

**EKSPERIMENTALNO UTVRĐIVANJE STAROSTI TRAGOVA
PAPILARNIH LINIJA PRSTIJU KORIŠTENJEM REAGENSA SPR
(SMALL PARTICLE REAGENT)**

Izvorni naučni rad

EXPERIMENTAL AGE DETERMINING OF FINGERPRINTS EVIDENCE BY USING REAGENT SPR (SMALL PARTICLE REAGENT)

Original scientific paper

**Muamer KAVAZOVIĆ
Samir HASANBAŠIĆ**

Sažetak

Starost tragova papilarnih linija pronađenih na mjestu izvršenja krivičnog djela predstavlja jedno od ključnih pitanja koje je prilikom istraživanja krivičnih djela potrebno utvrditi. Ovaj eksperiment predstavlja pokušaj djelomičnog razjašnjenja ovog pitanja kod izazivanja tragova papilarnih linija korištenjem reagensa SPR. U tom smislu u članku su obrađena pitanja građe ljudske kože, nastanka traga papilarnih linija, sastava ljudskog znoja, metoda i sredstava koji se koriste za izazivanje tragova papilarnih linija i vrste tragova papilarnih linija.

Ključne riječi:

eksperiment, starost traga, papilarne linije, tragovi papilarnih linija, SPR

Abstract

Age determination of papilla found on the crime scene represents one of the key issues in the process of criminal investigation that needs to be established. This experiment represents an attempt of partial clarification of this issue in development of latent prints by using the SPR reagent. In that sense the article treats issues concerning structure of the human skin, occurrence of the latent print, composition of human sweat, methods and means to be used for development of latent prints, as well as types of latent prints.

Key words

experiment, age determination of fingerprint, papilla, latent prints, the SPR

1. UVOD

Jedno od pitanja koje se javlja kroz proces rasvjetljavanja pojava oblika krivičnih djela je i pitanje starosti tragova papilarnih linija koji se mogu pronaći na mjestima izvršenja krivičnih djela. Starost traga papilarnih linija predstavlja jedan od bitnih elemenata u dokaznom postupku.

Starost traga papilarnih linija se ne može tačno utvrditi, ali eksperimentalno, ostvarujući približno iste uvjete, na osnovu potrebnog vremena hemijskog izazivanja ili na osnovu količine nalijepljenog praška (svježiji tragovi zadržavaju više praška), može se dosta grubo odrediti starost traga papilarnih linija. Rezultat je pouzdaniji ako se radi o tragovima starosti do mjesec dana. Ako se radi o starijim tragovima, nema svrhe vršiti ispitivanje jer se u toku dužeg vremena mijenjaju uvjeti vlažnosti i temperature što izaziva promjene u stanju osušenosti traga (Mitrović, 1998, str. 162 - 163).

Kada je riječ o eksperimentalnim istraživanjima, koja su za cilj imala utvrditi vremenski okvir djelovanja pojedinih sredstava-metoda koje se koriste za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija, važno je istaći da su ista u prošlosti bila brojna te da su dala različite rezultate. Navedeni rezultati su u najvećoj mjeri ovisili od nekoicine faktora, a neki od njih su:

- vrsta podloge,
- pritisak prilikom ostavljanja traga,
- količina znojno-masne materije (zavisí od: starosti osobe, njenog zdravstvenog stanja, njenog psiho-fizičkog stanja, prethodnog dodirivanja pojedinih dijelova tijela koji luče više znojno-masne materije (čelo, kosa i sl.), vanjske temperature i sl.),
- vrsta primijenjenog sredstva korištenog za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija.

Prema podacima iz korištene literature rezultati eksperimentalnih istraživanja su bili različiti. Iste je u prošlosti provodio veliki broj eksperata i naučnih radnika. Zbog prostora će biti prezentirani samo generalni vremenski okviri od momenta ostavljanja do momenta pronalaženja tragova korištenjem različitih sredstava koji proizlaze iz rezultata, u korištenoj literaturi prikazanih, različitih eksperimentalnih istraživanja. Sve rezultate eksperimentalnih istraživanja, pa i ovog našeg, potrebno je posmatrati s potrebnim oprezom, jer konkretni rezultati će zavisiti od niza okolnosti te u konkretnom slučaju rezultati izazivanja latentnih tragova papilarnih linija mogu, u značajnoj mjeri, odstupati od ovdje navedenih vrijednosti (a što je u praksi, često, i slučaj).

Kada je riječ o daktiloskopskim prašcima, za porodne površine-papir kao vremenski okvir u kojem je moguće izazvati tragove papilarnih linija se navodi vrijeme od 8 sati

do 20 dana (manja vrijednost se odnosi na vremenske prilike kada je vanjska temperatura viša, a viša vrijednost se odnosi na vremenske prilike kada je vanjska temperatura niža). Kada je riječ o poroznoj površini-drvo vremenski okvir se kreće od 11 do 14 dana (otvoreni prostor) i od 37 do 71 dan (zatvoreni prostor)¹. Kada je riječ o neporoznim-glatkim površinama za daktiloskopske praške vrijednosti se kreću²:

- od 11 do 40 dana (otvoreni prostor plastika),
- od 50 do 180 dana (zatvoreni prostor plastika),
- od 2 do 35 dana (otvoreni prostor metal),
- od 7 do 30 dana (otvoreni prostor staklo),
- do 3 godine (zatvoreni prostor staklo, neki autori navode i postojanost tragova do 6 godina, ali se izvor podataka ne navodi).

Kada je riječ o hemijskim reagensima eksperimentalna istraživanja koja su provedena, najviše su vezana za hemijski reagens ninhydrin i cyanoakrilatne pare, te jodne pare (podatke za ovaj reagens ne navodimo s obzirom na to da se isti u svakodnevnoj praksi u našoj zemlji koristi vrlo rijetko).

Hemijski reagens ninhydrin se koristi za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija sa poroznih površina i ima karakteristike sredstva koje je podeseo za izazivanje relativno starijih tragova papilarnih linija. Pa tako u literaturi (a što je potvrđeno i u praksi autora ovog članka) nailazimo na podatak da nije rijetkost izazvati tragove koji su stariji od 60 dana³. Kao gornji limit se navodi period od 50 godina (Lennard, 2001, str. D2-89).

S druge strane cyanoakrilatne pare se koriste za izazivanje tragova papilarnih linija sa neporoznih i glatkih površina⁴. Ova metoda također daje dobre rezultate kada je riječ o starijim tragovima papilarnih linija i u praksi se najčešće i koristi kada se zna da su potencijalni tragovi starijeg porijekla. U korištenoj literaturi se kao vremenski okvir za mogućnost izazivanja latentnog traga papilarnih linija (a što je potvrđeno

¹ Sve navedene vrijednosti predstavljaju sublimirane podatke koje su autori članka izdvojili koristeći dostupne literaturne izvore Basarić, Vejzagić, (1998, str. 59 – 61), Cowger, (1993, str. 107 – 109), Maksimović, Todorčić (1995, str. 279), Vodinelić, (1988, str. 114 – 124. i str. 211 – 231), USDOJ ICITAP (1998) i USDOJ NIJ (2011, str. 7-9 – 7-11).

² Isto kao u fusnoti 1.

³ Više o izazivanju papilarnih linija ovom metodom i provedenim istraživanjima vezanim za trajnost na takav način izazvanih tragova vidjeti: Almog, Hirsfeld, Klug, (1982, str. 912 – 917) i Dotterer, (2010).

