



A daktiloszkópiai nyomkutatás modern módszerei I. – A fizikai módszerek

Modern Methods of Latent Print Development I - Physical Methods

Petrétei Dávid

tanársegéd, rendőr őrmagy
Nemzeti Közszolgálati Egyetem,
Rendészettudományi Kar
petretei.david@uni-nke.hu



Absztrakt

Cél: A kétrészes tanulmány első fele bemutatja a daktiloszkópiai nyomkutatási módszerek közül a fizikai nyomkutatás eszközeit és eljárásait, azok csoportosítását, rövid történetét, fejlődésének tendenciáit.

Módszertan: A dolgozat az utóbbi évtizedben megjelent legjelentősebb külföldi szakkönyvek, illetve több tucat szakcikk feldolgozásával azok szintézisét végzi el. Megjelennek benne korábban publikált saját kutatási eredményeim is.

Megállapítások: Az úgynevezett fizikai nyomkutató módszerek mind a mai napig töretlenül fejlődnek. A 19. század vége óta használt porokat is mind a mai napig fejlesztik. A VMD-módszer (fémgőzölés) az utóbbi egy-két évben reneszánszát éli azt követően, hogy a hetvenes évek végére az újabb módszerek egyszer már kiszorították.

Érték: A hazai szakirodalomban ilyen alapos áttekintés régóta nem született a témában.

Kulcsszavak: daktiloszkópia, látens nyomok, optikai nyomkutatás, porozás

Abstract

Aim: The first half of the two-part study presents the physical methods of latent print developments, method classification, brief history, and future trends.

Methodology: The study synthesizes some of the most important technical handbooks and dozens of articles, published in the last decades. It also includes my own previously published research results.

Findings: The so-called physical methods of latent print development are still under ongoing research. Methods from the 19th century, like powdering, are still being developed. VMD has once been replaced by cyanoacrylate fuming in the late seventies, but in the last 1-2 years it is spreading again.

Value: In the Hungarian literature, such a comprehensive review has not been published on this subject for a long time.

Keywords: fingerprints, latent print development, dusting, cyanoacrylate

Bevezető

A daktiloszkópia a bőrlécrendszerek, azaz az emberi ujjak, tenyerek, talpak bőrének sajátos fodorszálmintázatának kriminalisztikai és személyazonosítási célú vizsgálata. Százhusz évnél is többet felölelő történelme során a személyazonosság kétséget kizáró megállapítását teszi lehetővé olcsón és gyorsan (Romanek, Solymosi & Tauszik, 2004; Solymosi & Tauszik, 2006).

A daktiloszkópia kriminalisztikai jelentőségét Francis Galton 1893-ban lefektetett két alapvető axiómája adja: az ujjnyomok egyediek, illetve változatlanok (Galton, 1893; Bodnár & Szabó-Nagy, 2016). Ezt kiegészíthetjük két további axiómával: bár az ujjnyomok egyediek, mégis hatékonyan rendezhetők adatbázisba; illetve az emberi bőr által folyamatosan termelt izzadmány átkerül a bőrrel érintkező egyéb felületekre, azokon nyomot képezve (Petrétei, 2014).

A fedetlen emberi testrészek nyomai tehát leggyakrabban a bőr által kiválasztott izzadmány által, réteglelakódási nyomként maradnak hátra. Döntő többségében ezek az ujj- és tenyéryomok, kisebb részben az ajkak, fül, homlok és a mezítlábas talp nyomai. Ritkábban rétegleválási nyomként is megjelenhetnek, ha az izzadmány miatt a testrésze rátapad a nyomhordozó porrétegéből. A tanulmányban a továbbiakban „ujjnyomokról” beszélve azon mindig érteni fogom a tenyér-, fül-, ajkak- stb. nyomokat is, lévén ezek felkutatási és rögzítési módszerei az ujjnyomokéval megegyeznek.

A felületi nyomként hátrahagyott látens ujjnyomok felkutatása és előhívása sokféle módszerrel történhet. Ezeket többféle szempontból oszthatjuk fel. Így beszélhetünk fizikai és vegyi módszerekről, másrészt helyszíni és laboratóriumi módszerekről. Sőt, a kriminalisztika fejlődése során egyes eljárások meghaladottá váltak, mert hatékonyabbat, egyszerűbbet, olcsóbbat, kevésbé veszélyeset találtak helyettük (Daluz, 2015; McRoberts, 2011; Champod, Lennard, Margot & Stoilovic, 2004; Lee & Gaennslen, 2001).

