mnogim istraživanjima, gdje su se studije zasnivale naročito na problematici utvrđivanja daljine pucanja na osnovu makroskopskih i mikroskopskih oštećenja na odjeći žrtve, rasipa barutnih čestica na koži žrtve i na koži ruku počinioca kaznenog djela [49, 52]. Između ostalog utvrđeno je da je količina GSR čestica i metala značajno veća kod korištenja pušaka nego kod pištolja, a sam broj metalnih čestica se povećava u zavisnosti od broja pucanja [3, 52-59]. U eksperimentu obavljenom na odjeći i koži estonskih naučnika korišteno je sljedeće oružje: Tokarev TT kalibra 7,62x25 mm, Mokarov PM kalibra 9 mm i Glock 19 kalibra 9x19 mm. Otkrili su da postoje razlike u izgledu ulaznih defekata kako kožnih struktura tako i izgledu defekata na odjeći. TT je ostavljao najveće defekte na odjeći upoređujući sa ostalim oružjem i dijametar defekta se kretao od 0,1-0,3 cm, a u koži uzrokuje mnogo intraepitelijanih proreza, inkorporirajući čestice gareža [60]. Kada su u pitanju PM i Glock oni su uzrokovali kratke zacjepne na krajevima defekta i samo nekolicinu GSR čestica. Upoređujući sa analizama dobijenim prilikom izrade doktorske disertacije komparacija se može napraviti sa pištoljima TT kalibra 7,62x25 mm i Glock kalibra 9x19 mm.

Kada je koža u pitanju razlike u rasipanju barutnih čestica u istoimenoj studiji estonskih naučnika pokazale su postojanje čestica baruta do udaljenosti od 15 cm u epidermalnom i dermalnom sloju kada je TT, dok se već sa 25 cm čestice mogu samo sporadično naći u epidermalnom i dermalnom sloju kože.

Kada je u pitanju PM i Glock barutne čestice se pronalaze do udaljenosti od 10 cm, dok sa udaljenosti od 15-25 cm čestice se samo nalaze u najpovršnjem sloju [60].

Prema literaturi u dosadašnjim forenzičkim istraživanjima uglavnom se koristila svinjska koža sa potkožnim tkivom prevučena preko želatinskih blokova koji se standardno koriste u forenzičko kriminalističkim eksperimentima [9, 47-49, 61-63]. U mnogim radovima vršena su ispitivanja izmjene svojstava ulazne i izlazne rane u zavisnosti od uslova u kojima se tijelo nalazi, te kako procesi dekompozicije imaju udjela u izmjenama karakteristika. Tako u radu koji su objavili finski naučnici gdje su vršili eksperiment sa automatskom puškom AK-47 koja se koristila i u ovom eksperimentu, pucajući na anestezirane svinje, došli su do zaključka da se velike varijacije nalaze u obliku i veličini ulazne i izlazne rane nakon 13 dana kada su se već počele razvijati truležne promjene i djelovati na kožu. Maksimalni dijametri ulazne rane kretali su se od 4-40 mm, a krakovi pucanja od 2-11 mm [64,65]

U novije vrijeme, a u načelu sa etičkim pravima određenih zemalja, koristili su se amputirani dijelovi ljudskog tijela [6,7] ili se pucanje vršilo u donirana tijela za naučno

istraživačke svrhe [66]. Ceccheto i sar. preporučuju korištenje mikro-CT analiza za detekciju GSR čestica u predjelu ulaznih i izlaznih rana posmatrajući kožne i potkožne strukture [6,7,51]. Uz pomoć ove metode u studiji rađenoj na amputiranim dijelovima ljudskog tijela, a korištenjem pištolja kalibara 7,65x17 mm i 9 mm, otkrili su da postoji korelacija između rasapa GSR čestica u epidermisu i dermisu u odnosu na udaljenost pucanja i vrstu oružja. Tako da kod udaljenosti pucanja od 5, 15 i 30 cm u svim ulaznim ranama i u epidermisu i u dermisu detektovano je prisustvo GSR čestica, dok u izlaznim ranama nije detektovano njihovo prisustvo. Brazilski naučnici smatraju da se poznavanjem najsitnijih oštećenja na kostima glave može putem Ct analize, takođe, otkriti koji projektil je u pitanju i sa koje udaljenosti je pucano [66].

Još uvijek je veliki problem korištenje i posjedovanost RTG aparata za detekciju projektila, tako da sofisticirane tehnike koje se proporučuju u radovima kao mikro-CT ili konfokalni mikroskop su još uvijek prilično nepraktične, ne samo u našim uslovima već i u mnogim drugim zemljama kako u okruženju tako i širom svijeta [66-68].

6.3.2 Matematički model

Na osnovu matematičkih modela razvile su se na osnovu udjela metala u barutnim česticama tkiva formule za predviđanje udaljenosti pucanja i vrste oružja kojom je ustrijeljenje izvršeno.

Prije svega su se procjenjivali postoci udjela metala kod svih oružja kao i kod udaljenosti iz koje je pucano. Za različite vrste oružja i različitih udaljenosti sa kojih je izvršeno pucanje (prislon, 5 cm i 10 cm) analizirali su se parametri deskriptivne statistike varijabli na osnovu udjela ili % zastupljenosti za različite vrste metala (tabela br. 37). Udio pojedinih metala (cinka, nikla i bakra) u sastavu košuljice je gotovo podjednak kada su u pitanju kalibri 7,62x25mm, 7,65x17mm i 9x19mm, dok je udio cinka niži za oko 1,5 % kod automatske puške u odnosu na pištoljska zrna. Udio cinka, nikla, antimona i olova kada je u pitanju hemijski sastav jezgre zrna gotovo je podjednak kada su u pitanju pištoljska zrna, dok je znatno povećana koncentracija antimona kod puščane municije u odnosu na pištoljska zrna.

Kod pištolja kalibra 7,65x17mm (označen oznakom A u daljem tekstu) udio Pb-olova je signifikantno veći sa udaljenosti 10 cm u poređenju sa udaljenošću 5 cm i prislonom. Kod oružja A udio: Zn-cinka je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod udaljenosti 5 cm, a najniži kod udaljenosti 10 cm; udio Ba-barijuma je signifikantno niži sa udaljenosti 5 cm u poređenju sa udaljenošću 10 cm i prislonom.

Kod pištolja kalibra 7,62x25 mm (označen oznakom B u daljem tekstu) udio olova je signifikantno veći sa udaljenosti 10 cm u poređenju sa udaljenošću 5 cm i prislonom. Kod oružja B: udio bakra je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod prislona, a najniži kod udaljenosti 10 cm; dok je udio antimona signifikantno veći kod pucanja iz prislona u poređenju sa udaljenošću 5 cm i 10 cm.

Kod pištolja kalibra 9x19 mm (u daljem tekstu označen oznakom C) udio cinka je signifikantno niži kod pucanja iz prislona u poređenju sa udaljenošću 5 cm i 10 cm; udio antimona je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod udaljenosti 5 cm, a najniži kod udaljenosti 10 cm.

Kod puške kalibra 7,62x29mm (u daljem tekstu označena oznakom D) udio bakra je signifikantno niži sa udaljenosti 10 cm u poređenju sa udaljenošću 5 cm i prislonom. Kod oružja D udio cinka je signifikantno viši sa udaljenosti 10 cm u poređenju sa udaljenošću 5 cm i prislonom; udio nikla je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod prislona, a najniži kod udaljenosti 5 cm. Kada je antimon u pitanju njegov udio je signifikantno različit kod različitih udaljenosti pucanja: najveći kod prislona, a najniži kod udaljenosti 10 cm, dok je udio barijuma signifikantno niži kod prislona u poređenju sa udaljenošću 5 cm i 10 cm.

Analizirani su % različitih vrsta metala u okviru iste udaljenosti pucanja prema vrsti oružja. Kod udaljenosti od 10 cm: udio olova je signifikantno niži za oružje D u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio bakra je signifikantno viši za oružje D u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio nikla se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja A i najniži kod oružja D; udio barijuma se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja A i najniži kod oružja B.

Kod udaljenosti pucanja od 5 cm: udio Pb je signifikantno niži za oružje D u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Cu se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja D i najniži kod oružja A; udio Zn je signifikantno niži za oružje D u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Ni je signifikantno viši za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Sb je signifikantno niži za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Ba se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja C i najniži kod oružja D.

Kod pucanja iz prislona: udio Pb se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja C i najniži kod oružja D; udio Cu se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja D i najniži kod oružja A; udio Zn je signifikantno viši za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio N1 je signifikantno viši za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Sb je signifikantno niži za oružje A u poređenju sa drugim vrstama oružja; udio Ba se signifikantno razlikuje između oružja: najviši kod oružja C i najniži kod oružja B.

Kako je prethodnim testovima pokazano da za svaki od analiziranih metala postoje razlike kod nekih oružja i udaljenosti, u nastavku primjenom diskriminacione analize se kreirao model na bazi kojeg se mogla odrediti vrsta oružja i udaljenosti pucanja na bazi poznavanja udjela analiziranih metala.

Kao što je prethodno rečeno diskriminaciona analiza daje model predviđanja kada je zavisna varijabla (koju treba predvidjeti) kvalitativna, te nije moguće koristiti regresiono-korelacionu analizu.

Značajnost ili reprezentativnost modela diskriminacione analize sagledavao se se kroz Eigen-vrijednost, kanoničku korelaciju, Wilks' Lambda i hi-kvadrat test.

Na osnovu navedenih analiza doslo se do usvajanja matematičkog modela :

Diskriminaciona funkcija kada se kao grupe posmatraju vrste oružja (A-D) glasi:

$$\begin{aligned} \text{vrsta oružja=} \\ -30,691+0,313\% \text{ Pb}+0,344\% \text{ Cu}+0,315\% \text{ Zn}-0,66\% \text{ Ni}+0,354\% \text{ Sb} \end{aligned}$$

U prosjeku 78,6% slučajeva iz uzorka je ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju vrste oružja.