⁴ Više o izazivanju papilarnih linija ovom metodom i provedenim istraživanjima vezanim za trajnost na takav način izazvanih tragova vidjeti: Ahmad, Afizah (2002, str. 83 – 91) i Lewis et Al (2001, str. 241 – 246).

kroz eksperimentalna istraživanja) navodi period od 2 godine (predmet sa kojeg je vršeno izazivanje bio je bijela plastična vreća) (Exline et Al. 2003, str. 7)⁵.

Jedna od tehnologija koja predstavlja budućnost u ovoj oblasti forenzike jeste tzv. vakumsko taloženje metala (eng. Vacuum metal deposition). Navedena metoda predstavlja tehnologiju isparavanja metala, te potom formiranja tankog metalnog filma (na tragu). Tanki slojevi zlata i cinka padaju na površinu predmeta na kojem želimo izvršiti izazivanje latentnih tragova. Nepravilnosti fizičke i hemijske prirode na površini se otkrivaju različitom količinom naslaga cink metalnog filma. Ovaj proces je veoma osjetljiv i može otkriti naslage na glatkim površinama. Obično se koristi na plastičnim predmetima, ali može biti veoma efikasan i na ostalim glatkim površinama. Korištenjem komore tipa »Edwards E 600« analizirano je osam uzoraka. Najstariji je bio iz 1977. godine, dok je najmlađi bio star godinu dana. Na tri, od ovih osam uzoraka, izazvani su tragovi papilarnih linija prstiju (uključujući i uzorak iz 1977. godine). Prije ovog pokušaja, najstariji trag izazvan ovom metodom je bio star 6 godina i izazvan je u RCMP komori od strane Diane Donnelly u forenzičkoj laboratoriji policije San Dijega (Dimeo, 1994). Dakle, prema ovom izvoru korištenjem ove metode bilo je moguće izazvati trag starosti 17 godina (bijela plastična vreća). Ova metoda se ne koristi u našoj zemlji.

Stav eksperata iz ove oblasti vezan za mogućnost utvrđivanja starosti konkretnog latentnog traga papilarnih linija je da ne postoji naučno zasnovana metoda za određivanje konkretne starosti pojedinačnog traga papilarnih linija (Lennard et Al, 2011, str. 96-53).

U smislu naprijed navedenog, vrijednim postaju spoznaje dobijene kroz provođenje različitih eksperimentalnih istraživanja. Jedno od takvih istraživanja smo pokušali provesti korištenjem reagensa SPR. Rezultati našeg eksperimentalnog istraživanja su prezentirani u nastavku.

U vezi s naznačenim problemom naglašavamo da autori nisu došli u posjed podataka (niti analizom stručne literature, niti dostupnih izvora druge vrste) o vremenskom okviru mogućnosti izazivanja spornih tragova papilarnih linija korištenjem ovog sredstva-metode. Također, bitno je naglasiti da je, prema praksi, primjena reagensa SPR jedina metoda izazivanja papilarnih linija koju je moguće primijeniti na vlažnim glatkim površinama, te stoga naprijed spomenuti rezultati drugih eksperimentalnih istraživanja korištenjem drugih metoda za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija za komparaciju sa konkretnim eksperimentom i njegovim rezultatima nemaju veću stručnu i naučnu vrijednost.

⁵ Autori ovog članka su u svojoj praksi, u konkretnom predmetu, korištenjem para cyanoakrilata izazvali trag za koji se sa relativnom sigurnošću može smatrati da je stariji od 8 mjeseci (prema pouzdanim parametrima nevezanim za ispitivanje izazvanog traga). Navedeni trag se nalazio u zatvorenom prostoru dobro zaštićen od spoljnjih utjecaja na metalnom predmetu.

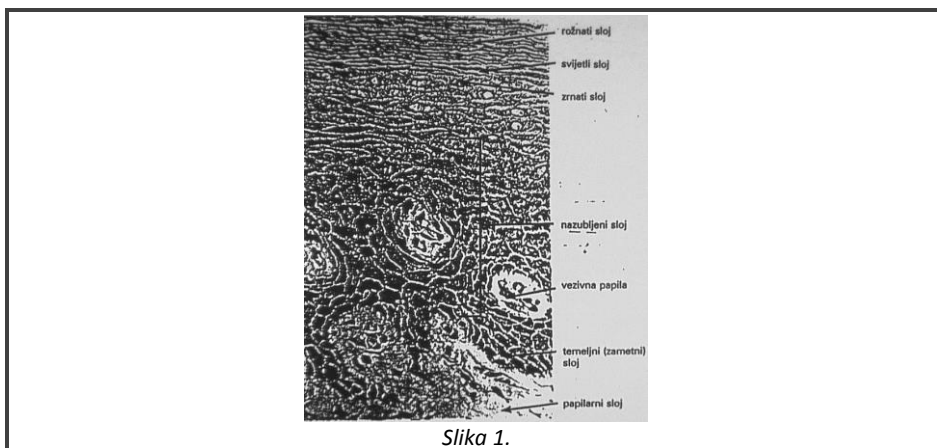
U smislu uvjeta korištenih u ovom eksperimentu, u dijelu koji se odnosi na boravak unaprijed pripremljenih tragova papilarnih linija u vodi iznosimo stav Baniuka i Holysta koji su opitima ustanovili da održivost latentnih tragova papilarnih linija prstiju u vodi traje toliko manje vremena koliko je temperatura vode toplija. Nisu zapazili razliku u održivosti tragova s obzirom na vrstu vodene sredine, u kojoj su se nalazili predmeti sa tragovima, ali su utvrdili da je prosječno vrijeme održanja latentnih tragova mnogo kraće na predmetima koji su se nalazili u tekućoj vodi, što objašnjavaju dinamikom čestica vode (Vodinelić, 1988, str. 228).

Prije pristupanja navedenom eksperimentu teorijski smo obradili i pitanja koja se tiču građe ljudske kože, nastanka traga papilarnih linija, sastava ljudskog znoja, metoda i sredstava koji se koriste za izazivanje tragova papilarnih linija i vrste tragova papilarnih linija.

2. KOŽA (GRAĐA I FUNKCIJA)

Koža svojom građom, funkcijom i osobinama svojih sastavnih elemenata predstavlja elementarni osnov za nastanak tragova crteža papilarnih linija te je stoga neophodno izvršiti prikaz njenih bližih karakteristika.

Koža je najteži organ u tijelu jer joj težina čini oko 16 % ukupne tjelesne težine. Kod odraslih ima površinu od 1, 2 do 2, 3 m², kojom se izlaže vanjskoj sredini (Lever, 1974, str. 9). Sastoji se od epidermisa, epitelnog sloja ektodermalnog porijekla i korijuma (dermis), sloja vezivnog tkiva mezodermalnog porijekla. Granica između korijuma i epidermisa je nepravilna, jer izdanci korijuma koji se nazivaju papile, ulaze među izbočine epidermisa, koje se nazivaju epidermalni grebeni (slika 1. , svjetlosnomikroskopska snimka presjeka kroz debelu kožu tabana čovjeka. Vide se papile u papilarnom sloju i debeo rožnati sloj) (Junqueira, Carneiro, Kelley, 1995, str. 360). Debljina kože se kreće od 0, 2 do 5 mm (Popović et Al, 1988, str. 479).