Ebben a tanulmányban nem módszertani útmutatót adok közre, hanem bemutatom a látens ujjnyomok felkutatására szolgáló módszerek egyfajta rendszerét, amiből azok fejlődési íve, tendenciája is kirajzolódik.

Fizikai nyomkutató módszerek:

- a) optikai módszerek,
- b) porozásos módszerek,
- c) nedves porozásos módszerek,
- d) elektrosztatikus módszerek,
- e) jódgőzölés,
- f) ciángőzölés,
- g) fémgőzölés.

Vegyí nyomkutató módszerek:

- a) aminosav-reagensek (ninhidrin módszerek),
- b) ezüstnitrát módszerek,
- c) véres nyomok előhívására és megerősítésére szolgáló módszerek,
- d) zsír-reagensek,
- e) elektrokémiai módszerek.

Optikai módszerek

Leegyszerűsítő megfogalmazással az optikai nyomkutató a fény használatára épül, az optikai nyomrögzítés pedig a fényképezést jelenti. A gyakorlatban a látható fényen kívül az elektromágneses spektrum számos más része is felhasználható, és a képfalkotó technikák sem csak a fényt örökítik meg.

A látható (tehát nem látens) nyomok lefényképezése maga is optikai nyomkutató (ami közönséges fényt használ) és nyomrögzítés, méghozzá annak legegyszerűbb változata. Más esetekben a megvilágítás szögét változtatni kell, a fénysugarak a felülettel közel párhuzamosan, súrlófényként meg tudnak úgy világítani bizonyos ujjnyomokat, hogy az megfelelő szögből látható, illetve fényképezhető legyen. Átlátszó, áttetsző nyomhordozók esetén az áteső fényrel is elérhető lehet ez. Kevésbé látható nyomoknál az intenzívebb fénysugárnak (a kriminalisztikai fényforrások, úgynevezett ALS-ek esetében ez általában egyszínű, erős, polarizált fénynek) azt a tulajdonságát lehet kihasználni, hogy a nyomhordozón mint háttérén és a nyomon a fénysugár eltérően verődik vissza, szóródik vagy nyelődik el. Megvilágítás céljára lézerek is használhatók (Salares, Eves & Carey, 1979; Menzel, 1989; Garold, 2002). A 21. század tízes

éveiben megjelentek, majd elterjedtek a hordozható lézerek, amik nagyságrendekkel erősebb és koncentráltabb fényt képesek kibocsátani a legnagyobb teljesítményű ALS-hez képest is. Az eltérő fényvisszaverődési tulajdonságokra épül az UV-C ibolyántúli sugárzást használó RUVIS vagy KAVITS (reflected ultraviolet imaging system – képkotás visszavert ibolyántúli sugarakkal) készülék, ami kezelés nélkül is rögzíteni tudja az ujjnyomokat (Singla, Kaurb & Sofatc, 2020; Sanfilippo, Richards & Nichols, 2010). Rögzíthetők továbbá a visszavert középhullámú infravörös sugarak (MWIR) is speciális képkotó eszközzel, bármilyen kezelés nélkül (Schultesiss, 2020).

A lumineszcencia azt jelenti, hogy beérkező fénysugárzás hatására az objektum maga is világítani kezd. Az objektum által kibocsátott fény azonban mindig kisebb energiájú lesz, mint a beérkező, tehát hosszabb hullámhosszú, tehát a kéktől a vörös irányba tolódik (UV sugárzás hatására a lumineszcencia kék lesz, kék fény hatására kékeszöld, zöld fény hatására sárga, sárgára narancs, narancsra vörös, vörösre pedig már nem látható infravörös). Megfelelő szűrővel az eredeti fény kiszűrhető, így az nem zavarja az észlelést vagy a fényképezést, hiszen csak a lumineszcenciából származó fényt engedi át. Egyes esetekben a kezeletlen ujjnyom is képes lumineszkálni, különösen a lézerek hatására. Számos ujjnyomelőhívó por és vegyszer képes lumineszcenciára, ezek kitűnően használhatók a tarka vagy színes felületeken. A szakmai tapasztalatok szerint a lumineszcencia használata többszörösré növeli a módszer érzékenységét.