Diskriminaciona funkcija kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja (prislon, 5 cm i 10 cm) glasi:

$$\begin{aligned} \text{udaljenost pucanja=} \\ -8,917+0,13\% \text{ Pb}+0,099\% \text{ Cu}+0,111\% \text{ Zn}-0,145\% \text{ Ni}-0,053\% \text{ Sb} \end{aligned}$$

U prosjeku 58,9% slučajeva iz uzorka je ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja.

Ovakav matematički pristup do sada nije koristen u praksi, te zbog jednostavnosti i primjenjivosti se proporučuje od strane European Network of Forensic Science Institutes [69,70].

Bhattacharyya [71,72] je pokušao da objasni princip rasipanja barutnih čestica na osnovu Maxwellian modela. Medjutim sam princip analize pokazao se dosta komplikovanim i ne bas praktičnim u rutinskom radu.

Matematičke modele razvijene u ovoj studiji bi se mogli u daljim eksperimentalnim uslovima proširiti ne samo sa različitim spektrom oružja već i sa različitim udaljenostima.

Brozek-Mucha [73] istražila je odnos između udaljenosti pucanja, kemijskog sastava GSR i veličine čestica. Primjetila je postepenu promjenu u učestalosti pojavljivanja metala PbSb, Pb i Sb kako je udaljenost pucanja bila povećana sa 10 na 100 cm. Udio Sb čestica porastao je sa 0,1 na metri 10 cm od cijevi vatrenog oruzja na oko 0,9 na udaljenosti od 70–100 cm. Najveći postotak većih čestica pronađen je na osobi koja je izvrsila pucanje. Na uzorku postavljenom u smjeru pucanja nađeno je da čestice veće od $4,5 \mu\text{m}$ predstavljaju veću učestalost na metama na većim daljinama (ako su pronađene).

Sličan način istraživanja pominje se u studiji Gerard i sar. [74] koji su prijavili suprotne rezultate. Autori su primijetili pad relativne pojave većih ($\geq 8 \mu\text{m}$) čestica GSR-a s povećanim razmakom niže od granice, a nijedna nije zabilježena iznad 13,5 m. Broj manjih čestica ($\leq 2,9 \mu\text{m}$), povećan je sa povećanjem duljine i do 37 m. Povećanje broja čestica i ponavljanje velikih čestica uočeno je na 18 m, za koji se smatra da je rezultat GSR-a odbačenog iz metka.

Za detekciju GSR čestica su upotrebljavane različite metode, poput makroskopskog prepoznavanja na osnovu bojenja Na-rodizonatom, gdje se one boje svjetlo narandžastom bojom [29], preko mikroskopskih dijagnostika [6-9,16,40,75]. Postoji dosta spornih slučajeva kriminalističkih i sudsko medicinskih vještačenja kod povreda vatrenim oružjem kada je u pitanju procjena udaljenosti kao i kalibar projektila kojim je izvršeno povređivanje i/ili usmrćivanje žrtve [76-81]. Metode koje su se koristile u ovom istraživanju su jednostavne i dostupne na području BiH, a i šire, te prema tome smatra se da će rezultati istraživanja pomoći i doprinijeti da se ove metode primjenjuju u slučajevima kada okolnosti nisu poznate i kada imamo jedino ulaznu ranu i njene morfološke karakteristike kao parametre. Smatra se da će rezultati ovog istraživanja pomoći pri otkrivanju spornih slučajeva, s ciljem diferenciranja ulaznih u odnosu na izlazne strijelne rane, preciznijem određivanju udaljenosti pucanja, a naročito pomoći u najspornijem aspektu, upućivanju na ili identifikaciji vrste oružja i upotrijebljene municije kada ista nije prisutna na licu mjesta.

Ograničenja ovog istraživanja se ogledaju u malom uzorku, te se smatra da bi u budućnosti trebalo ponoviti istraživanje na većem uzorku, što bi najvjerovaljnije dovelo do veće upotrebljivosti svih modela procjenjivanja koji su razvijeni tokom istraživanja upotrebom diskriminacione analize. Do sada su autori preporučivali korištenje Bayes-ove analize za procjenjivanje udaljenosti [82], a diskriminaciona analiza je korištena od strane američkih naučnika. Međutim, u njihovim analizama korišteni su najosnovniji modeli i nije bilo razvijanja formula za procjenjivanje udaljenosti pucanja ili vrste oružja. Uz odgovarajuću dozu opreznosti

može se koristiti funkcija diskriminacije u svrhu klasifikacije posmatranja grupe definisane za kalibar koristeći minimalni prečnik i maksimalnu debljinu kao pretkazivače. Preporučuje se oprez pri pokušaju procjenjivanja kalibra od nedostataka koji nisu nastali kao kod uobičajenog ulaza metka [81-85].

6.4 Noviji pristup u diferencijaciji karakteristika ulazne strijelne rane

Kako bismo pristupili novijem metodu analiziranja koji bi ujedno bio jeftin i pristupačan za veći dio populacije, a u cilju razvijanja softwera ili novog pogleda na posmatranje same ulazne strijelne rane, objavljena je studija [86] u kojoj se pokušalo ispitati da li je na osnovu samog makroskopskog izgleda rane i njenog poistovjećivanja sa matematičkim geometrijskim modelom romba, u kojoj bi se na osnovu površine rane moglo utvrditi o kojoj se vrsti oružja radi i kao i sa koje je udaljenosti pucano.

U ovoj studiji bili su uključeni rezultati drugog experimentalnog uzorka iz ove studije. Raspodjela na osnovu raspona bila je vrlo slična, bez statističke značajnosti razlika u distribuciji, Fisher-ov test $p = 0,992$.

Tabela 48. Opšte karakteristike rana

	Weapon			
	^a Pistolj CZ M70 (n=14)	^b Pistolj CZ M57 (n=13)	^c Pistolj CZ 85B (n=13)	^d Puska CZ M70AB2 (n=15)
Udaljenost				
Kontakt	4 (28.6%)	3 (21.4%)	3 (21.4%)	5 (33.3%)
5 cm	4 (28.6%)	5 (35.7%)	5 (35.7%)	5 (33.3%)
10 cm	6 (42.8%)	5 (35.7%)	5 (35.7%)	5 (33.3%)
Horizontalni dijametar rane (mm)	4.3 (2.7)	4.0 (1.65)	3.2 (2.5)	4.5 (15.0)
Vertikalni dijametar rane (mm)	4.7 (1.3)	4.5 (1.5)	4.0 (2.0)	4.5 (18.0)
Povrsina rane (mm^2)	21.2 (16.5)	20.0 (10.5)	12.0 (26.1)	20.0 (376.5)
Najsiri dio nagnjecnog prstena (mm)	4.3 (3.0) ^{b, d}	9.0 (5.8) ^{a, d}	4.0 (7.0) ^d	20.0 (15.0) ^{a, b, c}
Najuzi dio nagnjecnog prstena (mm)	2.2 (2.0) ^{b, d}	4.5 (2.0) ^{a, c}	1.7 (1.5) ^{b, d}	4.0 (12.0) ^{a, c}
GSR povrsina (mm^2)	2034 (2037) ^{c, d}	1606 (1595) ^{c, d}	903 (724) ^{a, b, d}	4108 (2740) ^{a, b, c}

Podaci su prikazani u mm vrijednostima (interquartile range) ili kao postoci (percent)

Ovom se studijom ispitalo postoji li značajna razlika u bilo kojoj od ispitivanih karakteristika rane, bez obzira na udaljenost sa koje je izvedeno pucanje. Stoga nije utvrđena značajna razlika u vodoravnom i okomitom promjeru rane između ova četiri različita kalibra. Promjer kontuzionog prstena u najužem i najširem dijelu pokazao je značajno različite

vrijednosti; osim toga, područje GSR-a značajno se razlikovalo između testiranih uzoraka. Izvršen je i pokušaj usporedbe karakteristika rana od vatrenog oružja na temelju čega je zaključeno da se najširi i najuži dio nagnječnog prstena značajno razlikuje od vrste oružja (najširi $p = 0,002$, uži $p = 0,005$), kao i površine GSR rasipanja $p = 0,036$,

Na rasponu kontakata; rane nastale automatskom puškom imale su vodoravni, okomiti promjer znatno veći od onih napravljenih od pištolja ($p < 0,05$ u odnosu na testirane pištolje) (Tabela 51).