Slika 1.

Ispod korijuma nalazi se subcutis (lat. sub, ispod + cutis, koža) ili hypodermis (grč. hypo, ispod + derma, koža) ili potkožno tkivo. To je rahlo vezivno tkivo, koje može sadržavati različite masnog tkiva, paniculus adiposus. Supkutis, koji se ne smatra dijelom kože, rahlo spaja kožu s podlogom i anatomske odgovara površinskoj fasciji.

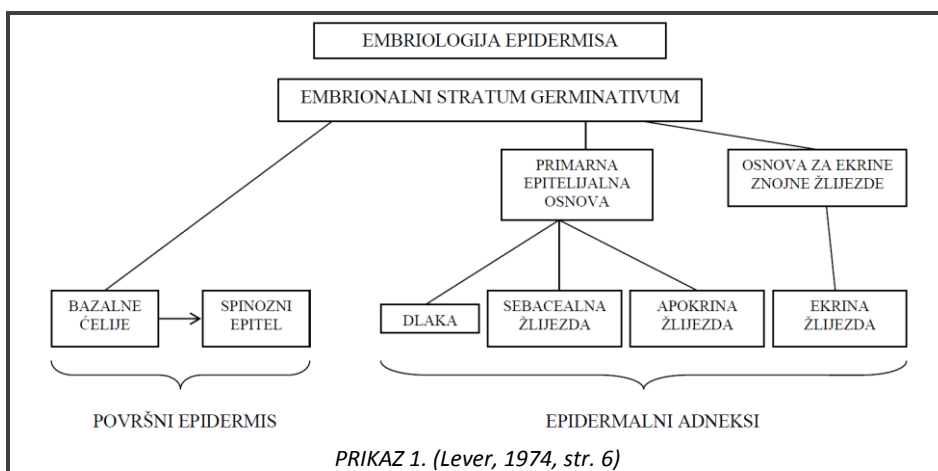
U predjelu dlanova i tabana pokretljivost kože je jako smanjena zbog prisustva gusto zbijenog tkiva između coriuma i subcutisa (Popović et Al, 1988, str. 479).

2. 1. Embriologija kože

U najranijem periodu embrionalnog razvoja epidermis se sastoji od jednog sloja ćelija. Između pete i sedme sedmice fetalnog života ovaj sloj postaje dvostruk i sastoji se od unutrašnjeg sloja (stratum germinativum) i vanjskog sloja (periderm). Stratum germinativum je sastavljen od kubičnih (kockastih) ćelija, a periderm od velikih okruglih ćelija. U trećem mjesecu se pojavljuje još jedan niz ćelija između ova dva sloja, stratum intermedium. Čelije srednjeg sloja su velike i imaju svijetlu citoplazmu zbog prisustva glikogena u njima (Lever, 1974, str. 9).

U toku četvrtog fetalnog mjeseca stratum intermedium postaje višeslojni i sa pojavom intercelularnih mostića razvija se sloj spinoznih ćelija (Montagna) (Junqueira, Carneiro, Kelley, 1995, str. 5).

Embrionalni stratum se diferencira u sljedeće tipove ćelija: 1. bazalne ćelije 2. ćelije primarne epitelijalne osnove i 3. ćelije osnove za ekrine znojne žlijezde (Prikaz broj 1.) (Lever, 1974, str. 6).



Primarna epitelijalna osnova se najprije sastoji od pupoljka gusto poredanih germinativnih ćelija. Ispod njih leži grupa fibroblasta od kojih se kasnije razvije papila.

Ekrine znojne žlijezde se najprije razvijaju na tabanima i dlanovima početkom četvrtog mjeseca. U prvom dijelu petog fetalnog mjeseca one se razvijaju u aksili, a u kasnijem dijelu petog mjeseca pojavljuju se svuda. One počinju kao pupoljci, koji se razlikuju od onih primarne epitalijalne osnove time što su uži i što nemaju fibroblastne na svojoj bazi. U vrijeme rođenja morfologija ekrinih žlijezda podsjeća na odrasle žlijezde, osim što su još uvijek rijetke mioepitelijalne ćelije (Lever, 1974, str. 6).

Dermis se kod dva mjeseca starog embrija sastoji od gusto raspoređenih mezenhijalnih ćelija okruženih osnovnom supstancijom. U toku trećeg mjeseca se pojavljuju vlakna, i to najprije delikatna argirofilna mrežica (retikularna vlakna) (Lever, 1974, str. 6).

2. 1. Epidermis

Epidermis se uglavnom sastoji od oroženog mnogoslojnog pločastog epitela, ali sadrži i tri posebne, manje brojne vrste stanica; melanocite, Langerhansove stanice i Merkelove stanice (Lever, 1974, str. 7).

Različite je debljine u raznim dijelovima tijela. Najdeblji je u predjelu dlanova, tabana i volarnih strana prstiju. Epidermis na ovim dijelovima nije samo deblji, već se razlikuje i po svojstvu u odnosu na epidermis ostalih regija tijela (Popović et Al. , 1988, str. 480). Idući od korijuma prema površini, epidermis se sastoji od pet slojeva stanica koje stvaraju roževinu ili keratin (keratinociti).

1. Temeljni sloj (stratum basale) sastoji se od jednog sloja bazofilnih cilindričnih ili kubičnih stanica koje leže na bazalnoj lamini.
2. Nazubljeni sloj (stratum spinosum) sastoji se od kubičnih višekutnih ili nešto spljoštenih stanica, s jezgrom u sredini i citoplazmom ispunjenom snopovima filamenata.
3. Zrnati sloj (stratum granulosum) sastoji se od tri do pet slojeva višekutnih stanica s jezgrom smještenih u sredini i citoplazmom koja je ispunjena grubim bazofilnim keratohiljalinskim zrnima.
4. Svjetli sloj (stratum lucidum). Taj prozirni, tanki sloj jako spljoštenih eozofilnih stanica mnogo je izraženiji u debeloj koži. Ovaj sloj se katkada vidi između granularnog (zrnastog) sloja i orožalog (rožnatog) sloja, osobito na dlanovima i tabanima.
5. Rožnati sloj (stratum corneum) sastoji se od petnaest do dvadeset slojeva spljoštenih oroženih stanica bez jezgra, kojima je citoplazma ispunjena optički dvolomnim vlaknastim skleroproteinom, keratinom (roževina). Debljina ovog sloja varira od 0,02 milimetra na fleksornoj površini ruke do 0,5 milimetara i više na tabanima.

2. 3. Korijum

Korijum (dermis) građen je od vezivnog tkiva koje podupire epidermis i povezuje ga s potkožnim tkivom (supkutis, hipodermis). Korijum je različito debeo, ovisno o području tijela, a najdeblji je na leđima (od 4 milimetra). Površina korijuma je vrlo nepravilna i ima brojne izdanke (*papile*), koji ispunjavaju prostore među bazalnim izbočinama epidermisa (epidermalni grebeni) ili klinovi. *Papile* su mnogo brojnije u koži koja je izložena učestalom pritisku pa se smatra da one povećavaju i pojačavaju dermo-epidermalni sloj. Tokom embrionalnog razvoja korijum određuje diferencijaciju epidermisa iznad sebe. Korijum uzet s tabana uvijek inducira diferencijaciju jako oroženog epidermisa, bez obzira na lokalno porijeklo epidermalnih stanica (Lever, 1974, str. 8).