A fenti – elterjedt – optikai eljárások mellett még léteznek a különböző multispektrális fényképészetre épülő módszerek (Plese, Exline & Stewart, 2010), az infravörös fényképészet és spektroszkópia alkalmazása (Crane, Bartick, Schwartz-Perlman & Huffman, 2007; Tahtouh, Kalman, Roux, Lennard & Reedy, 2005). Elvben létező, rutinszerűen még külföldön sem használt optikai módszer a röntgen-fluoreszcenciás képkotás (micro-XRF) (Worley, Wiltshire, Miller, Havrilla & Majidi, 2006), a pásztázó elektronmikroszkópos képkotás (SEM) (Garner, Fontan & Hobson, 1975), a szekunder ion tömegspektroszkópia (SIMS) (Hinder & Watts, 2010), a pásztázó Kelvin-szondás mikroszkópia (SKPM) (Williams, McMurray & Worsley, 2001), a mátrix által segített lézerdeszorpció (MALDI) (Bradshaw & Francese, 2014), a gyengített teljes reflexiós Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (ATR FTIR) (Ricci et al., 2007), a deszorpciós elektropray ionizációs tömegspektrometria (DESI) (Ifa, Manicke, Dill & Cooks, 2008), az ólomporral végzett nyomkutató röntgen-képkotással (elektronográfia) (Lail & Youker, 1975) stb.

Az optikai eljárások kapcsán kell megemlítenünk a digitális képek feldolgozásának különböző módszereit; a képek digitális utómunkájával a nyom több

részlete is kinyerhető lehet. Felhasználhatók erre a célra az ingyenes képkezelő szoftverek, de éppen így az Adobe Photoshop, a MATLAB vagy az IDL is (Carasso, 2013).

Porozás

A porozásos nyomkutatási módszerek a legközismertebbek és legerjedtebbek (Saroa, Sodhi & Garg, 2006), illetve a legelső módszerek (Claveria, 2022). A módszer arra épül, hogy valamilyen finom por az ujjnyomot alkotó anyagma-radványon jobban megtapad, mint a nyomhordozón, és ez láthatóvá teszi az ujjnyomot a háttér előtt. Ebből következően a viszonylag friss nyomokkal hoz jó eredményt, a száraz, nem ragadós felületeken (Omar & Ellsworth, 2012). A mágneporok kivételével porózus nyomhordozó felületeken nem használhatók (URL1).

A nyomkutatásra használható poroknak számtalan fajtája, típusa létezik. Többféle szempont mentén csoportosíthatjuk őket.

- a) Szín: fekete, fehér, szürke, kék, ezüst, arany, vörös stb. A nyomkutatásra általában olyan színt érdemes választani, ami a háttértől élesen elüt.
- b) Szemcseméret: finomabb, durvább stb. A finom szemcseméretű porok érzékenyebbek, azaz a régebbi vagy rosszabb minőségű nyomokon is képesek megtapadni. A frissebb nyomokat vagy a nem ideális felületű nyomhordozón lévő nyomokat viszont könnyen eltömkik, azaz azokon hajlamos túl sok por megtapadni, a fodorszálak között is. Általában a porok egy mikron átmérőjű gömböcskék vagy tíz mikron átmérőjű lapos pelyhek (lemezkek) (Choi et al., 2006). Napjainkban megjelentek a nano méret-tartományba eső porok is (Jaber et al., 2012; Prabakaran & Pillay, 2021; Huang & Peng, 2021).
- c) Anyag: leggyakoribb a korom, a legváltozatosabb fém-oxidok, a mágneporok. Ritkább napjainkban: mész, cement (Garg, 2014; Vadivela, Nirmalab & Anbukumaranc, 2021), indigó, fűszerőrlemények (Poletti et al., 2022).
- d) Célfelület: vannak olyan porok, amik kifejezetten egy-egy speciális felületen hátramaradt ujjnyomok kutatására készülnek, például a kalapácslakkos vagy egyéb fémfelületekre szánt porok. Ide tartozik, hogy porózus felületű nyomhordozókra a mágneporok alkalmasak csak. Más porok sokféle felületen egyformán hatékonyan alkalmazhatók (Badiye & Kapoor, 2015).
- e) Lumineszcens tulajdonságok: egyes porok meghatározott hullámhosszú fény hatására lumineszkálnak. Jelenleg ezek között figyelhető meg a legkomolyabb fejlődés. A 10 nanométernél kisebb szén nanorészecskék (carbon quantum dots, CD) kiváló lumineszcens tulajdonságokat mutatnak (Chen