Tabela 49. Uporedjivanja dijametara rane baziranim na tipu oružja i udaljenosti iz koje je pucanje izvršeno (apsolutna i relativa blizina)

	Oružje			
	^a Pistolj CZ M70	^b Pistolj CZ M57	^c Pistolj CZ 85B	^d Puska CZ M70AB2
Kontakt (N)	4	3	3	5
Horizontalni dijametar (mm)	6.8 (3.1) ^d	6.5 (3.0) ^d	6.0 (1.0) ^d	19.5 (2.0) ^{a, b, c}
Vertikalni dijametar (mm)	5.0 (3.0) ^d	5.0 (1.5) ^d	7.0 (3.0) ^d	26.0 (7.5) ^{a, b, c}
Povrsina rane (mm ²)	30.7 (40.2) ^d	28.0 (15.7) ^d	42.0 (13.0) ^d	507.0 (193.0) ^{a, b,}
Najširi dio NP (mm)	4.5 (1.5) ^d	13.0 (12.0)	11.0 (4.0)	12.0 (2.0) ^a
Najuži dio NP (mm)	2.5 (1.0) ^{b, c}	6.0 (7.0) ^a	8.0 (2.0) ^{a, d}	4.0 (1.0) ^c
GSR površina (mm ²)	567.5 (144.2)	1000.0 (76.6)	627.0 (487.0)	1575.0 (483.0)
5 cm (N)	4	5	5	5
Horizontalni dijametar (mm)	4.2 (1.8)	4.0 (1.0)	3.0 (0.7)	4.0 (1.8)
Verticalni dijametar (mm)	4.7 (2.3)	4.0 (2.5)	4.0 (1.0)	4.5 (0)
Površina rane (mm ²)	21.2 (13.9)	20.0 (10.0)	12.0 (6.0)	18.0 (5.6)
Najširi dio NP (mm)	6.5 (2.1) ^d	8.1 (1.0) ^d	6.0 (5.0) ^d	29.0 (6.5) ^{a, b, c}
Najuži dio NP (mm)	3.0 (0.3) ^{b, d}	4.5 (1.0) ^{a, c, d}	2.0 (0.5) ^{b, d}	15.0 (0) ^{a, b, c}
GSR površina (mm ²)	2144.7 (602.0)	1710.0 (2480.6)	558.0 (771.0) ^d	4180.0 (1208.0) ^c
10 cm (N)	6	5	5	5
Horizontalni dijametar (mm)	4.0 (2.0) ^c	3.3 (1.0)	3.0 (1.8) ^a	3.0 (0.5)
Vertikalni dijametar (mm)	3.8 (2.5)	4.5 (1.2) ^{c, d}	2.8 (1.0) ^b	2.5 (1.0) ^b
Površina rane (mm ²)	17.6 (14.0)	18.0 (5.6) ^c	8.0 (4.6) ^b	8.7 (3.0)
Najširi dio NP (mm)	2.7 (0.5) ^{b, d}	12.0 (5.8) ^{a, d}	3.0 (0) ^d	21.0 (8.5) ^{a, b, c}
Najuži dio NP (mm)	1.0 (1.0) ^{b, d}	4.0 (2.0) ^a	1.5 (0.3) ^d	3.5 (1.0) ^{a, c}
GSR površina (mm ²)	2534.5 (2676.1)	2012.5 (964.0) ^d	1053.0 (350.0) ^d	4444.0 (302.5) ^{b, c}

Legenda: GSR (barutne cestice), NP (nagnječni prsten)

Površina rane nanesena automatskom puškom bila je kao i očekivano znatno veća od površine

rane nanesene različitim kalibarima pištolja (vs C.Z. M70 p = 0,016, vs M57 p = 0,036; vs CZ 85 B9 mm p = 0,036). Kod absolutne blizine vrijednosti najšireg i najužeg dijela nagnječnog prstena se ukupno razlikuju (p = 0,003 i p = 0,004 retrospektivno).

Ustanovilo se da su nezavisne vrijednosti kontuzionog prstena iz absolutne blizine (kontakta) imale sličan najširi prečnik pri pucanju iz pištolja kalibra 7,62 mm, - 9 mm ili sa automatskom puškom kalibra 7,62 mm ($p > 0,05$). Područje raspršivanja ostataka baruta znatno su se razlikovali između oružja kada se pucanje vršilo iz absolutne blizine (p = 0,007). Ta se razlika prvenstveno zasniva na prisutnosti automatske puške, pa je pištolj C.Z. M70 7,65 mm imao najmanju površinu rasipanja barutnih cestica GSR-a, dok su rane od automatske puške imale najveće GSR rasipanje.

U rasponu od 5 cm, nije bilo neke značajne razlike u promjeru rane, ili čak na površini rane: vodoravni promjer (p = 0,526); okomiti promjer (p = 0,898), ukupna površina (p = 0,903). Najširi dio NP bio je znatno veći kada su rane nastale nanesene automatskom puškom (p = 0,001). Nadalje, nije bilo značajnog odstupanja kod rana prouzrokovanih pištoljskom municijom. Uži dio NP-a bio je statistički različit između rana (p = 0,015). Uži dio kontuzionog prstena imao je razlike čak i na ranama od pištolja. Površina raspršivanja ostataka baruta bio je statistički različita kada se pucalo na različite oružje iz dometa 5 cm (p = 0,007), pri čemu se ističu rane iz automatskih pušaka.

Takođe promjeri u rasponu od 10 cm idu u prilog ovim rezultatima, sa vrlo sličnim rezultatima bez statistički signifikantne razlike ($p > 0,05$). Zanimljivo je da nije postojala statistički signifikantna značajna razlika između GSR površine oko rana koje su uzrokovane pištoljima. Takođe su testirane analize rana prouzrokovanih iz različitih udaljenosti istog kalibra. Rane izazvane pištoljem kalibra 7,65 mm, imale su slične dimenzijske karakteristike i domet pucanja nije imao uticaja. Rane nastale pištoljima C.Z. M57 kalibra 7,62 mm pokazale su značajno različit horizontalni promjer (p = 0,001). Bilo je značajnih razlika između vertikalnih promjera pri pucanju iz absolutne blizine i udaljenosti od 5 cm (p = 0,04), uspoređujući također rane iz absolutnog kontakta pištolja i kože i one od 10 cm raspona, postojala je značajna razlika (p = 0,007). Horizontalni promjeri rane nisu se statistički razlikovali neovisno o udaljenosti pucanja. Pištolj kalibra 9 mm nanio je mnogo manje rane prilikom pucanja sa 5 i 10 cm od onih koji su nastali absolutnim kontaktom (vs 5 cm p = 0,001; vs 10 cm p = 0,001). Takođe vertikalni promjer je bio znatno manji kod rana nanesenih u rasponu od 10 cm nego kod absolutnog kontakta (p = 0,004). Povećanjem udaljenosti

smanjuje se površina rane ($p = 0,001$). Najširi dio i najuži dio kontuzionog prstena razlikuju se pri upotrebi pištolja 7,65 mm kalibra ($p = 0,005$). Takođe GSR površina značajno pokazuje različite vrijednosti ($p = 0,002$). Površina GSR-a imala je značajne promjene u vrijednosti zbog promjene udaljenosti pucanja kao i djelovanja barutnih cestica ($p = 0,049$). Razlog za to je manja veličina područja raspršivanja GSR-a prilikom direktnog prislonja vatrengoruzja na kožu.

Statistički različite vrijednosti najšireg ($p = 0,007$) i najužeg dijela NP ($p < 0,001$) pokazale su se najdjelotvornijim kod rana nanesenih pištoljem kalibra 9mm. Takođe rezultati se poklapaju sa studijom Pircher-a i saradnika koji su posmatrali makroskopske karakteristike ulazne strijelne rane nanesenom djelovanjem pistolja kalibra .38 (9mm) u kojem su korištene tri različite vrste municije i pucano sa udaljenosti od 2m. U ovom slučaju približne vrijednosti su se dobile upoređujući sa analizama dobijeni u ovoj studiji kod zrna sa zaobljenim vrhom gdje je nagnječni prsten veličine $10,88 \pm 1.12$ mm, a u ovoj studiji 111.0 ± 4 mm. Dijametar rane je u prosjeku bio veličinu oko 6.01 ± 0.84 mm, a u nasoj studiji 6.0 ± 1 mm [87].

Samim ovim nameće se pitanje da li je uopšte pouzdano na osnovu dijametara procjenjivati sa koje je udaljenosti vršeno ispaljivanje iz ručnog vatrengoruzja kao i o kojoj vrsti pištoljske municije je riječ.

Berryman i koautori su upoređivali dijametar rane na povredama glave, sa prečnicima mjerenih na lobanji. Zaključili su kako ne postoji značajna razlika između .22 Kalibra (5,6 mm) i kalibra .25 (6,35 mm) na ranama nanesenim iz blizine, dok rane nastale djelovanjem kalibra .38 (9 mm) su se značajno razlikovale ($p < 0,001$) [88].

Studija radjena na skeletiranim rebrima autora Amadasi A i sar. pokazala je da nema značajne razlike u makroskopskom obliku rane i njenim karakteristikama uoptrebljavajući dvije vrste municije za pištolj kaliba 9x21mm (ispaljena su vrsena sa projektilima sa košuljicom tzv. zrna full metal-jacket i bez košuljice – unjacketed) [89,90].

Matoso i sar. [68] u svojoj studiji su dokazali da se morfološke karakteristike tij oblici rana razlikuju u zavisnosti iz kojeg je oružja pucano. Oni su koristili istu lobanju i na nju je pucano iz apsolutne blizine i udaljenosti od 10cm. Tu se pokazalo da je rana nanesena kalibrom 9mm bila nepravilna trokutasta, dok rana nanesena kalibrom 10mm bila je gotovo okrugla.

Ovom studijom, pri pucanju iz apsolutne blizine, u poređenju rana nanesenih različitim oružjem, utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike kod najuzeg i najsireg dijela nagnječnog prstena ($p = 0,003$ i $p = 0,004$ retrospektivno). Nezavisno je nađeno da kontuzijski prsten u neposrednoj blizini (kontakt) ima sličan najširi promjer dijela kada je pucano iz pištolja kalibra 7,62mm, pištolj sa 9 mm ili automatska puška kalibra 7,62 mm ($p > 0,05$). Turillazi i

sar. [91] u svojoj studiji pokazali su da prilikom djelovanja projektila iz absolutne blizine udaljenost od 0,2cm pokazuje jasan nagnjecni prsten oko samog ulaza rane, dok je sa udaljenosti od 5 cm uocljiva široka zona praškaste čađe koja je prekrivala opecenu kozu. Takođe ukupna površine rane kada je korišten kalibar 7,65 mm i 9 mm nije se značajno razlikovao. Ovi rezultati se poklapaju sa rezultatima istrazivanja Gradascevic i sar. [92]. Autori su dokazali da su GSR cestice natalozene u koži oko ulazne rane strogo u korelaciji sa udaljenosti pucanja. U ovoj studiji GSR površina rane imala je značajno različite vrijednosti ($p = 0,002$) kada se uspoređuju kalibri, kao i da se sirina rasipa barutnih cestica povecava sa povecanjem udaljenosti. Ovdje se svakako mora naglasiti da udaljenosti od 5 i 10 cm spadaju u strijelu ranu iz relativne blizine. U kontaktnim ranama pod uglom od 0° , GSR su u kanalu rane [91].