Na histološkim rezovima kože čovjeka vidi se ispod epidermisa dobro izražena dermo-epidermalna spojna crta, koja je jednaka u svim dijelovima tijela. Između temeljnog sloja epidermisa i *papilarnog sloja* korijuma uvijek se nalazi bazalna lamina koja slijedi obrise interdigitacije među njima. Ispod bazalne lamine nalazi se fina mreža retikularnih vlakana, lamina retriularis.

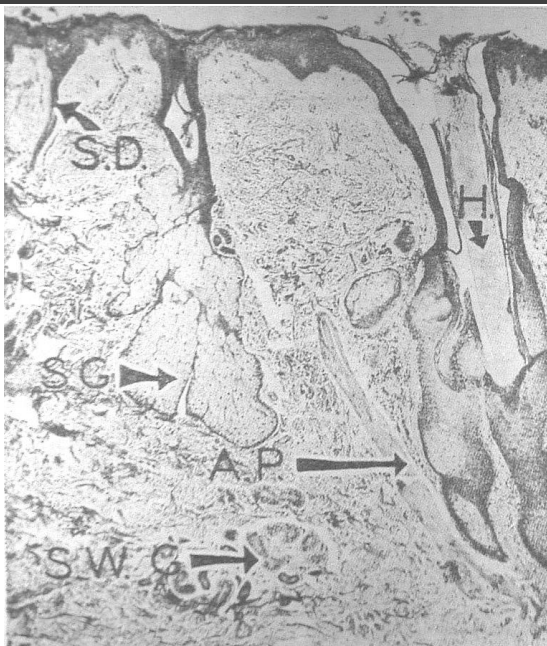
Korijum se sastoji od dva sloja, koji nisu jasno razgraničeni. To su gornji *papilarni* i dublji retikularni sloj. Tanki papilarni sloj građen je od rahlog vezivnog tkiva. Tu se nalaze fibroblasti i druge stanice vezivnog tkiva, a najviše ima mastocita i makrofaga. Ima i leukocita dospjelih iz krvnih žila. Papilarni sloj se tako naziva zato što čini najveći dio papila korijuma. U njemu se nalazi posebna vrsta kolagenih vlaknaca, koja jednim svojim krajem ulaze u bazalnu laminu, a drugim se pružaju u korijum. Ona povezuju korijum s epidermisom i nazivaju se sidrena vlakanca. Retikularni sloj je deblji i sastoji se od gustog vezivnog tkiva (uglavnom kolagen tipa I) pa zato ima mnogo vlakana i manje stanica nego papilarni sloj. Količina glikozaminoglikana je različita u različitim područjima korijuma. Najvažniji glikozaminoglikan kože je dermatan-sulfat. Korijum sadrži mrežu elastičnih vlakana koja su deblja u retikularnom sloju. Iz njega prema površini izlaze vlakna koja se postepeno stanjuju i završavaju stapajući se s bazalnom laminom. Približavajući se bazalnoj lamini ona postepeno gube svoj amorfni sastojak elastin pa samo mikrofibralni sastojak ulazi u bazalnu laminu. Elastična mreža omogućuje rastegljivost kože (Lever, 1974, str. 8).

2. 4. Potkožno tkivo

Potkožno tkivo (lat. subcutis) sastoji se od rahlog vezivnog tkiva, koje labavo povezuje kožu s njezinom podlogom i tako joj omogućuje pomičnost. Subkutis često sadržava nakupine masnih stanica, čiji broj zavisi od područja tijela, a veličina od uhranjenosti osobe. Taj se sloj naziva i površinska fascija, a na mjestima na kojima je dovoljno debeo i *paniculus adiposus*. U koži se krvni sudovi nalaze samo u korijumu jer epidermis nema krvnih sudova. Njihov raspored varira u raznim dijelovima tijela. U epidermisu slobodni nervni završeci dopiru sve do rožastog sloja. U koži se razlikuje nekoliko tipova korpuskula.

2. 5. Znojne (ekrine) žlijezde

Znojne žlijezde se nalaze svuda u humanoj koži. One su u najvećem broju nađene na dlanovima i tabanima i u aksilama. To su tubularne, cjevaste žlijezde čije se sekretorne ćelije u toku procesa sekrecije samo malo mijenjaju u veličini i obliku. Ekrine žlijezde se izводе direktno u epidermis (slika 2.) (Lever, 1974, str. 18). One su sastavljene od tri segmenta: sekretornog dijela, intradermalnog znojnog kanala i intraepidermalnog znojnog kanala. Bazalni zavoj se sastoji od oko dvije trećine sekretornog dijela u udubljenom dijelu i oko jedne trećine kanala u superficijalnom dijelu.



Slika 2.

(Normalna koža, stražnji dio vrata. Na lijevoj strani ilustracije nalazi se znojni kanal (S. D.) koji ulazi u epidermis. U centru velika sebacealna žlijezda (S. G.) izliva se u folikul koji sadrži lanugo dlaku. Na desnoj strani velika dlaka (H) leži unutar folikula, okružena sebacealnim žlijezdama. Mišić dlake (A. P.) je postavljen u tupom uglu u odnosu na dlaku. Ispod velike sebacealne žlijezde nalazi se smotan kanal ekrine znojne žlijezde (S. W. G.), uvećanje 50 x (Lever, 1974, str. 18).

3. NASTANAK TRAGOVA PAPILARNIH LINIJA

U dermi se nalaze znojne žlijezde koje su kanalima povezane sa površinom gdje se završavaju otvorom, nazvanim pora. Kanal je okružen kvržicama koje se nazivaju papile (lat. papillae), koje je otkrio italijanski anatom Marcello Malpighi 1664. godine. Papile se nadovezuju u jedan niz koji po obliku podsjeća na brazdu, a više takvih brazdi je na koži raspoređeno približno paralelno. Svaka takva brazda, sastavljena je od jednog niza papila, čini papilarnu liniju, a sve papilarne linije jedne cjeline (prsta,

dlana, tabana) čine crtež papilarnih linija. Širina papilarnih linija iznosi 0, 2 do 0, 7 milimetara, a njihova visina od 0, 1 do 0, 4 milimetra i pod pritiskom se može smanjiti za polovinu visine. O ovim dimenzijama se mora voditi računa prilikom izbora sredstava za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija i kod formiranja debljine sloja daktiloskopske boje za uzimanje otisaka (debljina sloja treba biti oko 0, 01 milimetar) (Basarić, Vejzagić, 1998, str. 50).

Papilarne linije nazivaju još i frikzione linije, koje su najvjerovatnije nastale tokom evolucionog procesa sa ciljem povećanja trenja na mjestima gdje je najpotrebnije, dakle na dlanovima i tabanima, za povećanje radnih sposobnosti, sigurnijeg kretanja po drveću i slično. Istina, postoje i mišljenja da su papilarne linije nastale u toku razvoja čula dodira s obzirom da se tu nalaze završeci nervnih vlakana zbog čega su površine kože, prekrivene papilarnim linijama, najosjetljivije na dodir (Basarić, Vejzagić, 1998, str. 50).

Papilarne linije se javljaju i kod velikog broja sisara. Najizraženije su kod majmuna, ali se njihov oblik razlikuje od čovjekovog.

