Revija/Journal
za medicinske i tehničke nauke/Of Medical and Technical Sciences
Evropski Univerzitet Kallos Tuzla

ORIGINAL PAPERS

ANALIZA TRAGOVA KRVI U FORENZICI
ANALIZIS TRACES OF BLOOD IN FORENSICS

Nedeljko Stanković[1], Munevera Osmić[2], Merima Gigović[3]

1. Evropski univerzitet Brčko distrikt, Brčko
2. Evropski Univerzitet Kallos Tuzla
3. Evropski univerzitet Brčko distrikt, Brčko

DOI - 10.59366/2831-1094.2023.1.2.17

Corresponding author
stankovicnedeljko@gmail.com

Sažetak

Tragovi krvi su najvažniji biološki tragovi. Tragovi krvi mogu biti kao prugasti trag, lokva, prskotine ili brisotine. Osnovna fizička svojstva krvi za objektivne procjene su: specifična težina, viskoznost i površinska napetost. Otpor vazduha i gravitacija djeluju da male kapi mogu preći samo kratke udaljenosti, u odnosu na velike kapi, koje mogu preći znatno veće udaljenosti. Mogu se razlikovati četiri faze udara kapi krvi, koja je u pokretu, o površinu, i to: kontakt, pomicanje,raspodjela (disperzija),i povlačenje. Slike krvnih tragova, koje se mogu dodijeliti različitim uzrocima nastanka mogu se podijeliti u tri kategorije: pasivne, prenosne ili transferne i projektovane tragove. Pasivne tragove čini krvni ugrušak, tragovi kapanja, lokva krvi. Prenosni ili transferni tragovi su otisci ili brisotine.Značajnu ulogu može imati i nakvašenost odjeće krvlju. Projektovani tragovi krvi nastaju kada se krv pod pritiskom nanosi na površinu. Pri tome se može raditi i o arterijskim tragovima koji se ubrzavaju u normalnim uslovima usljed krvnog pritiska. Krvni tragovi koji nastaju ubrazavanjem predmeta kontaminiranih krvlju (hladno ili vatreno oružje) prave karakteristične obrasce na površinama. Kod udaraca nastaju fini tragovi. Pri tome treba obratiti pažnju na to da niske, srednje i visoke brzine utiču na veličinu traga, kao i na cjelokupni obrazac traga. Tragovi krvi nastali prilikom izdisanja sadrže karakteristične fine mjehuriće zraka i mogu se svrstati u grupu finih tragova. Od sekundarnih promjena su značajni prenos tragova putem muha i skeletizacija tragova.

Ključne riječi: kapi krvi, tragovi krvi, slike krvnih tragova

Summary

Traces of blood are the most important biological traces. Traces of blood can be like a striped trace, a puddle, splatters or smears. The basic physical properties of blood for objective evaluations are: specific gravity, viscosity and surface tension. Air resistance and gravity act so that small drops can only travel short distances, compared to large drops, which can travel significantly longer distances. Four phases of the impact of a drop of blood, which is in motion, on the surface can be distinguished, namely: contact, movement, distribution (dispersion), and withdrawal.

Images of blood traces, which can be attributed to different causes, can be divided into three categories: passive, transfer and projected traces. Passive traces consist of a blood clot, drip marks, and a pool of blood. Transfer or transfer traces are prints or smears. A significant role can also be played by the wetness of clothes with blood. Projected blood marks are created when blood is applied to a surface under pressure. At the same time, it can also be about arterial traces that accelerate under normal conditions due to blood pressure. Blood marks that are created by hitting objects contaminated with blood (cold weapons or firearms) create characteristic patterns on surfaces. Fine marks are created by blows. In doing so, attention should be paid to the fact that low, medium and high speeds affect the size of the trail, as well as the overall pattern of the trail. Traces of blood created during exhalation contain characteristic fine air bubbles and can be classified into the group of fine traces. Of the secondary changes, the transfer of traces by flies and the skeletonization of traces are significant.

