

Daktiloskopija in izzivanje prstnih sledi na rokavicah iz lateksa

Saša Vrhovec Hartman¹, Matej Trapečar²

Storilci kaznivih dejanj se čedalje bolj zavedajo možnih inkriminirajočih dokazov na kraju zločina, zato puščanje prstnih sledi pogosto preprečujejo z uporabo rokavic iz lateksa. Kljub temu se z notranje strani najdenih rokavic lahko pridobijo prstne sledi, ki so ustrezen dokaz proti storilcu. V študiji smo se osredotočili na primerjavo uporabnosti izzivanja prstnih sledi pri treh glavnih metodah, in sicer pri metodi s cianoakrilatom, metodi s suspenzijo finih delcev z želatinasto folijo in metodi z ninhidrinom, raztopljenim v treh različnih raztopinah. Eksperimentalni rezultati so pokazali, da je najuspešnejša metoda za izzivanje prstnih sledi na rokavicah iz lateksa metoda s cianoakrilatom, medtem ko se je najslabše odrezala metoda z ninhidrinom, kar je v nasprotju z nekaterimi objavljenimi članki. V drugem delu raziskave smo preizkusili učinkovitost delovanja treh različnih raztopin ninhidrina; uporabili smo kupljeno raztopino ninhidrina, raztopino ninhidrina na osnovi HFE in raztopino ninhidrina na osnovi heptana. Končni rezultati so pokazali, da med učinkovitostjo delovanja posameznih raztopin ninhidrina pri izzivanju prstnih sled na rokavicah iz lateksa ni pomembnih razlik.

Ključne besede: daktiloskopija, prstne sledi, prstni odtisi, rokavice iz lateksa, cianoakrilat, suspenzija finih delcev, ninhidrin

UDK: 343.983.2

1 Uvod

Veda, ki preiskuje prstne sledi in odtise, se imenuje daktiloskopija in spada med najpomembnejše ter najpogostejše identifikacijske tehnike v forenzičnih preiskavah v zadnjem stoletju (Trapečar, Vidic, Gerjevič in Udovič, 2004: 389). Zanaša se na primerjavo in ujemanje izbočenih drobnih črt, tako imenovanih papilarnih črt oziroma linij, in njihovih morfoloških značilnosti na blazinicah prstov, dlaneh in stopalih posameznika. Prstni odtisi se namreč ne spreminjajo (razen po velikosti) vse od rojstva do razpada trupla, vsak prst neke osebe pa ima svoj edinstveni odtis (Trapečar et al., 2004: 389; Vidic, 1973: 28–30). S preiskovanjem prstnih sledi in prstnih odtisov ter dlani lahko storilca kaznivega dejanja povežemo z dokazi, najdenimi na kraju zločina.

Pri identifikaciji prstnega odtisa ali sledi se oblika poteka papilarnih linij na prvem nivoju razporedi v enega izmed treh osnovnih vzorcev – zankasti, krožni ali ločni vzorec. Na drugem nivoju se nato določita položaj in oblika morfoloških značilnosti papilarnih linij, kot so končujoča linija, vilice, oto-

ček itd. Na tretjem nivoju, ki se uporablja le v primeru pre malo vidnih morfoloških značilnosti na prstni sledi ali odtisu, se dodatno proučita še položaj por in oblika robov na posameznih papilarnih linijah (slika 1) (Scotcher, 2018; Vidic, 1973). V primeru ujemanja prstnega odtisa osumljenca s prstno sledjo v osnovnem vzorcu ter v več kot osmih morfoloških značilnostih papilarnih linij se lahko potrdi, da prstna sled, najdena na kraju kaznivega dejanja, pripada osumljencu.



Slika 1: Potek identifikacije prstnih odtisov in sledi glede na različne nivoje prepoznavne (vir: Scotcher, 2018: 2)

¹ Dr. Saša Vrhovec Hartman, Oddelek za daktiloskopijo, Nacionalni forenzični laboratorij, Generalna policijska uprava, Slovenija. E-pošta: sasa.vrhovec.hartman@policija.si

² Dr. Matej Trapečar, vodja Oddelka za daktiloskopijo, Nacionalni forenzični laboratorij, Generalna policijska uprava, Slovenija. E-pošta: matej.trapecar@policija.si

Prstne sledi, najdene na kraju kaznivega dejanja, so lahko vidne ali nevidne. Vidne sledi nastanejo ob prenosu krvi ali druge barvne snovi s prstnih blazinic na določeno površino in se lahko vidijo s prostim očesom. Nevidne oziroma latentne sledi pa nastanejo zaradi izločanja znojca iz por na papilarnih linijah, ki se ob dotiku prenese na površino. Latentne prstne sledi so očem nevidne, zato jih je treba izzivati z določenimi fizikalnimi ali kemijskimi postopki ali najti z optično metodo, da postanejo vidne (Lavtižar, 2010; Vidic, 1973). Izbira najprimernejše metode za izzivanje sledi papilarnih linij je odvisna predvsem od poroznosti podlage, pri čemer se najpogosteje uporabljajo metode s forenzičnim svetlobnim vidom, daktiloskopskimi praški, raztopino ninhidrina ali metodo, ki vsebuje cianoakrilatne estre. V prispevku bo predstavljena študija učinkovitosti različnih standardnih tehnik pri izzivanju prstnih sledi z notranje strani rokavic iz lateksa.