Takođe, nazući delovi kontuzionog prstena mogu se koristiti za određivanje između kalibra između pištolja. Gotovo da nema razlike između kalibra 7,65 mm i kalibra 9 mm.

Dijametri, kao i površina rane korisni su pokazatelji u diferencijaciji između rana nanesenih projektilima iz pištolja odnosno automatske puške. Metoda je nesigurna u utvrđivanju kalibra i udaljenosti pucanja. Rasip barutnih čestica ima mnogo veći potencijal za buduće analize, ali i one ne mogu biti korištene za utvrđivanje kalibra projektila ispaljenog iz pištolja.

6.5 Analiziranje makroskopiskih karakteristika strijelne rane na stvarnom uzorku

Na obdupcionom materijalu koji ujedno predstavlja kontrolni uzorak vršena su mjerena ulazne rane sa svim njenim karakteristikama. Analiziranjem uzorka pokazalo se da je 26 osoba muškog spola, a samo 4 osobe su ženskog spola. Analizirajući starosnu strukturu došlo se do rezultata da je uzorak heterogen, čak 50% su bile osobe do 50 godina starosti. U ovom uzorku, a na osnovu podataka iz MUP-a KS i MUP-a RS-a, zastupljene su različite vrste oružja. Prema ovim podacima najčešće korišteno oružje je pištolj 9x19 mm 30%, dok u 20% slučajeva korištena je puška, 26,7% pištolj 7,65x17 mm, te 23,3% pištolj 7,62x25 mm. Najveća odstupanja pokazala su se kod pištolja kalibra 9x19 mm za srednju vrijednost i iznosila je 40,0, dok kod standardne devijacije kod pištolja kalibra 7,62x25 mm i iznosila je 28,87.

Kako bi se konstruisale formule za procjenjivanje vrste oružja i udaljenosti pucanja, morale su se prethodno ispitati mogućnosti razvijanja određenih modela primjenom diskriminacione analize. Osnovni uslovi da se provede diskriminaciona analiza su: da postoji najmanje 20 elemenata po jednoj nezavisnoj varijabli i da postoji najmanje 20 elemenata po

svakoj grupi ili kategoriji zavisne varijable. S obzirom da su oba postulata zadovoljena, pristupilo se primjeni diskriminacione analize koja se uglavnom koristi kada je u pitanju mali uzorak. Generalni problem ovog istraživanja bio je mali uzorak, tako da su se analizama komparirali svi uzorci međusobno, a sve s ciljem da se dobije što veći agregirani uzorak, te samim tim poveća prediktorska moć istraživanja.

Upoređujući eksperimentalne uzorke došlo se do saznanja da su zastupljene sve vrste oružja. Međutim, odstupanja su bila kod veličine uzorka na osnovu udaljenosti sa koje je pucano. Tako da kod eksperimentalnog uzorka (I) sa djelimičnom kontrolom nije pucano sa udaljenosti od 10 cm, dok je kod eksperimentalnog uzorka sa potpunom kontrolom (II) udaljenost prislon bila zastupljena samo u kategoriji puške. U analiziranim kategorijama varijable koje se odnose na krakove pucanja kože komparirane su samo za kategoriju puške, jer je u eksperimentalnom uzorku sa potpunom kontrolom samo u kategoriji puške izmjerena vrijednost tih varijabli. Uzorci su mali i nezavisni te u svrhu poređenja koristio se neparametarski Mann-Whitney test. Statistički signifikantna razlika se pokazala kod **29,5% slučajeva**, došlo se do zaključka da se s ciljem kreiranja jedinstvenog modela za predviđanje mogu objediniti dva eksperimentalna uzorka u jedan, te na taj način povećati uzorak i snaga statističke signifikantnosti.

Kod analiziranja kontrolnog uzorka zahvaljujući podacima iz MUP-ova posjedovao se podatak o vrsti oružja, ali ne i o udaljenosti sa koje je pucano. Iz tog razloga komparirao se ovaj uzorak sa objedinjenim eksperimentalnim uzorcima. Statistički signifikantna razlika kod 7 od ukupno 42 uzorka, to jeste **16,67%**. Kod samo 4 slučaja pokazale su se signifikantne razlike za ključne varijable čijim vrijednostima se raspolagalo kada se posmatrao kompletan kontrolni uzorak i eksperimentalni uzorak tj. njihove analizirane varijable (širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena). Samim tim došlo se do zaključka da s ciljem kreiranja jedinstvenog modela za predviđanje ova tri uzorka (kontrolni i dva eksperimentalna) mogu da se objedine u jedan. Na taj način uzorak se objedinio i stvorila se baza za kreiranje modela za predviđanje vrste oružja i udaljenosti pucanja iz koje je pucano na bazi karakterističnih varijabli koje opisuju ranu koja je nastala. Uzorak se objedinio iz praktičnih razloga, s obzirom da kada je u pitanju kontrolni uzorak nije se posjedovao podatak o udaljenosti sa koje je pucano, diskriminacioni model za predviđanje se kreirao na osnovu podataka dobijenih iz eksperimentalnog uzorka.

Veličina agregiranog uzorka koja se koristila za kreiranje diskriminacionih modela je 85 elemenata u eksperimentalnim uzorcima i 30 elementa u kontrolnom uzorku sa 4 nezavisne varijable u modelu. Za varijable koje su se odnosile na širinu rasipanja baruta i krakove pucanja

kože podaci nisu bili dostupni za kompletan „novi” agregirani uzorak, te su se kao nezavisne varijable za kreiranje diskriminacionih modela uzimale varijable: širina i dužina rane, najuži i najširi dio nagnječnog prstena. Između nezavisnih varijabli uključenih u diskriminacioni model nije prisutna visoka koreliranost, jer su korelacioni koeficijenti u 83,33% slučajeva niži od 0,8.

Sa ciljem da se potvrdi opravdanost primjene metode multiple diskriminacione analize za kreiranje modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano, poredila se prosječna vrijednost karakterističnih varijabli u okviru iste udaljenosti pucanja prema vrsti oružja. U okviru udaljenosti prislon i 10 cm postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite vrste oružja, što nije slučaj kod udaljenosti od 5 cm. Za svaku karakterističnu varijablu makar u jednoj kategoriji udaljenosti postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite vrste oružja. Ako se izuzme kontrolni uzorak gdje se ne posjeduje informacija o udaljenosti pucanja, u 50 % slučajeva postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite vrste oružja.

Sa ciljem da se potvrdi opravdanost primjene metode multiple diskriminacione analize za kreiranje modela za predviđanje vrste udaljenosti sa koje je pucano, poredile su se prosječne vrijednosti karakterističnih varijabli u okviru iste vrste oružja prema udaljenosti pucanja. Za svaku karakterističnu varijablu makar u jednoj kategoriji oružja postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite udaljenosti pucanja. U 50 % slučajeva postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti karakterističnih varijabli za različite vrste udaljenosti pucanja. Na taj način formirana je formula na osnovu diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju vrste oružja od 1-4, s tim da je oružje 1.- pištolj 7,65X17 mm, 2.-pištolj 7,62X25 mm, 3.-pištolj 9X19 mm, 4.-puška 7,65X39 mm. Kanonička korelacija iznosi 0,684, a racio korektne klasifikacije iznosi 0,557, što znači da je prosjeku **55,7%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju vrste oružja.

Kako je prethodnim testovima pokazano da za svaku od analiziranih karakterističnih varijabli postoje razlike kod nekih udaljenosti, u nastavku primjenom diskriminacione analize kreirao se model na bazi kojeg će biti moguće odrediti udaljenost pucanja na bazi poznavanja vrijednosti karakterističnih varijabli.

Zaključeno je da za širinu i dužinu rane kao nezavisne varijable u diskriminacionom modelu postoji statistički signifikantna razlika prosječnih vrijednosti (sredina) tih varijabli između grupa prema udaljenosti pucanja, što nije slučaj sa dimenzijama nagnječnog prstena. Formirana je diskriminaciona funkcija kada se kao grupe posmatraju udaljenosti sa kojih je

pucano (prislon, 5 cm i 10 cm). Racio korektne klasifikacije iznosi 0,506, što znači da je prosjeku **50,6%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja. Najveća greška klasifikacije prisutna je u kategoriji udaljenosti prislon.

Specifikacija diskriminacionih modela za predviđanje vrste oružja kojom je pucano i udaljenosti sa koje je pucano analizirane su posmatrajući tragove rasipanja barutnih čestica. Takođe, zadovoljena je pretpostavka „normalnosti“ nezavisnih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica uključenih u model (tabela 24.), jer su u 83,33% slučajeva p vrijednosti Shapiro-Wilk testa „normalnosti“ više od 0,05. između nezavisnih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica uključenih u diskriminacioni model nije prisutna visoka korelacija, što eliminiše problem multikolinearnosti (tabela br.25), jer su korelacioni koeficijenti u 87,5% slučajeva niži od 0,8. To je potvrđeno i kroz proces konstrukcije modela gdje se niti jedna varijabla nije zbog problema sa nivoom tolerantnosti morala isključiti iz diskriminacionih modela. Sa ciljem da se potvrdi opravdanost primjene metode multiple diskriminacione analize za kreiranje modela za predviđanje vrste oružja iz koje je pucano, poredile su se prosječne vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica u okviru iste udaljenosti pucanja prema vrsti oružja.

U okviru sva tri tipa udaljenosti postoje neke statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica za različite vrste oružja. Za svaku varijablu koja se odnosi na tragove barutnih čestica makar u jednoj kategoriji udaljenosti postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli za različite vrste oružja. U 50 % slučajeva postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica za različite vrste oružja. Vodeći računa o malim uzorcima, navedeno opravdava primjenu diskriminacione analize.