Key words: drop of blood, traces of blood, pictures of blood traces

Uvod/Introducion

Vještačenje tragova biološkog porijekla jedna je od oblasti istraživanja medicinske Kriminalistike. U tragove biološkog porijekla, spadaju krv i svi oblici tragova krvi, sjemena tečnost,dlake, pljuvačka, mokraća, mlijeko, svi dijelovi i ostaci ljudskog tijela i dr. Tragovi krvi su svakako najvažniji biološki tragovi, jer i oskudni tragovi ove vrste, sami za sebe ukazuju na teška krivična djela protiv života i tijela, odnosno na moguće povređivanje tijela ili čak ubistvo. Oni ujedno predstavljaju dopunsku metodu za forenzičke medicinske nalaze u kontekstu obdukcije i ispitivanja mjesta zločina, kao i za molekularno-genetička ispitivanja.

Tragovi krvi nastaju na jedan od načina:

a) Krv se sliva iz rane (ili iz prirodnog tjelesnog otvora), niz tijelo u okolinu i tako nastaje prugasti trag od izvora prema dole, upija se u odjeću ili se nakupi u obliku lokve na podlozi.
b) Krv padne na podlogu iz udaljenosti, bilo jednostavnim kapanjem sa visine zbog sile teže i stvara kapi, ili tako da prsne uvis ili u stranu aktivnom silom (prskanje iz arterije, zamahom zakrvavljenog predmeta, udarcem po zakrvavljenom području), i tako nastaju prskotine.
c) Krv bude prenesena dodirom na drugi predmet i tako nastaju otisci ili brisotine.

Otisci krvi mogu se pronaći i u tekućini u kojoj je bio opran zakrvavljeni predmet ili dio tijela,odnosno na predmetu koji je bio nepotpuno opran. (1)
Prije svega, potrebno je precizno razlikovati načine nastanka pojedinih tragova krvi, kao i njihove dokumentacije na mjestu događaja. Tek kada se uoči razlika,može se protumačiti obrazac traga krvi i njegova distribucija s obzirom na pitanja od značaja za zločin.
Prvi naučni časopis u kome su obrađivane teme identifikacija krvi i izgled tragova krvi nađenih na licu mesta bio je Viertaljahresschrift fur gerichtliche (Kvartalno izdanje sudske medicine), koje je objavljivano u Nemačkoj u periodu od 1850. do 1940. godine. (2,3)
Međutim, postoje i sistemi zasnovani na EDP-u (*Eletronic Data Processing*) za diferenciranu dokumentaciju i analize, kao i pod određenim okolnostima interpretaciju obrazaca tragova krvi, čija se primjena u rutinskim pregledima trenutno još uvijek suočava sa određenim poteškoćama u praksi. (4).

Biofizičke karakteristike krvi

Osnovna fizička svojstva krvi za objektivne procjene su: specifična težina, viskoznost i površinska napetost. (4) Viskoznost je karakteristika tečnosti da se odupre sili koja omogućava tečnostima da budu u tekućem stanju.Viskoznost krvi se mjeri brzinom protoka krvi kroz kapilare pri određenoj temperaturi i pritisku i kreće se između 4 i 5, dok je viskoznost vode 1. Ima značajnu ulogu za za dinamiku nastnaka i konačni oblik tragova krvi.
Ljepljivost krvi se određuje kao sposobnost prijanjanja na površine, što znači da čak i male količine krvi u relativno kompaktnom kontekstu imaju vrlo dobru sposobnost prenošenja s jednog predmeta na drugi (Slika 1.).

Slika 1. Tragovi krvi na nožu (izvor Stanković N. Forenzika u krivičnom postupku, 2020 Tuzla, str.253.)