1.1 Rokavice iz lateksa

Storilci si običajno poleg uspešno storjenega kaznivega dejanja želijo, da jih organi pregona ne bi odkrili. Posledično skrbno pazijo, da na kraju kaznivega dejanja ne puščajo sledi. Marsikateri storilec si tako prstne blazinice zaščiti z rokavicami iz lateksa za enkratno uporabo, ki se tesno prilegajo rokam in s tem omogočajo nemoteno delo in hkrati preprečijo prenos prstnih sledi na dokazno gradivo. Na kraju kaznivega dejanja se zato pogosto najdejo zavržene rokavice iz lateksa, ki so ključni dokaz v nadaljnji preiskavi. Kljub pomembnosti tega dokaza se pri izzivanju prstnih sledi na zahtevnem polporoznem lateksu običajno ne pridobijo zadovoljivi rezultati. To je za strokovnjake velik izziv (Arbeli, Liptz, Bengiat in Levin-Elad, 2017).

V preteklih letih so že bile objavljene raziskave, v katerih so strokovnjaki poskušali izzvati prstne sledi na rokavicah iz lateksa (Arbeli et al. 2017; Delčnjak, 2006; Makrushin, 2015; Pressly, 1999; Ramotowski 2012; Rinehart, 2000; Velders in Zonjee, 2014). V vseh navedenih študijah so za kontrolo izbrali metodo s cianoakrilatnimi hlapi, ki se najpogosteje uporablja za izzivanje prstnih sledi na neporoznih oziroma polporoznih materialih. Poleg kontrolne metode s cianoakrilatnimi estri sta Velders in Zonjee (2004) v svojem prispevku za zavarovanje prstnih sledi na rokavicah iz lateksa s smukcem uporabila tudi želatinasto folijo. Alternativno se lahko za rokavice brez smukca uporabi suspenzija finih delcev (angl. small particle reagent – SPR), ki se ob nanosu oprime maščobnih in lojnih izločkov sledi papilarnih linij in jih obarva (Bumrah, 2016, Lavtižar, 2010).

V ločeno objavljenih raziskavah so Arbeli et al. (2017), Rinehart (2000) in Pressly (1999) pokazali, da se lahko za izzivanje sledi na lateksu uporabi tudi raztopina z ninhidrinom, čeprav se metoda s to raztopino običajno uporablja za poro-

zne materiale. V navedenih objavah se omenjata dve različni raztopini ninhidrina, pri čemer je prva pripravljena na osnovi raztopine HFE (Arbeli et al., 2017) in druga na osnovi heptana (Pressly, 1999; Rinehart, 2000).

V raziskavi smo tako primerjali uporabnost dobljenih prstnih sledi na rokavicah iz lateksa z izzivanjem s cianoakrilatnimi estri in tremi različnimi raztopinami ninhidrina (ninhidrin – HFE, ninhidrin – heptan in ninhidrin – kupljen) ter z zavarovanjem sledi z želatinasto folijo, pri katerem se je sled najprej obdelala s tehniko SPR. Vse uporabljene metode so podrobneje opisane v naslednjem poglavju.

2 Materiali in metode raziskovanja

V raziskavo smo vključili dve osebi, ki sta vsako rokavico nosili približno deset minut, nato pa si jo sneli z roke tako, da je bila notranja stran obrnjena navzven. Pri tem sta uporabili 76 rokavic iz lateksa za enkratno uporabo znamke KimTech (science brand), kožne barve in brez smukca. Rokavicam smo odrezali vse konice prstov in jih naključno razvrstili v pet skupin. S prvo skupino kosov rokavic smo preverili učinkovitost cianoakrilatnih hlapov s fluorescentnim barvilom, drugo skupino rokavic smo uporabili za metodo suspenzije finih delcev (SPR) in kasnejše zavarovanje z želatinasto folijo, preostale tri skupine kosov rokavic pa za testiranje učinkovitosti treh različnih raztopin ninhidrina (ninhidrin – HFE, ninhidrin – heptan in ninhidrin – kupljen). Prstne sledi na rokavicah smo v vseh petih skupinah izzivali v treh različnih časovnih intervalih: po enem dnevu, enem tednu in enem mesecu. Po končanem postopku izzivanja smo posamezne kose rokavic pregledali s forenzičnim svetlobnim virom in kakovost izzvanih sledi tudi ovrednotili.

2.1 Cianoakrilatni ester (CA) s fluorescentnim barvilom Basic Yellow 40

Hlapi cianoakrilatnega estra (CA) ob prisotnosti vode na prstnih sledih polimerizirajo v obliki belega in trdnega polimera – policianoakrilata. Za dobro polimerizacijo CA sta potrebni visoka stopnja relativne zračne vlažnosti in primerna temperatura (Bumrah, 2017; Kendall in Rehn, 1983). Hlapi cianoakrilatnega estra so zdravju nevarni, zato smo ta del raziskave izvedli v komori, v kateri se kontrolirano uravnava temperatura in relativna vlažnost. To kemijsko metodo smo dopolnili z dodatnim barvanjem belega policianoakrilata s fluorescentno rumenim barvilom Basic Yellow 40. To je bilo nujno, saj pri izzivanju sledi ni prišlo do primerne kontrasta med belim polimerom in svetlimi rokavicami. Tako obdelane sledi smo pregledali s forenzičnim svetlobnim virom valovne dolžine od 420 do 470 nm in z uporabo rumenega optičnega filtra.