Znojne žlijezde kroz pore neprestano luče znoj koji se, u dodiru sa vazduhom, isparava. Sadržinu znoja sačinjava oko 98 % vode, ali on sadrži, bilo u rastvoru ili kao prenosilac, minimalne tragove organskih supstanci (lipidi, bjelančevine, holesterol i slično), mokraćne kiseline, natrijeva i kalijeva hlorida, sulfata, fosfata, karbonata itd. Znoj, u principu, čini tečnost (od 99 do 99, 5 %) i čvrst ostatak u obliku čestica (od 0, 5 do 1 %). Upotrebom najnovijih hemijskih analitičkih metoda je dosada identificirano više od tri stotine lipida i njihovih masnih kiselina. Tvrdi se da se na površini kože javlja bar 57 masnih kiselina te 33 vrste lojnih supstanci. Za trajnost otisaka (na sušenje) značajno je prisustvo nezasićenih masnih kiselina koje ne oksidiraju brzo i na njih ne djeluje hidroliza. Ako se vrh nekog prsta posmatra pod jakim svjetlošću izvjesno vrijeme, zapaziti će se sitne kapljice znoja koje izlaze na površinu papilarnih linija, koje zasijaju i nestaju zbog isparavanja u dodiru sa zrakom (Basarić, Vejzagić, 1998, str. 50).

Tragovi papilarnih linija nastaju dodirom kože sa prstiju, dlanova i tabana sa nekom podlogom. Tom prilikom se iz kanala znojnih žlijezda na njihovom otvoru (papila) formira kapljica znoja koja se prenosi na podlogu sa kojom je koža u dodiru. Mnoštvo tih papila (otvora) čini papilarne linije. Ako se koža pomjera prilikom kontakta znoj se razmazuje po površini u vidu mrlje, a ako je dodir statičan, ocrta se otisak crteža papilarnih linija. Kvalitet tog traga zavisi od vrste podloge i od psihofizičkih osobina lica u vezi sa izlučivanjem znoja. Na glatkim, kompaktnim površinama (staklo, porcelan, emajl itd.) znoj se prenosi skoro trenutačno, dok na površinama koje djelomično upijaju znoj (papir i slično) treba više vremena da se prenese trag papilarnih linija. Pored toga, kvalitet traga zavisi od glatkoće površine. Što je površina neravnija, sa udubljenjima, to je potreban veći pritisak kože da prenese znoj na cijelu površinu. Isušene tragove papilarnih linija karakteriše, među ostalim, sužavanje linija, koje je naročito vidljivo ako se uporedi sa svježim tragom.

Papilarne linije također mogu akumulirati tjelesna ulja (masti) kada dođe do kontakta sa površinama, gdje se ta ulja (masti) luče, kao što su: lice, vrat, tjeme, čelo i slično (USDOJ ICITAP, 1998).

Tragovi papilarnih linija se dijele na (Mitrović, 1998, str. 143):

- vidljive i
- nevidljive (latentne ili skrivene)

Vidljivi tragovi papilarnih linija se dijele na reljefne i obojene.

- Reljefni tragovi nastaju kada papilarna linija dođe u kontakt sa „plastičnom“ podlogom, kao što su prozorski kit (svjež), parafin, vosak, plastelin, čokolada, maslac, sapun, zemlja (glina), žvakaća guma i slično. Pri dodiru se u podlozi formira reljef koji predstavlja negativ papilarnih linija. Reljefni tragovi se nazivaju i utisci. Takvi tragovi obično zahtijevaju poseban postupak, što zavisi od samog materijala. Svaka vrsta takvog plastičnog materijala predstavlja poseban i različit problem jer to zavisi od njegovog sastava, boje, tačke topljenja, neprozirnosti, rastvorljivosti itd.
- Obojeni tragovi papilarnih linija mogu nastati na dva načina: naslojavanjem i odslojavanjem. Prvi nastaju kada su papilarne linije prekrivene nekom obojenom materijom (krv, boja i slično) i dođu u kontakt s nekom podlogom. Tom prilikom se ta materija prenosi na podlogu. Ako se čistom kožom (prsti, dlanovi i tabani) dodirne svježe obojena površina, na njoj će ostati dio podloge bez boje, ili sa manje boje, sa crtežom papilarnih linija. Ovaj trag je suprotan tragu nastalom naslojavanjem.

4. HEMIJSKE METODE IZAZIVANJA LATENTNIH TRAGOVA PAPILARNIH LINIJA

Izazivanje latentnih tragova papilarnih linija sa ciljem da se učine vidljivim izvodi se različitim sredstvima. Jedna vrsta takvih izazivanja se zasniva na apsorpciji sredstava za izazivanje na ostatke voštanih materija, masnoće i vlage u papilarnim linijama. U takvu grupu sredstava spadaju daktiloskopski prašci, jodne pare i slično. Druga grupa izazivanja latentnih tragova papilarnih linija je vezana za hemijske reakcije između sadržaja ostataka znoja sa određenim hemijskim reagensima. O nekima od njih će u nastavku biti više riječi. Ono što je važno napomenuti u vezi sa ovom vrstom reagensa je činjenica da su svi oni u većoj ili manjoj mjeri štetni po ljudsko zdravlje, te je u radu sa istima neophodno koristiti odgovarajuće vrste zaštite, poštujući propisane procedure i mjere opreza prilikom rukovanja.

4.1. Srebro nitrat ($AgNO_3$)

Ovaj reagens se vrlo uspješno koristi za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija sa poroznih površina kao što je npr. papir. Postupak se zasniva na reakciji između

natrijeva hlorida (Na Cl) iz traga papilarnih linija (znoja) sa srebro nitratom (USDOJ ICITAP, 1998). Tragovi papilarnih linija izazvani ovim reagensom se pojavljuju u tamno sivoj ili skoro crnoj boji.

4.2. Ninhydrin

Izazivanje ovim reagensom se zasniva na njegovoj reakciji sa aminokiselinama iz znoja (USDOJ ICITAP, 1998). Izazvani tragovi su crveno-ružičaste boje do ljubičaste boje zavisno od vrste reagensa (acetonski ili alkoholni rastvor). Najbolje rezultate ovaj reagens daje kod izazivanja tragova papilarnih linija sa poroznih površina.

4.4. Osmijum tetraoksid

Postupak se zasniva na činjenici da masne kiseline iz znoja redukuju osmijum tetraoksid do elementarnog osmijuma, koji u vidu crnog taloga ostaje na papilarnim linijama (Mitrović, 1998, str. 157).

4.5. Rutenijum tetraoksid

Reagens se koristi u obliku para koje izazivaju tamnosive do crne tragove, zahvaljujući oksidaciji masnih kiselina u tragu pri čemu se formira crni nus-produkt (USDOJ ICITAP, 1998).

4.6. DFO

Ovaj reagens, slično ninhydrinu, reaguje na aminokiseline prisutne u tjelesnim proteinima. Prema određenim eksperimentalnim istraživanjima daje bolje rezultate do dva i po puta od ninhydrina (prema uputstvu za upotrebu proizvođača reagensa Sirchie).

4.7. Ljubičasti kristal

Koristi se za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija sa ljepljivih strana različitih vrsta traka (USDOJ ICITAP, 1998).

4.8. Prah za ljepljivu stranu trake

Koristi se za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija sa ljepljivih strana različitih vrsta traka (USDOJ ICITAP, 1998).