et al., 2017; Milenkovica et al., 2019), a cink-oxiddal bevont CD nanorészecskék ugyancsak (Prabakaran & Pillay, 2020). A fluoreszkáló anyagok új csoportja az aggregáció miatt lumineszkáló anyagoké (AIEgen), amik egyetlen molekulaként nem bocsátanak ki fényt, aggregátumként azonban erős és stabil fénykibocsátók. Ujjnyomkutatásra felhasználható 1:50 arányban mágnessorhoz keverve (Qiu et al., 2018).

A lumineszcencia lényege, hogy a gerjesztő fény energiát veszít, azaz hosszabb lesz a hullámhossza, tehát a kék irányából a vörös felé tolódik: az ibolyántúli fény hatására a lumineszcens por kéken fog világítani, a kék fény hatására zöldesen vagy sárgán stb. Ha a háttér ugyancsak lumineszcens tulajdonságokat mutat, az előhívott nyom nem lesz elegendően kontrasztos. Ebben az esetben lehetséges úgynevezett anti-Stokes porokat használni. Az anti-Stokes foszforoknak nevezett pigmentek a fluoridokból, cinkből, stronciumból vagy lantan-oxidokból álló luminoforok csoportjába tartoznak, és infravörös fény hatására rövidebb hullámhosszú, azaz látható fényt emittálnak. A lumineszcens tulajdonságokat mutató háttér viszont hosszabb hullámhosszú, tehát nem látható infravöröst emittál, tehát a kép megfelelően kontrasztos lesz (Drabarek, Siejca, Moszczyński & Konior, 2012). Ugyanennek a problémának egy másik megoldása, hogy infravörösbe emittáló port gerjesztenek látható fénnel, és infrafényképezővel rögzítik a képet a látható fény kiszűrésével. Ebben az esetben a gerjesztett háttér által emittált látható fény nem kerül rögzítésre, csak a por által emittált infravörös (King, Hallet & Foster, 2015).

A porokat általában ecsettel kell a nyomhordozó felületre felvinni. Az ecsetek is a legváltozatosabb méretekben, alakban készülnek. Ezeket is csoportosíthatjuk, ezek szerint léteznek:

- a) tollecsetek, leggyakrabban marabu tollából;
- b) szőrecsetek, leggyakrabban mókus- vagy nyúlszörből;
- c) üvegszálas ecsetek;
- d) mágnessorok felhordására szolgáló mágneses „ecsetek” (applikátorok).

Az ecset használatának alternatívája lehet a por fújása (Swofford – Kovalchick, 2012) vagy a felületre való öntése; a felesleget ezekben az esetekben is ecsettel vagy vattával célszerű eltávolítani. Rendkívül finom „porréteg” lesz a füstcsapadékból, az ebonit elégetésekor keletkező zsíros nehéz füst rátelepszik a nyomhordozóra, leginkább az ujjnyomot alkotó anyagmaradványra. A por (illetve füstcsapadék) feleslege ekkor is ecsettel vagy vattával távolítható el. Az ebonitrúdból fekete, magnéziumból fehér füst nyerhető. A módszert manapság a mágnessorozás az esetek jelentős részében kiváltja.

A porral előhívott nyomok rögzítése történhet méretarányos fényképfelvételen, illetve alakú jellemzőit tükröző minta származtatásával, azaz a nyomhordozó felületről le is emelhető. A leemelés során a nyomhordozón lévő por megtapad a leemelő anyagban, így arra átkerül. Ilyen leemelő anyagok számtalan méretben, változatban készülnek. Az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- a) cellux, ahol a ragasztós felület maga átlátszó, ezért azt valamilyen háttérre ragasztják fel;
- b) fóli, ahol a ragasztós felület nem átlátszó, ezért azt átlátszó réteggel lefedik.

Szabálytalan alakú vagy nehezen hozzáférhető nyomhordozó felületekről szilikonöntvényvel is levehető a nyom: a képlékeny szilikonba a por beletapad, megkötése után a felületről lefejtve a port magával viszi, a nyomot így megőrökíti.