Površinska napetost zavisi od temperature i rezultat je dejstva kohezionih sila. Ova osobina svojstvena je površini, odnosno pograničnoj površini između tečnosti (krvi) i nekog gasa (vazduh). Tečnosti streme ka tome da svoju površinu zadrže što je moguće manjom. Rezultat toga je, u nedostatku dejstva drugih sila, sferični oblik kapljica (npr. kod slobodnog pada). Prije nego jedna kapljica krvi kapne, npr. iz rane ili sa površine tijela, mora se površinska napetost nadvladati uz pomoć mase i gravitacije. Kada neka sila djeluje na krv i prevlada viskoznost ili površinsku napetost,nastaju male pojedinačne kapi, koje podliježu vanjskim, fizičkim silama poput otpora vazduha i gravitacije. (5)
Otpor vazduha u slučaju kapljica koje ne slijede silu teže okomito, nego se nalaze u komponenti horizontalnog kretanja, ima znatno veći uticaj na male kapljice nego na veće kapljice (što je rezultat odnosa volumen-površina).To znači da male kapi mogu preći samo kratke udaljenosti,u odnosu na velike kapi koje mogu preći znatno veće udaljenosti.

Za udarne događaje uopšteno se može reći da kapljice krvi obično imaju promjer ne veći od 2 mm (dobiveni tragovi promjera do 4-5 mm). Leteće kapi krvi imaju sferični oblik, koji služi kao osnova za određivanje odnosa širine i dužine u odnosu na određivanje ugla pada.

Faze udara

Mogu se razlikovati četiri faze udara kapi krvi, koja je u pokretu, o površinu, i to: kontakt, pomicanje, raspodjela (disperzija), i povlačenje.

U slučaju kontakta ili kolapsa, prvobitno postojeći sferni oblik kapi se urušava. U drugoj fazi, sferično tijelo se srušilo na ciljnu površinu i većina krvi nastavlja kretanje pod uglom od 90 stepeni prema vanjskoj granici tragova, a da se pri tom površinska napetost još uvijek ne smanjuje. Na graničnom prstenu mogu se pojaviti sitne rupice ili fino podnožje. Kod neravnih površina dolazi do nepravilno i neravnomjernog stvaranja pomaka (pa i disperzije), što rezultuje stvaranjem nepravilnih i neravnomjernih tragova, kao i tzv. finih satelitskih tragova. Sa povećanjem visine pada, za očekivati je i povećanje pomaka i disperzije tragova. (5)

Disperzija se može definisati kao pomicanje ivice nasuprot stvarnom momentu kretanja. Kohezione sile površinske napetosti i ovdje dolaze do izražaja, jer se zbog njih mogu stvoriti fina podnožja ili satelitske kapi.

Faza povlačenja je posljednja faza u stvaranju traga, u kojoj su ostale djelujuće sile već smanjene do te mjere da površinska napetost ponovo prevladava.
Različite površine imaju uticaj na gore navedene faze udara kapi krvi i na njen krajnji oblik. Generalno se polazi od toga da će prilikom kontakta krvi, što je površina glađa, tvrđa i manje porozna, utoliko manje biti sekundarnih finijih prskanja (Slika 2.).

Slika 2. Krv koja je kapala pod uglom od 10˚ na tepih i pločice (izvor: M. Grassberger,e.a, Klinisch-forensische Medizin, 2013, Beč, str. 166)

Slike krvnih tragova

Kad krv, usljed povreda tjelesnog integriteta, dospije na određene površine i predmete u prostoriji, tada se mogu različite slike krvnih tragova dodijeliti različitim uzrocima nastanka. U tom smislu razlikujemo tri osnovne kategorije krvnih tragova: pasivne, prenosne ili transferne i projektovane tragove.