4.9. SPR (Small Particle Reagent)

O ovom reagensu će više riječi biti u poglavlju koje slijedi.

4.10. **Amido black**

Ovaj reagens reaguje sa proteinima iz krvi. Služi za pojačavanje krvavih tragova papilarnih linija (USDOJ ICITAP, 1998).

Pored navedenih hemijskih reagenasa postoje i drugi reagensi. Od takvih reagenasa spomenut ćemo samo postojanje reagenasa koji imaju ulogu u pojačavanju tragova papilarnih linija pronađenih korištenjem odgovarajućih izvora svjetlosti, kao što su npr. : bazna žuta, bazna crvena i slično. U posebnu grupu sredstava koja se u relativno novije vrijeme koriste (osobito kada je riječ o našoj zemlji) spada i korištenje para cyanoakrilata.

5. **SPR (SMALL PARTICAL REAGENT)**

Ovaj reagens je patentirao 1979. godine (Visualization, preuzeto 17. 12. 2011. godine sa <http://what-when-how.com/forensic-sciences/visualization/>) Naučnoistraživački odjel Ministarstva unutrašnjih poslova Velike Britanije (Scientific Research and Development of British Home Office) (Virginia Department of Forensic Science, 2011, str. 20). U našoj zemlji se ovaj reagens koristi od 1998. godine.

SPR je vodena suspenzija molibden disulfida koja sadrži malu količinu deterdženata. To je metoda fizičkog izazivanja tragova papilarnih linija u kojoj male crne čestice prijanjaju za masne supstance koje se nalaze u znoju. Koristi se kao sprej ili se u njega potapa predmet za koji se sumnja da se na njemu nalaze mogući tragovi papilarnih linija. Pogodan je za izazivanje tragova sa vlažnih površina. Pogodan je za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija sa sljedećih površina: papir, karton, razne vrste metala, cigla, kamenje, beton, plastika, staklo i slično (izvor: Uputstvo za upotrebu uz reagens SPR proizvođača Sirchie). Međutim, kao i kod svih drugih metoda koje se koriste za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija, kvalitet dobijenog rezultata zavisi od količine supstance (znojno-masna materija) u ostavljenom latentnom tragu. Ovaj reagens je najprepoznatljiviji po svom kvalitetu koji mu omogućava da se koristi kod izazivanja latentnih tragova papilarnih linija sa vlažnih površina. U konkretnim slučajevima poznato je korištenje ovog reagensa i kod izazivanja ovakvih tragova sa predmeta koji su duže vrijeme bili potopljeni u vodi (npr. jezeru). Pa tako poznati su slučajevi izazivanja tragova ovim reagensom sa vatrenog oružja, noževa, automobila i slično. Teoretski, ovaj rastvor je moguće koristiti i pod vodom sve dok postoji prskalica koja se koristi za nanošenje ovog reagensa dovoljne jačine pritiska (izvor: Uputstvo za upotrebu uz reagens SPR proizvođača Sirchie). Također, se može koristiti i za izazivanje tragova papilarnih linija sa limenki (npr. Coca-Cole), na kojima su ostali ljepljivi tragovi papilarnih linija. Kao i pri radu sa drugim hemikalijama i prilikom korištenja ove hemikalije potrebno se pridržavati uputstva za upotrebu kako bi znali pravilno rukovati ovom hemikalijom, te na vrijeme prepoznati rizik koji ova hemikalija može izazvati po ljudsko zdravlje. Prilikom rada sa ovim reagensom preporučljivo je koristiti gumene rukavice i zaštitne naočale. SPR je „prljava“ hemikalija. Čišćenje iste se uspješno obavlja korištenjem sapuna

i vode. Međutim, ako se SPR ostavi na površini duži vremenski period (nekoliko mjeseci) onda će ostaviti mrlje.

5.1. Primjena

Postoje dva načina za primjenu SPR-a na dokazni materijal. Može se naprskati na površinu pomoću obične prskalice ili pomoću sistema sa zrakom pod pritiskom. Predmeti manje površine mogu se potapati u SPR.

Kada koristimo metodu prskanja, rastvor dobro izmučamo, a zatim ga pomoću lijevka prespemo u prskalicu. Drugu prskalicu napunimo čistom vodom. Nanijeti SPR iz prve prskalice na površinu predmeta na kojem sumnjamo da postoje latentni tragovi papilarnih linija. Površina može biti vlažna ili suha. Između prskanja je uvijek potrebno promućkati prskalicu u kojoj se nalazi rastvor SPR-a s obzirom na to da se sitne čestice vrlo brzo talože na dnu prskalice. Nakon što smo na predmet nanijeli rastvor SPR, te ostavili određeno vrijeme da isti djeluje, površinu predmeta sapiremo vodom iz druge prskalice (ukoliko na raspolaganju imamo izvor tekuće vode, prilikom sapiranja moguće je koristiti isti).

Kada se radi o predmetima male veličine, moguće je primijeniti metodu potapanja predmeta u određenu posudu u koju smo ranije nasuli rastvor SPR-a. Kada je predmet potopljen, rastvor se ne smije miješati. Predmet ostaviti u rastvoru dvije do tri minute, a zatim ga lagano isprati čistom vodom ili potopiti u posudu sa čistom vodom.

Ukoliko poslije tretiranja predmeta korištenjem navedenog reagensa uočimo da izazvani trag nije dovoljno razvijen, predmet sa tim tragom možemo ponovo dodatno tretirati SPR-om.

Latentni tragovi/otisci izazvani pomoću SPR-a mogu se fiksirati (podići) korištenjem odgovarajuće daktiloskopske folije. Podizanje se vrši nakon sušenja predmeta i traga koji se na njemu nalazi. Neophodno je napomenuti da je prije fiksiranja daktiloskopskom folijom izazvani trag potrebno fotografirati. Nije preporučljivo ubrzavati proces sušenja korištenjem fena ili slično, već je potrebno dozvoliti da se trag osuši u prirodnim uvjetima.

Eksperimentom je pokazano da se izazvani tragovi/otisci mogu fiksirati/podići daktiloskopskom folijom i kada su vlažni. Međutim, na ovaj način otisci mogu biti i uništeni ukoliko se ispod trake nađu kapljice vode. Zbog toga je sigurniji način fiksiranja osušenog traga. Preporučljivo je da se ova metoda prije aplikacije na predmetu koji predstavlja moguće dokazno sredstvo aplicira na nekom drugom predmetu koji nije u neposrednoj vezi sa konkretnim krivičnim djelom. Predmet koji se koristi za eksperimentalno izazivanje tragova papilarnih linija bi trebao imati približna svojstva predmetu koji je moguće dokazno sredstvo.

Naprijed opisani postupci za korištenje ovog reagensa proističu iz odgovarajućih uputstava za upotrebu i rad sa ovim reagensom, vlastitih iskustava i iskustava stranih eksperata (dobijenih kroz različite oblike stručnih usavršavanja).