A celluxra és a fóliára levett nyom egymás tükörképe lesz. Ezt oldalhelyességnek hívják: a celluxra levett nyom a helyszínen talált nyomhoz képest oldalhelyes. Tükörképe, a fóliára levett nyom a helyszínen talált nyomhoz képest nem oldalhelyes. A fóli zselatinos felületében fel tud szívódni a nyom, néhány év alatt így használhatatlanná válhat. Celluxnál ilyen veszély nem fenyeget.

Nedves porozás

A porozás nem alkalmazható nedves felületeken, mert a por a nedvességbe beletapad, az ecset a port a nedvességgel együtt elmaszatolja csak. Nedves felületen megkísérelt hagyományos porozás a későbbi (száradás után megkísérelt) porozást is lehetetlenné teszi. Ezekben az esetekben úgynevezett nedves porozást kell alkalmazni, amikor a nyomkutató por szuszpenzióként kerül permetezésre a nyomhordozóra, a feleslege pedig vízzel lemosható (Zamirl, Oz, Leifer & Geller, 2002; Jasuja, Singh & Sodhi, 2007). Ezek a szuszpenziók általában SPR, illetve MPR néven találhatók meg (small/micro particle reagent). Többféle színben (fekete, fehér, lumineszcens) kerülnek forgalomba.

A szuszpenzió nem oldat, a szilárd részecskék nem oldódnak fel a folyadékban. Ha sokáig állni hagyjuk, a szilárd elemek lerakódnak az edény aljára. Használat előtt ezért fel kell keverni vagy rázni, hogy a felületre kerülő folyadékban elegendő szilárd elem legyen. A sötét SPR általában molibdén-diszulfid szuszpenziója vizes alapú felületaktív mosófolyadékban, a fehér cink-karbonát vagy titánium-dioxid szuszpenziója (Williams & Elliott, 2005). Lumineszcens tulajdonságot kristályibolya vagy egyéb lumineszcens festék hozzákeverésével érnek el. A lumineszcens SPR emberi bőrön is képes ujjnyomok előhívására (Petrétei, 2015).

Az SPR/MPR által előhívott nyom méretarányos fényképen rögzíthető, vagy a felület száradása után cellulra vagy fólira leemelhető.

Ugyancsak nedves porozást alkalmaznak ragasztószalagok ragasztós felén történő nyomkutatásra. (A közönséges por az egész felületre egyenletesen felragadna.) Használható az SPR/MPR, de kikeverhető „háziilag” is a nedves por: valamelyik közönséges ujjnyomkutató por, mosogatószer és víz szükséges csak hozzá. Angol betűszóval PIS, powder in suspension a neve ezeknek a módszereknek. Csorgatással vagy ecsettel vihető fel a ragasztószalagra a kikevert anyag, az előhívott nyom méretarányos fényképen rögzíthető. Léteznek kifejezetten erre a célfelületre dedikált szuszpenziók is (Claveria, Clares, Fernández, Heredia & Godall, 2022; Garcia & Gokool, 2020).

Elektrosztatikus módszer – EDPL/ESDA

Változatos felületeken, akár kárpiton, ruhaszöveten hátramaradt poros nyomok rögzíthetők vékony poliészter filmre elektrosztatikus elven (az elv nagyon hasonlít az általános iskolai kísérletre, ahol a fésű magához vonzza a papírfecniket). A módszer használatához elektrosztatikus pornyom rögzítő készülék (angol betűszóval: ESDA, electrostatic detection apparatus vagy EDPL, electrostatic dust print lifter) szükséges. A nyomhordozó alá pozitív töltésű szinterelt fémlemezt kell helyezni, a nyomhordozóra közvetlenül rá kell teríteni a vékony poliészter filmet, majd annak tetején kell többször végighúzni a negatív töltést biztosító, a műszerhez csatlakoztatott fémrudat. A töltéskülönbség rendkívül szorosan rátapasztja, „rászívjá” a poliészter filmet a felületre. Az eljárás után a nyomok a poliészter film felületére kerülnek át, ott elsősorban méretarányos fényképen rögzíthetők. Fokozott óvatossággal a nyomok leemelhetők, elsősorban fólira, de ez a film szakadását, gyűrődését is okozhatja. Az elektrosztatikus rögzítés a vékony, lapos felületeken működik, amik alá be lehet helyezni a fémlemezt. Fontos, hogy a módszer nem rongálja meg a nyomhordozót, akár egy értékes levél vagy dokumentum papírja is vizsgálható vele (ez sem a mágnestörrel, sem a vegyszeres nyomkutatásról nem mondható el) (Tovar, 2004; Adair & Dobersen, 2006; Milne, 2012; Loewenhagen, 2013).