Pri metodi s cianoakrilatnimi estri v kombinaciji s fluorescentnim barvilom smo uporabili kemikalijo etilcianoakrilat in barvilo Basic Yellow 40 proizvajalca BVDA ter cianoakrilatno komoro KPO-300 proizvajalca Kambiča. Za vzbujanje fluorescentnega barvila smo uporabili forenzični svetlobni vir Crime-lite 82S.

2.2 Suspenzija finih delcev (SPR) z želatinasto folijo

Ob nanosu suspenzije finih delcev (angl. small particle reagent – SPR) na polporozne rokavice iz lateksa se ti delci oprimejo maščobnih in lojnih izločkov sledi papilarnih linij. Suspenzijo, ki vsebuje fine delce molibdenovega disulfida (MoS_2), vode in surfaktanta, smo s pršilko razpršili po obdelovalni površini, ob tem pa so se fini delci vezali na netopne ostanke latentnih prstnih sledi in jih obarvali (Bumrah, 2016, Lavtižar, 2010). Po končanem nanosu suspenzije SPR smo obdelane dele rokavic dobro osušili in prstne sledi zavarovali z želatinasto folijo, ki je izboljšala vidnost sledi (Velders in Zonjee, 2004). Za zavarovanje prstnih sledi smo uporabili zaobljen ročaj čopiča primerne velikosti in ga z nameščenim kosom rokavice iz lateksa previdno povaljali po želatinasti foliji. Pri metodi SPR smo uporabili suspenzijo črne barve SPR-100 proizvajalca Sirchieja in črno želatinasto folijo gellifera proizvajalca BVDA.

2.3 Ninhidrin

V izločkih sledi papilarnih linij so tudi aminokisljine in beljakovine, na katere nekateri aminokislinski reagenti reagirajo in jih ob tem obarvajo. Latentne sledi ob prisotnosti primer- nih reagentov tako postanejo vidne. Aminokislinski reagenti so uporabni le na površinah, ki so največkrat iz poroznega materiala in niso izpostavljene visoki vlažnosti, saj so amino- kisljine v prstnih sledih topne v vodi (Bleay, Croxton in Puit, 2018). Najbolj uveljavljen in učinkovit aminokislinski reagent je ninhidrin, ki ob reakciji z aminokisljinami in beljakovinami sled obarva vijoličasto (Bleay et al., 2018; Ramotowski, 2012).

V prispevku smo preverili učinkovitost izzivanja treh različnih raztopin ninhidrina, ki smo jih poimenovali ninhidrin – HFE, ninhidrin – heptan in ninhidrin – kupljen. Ne glede na vrsto raztopine smo pri poskusih zagotovili enake pogoje izzivanja, kot so namakanje kosov rokavic v pripravljenih raz- topinah, sušenje teh kosov na sobni temperaturi v digestoriju proizvajalca Floresa Vallesa in pregled prstnih sledi pod fo- renzičnim svetlobnim vidom.

Ninhidrin – HFE. Raztopino ninhidrin – HFE smo pri- pravili po članku Arbeli et al. (2017), saj so v objavljeni študiji prikazali obetavne rezultate izzivanja prstnih sledi na roka- vicah iz lateksa. Za pripravo raztopine smo v etanolu (9 ml)

raztopili 1 g ninhidrina v kristalni obliki in vse skupaj dobro premešali. V dobljeno raztopino smo nato dodali še etilacetat (0,4 ml), očetno kislino (1 ml) in tekočino HFE 7100 (200 ml). Končno raztopino smo hranili v temnem prostoru.

Ninhidrin – heptan. V študiji smo preverili tudi delovanje raztopine ninhidrin – heptan, ki jo omenja Pressly (1999). Pri pripravi te raztopine smo uporabili 20 ml etanola, v katerega smo raztopili ninhidrin v kristalni obliki (3 g) in nato dodali še heptan (343,6 ml). Vse skupaj smo dobro premešali in pri- pravljeno raztopino hranili v temnem prostoru.

Pri pripravah raztopin ninhidrin – HFE in ninhidrin – heptan smo uporabili raztopino HFE in ninhidrin v kristalni obliki proizvajalca BVDA ter etanol, etilacetat, očetno kislino in heptan proizvajalca Mercka.

Ninhidrin – kupljen. V Nacionalnem forenzičnem labora- toriju za izzivanje prstnih sledi na poroznih in polporoznih materialih običajno uporabljamo že pripravljeno raztopino ninhidrina s kataloško številko NSI609 proizvajalca Sirchieja. V tej študiji smo zato želeli ugotoviti še učinkovitost delovanja kupljene raztopine ninhidrina v primerjavi s posebej pripra- vljenima drugima dvema mešanicama.