6. EKSPERIMENTALNI RAD

6.1. Materijal i metoda

U cilju utvrđivanja starosti tragova papilarnih linija koje je moguće izazvati korištenjem reagensa SPR proveden je eksperiment. Eksperiment se sastojao iz sljedećeg:

1. Priprema staklenih pločica na kojima je izvršeno ostavljanje tragova papilarnih linija. Tragovi papilarnih linija su ostavljeni u dva osnovna oblika: znojni i znojno-masni. Na staklenim pločicama je izvršeno obilježavanje sljedećih parametara: datuma postavljanja tragova papilarnih linija i vrste ostavljenog traga (znojni ili znojno-masni).
2. Ostavljanje navedenih staklenih pločica u stajaću vodu. Voda je tokom eksperimenta imala temperaturu od 10 do 15, 5 stepeni celzija.
3. Svakodnevno izazivanje tragova papilarnih linija ostavljenih na navedenim staklenim pločicama korištenjem reagensa SPR i fiksiranje korištenjem transparentne daktiloskopske folije sa bijelom podlogom.

Staklene pločice korištene za eksperiment su dimenzija cca 75 x 20 milimetara i debljine cca 1 milimetar.

Za izazivanje pripremljenih tragova papilarnih linija korišten je reagens SPR proizvođača »Sirchie« kataloškog broja SPR 1001, koji je na tragove nanošen u vidu spreja. Isti su nakon navedenog postupka sapirani tekućom vodom.

6.2. Rezultati i diskusija

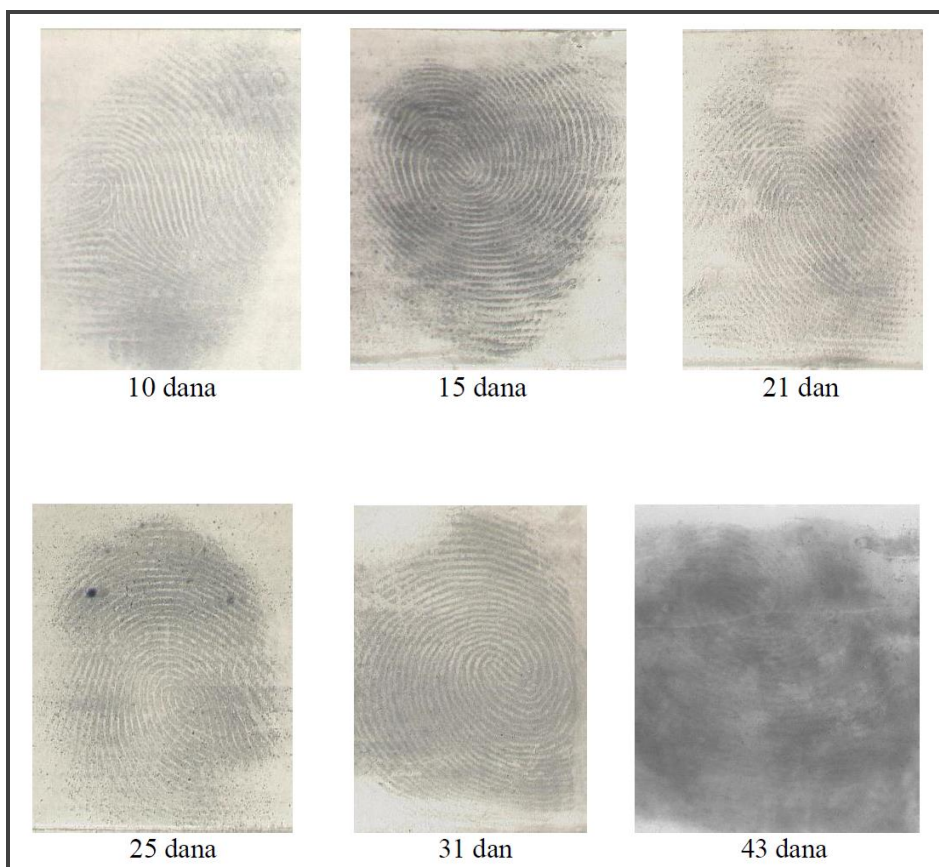
Svakodnevnom izazivanjem postavljenih spornih tragova papilarnih linija sa prethodno pripremljenih staklenih pločica korištenjem reagensa SPR došlo se do sljedećih spoznaja:

1. Upotrebljive (podobne za identificiranje) znojne tragove papilarnih linija postavljene na staklenim pločica koje su ostavljene u stajaćoj vodi temperature od 10 do 15, 5 stepeni celzija, tokom provođenja eksperimenta, bilo je moguće podići tokom 43 dana. Četrdeset i četvrti dan, kao i dane nakon toga, znojne tragove papilarnih linija sa pripremljenih eksperimentalnih staklenih pločica, korištenjem reagensa SPR nije bilo moguće izazvati. Dakle, u eksperimentalnim uvjetima, kako je naprijed navedeno, utvrđeno je da je korištenjem reagensa SPR bilo moguće izazvati znojne tragove papilarnih linija starosti do 43 dana.

2. Upotrebljive (podobne za identificiranje) znojno-masne tragove papilarnih linija postavljene na staklenim pločicama koje su ostavljene u stajaćoj vodi temperature od 10 do 15, 5 stepeni celzija, tokom provođenja eksperimenta, bilo je moguće podići tokom 70 dana. Sedamdeset i prvi dan, kao i dane nakon toga, znojno-masne tragove papilarnih linija sa pripremljenih eksperimentalnih staklenih pločica, korištenjem reagensa SPR nije bilo moguće izazvati. Dakle, u eksperimentalnim uvjetima kako je naprijed navedeno utvrđeno je da je korištenjem reagensa SPR bilo moguće izazvati znojno masne tragove papilarnih linija starosti do 70 dana.

Na slikama u nastavku moguće je vidjeti izgled izdvojenih izazvanih znojnih i znojno-masnih tragova papilarnih linija sa staklenih pločica korištenjem reagensa SPR nakon određenog protoka vremena.