Sa ciljem da se potvrdi opravdanost primjene metode multiple diskriminacione analize za kreiranje modela za predviđanje vrste udaljenosti sa koje je pucano, poredile su se prosječne vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica u okviru iste vrste oružja prema udaljenosti pucanja.

Za varijablu „Širina rasipanja baruta b“ ni u jednoj kategoriji oružja ne postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica za različite udaljenosti pucanja. U 43,75 % slučajeva postoje statistički signifikantne razlike između vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica za različite vrste udaljenosti pucanja. Kako je prethodnim testovima pokazano da za svaku od analiziranih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica postoje razlike kod nekih oružja, u nastavku

primjenom diskriminacione analize kreirao se model na bazi kojeg će biti moguće odrediti vrstu oružja na bazi poznavanja vrijednosti karakterističnih varijabli. Prema p vrijednostima koje su niže od 0,05 zaključuje se da za tri od četiri nezavisne varijable koje se odnose na tragove barutnih čestica u diskriminacionom modelu postoji statistički signifikantna razlika prosječnih vrijednosti (sredina) tih varijabli između grupa prema oružju. To nije slučaj sa varijablom „Širina rasipanja baruta c”, što može uticati na prediktorsku moć diskriminacionog modela. Formirana je formula za procjenu vrste oružja na osnovu rasipanja barutnih čestica i dokazana je njena niska prediktorska moć, sa kanoničkom korelacijom 0,500, a racio korektne klasifikacije iznosi 0,412, što znači da je prosjeku **41,2%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju vrste oružja. Najveća greška klasifikacije prisutna je u kategoriji pištolj 7,62X25 mm.

Kako je prethodnim testovima pokazano da uglavnom za svaku od analiziranih varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica postoje razlike kod nekih udaljenosti, u nastavku primjenom diskriminacione analize kreirao se model na bazi kojeg će biti moguće odrediti udaljenost pucanja na bazi poznavanja vrijednosti varijabli koje se odnose na tragove barutnih čestica. Zaključeno je da za „širinu rasipanja baruta c i d” kao nezavisne varijable u diskriminacionom modelu postoji statistički signifikantna razlika prosječnih vrijednosti (sredina) tih varijabli između grupa prema udaljenosti pucanja ($p<0,05$), što nije slučaj sa „širinom rasipanja baruta a i b”.

Kod diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju udaljenosti sa kojih je pucano (prislon, 5 cm i 10 cm) kanonička korelacija iznosila je 0,598, a racio korektne klasifikacije iznosi 0,482, što znači da je prosjeku **48,2%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano primjenom dobijene diskriminacione funkcije kada se kao grupe posmatraju udaljenosti pucanja. Najveća greška klasifikacije prisutna je u kategoriji udaljenost 5 cm.

Postavlja se pitanje da li postoji signifikantna razlika u veličini rana između pojedinih regija. Obzirom da podatak o regiji tijela postoji samo u kontrolnom uzorku ova analiza provodila se samo na njemu. Komparacije su se radile u okviru različitih vrsta oružja. Samo u slučaju pištolja 7,62X25 mm postoji signifikantna razlika vrijednosti varijable „najširi dio nagnječnog prstena-0,44” za rane na različitim regijama tijela.

U eksperimentalnim uzorcima raspolažalo se podatkom o broju pokušaja i cilj je bio da se sagleda da li postoji koreliranost između broja pokušaja i dimenzija nagnječnog prstena. Rezultati su pokazali da je samo u slučaju pištolja 7,65x17mm za udaljenost prislon postojala signifikantna direktna povezanost između broja pokušaja i varijable najširi dio nagnječnog prstena, a koeficijent korelacije je iznosio 0,975.

6.6 Analiziranje transparentnih folija i platna

Prilikom analiziranja otisaka barutnih čestica na transparentnim folijama, pokazala se statistički signifikantna razlika kod 43,75% uzoraka. Navedeni podatak dovodi u pitanje pouzdanost metode uzimanja otisaka sa ulazne strijelne rane putem transparentnih folija. Najveća odstupanja od prosjeka su bila kod pištolja kalibra 7,62x25 mm za srednju vrijednost kod udaljenosti pucanja od 5 cm kada se analizirala širina rasipanja barutnih čestica (d) i iznosila je 85,8, dok je najveće odstupanje kod standardne devijacije dobijeno kod udaljenosti pucanja od 5 cm kada se analizirala širina rasipanja barutnih čestica (d) i iznosila je 27,36.

Kod uzorka sa odjeće, odstupanja srednje vrijednosti od prosjeka dobijena su kod puške u iznosu od 70,25, dok je najveće odstupanje za standardnu devijaciju dobijeno kod pištolja kalibra 9x19 mm, kada se posmatra vrijednost širine rasipanja barutnih čestica (c) u iznosu 30,44.

Uzorak koji predstavlja analiziranje transparentnih folija je rađen kako bi se dokazala vjerodostojnost ili neprihvatljivost korištenja transparentnih folija tokom kriminalističke obrade lešnog materijala. Transparentne folije se još uvijek koriste, kako na području Bosne i Hercegovine tako i šire. Nakon samog pucanja sa eksperimentalnog uzorka br. II izuzeli su se tragovi barutnih čestica putem „Grafotisak folija” koje u toku kriminalističke obrade kao standardnu proceduru koriste pripadnici MUP-a. Sa ciljem da se utvrdi koliko je metoda uzimanja otiska sa rane sa transparentnom folijom pouzdana uporedile su se vrijednosti analiziranih varijabli za eksperimentalni uzorak sa djelimičnom kontrolom i njemu odgovarajući uzorak sa transparentnih folija. Uporedjujuci sa radom Dalby i sar. kao i sa radovima Tugcu i sar. [93,94] došlo se do jednakog zaključka da je testiranje parafinskih rukavica do sada dalo lažno pozitivne rezultate. Ti rezultati se naime potkrepljuju cinjenicom da se jednaki rezultati testiranja – pozitivnih nitrata u dermisu i epidermisu ruku, tacnije saka pocinioca dobijaju i kod osoba koji su koristili: duhan, pesticide, kod automehanicara itd. Alexander [95] je u svojoj studiji testirao 250 osoba koje nisu rukovale vatrenim oruzjem, a parafinski testovi kod 117 osoba su se pokazali pozitivnim. Sve ovo navodi u pitanje vjerodostojnost ovog testa i njegovu upotrebu, koja je smatramo od izuzetne vaznosti u gonjenju pocinioca kaznenog djela.

6.6.1 Analiziranje odjeće (platna)

Kod uzorka sa odjeće (modificirana metoda po Walker-u) analiziralo se 13. uzoraka, koji su potpuno nezavisni od ostalih uzoraka. Zastupljene su različite vrste oružja. U 30,8%

slučajeva je pucano iz puške, a tri različite vrste pištolja su podjednako zastupljene sa po 23,1% udjela.

Najveća odstupanja pokazala su se kod puške kalibra 7,62x25 mm i to: za vrijednost maksimum i srednja vrijednost kod širine rasipanja barutnih čestica c i kod minimuma kada se posmatra širina rasipanja barutnih čestica b. Najveće odstupanje standardne devijacije pokazalo se kod pištolja kalibra 9x19 mm, kada se posmatra širina rasipanja barutnih čestica c. Karen Isha Sahu i sar. su u svojoj studiji na platnenoj tkanini od pamuka, nanesenoj djelovanjem kalibra 9 mm imali slične rezultate kao i u ovoj studiji [96].

6.7 Analiziranje DNA

Prilikom analiziranja DNA profila počinjoca kaznenog djela, u ovom slučaju kandidata za izradu doktorske disertacije, ni u jednom slučaju kada su se analizirala zrna i čahure nije detektovan profil kandidata. Novije studije sugerisu da se temeljiti trebaju ispitivati tragovi na oružju i na žrtvama u smislu DNA i RNA tipizacije. Postoji nekoliko studija koje su se bavile analiziranjem bioloških tragova na žrtvi i oružju nakon upotrebe istog. Istraživanje bioloških tragova (backspatter) treba uzeti u obzir kao važan segment prilikom rekonstrukcije zločina, te smatraju da bi se kao metoda trebala rutinski uvesti prilikom identifikacije zločinaca i žrtve [97-102]. „Backspatter” kao fenomen povezuje se zapravo sa ostacima biološkog materijala (npr., krvi i tkiva) koji bivaju izbačeni iz predjela ulazne rane i putuju natrag prema vatrenom oružju. Samim tim njihovi ostaci se mogu pronaći kako na vanjskim dijelovima tako i u unutrašnjosti vatrenog oružja. Već je poznato da je analiziranje genetskog materijala kritički doprinijelo identifikaciji žrtava i pomoglo prilikom rekonstrukcije vatrenog oružja. Međutim, nije poznato koliko različite vrste oružja i udaljenosti sa kojih je pucano mogu dovesti do različitih pojava u broju i rasporedu čestica na unutrašnjosti vatrenog oružja.

U pilot studiji njemačkih forenzičara dokazano je prisustvo DNA i mikro-RNA prikupljenih na unutrašnjim i vanjskim površinama vatrenog oružja. Ukratko, pokazuju da je izolacija DNA i RNA iz krvi i/ili tkiva mozga bila uspješna sa bliske udaljenosti do 30cm. Ovi rezultati ukazuju na to, da „backspatter” na vanjskoj, ali i unutrašnjosti površine vatrenog oružja treba posmatrati kao vrijedan izvor forenzičkih dokaza ne samo u kontekstu snimaka. Međutim, prilikom korelacije između DNA / RNA prilikom različite udaljenosti pucanja uočeno je da količina nukleinske kiseline u barutnim cesticama, prikupljenih iz vatrenog oružja, ne može se koristiti kao pouzdan zaključak udaljenosti pucanja. Kako bi se došlo do poboljšanja uspjeha ove metode treba izvršiti detaljniju analizu na mnogo vecem uzorku [38,39,97-102]. Pfang i

saradnici su prvi uveli RT-PCR metodu koja se bavila analiziranjem mRNA u forenzičke svrhe. Kasnijim ispitivanjima i analiziranjima došlo se do saznanja da je miRNA (mikroRNA) mnogo otpornija i postojanija prilikom forenzičkih ispitivanja u odnosu na mRNA (informacijska messenger RNA) [100-102].