Ciángőz

A ciánakrilát észterek gőzének bűnügyi technikai felhasználása a hetvenes évek második felében kezdődött egymástól függetlenül Japánban és Angliában, majd

az Egyesült Államokban. A különböző (metil, etil, butil stb.) ciánakrilát észterek a hétköznapi és orvosi pillanatragasztók hatóanyagai. Nyomkutatásra az elpárologtatott ciánakrilát észtert használjuk, amit a szakzsargonon csak ciángőznek hív (Lee & Gaenssen, 1984; Steele, Hines, Rutheford & Wheeler, 2012).

A ciángőz reakcióba lépve az ujjnyomot alkotó anyagmaradvány szerves alkotórészeivel (aminosavak, zsírsavak, fehérjék) fehér kristályként csapódik ki, kirajzolva a daktiloszkópiai nyomtöredéket. A megfelelő reakcióhoz magas páratartalom szükséges, ezért a módszert általában zárt üveggádákban vagy szekrényekben használják. A modern, kifejezetten ciángőzölésre tervezett szekrények automatikusan beállítják a páratartalmat, keringtetik a levegőt, illetve kiszellőztetik magukat a nyomhívás végén (a ciángőz irritálja a szemet és a légzőszerveket). Létezik kézi, úgynevezett ciánpálca vagy ciánpisztoly, ami forró öngyújtógáz sugarával hevíti fel és fújja ki a ciángőzt a nyomhordozó felületre.

A ciángőzölés egyrészt rendkívül sokoldalú, nyomkutatásra kiválóan alkalmas valamennyi nem porózus felületen. A porokkal ellentétben alkalmas nem teljesen sima felületek, kissé párás felületek, elektrosztatikus tulajdonságokat mutató műanyag felületek kutatására is. Másrészt körülbelül egy nagyságrenddel érzékenyebb a hagyományos poroknál, azaz a porózásos módszerekhez szükséges anyagmaradvány egytizedén is értékelhető eredményt hoz. Ha egy felületen a porózásos nyomkutatás nem talál „semmit”, a ciángőz még boldogulhat.

A kicsapódott cián nem mindig látható szabad szemmel. Ez áthidalható, ha még a gőzölés előtt magához a ciánhoz kevernek lumineszcens tulajdonságokat mutató anyagokat (Hahn & Ramotowski, 2012; Farrugia, Fraser, Calder & Deacon, 2014). Az előhívott nyomokat ezért utókezelésnek kell alávetni, hogy az látható és fényképezhető legyen (Bumrah, 2017). Ilyen utókezelés lehet:

- a) A porózás. Csaknem bármilyen, a nyomhordozó mint háttér színétől elütő, illetve lumineszcens por használható a ciánnal hívott nyom megerősítésére (Fabiszak, 2021).
- b) A szudánfekete. A vegyi nyomkutatás módszerei közé tartozó zsírfesték a ciánnal hívott nyomok megerősítésére is használható (Munroe, 1994). Főleg olyankor, ha fehér vagy világos felületen használtuk a ciángőzt.
- c) A ciánfestékek. Számos vegyszer alkalmas a ciánnal hívott nyomok megfestésére. Ezek közül a leghatékonyabbak azok, amik erős lumineszcens tulajdonságokat mutatnak. Ilyen a Basic Yellow 40, Basic Red 28, Ardrox, Rhodamine 6G, Safranine O, MRM, MBD, RAM stb. (Kołek-Kaczanowska, 2013; Richards & Thomas, 2014).

A ciángőzzel előhívott nyomok rögzítése elsősorban méretarányos fényképen történik, az utókezelés függvényében akár színszűrők és ALS felhasználásával.

Jódgőz

A jód az egyik legelső látens nyomkutató anyag volt a világon. A 19. század – egyes források szerint (Claviera, 2022) 1888 – óta alkalmazzák, még napjainkban is. A jód szobahőmérsékleten szilárd, melegítés hatására gyorsan szublimál (szilárd halmazállapotból gázzá alakul). A nyomhordozó felületre jutva a jódgőz sötét sárga vagy barna színben hívja elő az ujjnyomot, ami azonban néhány perc alatt eltűnik. Ekkor a hívást meg kell ismételni.