- Znojni tragovi



- Znojno masni tragovi



10 dana



15 dana



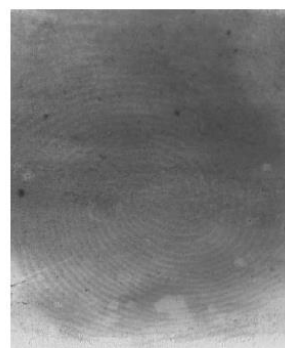
21 dan



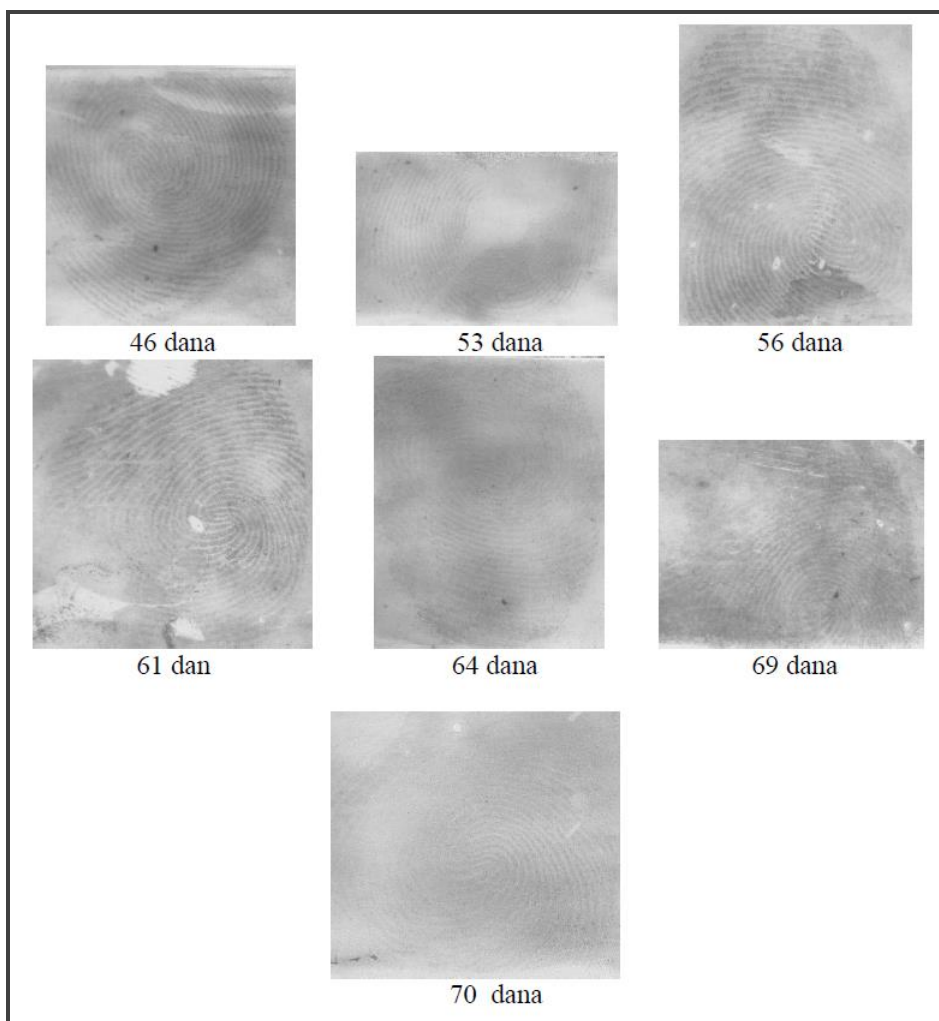
25 dana



30 dana



43 dana



7. ZAKLJUČAK

1. U eksperimentalnim uvjetima (opisanim u prethodnim izlaganjima) utvrđeno je da je korištenjem reagensa SPR bilo moguće izazvati znojne tragove papilarnih linija starosti do 43 dana.
2. U eksperimentalnim uvjetima (opisanim u prethodnim izlaganjima) utvrđeno je da je korištenjem reagensa SPR bilo moguće izazvati znojno-masne tragove papilarnih linija starosti do 70 dana.
3. U vezi s dobijenim rezultatima naglašavamo da autori analizom dostupnih izvora nisu došli do rezultata drugih ovakvih eksperimentalnih istraživanja, te stoga nisu bili u prilici izvršiti komparaciju ovom prilikom dobijenih rezultata istraživanja sa, eventualnim, rezultatima takvih istraživanja.

8. LITERATURA

1. Ahmad U. K. , Afizah M. (2002). *Superglue Fuming for The Chemical Enhancement of Latent Fingerprints*. Jurnal Teknologi of Universiti Teknologi Malaysia (36). str. 83 – 91.
2. Almog J. , Hirsfeld A. , Klug J. T. (1982). *Reagents for the Chemical Development of Latent Fingerprints: Synthesis and Properties of Some Ninhydrin Analogues*. Journal of Forensics Sciences (27), (4). str. 912 – 917.
3. Basarić M. , Vejzagić N. (1998). *Kriminalistička tehnika (Kriminalistika II)*. Sarajevo: Fakultet kriminalističkih nauka. .
4. Bersellini C. , Garofano L. , Gianneto M. , Lusardi F. , Mori G. (2001). *Development of Latent Fingerprints on Metallic Surfaces Using Electropolymerization Processes*, Journal of Forensics Sciences, (46), (4). str. 871 – 877.
5. Cowger J. F. (1993). *Friction Ridge Skin Comparison and Identification of Fingerprints*, Boca Raton: CRC Press.
6. Dimeo L. (1994). *Vacuum Metal Deposition "It's Value In Developing Archival Prints"*, SCAFO Meeting, preuzeto 17. 12. 2011. godine sa <http://www.scafo.org/library/100302.html>
7. Dotterer B. (2010). *Processes to Develop Latent Prints on Porous Surfaces*, preuzeto 17. 12. 2011. godine sa http://www.caronproducts.com/lib/sitefiles/pdf/. . . /Fingerprint_Process.pdf
8. Exline D. L. , Wallace C. , Roux C. , Lennard C, Nelson M. P. Treado P. J. (2003). *Forensic Applications of Chemical Imaging: Latent Fingerprint Detection Using Visible Absorption and Luminiscence*. Journal of Forensics Sciences (48), (5). str. 1 – 7.
9. Junqueira L. C, Carneiro J, Kelley R. O. (1995). *Osnove histologije*. Zagreb: Školska knjiga.
10. Lennard C. (2001). *The Detection and Enhancement of latent Fingerprints*, Lyon: 13th Interpol Forensic Science Symposium.
11. Lennard C. , Patterson T. , Comber B. , Morell W. (2011). *Fingerprint detection and identification*. Canberra: Thomson Reuters.
12. Lever W. F. (1974). *Histopatologija kože*. Sarajevo: Svjetlost.
13. Lewis L. A. , Smithwick R. W. , Devault G. L. , Bolinger B. , Lewis S. A. (2001). *Processes Involved in the Development of Latent Fingerprints Using the Cyanoacrylate Fuming Method*. Journal of Forensics Sciences (46), (2). str. 241 – 246.
14. Maksimović R. , Todorčić U. (1995). *Kriminalistička tehnika*. Beograd: Policijska akademija.
15. Mitrović V. (1998). *Kriminalistička identifikacija teorija i praksa*. Beograd.
16. Popa G. , Potorac R. , Preda N. (2010). *Method for fingerprints age determination*. Romanian Society of Legal Medicine (2). str. 149 – 154.
17. Popović S. , Piletić O. , Mršević D. , Čanković J. , Lačković V. , Đorđević V. , Japundžić M. , Mujović S. , Unković N. (1988). *Histologija*. Beograd: Dečje novine.

18. »Visualization«, preuzeto 17. 12. 2011. godine sa <http://what-when-how.com/forensic-sciences/visualization/>
19. Vodinelić V. (1988). *Šta je to daktiloskopski dokaz i starost otiska prstiju kao njegov relevantni element (Studija)*. Priručnik za stručno obrazovanje radnika organa unutrašnjih poslova (2). str. 114 – 124.
20. Vodinelić V. (1988). *Šta je to daktiloskopski dokaz i starost otiska prstiju kao njegov relevantni element (Studija)*. Priručnik za stručno obrazovanje radnika organa unutrašnjih poslova (3). str. 211 – 231.
21. USDOJ ICITAP (1998). *Priručnik za izvođenje kursa iz oblasti daktiloskopije*. Sarajevo: ICITAP.
22. USDOJ NIJ (2011). *The Fingerprint Sourcebook*. Washington: USDOJ NIJ.

Biografije

Muamer Kavazović, Rođen 1974. godine u Sarajevu. Zaposlen u Centru za forenzičku i informatičku podršku Federalne uprave policije F MUP-a na poslovima šefa Odsjeka za daktiloskopsku identifikaciju i vještačenja.

Samir Hasanbašić, Rođen 1950. godine u Tešnju. Cijeli radni vijek proveo u organima unutrašnjih poslova na poslovima vezanim za provođenje daktiloskopskih vještačenja. Stalni sudski vještak za daktiloskopska vještačenja u F BiH