Pasivni tragovi

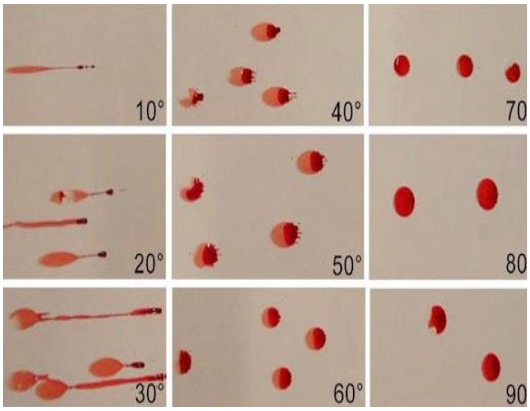
Krvni ugrušak

Pod krvnim ugruškom podrazumijevamo trodimenzionalnu masu krvi koja je istekla, a u kojoj je posredstvom sistema za

koagulaciju došlo do zgrušavanja, ali prije nastupanja efekta sušenja.

Tragovi kapanja (obrazac kapanja)

Kada krv, posredstvom dejstva isključivo sile teže, iz rane ili nekog tjelesnog otvora dospije van, dolazi do kapanja krvi i njenog dospijevanja na određenu površinu. Ukoliko tako nastala kap krvi kapne pod pravim uglom na površinu, nastaće okrugli trag krvi. U zavisnosti od površine na koju kap udara, rub kapi će biti oštro ograničen ili sa finim, zupčastim podnožjima. Kao što je naprijed navedeno, kap krvi koja pada pod uglom od 90˚, pravi okrugli trag. Što su veća odstupanja od ovog ugla, trag poprima sve više elipsasti oblik, da bi na kraju pod veoma ravnim uglom poprimio oblik malih duguljastih krvnih prskotina u obliku zareza ili uzvičnika (Slika 3.). (5)



Slika 3. Krv koja je kapala pod različitim uglovima na glatku površinu (izvor: M. Grassberger, e.a, Klinisch-forensische Medizin, 2013, Beč, str. 167)

Lokva krvi

nastaje kao posljedica obilnijeg krvarenja, stvara se, ukoliko se povrijeđena osoba nalazi u ležećem položaju, na podlogu, iz rane na tijelu dok tijelo miruje.

Lokvice nastaju obično nakon što je nastupila smrt. Ukoliko se pored tijela žrtve pronađe lokvica krvi, blizu usta, to može ukazivati da je žrtva usmrćena na tom mjestu.

Pojava dvije ili više lokvi krvi je znak da se povrijeđena osoba pomjerala nakon povređivanja (Slika 4.).
Oblik i veličina lokve ovise o količini krvi, ravnini podloge te svojstvima podloge. Kada je izvor krvarenja u predjelu tijela koji prekriva odjeća ili kada se krv slijeva do odjevnog predmeta dolazi do prožimanja odjeće krvlju. Tada se krv djelomično upije u tkaninu, a djelomično se širi u smjeru djelovanja sile teže. (6)

Slika 4. Krv koja je kapala u lokvu krvi sa visine od ca. 1 m (izvor: M. Grassberger, E. E. Türk, K. Yen, Klinisch-forensische Medizin, 2013, Beč, str. 168)

Prenosni ili transferni tragovi

Prenošenjem krvi dodirom na drugi predmet nastaju otisci ili brisotine.
Otisci nastaju prilikom dodira okolnih predmeta krvavim rukama. Tako u zavisnosti od stepena nakvašenosti šaka, mogu nastati otisci dlanova, prstiju, stopala. Što se tiče krvavih otisaka dlana ili prsta, oni su u praksi nejasni i nepotpuni.
Krvavi otisak obuće moguće je dokazati na udaljenosti od 30 do 60 m od mjesta događaja (Sl. 5 i 6.).

Slika 5. Krvavi otisak stopala (izvor Stanković N. Forenzika u krivičnom postupku, 2020 Tuzla, str. 258.)