3 Rezultati raziskave

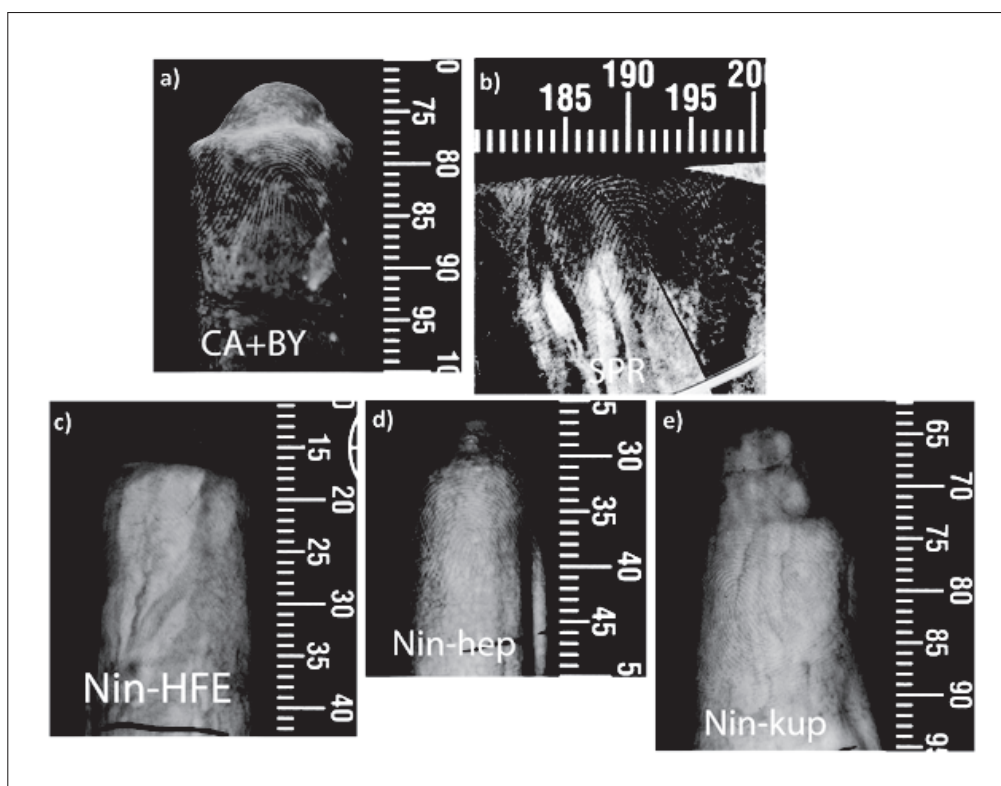
Pri proučevanju učinkovitosti različnih metod za izziva- nje prstnih sledi smo obdelali in analizirali 380 kosov rokavic iz lateksa brez smukca. Vse kose rokavic smo po končanem izzivanju s forenzičnim svetlobnim virom pregledali pod po- večevalnim steklom. Izzvane prstne sledi smo razvrstili v tri skupine glede na kakovost vidnega vzorca in število vidnih morfoloških značilnosti papilarnih linij. Prstne sledi smo ovrednotili in razvrstili v naslednje skupine:

– Neuporabno: ni vidnih izzvanih prstnih sledi ali pa so te tako zabrisane, da se ne razločijo posamezne papilarne linije.

– Dobro: na prstni sledi se zazna potek papilarnih linij in manj kot osem morfoloških značilnosti.

– Odlično: na prstni sledi je jasno vidnih osem ali več morfoloških značilnosti in osnovni vzorec.

Primeri izzvanih prstnih sledi z različnimi tehnikami so prikazani na sliki 2.



Slika 2: Prikaz uspešno izzvanih prstnih sledi na rokavicah iz lateksa

Rezultati so pokazali, da starost prstnih sledi močno vpliva na njihovo uporabnost. V vseh primerih izzivanja so se namreč kot najslabše pokazale prstne sledi, ki so bile stare mesec dni. Obratno torej velja, da je bilo največ odlično izzvanih sledi, ki so bile stare en dan (graf 1).

Največ odličnih in dobrih prstnih sledi se je izzvalo z metodo, ki je vsebovala cianoakrilatne estre v kombinaciji s fluorescentnim barvilom Basic Yellow 40. Ta metoda je bila učinkovita v izzivanju 56 % primerov vseh prstnih sledi, starih en dan, 39 % prstnih sledi, starih en teden, in 30 % prstnih sledi, starih en mesec (tabela 1), pri čemer se je upoštevalo tako odlične kot tudi dobre sledi. Po uporabnosti dobljenih prstnih sledi na rokavicah iz lateksa je sledila metoda s tehniko SPR in želatinasto folijo, pri kateri je bilo dobljenih 26 % odličnih in dobrih sledi, starih en dan. Pri prstnih sledih, starih en teden, je bila učinkovitost te metode le še štiri odstotna, pri sledih, starih en mesec, pa šest odstotna. Rezultati uspešnosti izzivanja s tehniko SPR in želatinasto folijo so predvsem pri starejših sledih slabi in primerljivi z metodo, ki vključuje raztopine ninhidrina. Pri metodi z ninhidrinom se je izkazalo, da

se različne raztopine ninhidrina po učinkovitosti izzivanja med sabo bistveno ne razlikujejo. V vseh treh primerih raztopine ninhidrina je uporabnost izzvanih prstnih sledi slaba, saj je bilo v povprečju uspešno izzvanih odličnih in dobrih sledi po enemu dnevu le v 23,6 %, pri prstnih sledih, starih en teden, pa 5,6 %. Po končanem izzivanju en mesec starih prstnih sledi s tremi različnimi raztopinami ninhidrina se ni izzvala niti ena sled. Uspešnost izzivanja je bila zato v tem primeru ničodstotna (tabela 1). Pri metodi z različnimi raztopinami ninhidrina se je torej izkazalo, da starejših prstnih sledi večinoma ni bilo mogoče izzvati.