7. ZAKLJUČCI

1. Ovo je prva studija na području Bosne I Hercegovine i regiona koja se bavila ispitivanjem parametara ulazne rane i mogućnošću procjenjivanja vrste oružja i udaljenosti pucanja na osnovu njih.
2. Najveće odstupanje od prosječnih vrijednosti širine rasipanja barutnih čestica je kod prvog eksperimenetalnog uzorka bilo sa udaljenosti od 10 cm, kod pištolja kalibra 7,62x25 mm I iznosila je **45,6** mm, ako drugog eksperimentalnog uzorka dobijeno je kod pucanja sa udaljenosti od 5 cm kod pištolja kalibra 7,65x17 mm, I iznosila je **40,4** mm.
3. Najveće odstupanje standardne devijacije od prosječnih vrijednosti širine rasipanja barutnih čestica je kod prvog eksperimentalnog uzorka bilo sa udaljenosti od 10 cmm, kod pištolja kalibra 7,62x25 mm I iznosila je**18,98** mm; a kod drugog eksperimentalnog uzorka dobijeno je kod pucanja iz prislonu kod automatske puške I iznosila je **22,54** mm.
4. Metodom diskriminacione funkcije konstruisana je formula za procjenjivanje vrste oružja na osnovu udjela metala u sklopu GSR čestica, sa tačnošću predviđanja od **78,6%**.
5. Metodom diskriminacione funkcije konstruisana je formula za procjenjivanje udaljenosti sa koje je pucano (prislon, 5 i 10 cm) na osnovu udjela metala u sklopu GSR čestica, sa tačnošću predviđanja od **58,9%**.
6. Pouzdanost metode uzimanja otiska rane putem transparentnih folija sa tačnošću **43,75%** dovodi u pitanje tačnost navedene, pa bi se u budućnosti trebala zamijeniti sa pouzdanijim metodama.
7. Formirana je formula za procjenu vrste oružja na osnovu rasipanja barutnih čestica I dokazana je njena niska prediktorska moć gdje je raciokorektne klasifikacije iznosio 0,412, što znači da je prosjeku **41,2%** slučajeva iz uzorka ispravno klasificirano. Najveća greška klasifikacije prisutna je u kategoriji pištolj 7,62X25 mm.

8. Analiziranjem streljiva koje je prošlo kroz vatreno oružje nije moguće detektovati DNA material počinioca kaznenog djela.
9. Analiziranje patohistoloških preparata upotrebom Chalkey okularske mrežice daje ne precizne rezultate prilikom diferenciranja vrste oružja.
10. Dijametri, kao i površina rane korisni su pokazatelji u diferencijaciji između rana nanesenih projektilima iz pištolja odnosno automatske puške. Metoda je nesigurna u utvrđivanju kalibra i udaljenosti pucanja. Rasip barutnih čestica ima mnogo veći potencijal za buduće analize, ali i one ne mogu biti korištene za utvrđivanje kalibra projektila ispaljenog iz pištolja.
11. Ograničenja ovog istraživanja se ogledaju u malom uzorku, te se smatra da bi u budućnosti trebalo ponoviti istraživanje na većem uzorku, što bi najvjerojatnije dovelo do veće upotrebljivosti svih modela procjenjivanja koji su razvijeni tokom istraživanja upotrebom diskriminacione analize.

8. LITERATURA

1. Franjić B, Milosavljević M, Forenzička balistika, Internacionalna asocijacija kriminalista Banja Luka, Sarajevo, 2009, pp 20-4.
2. Drašković D i sar., Strelna rana, Medicinski fakultet/monografije, Novi Sad, 1996, pp 1-6
3. Briga V, Analiza GSR (gunshot residue) čestica na sadržaj Ba, Pb i Sb metodom AAS, Univerzitet u Sarajevu (Magistarski rad), Sarajevo, 2010, pp 44-53.
4. Association of Firearm and Tool mark Examiners, (2013). AFTE Glossary (6th ed.), pp 3-29.
5. Knight. Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine, Second Edition, Vol.1, Ballistic trauma, overview and statistics, 2016, pp 413-424.
6. Cecchetto G, Radiological detection of gunshot residue in firearm wounds, SSD MED/43 Legal medicine (doctoral thesis), University of Verona, Padova, 2012, pp 12-17.
7. Cecchetto G Et al., MicroCT detection of gunshot residues in fresh and decomposed firearm wounds, Int J Legal Med, 2012, 126: 377-383.
8. Gibelli D Et al., Macroscopic, microscopic and chemical assesment of gunshot lesions on decomposed pig skin, J Forensic Sci, 2010, 55:4, pp 1092-96.
9. Stein KM et al., Detection of gunshot residues in routine CTs, Int J Legal Med, 2000, 114, pp 15-18.
10. Maiden N, Ballistic reviews: mechanisms of bullet wound trauma, Forensic Sci Med Pathol, 2009, 5, pp 204-209.
11. Lepik D, Vassiljev V, Comparison of gunshot injuries caused from Tokarev, Makarov and Glock 19 pistols at firing distances of 1.3 and 5 cm, Journal of Forensic and Legal Medicine, 2010, 17, pp 412-420.
12. Tschirhart D, Noguchi TT, Klatt CE, A simple histochemical technique for the identification of gunshot residue, J Forensic Sci, 1991, 36 (2), pp 543-547.
13. Maksimović R, Bošković M, Todorović U, Metode fizike, hemije i fizičke hemije u kriminalistici, Policijska akademija, Beograd, 1998, pp 326-330.
14. RV. Taudte, A. Beavis, L. Blanes, N. Cole, P. Doble, C. Roux, Detection of gunshot residues using mass spectrometry, Biomed Res Int. 2014;2014:965403. doi: 10.1155/2014/965403. Epub 2014 May 22.
15. S. Hu, H. Shen, S. Wang, C. Fang, Trajectory reconstruction through analysis of trace evidence in bullet-intermediate target interaction by SEM/EDX, J Forensic Sci, 2009, 54(6), pp 1349-52. doi: 10.1111/j.1556-4029.2009.01158.x.

16. DK. Molina, M. Martinez, J. Garcia, VJ. DiMaio, Gunshot residue testing in suicides: Part I: Analysis by scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray, *J Forensic Med Pathol*, 2007,28(3), pp 187-90.
17. Z. Brozek-Mucha, A. Jankowicz Evaluation of the possibility of differentiation between various types of ammunition by means of GSR examination with SEM-EDX method, *Forensic Sci Int*, 2001 ,123(1) pp 39-47.
18. Lászik, HJ. Weisser, L. Keresztury, S. Pollak, G. Papp, I. Pozsgai, PCR typing of human semen stains after SEM-EDX examination, *Int J Legal Med*. 1999;112(6):376-9.
19. C. Torre, S. Gino, Epidermal cells on stubs used for detection of GSR with SEM-EDX: analysis of DNA polymorphisms. *J Forensic Sci*. 1996 ,41(4), pp 658-9.
20. Beach L et al, Analytical Methods for Graphite Tube Atomizers, Varain Techtron Pty, Melbourne, 1988.
21. GE. Reed, PJ. McGuire, A. Boehm, Analysis of gunshot residue test results in 112 suicides. *J Forensic Sci.*, 1990,35(1), pp 62-8.
22. DK. Molina, JL. Castorena, VJ. DiMaio. Gunshot residue testing in suicides: Part II: Analysis by inductive coupled plasma-atomic emission spectrometry, *Am J Forensic Med Pathol.*, 2007, 28(3), pp191-4.
23. Loper GL, Calloway AR, Stamps MA, Wolten GM, Jones PF, Use of photoluminescence to investigate apparent suicides by firearms, *J Forensic Sci*, 1981,26(2), pp 263-86.
24. Di Maio VJM, Gunshot wounds: Practical aspects of firearms, ballistics and forensic techniques, CRC, Boca Raton, 1999, pp 71-82
25. Grupa autora, Vojna enciklopedija, II izdanje, II knjiga, Beograd, 1971.godine.
26. Janković S. Spoljna balistika, Vojno izdavački zavod, Beograd, 1977.godine, p 15.
27. Carrer CD, Vermehren C, Bagatolli AL, Pig skin structure and transdermal delivery of liposomes: A two photon microscopy study, *J. Conreal*, 2008, 132, pp 12-20.
28. Dellmann's et al., Textbook of Veterinary Histology, 6th edition, Blackwell Publishing Professional, Iowa, USA, 2006, pp 321-32
29. Jungreis E, Spot Test Analysis, Clinical, Environmental, Forensic, and Geochemical Applications, John Wiley and Sons, Canada, 1985,Volume 75, pp57-58.
30. Lucien CH, A method for improving the griess and sodium rhodizonate tests for GSR patterns on bloody garments, *Swafs journal*, 1991, 13 (1), pp 13-18.
31. Modly D, Korajlić N, Kriminalistički riječnik, Centar za kulturu i obrazovanje Tešanj, 2002.godine.
32. Tasić M i sar., Sudska medicina, Zmaj d.o.o., Novi Sad, 2006.godine, pp 47-55.