Slika 6. Krvavi otisak (izvor: National Forensic Science Technology Center, Crime Scene Investigation, Largo, 2013, str. 43)

Nakvašenost odjeće krvlju

Dešava se kada rana bude nanešena bodežom kroz odjeću, krv se izljeva i kvasi odjeću (potkošulju, košulju, džemper, i sl.).

Odjeća počinioca takođe treba biti ispitana na tragove, jer je moguće razlikovati tragove dodira (npr. kada je žrtva pronađena) (Slika 7.).

Slika 7. Prenos tragova krvi sa šake na odjeću nakon udarca (izvor: M. Grassberger, E. E. Türk, K. Yen, Klinisch-forensische Medizin, 2013, Beč, str. 175)

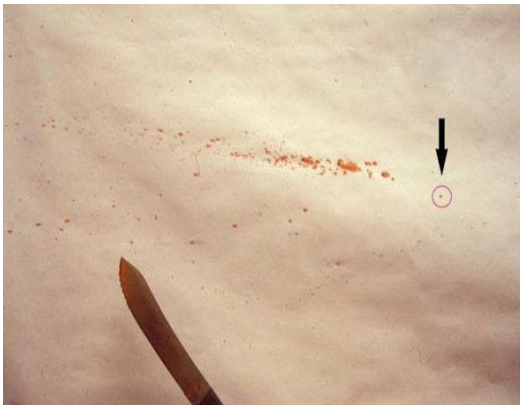
Obuća takođe treba da bude pregledana, pogotovu što se na obući vjerovatno mogu očekivati tragovi krvi. Struktura tkanine i materijala često dovode do problema prilikom snimanja izvornog uz

Projektovani tragovi krvi

Projektovani tragovi krvi nastaju kada se krv pod pritiskom nanosi na površinu. Pri tome se može raditi i o arterijskim tragovima koji se ubrzavaju u normalnim uslovima usljed krvnog pritiska. *Krv koja potiče iz arterijskih povreda*, pri čemu pored sile teže podliježe i uticaju krvnog pritiska, može napraviti karakteristične obrasce na površinama (cik-cak oblika ili lučnog oblika kod homogenijih površina), a koji oslikavaju tok krivulje krvnog pritiska između dijastole i sistole.

Krvni tragovi koji nastaju ubrazavanjem predmeta kontaminiranih krvlju (hladno ili vatreno oružje) prave karakteristične obrasce na površinama. Tragovi nastaju odbacivanjem krvi usljed brzog zamahivanja, odnosno zbog negativnog ubrzanja usljed naglog kočenja pokreta. Ovakvi tragovi su, u pravilu, linearni i vidljivi su na plafonu ili na višim dijelovima zida, pri čemu je od suštinske važnosti da tragovi koji su oblikovani pod ravnim uglom imaju najveću udaljenost od izvora traga.

Trag, koji se nalazi na početku, a ima savršeno okrugli oblik, ukazuje na poziciju počinioca, koji se nalazio vodoravno ispod traga (Slika 8.).



Slika 8. Trag krvi nastao prskanjem sa noža. Strelica pokazuje okrugli trag pomoću kojeg je moguće odrediti poziciju počinioca. (izvor: M. Grassberger, e.a, Klinisch-forensische Medizin, 2013, Beč, str. 170)

Kod tupih oblika nasilja bilo koje vrste (udarci) nastaju homogeniji tragovi nakon nadvladavanja površinske napetosti. Rezultat toga su finiji tragovi. Što je veća energija, finiji su tragovi krvi. Pri tome treba obratiti pažnju na to da niske, srednje i visoke brzine utiču na veličinu traga, kao i na cjelokupni obrazac traga. Takođe se razlikuju tragovi prskanja naprijed (u pravcu nasilja) i nazad (u suprotnom pravcu od nasilja).