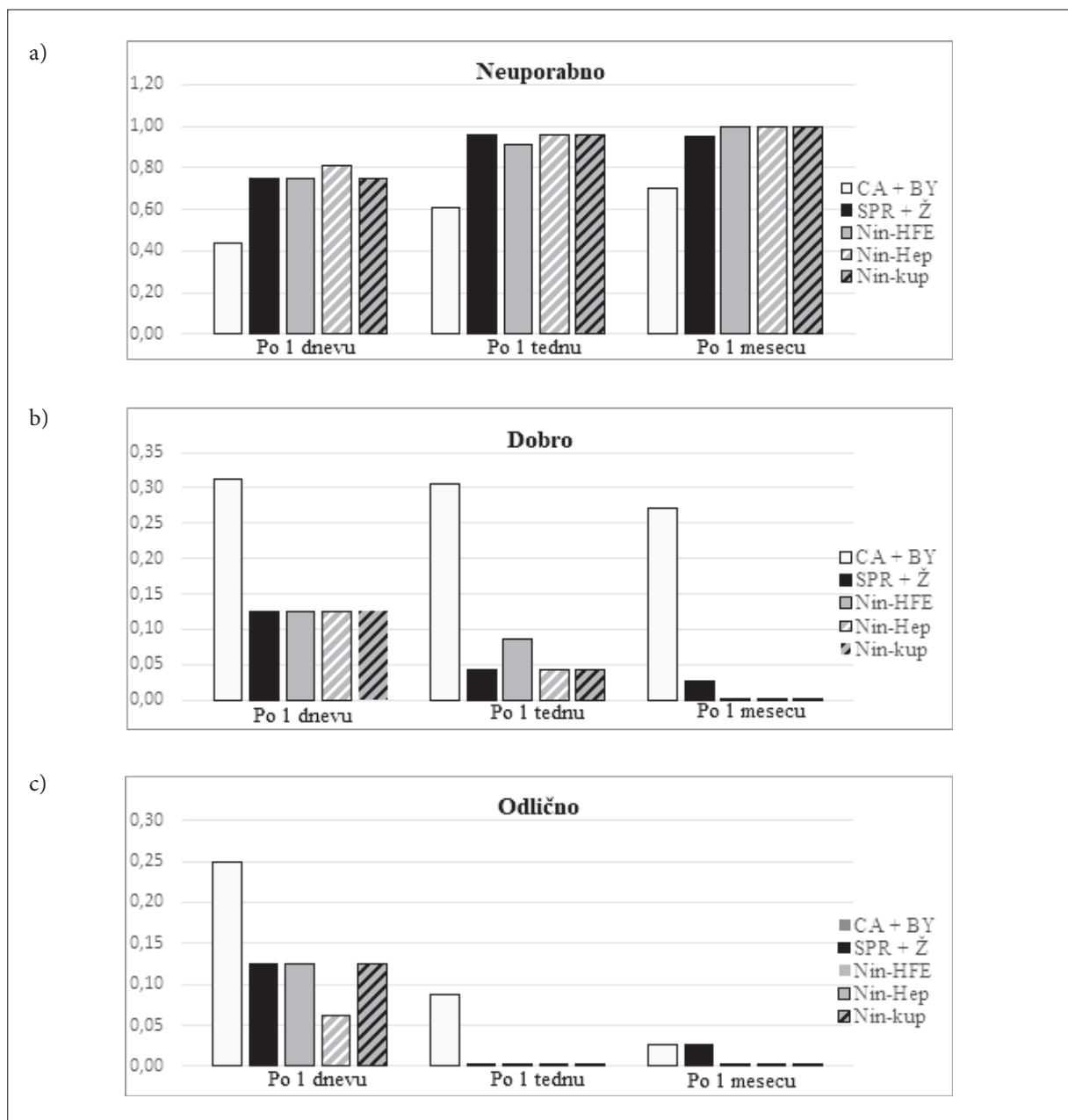
³ Uporabili smo različne tehnike izzivanja, kot so: a) cianoakrilatni estri s fluorescentnim barvilom Basic Yellow 40, b) suspenzija finih delcev (SPR), zavarovanih na želatinasti foliji, c) ninhidrin - HFE, č) ninhidrin - heptan in d) ninhidrin - kupljen.