A jód az ujjnyomot alkotó anyagmaradvány telítetlen zsírsavainak kettős szénkötésével lép addíciós reakcióba, a nyom sárgásbarna színét a trijodid ion megjelenése adja. Különösen erős a kölcsönhatás a szkvalénnel. Ez a reakció visszafordítható, ezzel magyarázzák a nyom elhalványulását. A jód működésének másik magyarázata szerint a kölcsönhatás a víz állandó dipólusa és a jódban indukált dipólus közti kölcsönhatás eredménye, amit szervesetlen sók jelenléte fokozhat. Eszerint a jód azért csak friss nyomokon működik, mert azokban van még elegendő víz.

A jódot erre a célra szolgáló üveghengerben használjuk, amit kézzel melegítünk, egyik végébe pedig levegőt juttatunk pumpa segítségével, esetleg befújással. A cső túlsó oldalán a kézmeleg hatására szublimáló jódgőz kilép, és a nyomhordozó felületre jut. A kézben tartott hengerrel akár falak, ablakkeret, villanykapcsoló stb. is kutatható. Alkalmazható porózus és nem porózus felületek széles körén, a fémfelületek kivételével. Egy másik módszer alapján a jód mellé két-három hétre szilikongél granulátumot tartalmazó nedvszívó vagy szárazanyag tasakot helyeznek, amíg az egészen fekete nem lesz; ezt követően simítózáras zacskóba helyezik a bűnjelet és a jóddal telített szárazanyag tasakot, ahol a kiszabaduló jódgőz előhívja a nyomokat (Siegel, 2007).

Az előhívott nyomot eltűnése előtt méretarányos felvételen lehet rögzíteni. Bizonyos vegyszerekkel (benzoflavon, alfa-naftoflavon) kezelve a nyom sötétkék árnyalatban a felületen marad, nem tűnik el. Régi, napjainkban nem használt rögzítési módszer az átkontaktolás bevizezett filmnegatívra, majd annak előhívása.

A jód hátránya, egyben visszaszorulásának oka, hogy csak a viszonylag friss, legfeljebb néhány napos nyomokat képes előhívni. Előnye ugyanakkor, hogy nem hagy nyomot a megkutatott felületen. További hátránya, hogy a légzőszerveket irritálja, a fémtárgyakat pedig roncsolja.

Fémgőzölés – VMD

A fémgőzölés angol neve vacuum metal deposit (VMD), ami talán pontosabb műszó (Brewer, 2019; Brewer, 2020; Shipman, 2021; Horvath, 2022; Illston-Baggs,

2022). Egy tartályban rendkívül alacsony (0,03 Pa) nyomáson 1-2 milligramm aranyat gőzöltögtetnek, ami rátelepszik a nyomhordozóra, azon lerakódást képez. Az ujjnyomot alkotó anyagmaradványba az arany belediffundál, az ujjnyom anyagmaradványaival nem szennyezett felületen pedig lerakódik. Második lépésként valamivel nagyobb (0,05 Pa) nyomáson 1 gramm cinket gőzöltögtetnek el. A cink kizárólag az arany rendkívül vékony (néhány nanométer vastag) rétegén rakódik le. Az ujjnyom előhívása tehát lényegében úgy történik, hogy a cink egyenletesen lerakódik a felületre, kivéve az ujjnyomra, a nyom ezért lesz látható. Az arany és cink mellett működik arany és kadmium, ezüst és cink, ezüst és kadmium, réz és cink, réz és kadmium, egyetlen fémot használva pedig az ólom, cink, arany, ezüst, réz, alumínium stb. fémekkel is, ezek más és más felületekre, nyomokra ideálisak (Philipson & Bleay, 2007).

A fémgőzölés nagyon jól működik mindenféle nem porózus felületen, mint amilyen a hagyományosan rossz nyomhordozó folpack vagy a ragasztószalag nem ragasztós fele, a kilótt lőszerhüvely vagy akár bőr használati tárgyak. Kiválóan működik a félporózusnak nevezett felületeken, amik a fényes papírok (magazinok vagy csomagolópapírok). Nem akadályozza meg a fémgőzölés sikeres végrehajtását még az sem, hogy a nyomhordozó esetleg durva környezeti tényezőknél volt kitéve (eső, hó, elásás stb.).