Rezultat niže brzine kretenja 1,5 m/s su tragovi krvi koji ostaju u neposrednom okruženju. Relativno su veliki, često nepravilog oblika, djelomično su centrirani sa zupcima. Veličina manjih pojedinačnih tragova iznosi nešto više od 4 mm u prečniku.Srednje brzine kretanja od 1,5 do 7,5 m/s rezultiraju tragovima veličine od 1 do 4 mm u prečniku.

Pri tome su mogući tragovi nepravilnog i reljefastog oblika koji nastaju kao rezultat prskanja. Ovakvi obrasci tragova prvenstveno nastaju kao posljedica udaraca predmetima.

Ne nastaju kod prvog udarca, nego najranije kod drugog, i to kada drugi udarac uslijedi u povredu koja je već počela da krvari. Rezultat velikih brzina kretanja su tragovi krvi gdje je dominantna veličina prečnika 1 mm ili manje, koje nastaju zbog brzine kretanja koja doseže 35 m/s ili više.

Tragovi krvi nastali prilikom izdisanja sadrže karakteristične fine mjehuriće zraka i mogu se svrstati u grupu finih tragova. Nastaju izdisanjem kroz usta ili nos ili direktno iz dubljih disajnih puteva kao rezultat odgovarajućih povreda, pri čemu je nastajanju ovakvog traga prethodilo miješanje krvi i vazduha u dubljim disajnim putevima. Finiji tragovi su bez miješanja krvi i vazduha mogući ako npr. postoje povrede vratnih žila i dušika.

Prskotine smatramo većim tragovima koji su voluminozniji, ali dospijevaju na površinu manjom brzinom ili snagom.

ORCID: https://orcid.org/0009-0005-5271
-1458

Kohezivni su sa laganim raščlanjivanjem na finije, šiljaste tragove.
Šiljasti tragovi su fini linearni produžeci u manjim ili većim tragovima, kao znak dodatne sile manje energije ili brzine.

Sekundarne promjene

Prenos tragova putem muha koji mogu biti, ponekad grubi, a ponekad vrlo fini tragovi, koji mogu imati kako homogene, tako i nehomogene obrasce raspodjele.

Kapilarni tragovi nastaju kada učinak kapilarnog usisavanja predmeta ili rubova dovodi do dodatne, često mehničke raspodjele tragova.
Usisni tragovi su nepravilni tragovi koji često nastaju kontaktom tekstilne površine sa većom količinom krvi (lokve).

Skeletizacija tragova

Ovaj učinak je, u pravilu, povezan sa isušivanjem svježih tragova krvi. Brzina sušenja tragova, odnosno kojom će se brzinom sušiti sigurno će zavisiti o temperaturi, vlažnosti zraka, brzini vjetra, sunčevom zračenju, vrsti nosioca traga, kao i veličini, odno-sno debljini postojećeg traga.(2)

Tragovi krvi se počinju sušiti od rubova ka sredini, dok se rubovi sitnijih tragova mogu osušiti u roku od nekoliko minuta. Trag se može u potpunosti obrisati neposredno nakon njegovog nastanka. Međutim, već nakon nekoliko minuta formiraju se suhi rubovi, odnosno dolazi do skeletizacije traga.

Literatura/References

1. Gorkič, S. *Medicinska kriminalistika*, Beograd, 1981. (249)
2. Bevel T & Gardner RM. Bloodstain Pattern Analysis with an Introduction to Crime Scene Reconstruction. The United States: CRC Press. 2008.
3. James SH, Kish PE, Sutton TP. Principles of bloodstain pattern analysis – theory and practice. Boca Raton FL: CRC Press Taylor and Francis Group. 2005.
4. Grassberger, M; Türk, E; Yen, K. *Klinisch – forensische Medizin*, Wien, 2013.
5. Nedeljko Stanković. Forenzika u krivičnom postupku, Tuzla 2020 str
6. M. Šatrak, S. Hoblaj, V. Stemberga et al.: Biološki tragovi na mjestu događaja Medicina fluminensis 2018, Vol. 54, No. 2, p. 129-139