Tabela 1: Prikaz učinkovitosti izzivanja prstnih sledi pri petih različnih metodah in treh časovnih intervalih

	CA + BY					
	1 dan		1 teden		1 mesec	
	št. sledi	delež	št. sledi	delež	št. sledi	delež
Neuporabno	7	44 %	14	61 %	26	70 %
Dobro	5	31 %	7	30 %	10	27 %
Odlično	4	25 %	2	9 %	1	3 %
SPR + želatinasta folija						
	1 dan		1 teden		1 mesec	
	št. sledi	delež	št. sledi	delež	št. sledi	delež
	Neuporabno	12	75 %	22	96 %	35
Dobro	2	13 %	1	4 %	1	3 %
Odlično	2	13 %	0	0 %	1	3 %
Ninhidrin – HFE						
	1 dan		1 teden		1 mesec	
	št. sledi	delež	št. sledi	delež	št. sledi	delež
	Neuporabno	12	75 %	21	91 %	37
Dobro	2	13 %	2	9 %	0	0 %
Odlično	2	13 %	0	0 %	0	0 %
Ninhidrin – heptan						
	1 dan		1 teden		1 mesec	
	št. sledi	delež	št. sledi	delež	št. sledi	delež
	Neuporabno	13	81 %	22	96 %	37
Dobro	2	13 %	1	4 %	0	0 %
Odlično	1	6 %	0	0 %	0	0 %
Ninhidrin – kupljen						
	1 dan		1 teden		1 mesec	
	št. sledi	delež	št. sledi	delež	št. sledi	delež
	Neuporabno	12	75 %	22	96 %	37
Dobro	2	13 %	1	4 %	0	0 %
Odlično	2	13 %	0	0 %	0	0 %

Za boljšo preglednost pridobljenih rezultatov učinkovitosti izzivanja prstnih sledi na rokavicah iz lateksa smo pripravili tudi grafični prikaz, v katerem so rezultati razvrščeni glede na tri kategorije kakovosti: a) neuporabno, b) dobro in c) odlično. Na grafu a) se tako opazi naraščajoče število ne-

porabnih prstnih sledi glede na njihovo starost. Na grafih b) in c) je dobro viden trend upadanja dobrih in odličnih sledi glede na njihovo starost. Izzivane prstne sledi smo glede na kakovost in uporabnost razvrstili v tri skupine: a) neuporabno, b) dobro in c) odlično.



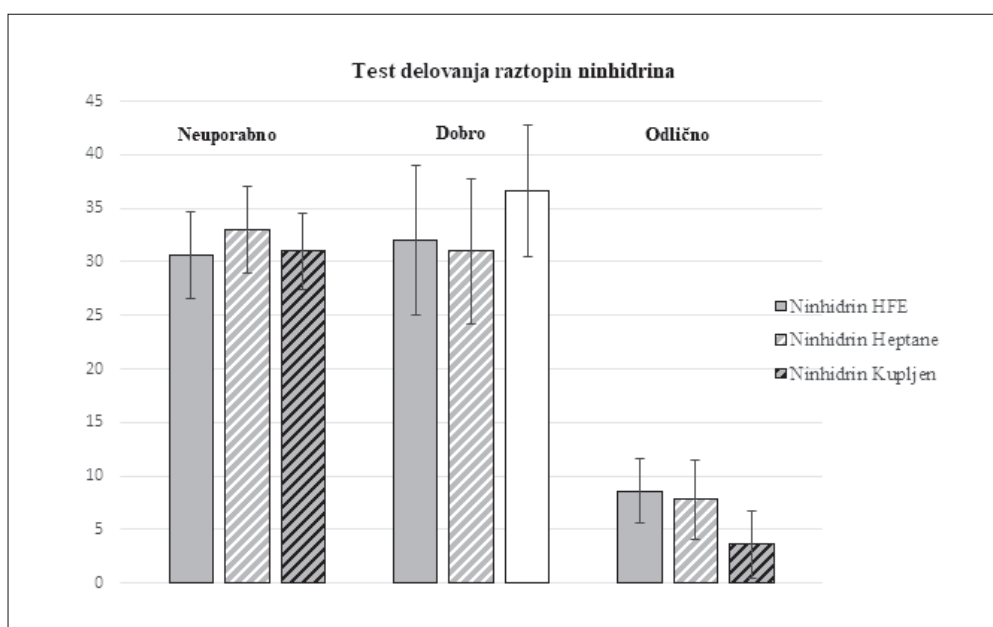
Graf 1: Grafični prikaz rezultatov učinkovitosti izzivanja prstnih sledi na rokavicah iz lateksa s petimi različnimi tehnikami v treh časovnih intervalih

3.1 Primerjava učinkovitosti izzivanja raztopin ninhidrina na papirju

Po končani analizi učinkovitosti izzivanja prstnih sledi na rokavicah iz lateksa smo se zaradi podobnosti rezultatov pri raztopinah ninhidrin – HFE, ninhidrin – heptan in ninhidrin – kupljen odločili, da delovanje teh treh raztopin preverimo še na papirju. Pri tem delu poskusa je sodelovalo devet oseb, ki so na papir skupno odtisnile 214 različnih prstnih odtisov. Vse zbrane odtise smo razdelili v tri skupine in vsako skupino še isti dan obdelali z določeno raztopino ninhidrina. Po končanem izzivanju smo vse pridobljene prstne sledi ovrednotili in razvrstili v eno izmed treh kategorij: neuporabno, dobro in odlično. Rezultate uporabnosti izzivanja raztopin ninhidrina na papirju smo prikazali na grafu 2.