33. <http://armscollectors.com/gunhistorydates.htm>- preuzeto dana 20.12.2012.godine.
34. Heard BJ. Handbook of firearms and forensc balistics: examinig and interpreting forensic evidence. 2Nd edn. Chichester, UK:John Wiley and Sons, 2008.Chapter 6:Gunshot residue examination; pp 241-68.
35. Tasić M. i sar, Sudska medicina, Zmaj d.o.o, Novi Sad, 2006, pp 58-66
36. Tasić M, Drašković D, Stojiljković G, Karakteristike strelne rane uzrokovane pištoljskim projektilom cal. 7,65 mm uz upotrebu prigušivača pucanja, Beograd: Mini-simpozijum: Forenzičko istraživanje povreda iz vatre nog oružja,1994.
37. B. Karger, R. Nusse, G. Schroeder, S. Wustenbecker, B. Brinkmann, Backspatter from experimental close-range shots to the head. I. Macrobackspatter, *Int J Legal Med*,1996, 109, pp 66–74.
38. B. Karger, R. Nusse, H.D. Troger, B. Brinkmann, Backspatter from experimental close-range shots to the head. II. Microbackspatter and the morphology of bloodstains, *Int J Legal Med*, 1997, 110, pp 27–30.
39. Sellier GK, Kneubuehel PB., Wound ballistics and scientific background. Amsterdam: Elsevier Science B.V, 1994
40. Identification of gunshot residue: a critical review, Romolo FS, Margot P, *For Sci Int*, 2001, 119, pp 195-211
41. Matty W, Primer composition and gunshot residue, *Assoc.Firearms Tool Mark Examiners J*, 1987, 19, pp 8-13
42. Wallace JS, McQuillan J, Discharge residues from cartridge-operated industrial tools, *J Forensic Sci Rev*, 1990, 2, pp 37-62
43. Midkiff CR, Gunshot residue analysis, *Encyclopedia of analytical Science*, Vol 3, Academic Press, London, 1995, pp 1649-1655
44. Mornjaković Z, Radić Lj, Kundurović Z, Žigić Z, Teoretske osnove za vježbe iz histologije i embriologije, Nacionalna i univerzitetska biblioteka Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 1998, pp 99-102.
45. Vardaxis NJ et al., Confocal laser scanning microscopy of porcine skin: implication for human wound healing studies, *J.Anat.*, 1997, 190, pp 601-11.
46. Vennemann B et al., Textile fibres along the bullet path-experimental study on a skin-gelatine composite model, *Int J Legal Med*, 2008, 122, pp 213-218.
47. Perdekamp M Grosse, Pollak S, Thierauf A, Strassburger E, Hunzinger M, Vennemann B, Experimental simulation of reentry shots using a skin-gelatine composite model, *Int J Legal Med* 2009, 123, pp 419-425

48. Vennemann B, Grosse perdekamp M, Kneubuchl BP, Serr A, Pollak S, Gunshot-related displacement of skin particles and bacteria from the exit region back into the bullet path, Int J Legal Med, 2007, 121, pp 105-111
49. Vennemann B, Dautel F, Braunwarth R, Strassburger E, Hunzinger M, Pollak S, Grosse Perdekamp M, Textile fibres along the bullet path-experimental study on a skin-gelatine composite model, Int J Legal Med, 2008, 122, pp 213-218
50. S.N. Kunz, H. Brandtner, H.J. Meyer, Characteristics of backspatter on the firearm and shooting hand—an experimental analysis of close-range gunshots, J Forensic Sci, 2015, 60, pp166–170.
51. Neri M et al, The determination on firing distance applying a microscopic quantitative method and confocal laser scanning microscopy for detection of gunshot residue particles, 2007, 121, pp 287-292.
52. Reginelli A, Russo A, Maresca D, Martinello C, Cappabianca S, Brunese L, Russo A, Maresca D, Martiniello C, Cappabianca S, Brunese L, Imaging assessment of gunshot wounds, Semin Ultrasound CT MR, 2015, 36(1), pp 57-67, doi: 10.1053/j.sult.2014.10.005.
53. Maloney RS, Thornton JI, Colour test for diphenylamine stabiliser and related compounds in smokeless gunpowder, J Forensic Sci, 1982, 27, pp 318-329
54. Harrison HC, Gilroy R, Firearms discharge residues, J Forensic Sci, 1959, 4, pp 184-199
55. Ruch RR, Buchanan JD, Guinn VP, Bellanca SC, Pinker RH, Neutron activation analysis in scientific crime detection, J Forensic sci 1964, 9, pp 119-132
56. Rudzitis E, Kipins M, Wahlgren M, Optimisation of firearm residue detection by neutron analysis, J Forensic Sci, 1973, 18, pp 93-100
57. Krishnan SS, Detection of gunshot residue on the hands by neutron activatin and atomic absorbtion analysis, J Forensic Sci, 1974, 19, pp 789-797
58. Krishnan SS, Detection of gunshot residues on the hands by trace element analysis, J Forensic Sci, 1977, 22, pp 288-303
59. Zuzanna Brozek-Mucha, Distibution and properties of gunshot residue originating from a Luger 9 mm ammunition in the vicinity of the shooting gun, Forensic Sci Int, 2009, 183, pp 33-44
60. Delia L, Vitaly V, Comparison of injuries by pistols Tokarev, Makarov and Glock 19 at firing distances of 10, 15 and 25 cm, Forensic Sci Int, 2005, 151 (1), pp 1-10
61. Melanie Grabmu ller A, B. Philipp Cache  e, Burkhard Madea A, Cornelius Courts A, How far does it get?—The effect of shooting distance and type of firearm on the simultaneous

- analysis of DNA and RNA from backspatter recovered from inside and outside surfaces of firearms , Forensic Sci Int, 2016, 258, pp 11–18
62. Bauer M, Kraus A, Patzelt D, Detection of epithelial cells in dried blood stains by reverse transcriptase-polymerase chain reaction, J Forensic Sci,1999, 44, pp1232–1236.
 63. Knight B, Forensic pathology, Edward Arnold, London, 1991Courts C, Gahr B, Madea B, Schyma C, Persistence of biological traces at inside parts of a firearm from a case of multiple familial homicide, J Forensic Sci, 2014, 59, pp 1129–1132.
 64. Marty W, Sigrist T, Wyler D, Determination of firing distance using the rhodizonate staining technique, Int J Legal Med, 2002, 116, pp 1-4
 65. Rainio J, Lalu K, Ranta H, Penttila A, Morphology of experimental assault rifle skin wounds, Int J Legal Med, 2003, 117, pp 19-26
 66. Giraudo C, Fais P, Pelletti G, Viero A, Miotto D, Boscolo-Berto R, Viel G, Montisci M, Cecchetto G, Ferrara SD. Micro-CT features of intermediate gunshot wounds covered by textiles. Int J Legal Med, 2016, 130(5), pp 1257-64, doi: 10.1007/s00414-016-1403-7.
 67. Fais P, Giraudo C, Boscolo-Berto R, Amaglani A, Miotto D, Feltrin G, Viel G, Ferrara SD, Cecchetto G, Micro-CT features of intermediate gunshot wounds severely damaged by fire, Int J Legal Med, 2013,127(2), pp 419-25, doi: 10.1007/s00414-012-0775-6.
 68. Matoso RI, Freire AR, LSdM Santos,Daruge Junior E,Rossi AC, Prado FB, Comparison of Gunshot Entrance Morphologies Caused by .40-Caliber Smith & Wesson, .380-Caliber, and 9-mm Luger Bullets: A Finite Element Analysis Study, 2014, PLoS ONE 9(10): e111192. doi:10.1371/journal.pone.0111192.
 69. ENFSI-BPM-FGR-01 (vs.01) BMP for Chemographic Methods in Gunshot Residue Analysis, strana 8-10.
 70. Blakey LS1, Sharples GP, Chana K, Birkett JW. Fate and Behavior of Gunshot Residue-A Review. J Forensic Sci. 2018 Jan;63(1):9-19. doi: 10.1111/1556-4029.13555. Epub 2017 May 23.
 71. Bhattacharyya CN. Dispersion of firing discharge residues using a modified Maxwellian model. Forensic Sci Int 1990;47(1):31–7.
 72. Bhattacharyya CN. Dispersion of firing discharge residues using a modified Maxwellian model. Forensic Sci Int 1989;42(3):271–7.
 73. Bro_zek-Mucha Z. Distribution and properties of gunshot residue originating from a Luger 9 mm ammunition in the vicinity of the shooting gun. *Forensic Sci Int* 2009;183(1):33–44.

74. Gerard RV, McVicar MJ, Lindsay E, Randall ED, Harvey E. The long range deposition of gunshot residue and the mechanism of its trans-portion. *Can Soc Forensic Sci J* 2011;44(3):97–104.
75. Courts C., Madea B, Schyma C, Persistence of biological traces in gun barrels—an approach to an experimental model, *Int J Leg Med*, 2012, 126, pp 391–397. Lux C, Schyma C, Madea B, Courts C, Identification of gunshots to the head by detection of RNA in backspatter primarily expressed in brain tissue, *Forensic Sci Int*, 2014 , 237, pp 62–69.
76. Radford GE, Taylor MC, Kieser JA, Waddell JN, Walsch KA, Schofield JC, Das R, Chakravorty E, Simulating backspatter of blood from cranial gunshot wounds using pig models, 2016 , 130(4), pp 985-94, doi: 10.1007/s00414-015-1219-x.
77. Migliorini AS, Andreola S, Battistini A, Gentile G, Muccino E, Vancheri G, Zojia R, Detectability and medico-legal value of the gunshot residues in the intracorporeal channel, *J Forensic Leg Med*, 2015, 36, pp 10-5, doi: 10.1016/j.jflm.2015.08.004.
78. Aguilar JC, Shored gunshot wounds of exit. A phenomenon with identity crisis, *Am J Forensic Med Pathol*, 1983, 4, pp 199-204
79. Hollerman JJ, Facker ML, Coldwell DM, Ben-Menachem Y, Gunshot wounds: Bullets, ballistics and mechanisms of injury, *AJR Am J Roentgenol*, 1990, 155, pp 685-690
80. Barach E, Tomlanovich M, Nowak R, Ballistics; a pathophysiologic examination of the wounding mechanisms if firearms: part Iim *J trauma*, 1986, 26, pp 374-383
81. AmadasiA, BrandoneA, RizziA, MazzarelliD, CattaneoC, The survival of metallic residues from gunshot wounds in cremated bone: a SEM-EDX study, *Int J Legal Med*, 2012, 126 (4), pp 525-31, doi: 10.1007/s00414-011-0661-7.
82. Ahmed BA, Matheny ME, Rice PL, Clarke JR, Ogunyemi OI, A comparison of methods for assessing penetrating trauma on retrospective multi-center data, *J Biomed Inform*, 2009 , 42(2), pp 308-16, doi: 10.1016/j.jbi.2008.09.002.
83. Biedermann A, Taroni F, A probabilistic approach to the joint evaluation of firearm evidence and gunshot residues, *Forensic Sci Int*, 2006, 163(1-2), pp 18-33,
84. Ross AH, Caliber estimation from cranial entrance defect measurements, *J Forensic Sci*, 1996, 41(4), pp 629-33
85. TaborelliA, GibelliD, RizziA, AndreolaS, BrandoneA, CattaneoC, Gunshot residues on dry bone after decomposition--a pilot study, *J Forensic Sci*, 2012, 57(5), pp 1281-4, doi: 10.1111/j.1556-4029.2012.02119.x.
86. Gradascevic A, Soldatovic I, Joguncic A, Milosevic M, Sarajlic N, Appearance and characteristics of the gunshot wounds caused by different fire weapons— animal model,