4 Sklep

V raziskavi nas je zanimala primerjava učinkovitosti različnih metod za izzivanje prstnih sledi na notranji strani rokavic iz lateksa, zato smo na 380 kosih rokavic s prstno sledjo testirali tri najpogostejše metode izzivanja: cianoakrilatne estre s kombinacijo fluorescenčnega barvila Basic Yellow 40, suspenzijo SPR s kombinacijo črne želatinaste folije in raztopino ninhidrina v treh različnih mešanica. V vseh časovnih intervalih izzivanja se je najbolje odrezala metoda, ki je vsebovala cianoakrilatne estre, najslabše pa metoda z različnimi vrstami ninhidrina. Največ neuporabnih ali neizzvanih prstnih sledi je bilo pri vseh petih metodah izzivanja starih en mesec. Največ odličnih in dobrih izzvanih prstnih sledi je bilo starih en dan. Uspešnost izzivanja prstnih sledi na rokavicah iz lateksa



Graf 2: Prikaz analize učinkovitosti različnih raztopin ninhidrina

Rezultati delovanja različnih raztopin ninhidrina so ob upoštevanju standardne deviacije zelo podobni, zato smo uporabili še statistični test enofaktorske analize variance (ANOVA), s katerim se preveri, ali med skupinami obstajajo statistično pomembne razlike. Statistični test je pokazal, da med posameznimi raztopinami ninhidrina v skupinah neuporabno, dobro in odlično ni pomembnih razlik, saj je izračunano skupno tveganje napovedi (p-vrednost) v vseh primerih večje od 0,05 (v skupini neuporabno je $p = 0,66$ v skupini dobro je $p = 0,47$ in v skupini odlično je $p = 0,11$). Med posameznimi raztopinami ninhidrina tako ni zaznani razlike v delovanju.

Rezultati delovanja različnih raztopin ninhidrina so ob upoštevanju standardne deviacije zelo podobni, zato smo uporabili še statistični test enofaktorske analize variance (ANOVA), s katerim se preveri, ali med skupinami obstajajo statistično pomembne razlike. Statistični test je pokazal, da med posameznimi raztopinami ninhidrina v skupinah neuporabno, dobro in odlično ni pomembnih razlik, saj je izračunano skupno tveganje napovedi (p-vrednost) v vseh primerih večje od 0,05 (v skupini neuporabno je $p = 0,66$ v skupini dobro je $p = 0,47$ in v skupini odlično je $p = 0,11$). Med posameznimi raztopinami ninhidrina tako ni zaznani razlike v delovanju.

Rezultati te raziskave se po pregledu literature ne ujema-
jo z objavljenimi rezultati, saj je največ obetala prav tehnika z raztopinami ninhidrina (Arbeli et al., 2017; Pressly, 1999; Rinehart, 2000). Učinkovitost izzivanja s cianoakrilatnimi estri je bila v vseh naštetih študijah slaba, kar je nasprotno od

ugotovitev te raziskave. Dobre rezultate učinkovitosti izzivanja s cianoakrilatnimi estri glede na objavljene študije bi lahko pojasnili s kasnejšim barvanjem rokavic iz lateksa s fluorescentnim barvilom Basic Yellow 40. Uporabljeno barvilo je namreč ustvarilo primeren kontrast med svetlo rokavico in belim policianoakrilatom in s tem povzročilo boljšo vidnost sledi, tega pa v objavljenih študijah niso naredili.

Rezultati izzivanja z metodo, ki vključuje ninhidrin, so v tej raziskavi presenetljivo slabi in ne dosegajo pričakovanj, saj se ni izzvala niti ena uporabna prstna sled, stara en mesec, kar se ne ujema z dognanji objavljenih študij, v katerih so prikazali dobro učinkovitost raztopine ninhidrina tako na osnovi heptana kot na osnovi raztopine HFE-7100 (Arbeli et al. 2017; Pressly, 1999). Razlog za to bi lahko bila uporaba drugačne znamke rokavic iz lateksa kot pri objavljenih študijah. Različne znamke rokavic se med sabo lahko razlikujejo glede sestave ali strukture materiala, kar verjetno vpliva na uspešnost izzivanja. Na izboljšanje rezultatov učinkovitosti izzivanja z raztopino ninhidrina bi morda lahko vplivala tudi uporaba komore s kontrolirano temperaturo in primerno vlažnostjo, ki se v Nacionalnem forenzičnem laboratoriju običajno uporablja za izzivanje z ninhidrinom. V tej raziskavi je namreč izzivanje kosov rokavic iz lateksa po obdelavi z raztopinami ninhidrina potekalo v digestoriju na sobni temperaturi, za kar smo se odločili na podlagi objavljene raziskave Arbeli et al. (2017), pri kateri so tako pridobili dobre rezultate. Rezultat izzivanja rokavic je pokazal, da med tremi različno pripravljenimi raztopinami ninhidrina ni bistvenih razlik v delovanju, čeprav so imele raztopine drugačno osnovo. To potrjuje, da reakcijo z aminokislinami v prstnih sledih povzroči ninhidrin, in ne preostala topila. Raziskava je pokazala tudi, da se kakovost prstnih sledi močno zmanjšuje s starostjo, saj število dobro in odlično izzvanih prstnih sledi pri vseh uporabljenih metodah izzivanja s starostjo močno upade.