Srpski Arhiv Za Celokupno Lekarstvo (Serbian Archives of Medicine) rad prihvacen u procesu objave

87. Pircher R, Preiß D, Pollak S et al. The influence of the bullet shape on the width of abrasion collars and the size of gunshot entrance holes. *Int J Legal Med* 2017 Mar;131(2):441-445. doi: 10.1007/s00414-016-1501-6. Epub 2016 Dec 1.
88. Berryman , H. E., Smith, O. C., & Symes, S. A. (1995). Diameter of cranial gunshot wounds as a function of bullet caliber. *Journal of Forensic Science*, 40(5), 751-754.
89. Amadasi A, Mazzareli D, Merli D, Brandone A, Cattaneo C. Characteristics and Frequency of Chipping Effects in Near-Contact Gunshot Wounds. *J Forensic Sci*, 2017 May;62(3):786-790. doi: 10.1111/1556-4029.13312. Epub 2016 Dec 13.
90. AmadasiA, GibelliD, MazzarelliD, PortaD, GaudioD, Salsa-rolaD, BrandoneA, RizziA, CattaneoC, Assets and pitfalls of chemical and microscopic analyses on gunshot residues in skeletonized bodies: a report of five cases, *Int J Legal Med*, 2015, 129(4), pp 819-24, doi: 10.1007/s00414-014-1107-9.
91. Turilazzi, E., Di Peri, G. P., Nieddu, A., Bello, S., Monaci, F., Neri, & Fineschi, V. Analytical and quantitative concentration of gunshot residues (Pb, Sb, Ba) to estimate entrance hole and shooting-distance using confocal laser microscopy and inductively coupled plasma atomic emission spectrometer analysis: An experimental study. *Forensic science international*, (2013),231(1-3), 142-149.
92. Gradaščević A, Resić E, Sarajlić N, Franjić B, Salkić A, Džuzdanović-Pašalić A. Is it possible to determine firearm calibre and shooting range from the examination of gunshot residue in close range gunshot wounds? An experimental study. *Journal of Health Sciences*. 2013;3(3):232-237. DOI: 10.17532/jhsci.2013.113.
93. Dalby O, Butler D, Birkett JW, Analysis of gunshot residue and associated materials--a review. *J Forensic Sci*, 2010;55(4):924-43. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01370.x. Epub 2010 Apr 8.
94. Tugcu H, Yorulmaz C, Karslioglu Y et al, Image analysis as an adjunct to sodium rhodizonate test in the evaluation of gunshot residues: an experimental study, *Am J Forensic Med Pathol*. 2006 Dec;27(4):296-9.
95. Alexander I. Is tehre a way to precisely identify that the suspect fired from the firearm? *Forensic Sci Int* 2003; 136 (Suppl. 1):158-9
96. Sahu, K.I., Kennao, P., Gupta, A., Saran, V., & Waghmare, N. (2018). Study of 9 mm improvised pistol pattern & gunshot residue with respect to different range. *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, 6, 155-160.

97. Schyma C, Madea B, Courts C, Persistence of biological traces in gun barrels after fatal contact shots, *Forensic Sci. Int. Genet.*, 2013, 7, pp 22–27.
98. Schyma C, Lux C, Madea B, Courts C, The ‘triple contrast’ method in experimental wound ballistics and backspatter analysis, *Int J Legal Med.*, 2015, 129, pp 1027– 1033.
99. Phang TW, Shi CY, Chia JN, Ong CN, Amplification of cDNA via RT-PCR using RNA extracted from postmortem tissues, *J Forensic Sci.*, 1994, 39, pp 1275–1280.
100. Bauer M, Patzelt D, Protamine mRNA as molecular marker for spermatozoa in semen stains, *Int J Leg Med.*, 2003, 117, pp 175–179.
101. Zubakov D, Boersma AW, Choi Y, van Kuijk PF, Wiemer EA, Kayser M, MicroRNA markers for forensic body fluid identification obtained from microarray screening and quantitative RT-PCR confirmation, *Int J Leg Med.*, 2010, 124, pp 217–226.
102. Courts C, Madea B, Specific micro-RNA signatures for the detection of saliva and blood in forensic body-fluid identification, *J Forensic Sci.*, 2011, 56, pp 1464–1470.

POPIS SKRAĆENICA

CZ - Crvena zastava

AP- automatska puška

DNA - dezoksiribonukleinska kiselina

mRNA- informacijska ribonukleinska kiselina

miRNA- mikroribonukleinska kiselina

AK - automatska puška ruskog proizvođača 'kalašnjikov'

GSR - gunshot residue, čestice nastale sagorijevanjem inicijalne kapsule metka

SEM/EDX - skenirajuća elektromikroskopija sa energetskim disperzivnim dodatkom sa

BIOGRAFIJA

Mr. sci. dr Anisa Gradaščević je rođena 17. 12. 1980. godine u Novom Pazaru, Republika Srbija. Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Sarajevu. 2008. godine diplomirala je na Medicinskom fakultetu u Sarajevu i stekla zvanje doktora medicine. 2009. g. položila je stručni ispit u Federalnom Ministarstvu zdravstva.

2014. godine uspješno je odbranila specijalistički ispit iz Sudske medicine. U periodu od 2008-2009. godine radila je kao stručni saradnik na Institutu za Sudsku medicinu Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu. U 2012. godini odbranila je magistarski rad pod nazivom: „Procjena visine exhumiranih posmrtnih ostataka muškog spola primjenom Bayes-ove analize“.

U periodu 2009-2013. radila je kao asistent na Katedri za Sudsku medicinu, Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu. Od novembra 2013- novembra 2016. radila je u zvanju višeg asistenta na Katedri za Sudsku medicinu, Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu.

Od novembra 2016. godine živi i radi u SR Njemačkoj. Trenutno se nalazi na 4. godini specijalizacije iz interne medicine i zaposlena je na Klinici za internu medicinu, Klinikum Asshaffenburg (Ašafenburg). Autor je i koautor mnogih radova, kao i koordinator na međunarodnim projektima. Učestvovala je na međunarodnim skupovima na polju sudske medicine kao i interne i intenzivne medicine. Član je Udruženja sudskeh medicinara Bosne i Hercegovine. Aktivno govori engleski i njemački jezik.

Изјава 1

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем
да је докторска дисертација

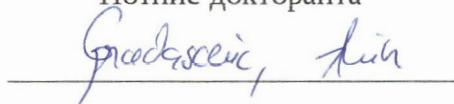
Наслов рада **FORENZIČKI ASPEKTI STRIJELNE RANE NANESENE DJELOVANJEM PROJEKTILA ISPALJENIM IZ RUČNOG VATRENOG ORUŽJA**

Наслов рада на енглеском језику **FORENSIC ASPECTS OF A GUNSHOT WOUNDS INFILCTED BY HAND-HELD FIREARMS**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да докторска дисертација, у целини или у дијеловима, није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Бањој Луци, дана 05. 11. 2020 . године

Потпис докторанта



Изјава 2

Изјава којом се овлашћује Универзитет у Бањој Луци да докторску дисертацију учини јавно доступном

Овлашћујем Универзитет у Бањој Луци да моју докторску дисертацију под насловом
**FORENZIČKI ASPEKTI STRIJELNE RANE NANESENE DJELOVANJEM
PROJEKTILA ISPALJENIM IZ RUČNOG VATRENOG ORUŽJA**

која је моје ауторско дјело, учини јавно доступном.

Докторску дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

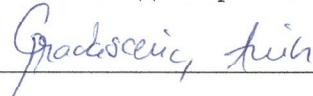
Моју докторску дисертацију похрањену у дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (*Creative Commons*) за коју сам се одлучио/ла.

- Ауторство
- Ауторство – некомерцијално
- Ауторство – некомерцијално – без прераде
- Ауторство – некомерцијално – дијелити под истим условима
- Ауторство – без прераде
- Ауторство – дијелити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Бањој Луци, дана 05.11.2020 . године

Потпис докторанта



Изјава 3

Изјава о идентичности штампане и електронске верзије докторске дисертације

Име и презиме аутора **Anisa Gradaščević**

Наслов рада **FORENZIČKI ASPEKTI STRIJELNE RANE NANESENE
DJELOVANJEM PROJEKTLILA ISPALJENIM IZ RUČNOG VATRENOG ORUŽJA**

Ментор **Prof.dr. Nermin Sarajlić**

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације идентична електронској верзији коју сам предао/ла за дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци.

У Бањој Луци, дана **05.11.2020** . године

Потпис докторанта