Izvedena raziskava bi se torej lahko v nadaljevanju razširila še na druge znamke rokavic, preveril pa bi se lahko tudi časovni vpliv namakanja kosov rokavic v raztopinah ninhidrina. V raziskavi bi bilo smiselno preveriti še vpliv pogojev izzivanja, kot sta primerna vlažnost in temperatura, kar bi lahko dosegli v posebni komori, ki omogoča te nastavitve. V nadaljevanju bi se v raziskavo lahko vključilo še več oseb, kar bi povečalo variabilnost različnih spojin v izločkih prstnih sledi.

Literatura

1. Arbeli, T., Liptz, Y. Bengiat, R. in Levin-Elad, M. (2017). Development of fingermarks on Latex gloves: The solution to a challenging surface. *Forensic Science International*, 280, 147–152.

2. Bley, S. M., Croxton, R. S. in Puit, M. (2018). Amino acid reagents. V S. M. Bley (ur.), *Fingerprint development techniques. Theory and application* (str. 221–230). Chichester: Wiley.
3. Bumbrah, G. S. (2017). Cyanoacrylate fuming method for detection of latent fingermarks: A review. *Egyptian Journal of Forensic Science*, 7(4). Pridobljeno na <https://doi.org/10.1186/s41935-017-0009-7>
4. Delčnjak, J. (2006). *Prstne sledi na vinilnih in lateks rokavicah* (Diplomsko delo). Ljubljana: Fakulteta za policijsko-varnostne vede.
5. Kendall, F. G. in Rehn, B. W. (1983). Rapid method of super glue fuming application for the development of latent fingerprints. *Journal of Forensic Science*, 28(3), 777–780
6. Lavtižar, A. (2010). Izzivanje prstnih sledi na steklenih predmetih, najdenih v vodi (Diplomsko delo). Ljubljana: Fakulteta za varnostne vede.
7. Makrushin, A., Qian, K., Vielhauer, C. in Scheidat, T. (2015). Forensic analysis: On the capability of optical sensors to visualize latent fingerprints on rubber gloves. V *3rd International Workshop on Biometrics and Forensics (IWBF 2015)*. Danvers: IEEE. doi:10.1109/IWBF.2015.7110229
8. Pressly, J. (1999). Ninhydrin on Latex gloves: An alternative use for an old technique. *Journal of Forensic Identification*, 49(3), 257–260.
9. Ramotowski, R. (2012). Miscellaneous methods and challenging surfaces. V R. Ramotowski (ur.), *Lee and Gaensslen's advances in fingerprint technology* (3rd ed.) (str. 171–173). London: CRC Press.
10. Rinehart, D. J. (2000). Developing and identifying a latent print recovered from a piece of latex glove using ninhydrin-heptane carrier (case1)/ Developing latent prints on household rubber gloves using ninhydrin-heptane carrier after superglue fuming (case 2). *Journal of Forensic Identification*, 50(5), 443–446.
11. Scotcher, K. in Bradshaw, R. (2018). The analysis of latent fingermarks on polymer banknotes using MALDI-MS. *Scientific reports*, 8(1). Pridobljeno na <https://www.nature.com/articles/s41598-018-27004-0#citeas>
12. Trapečar, M., Vidic, G., Gerjevič, A. in Udovič, B. (2004). Daktiloskopija. V D. Maver (ur.), *Kriminalistika: Uvod, taktika in tehnika*. (str. 389–411). Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije.
13. Velders, T. in Zonjee, J. (2004). Visualization of latent fingerprints on used vinyl and latex gloves using Gellifters. *The Weekly Detail*. Pridobljeno na <https://www.crime-scene-investigator.net/visualization-of-latent-fingerprints-on-used-vinyl-and-latex-gloves-using-gellifters.html>
14. Vidic, V. (1973). *Kriminalistična tehnika*. Ljubljana: Šolski center za strokovno izobraževanje delavcev v organih za notranje zadeve.

Dactyloscopy and Finger Mark Detection on Latex Gloves

Saša Vrhovec Hartman, Ph.D., Dactyloscopy Department, National Forensic Laboratory, General Police Directorate, Slovenia.
E-mail: sasa.vrhovec.hartman@policija.si

Matej Trapečar, Ph.D., Dactyloscopy Department, National Forensic Laboratory, General Police Directorate, Slovenia.
E-mail: matej.trapecar@policija.si

With criminals becoming more aware of possible incriminating evidence at crime scenes, they are also becoming more conscious about “covering their marks” by using latex gloves. However, finger marks may be recovered from the inside of the gloves, thus providing strong evidence against the perpetrators. In this study, we are therefore focusing on the comparison of the three primary methods for the development of finger marks such as Cyanoacrylate, small particle reagent with gel lifters, and Ninhydrin (dissolved in three different solutions). Experimental results showed that the most successful method for the examination of finger marks from latex gloves contained Cyanoacrylate fumes, while the most inefficient was the method using Ninhydrin, which is in contradiction with some published studies. Additionally, the efficacy of three different Ninhydrin solutions were tested, where the heptane-based, HFE- based and purchased Ninhydrin solutions were used. The outcome showed that there is no significant difference in performance between diverse Ninhydrin solutions, regarding the recovery of finger marks from latex gloves.

Keywords: dactyloscopy, finger marks, fingerprint, latex gloves, cyanoacrylate, small particle reagent, Ninhydrin

UDC: 343.983.2