Az eszközt és a módszert a hatvanas évek derekától kezdték használni. A hetvenes évek Angliájában számos terrorcselekményt követtek el házilag barkácsolt pokolgépekkel, amiket polietilén műanyag zacskókba (azaz nylon szatyrokba) rejtettek. Ez a tény nagy lökést adott a fémgőzölés fejlesztésének. A műanyag csomagolókon később a ciángőzölés hatékonyabbnak bizonyult, és (ami talán még fontosabb) olcsóbbnak. A módszer használatához szükséges berendezés, a vákuum előállítására képes tartály rendkívül költséges, hazánkban csak a közelmúltban szereztek be egyetlen ilyen készüléket. Ugyanakkor a fent hivatkozott, közelmúltban született forrásokból látható, hogy napjainkban a VMD használata szinte reneszánszát éli.

Egyéb fizikai módszerek

- a) A papír hevítése. Égett papíroknál megfigyelték, hogy ahol a papír már kezd elszíneződni, az ujjnyomok hirtelen előtűnnek, valamivel sötétebb színben. Gyártanak kifejezetten ujjnyomkutatásra rendelt papírhevítő készülékeket (Robb, Deacon, Fordyce, Fennesy & Farrugia, 2020).
- b) A radioaktív kén-dioxid ($^{35}\text{SO}_2$) gáz alkalmas a ragasztószalag mindkét felén, szöveteken és kárpitokon, illetve bármilyen porózus nyomhordozón

nyomokat előhívni. A radioaktív gázt erre rendszeresített tartályba fecskendezik, megfelelő magas páratartalom mellett ebben ázik 12 órát a bűnjel, majd a nyomhordozót röntgen-lemezzel kell lefedni, egy hétre (a pontos időtartamot úgy állapítják meg, hogy naponta többször is sugázmérőt használnak). A röntgen-lemezen az ujjnyomokat alkotó anyagmaradványba diffundáló kén-dioxid által kibocsátott béta-sugárzás rögzül az ujjnyom képeként (Spedding, 1971).

- c) Kontaktolás. Gumifólira vagy zseléfólira átvihető az ujjnyom azáltal, hogy a felületre rászorítjuk. Ezt követően a gumifólin optikai módszerekkel, például fóliszkennel rögzíthetők az átkontaktolt nyomok. Emberi bőrről papírra lehet kontaktolni a nyomokat, majd a papíron mágnesporral előhívni az ujjnyomot (Sampson & Sampson, 2005).

Befejezés

Tanulmányom második részében a vegyi nyomkutató módszereket tekintem át. Fontos kiemelni, hogy a megkülönböztetés sok esetben viszonylagos: vannak olyan vegyi reagensek, amiket ténylegesen porként, ecsettel kell a felületre felhordani. Az ebben a tanulmányban ismertetett jódgőz vagy a ciángőz besorolása is kérdéses: a hazai szakzsargonban nem véletlenül utalnak ezekre mint „fél-vegyi” módszerekre. Megjegyzem, ahogy ebben a tanulmányban is írtam, mind a mai napig tisztázatlan, hogy a jódgőz pontosan miért és hogyan színezi meg az ujjnyomokat alkotó anyagmaradványt; pontosabban két különböző, helytállóan tűnő magyarázat is van rá.

Felhasznált irodalom

- Adair, T. W. & Dobersen, M. (2006). Lifting Dusty Shoe Impressions from Human Skin: A Review of Experimental Research from Colorado. *Journal of Forensic Identification*, 56(3), 333–338.
- Badiye, A. & Kapoor, N. (2015). Efficacy of Robin® powder blue for latent fingerprint development on various surfaces. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 5(4), 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2015.01.001>
- Bodnár A. & Szabó-Nagy Zs. (2016). Az ujjnyomok állandósága és változatlansága. *Belügyi Szemle*, 64(7-8), 119–124. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2016.7-8.11>
- Bradshaw, R. & Francese, S. (2014). Matrix-assisted laser desorption ionisation tandem mass spectrometry imaging of small molecules from latent fingerprints. *Spectroscopy Europe*, 26(4), 6–8.

- Brewer, E. R. (2019). The Capability of Forensic Vacuum Metal Deposition for Developing Latent Fingermarks on Fired Ammunition: A Preliminary Study Comparing Alternative Metal Processes. *Journal of Forensic Identification*, 69(3), 299–327.
- Brewer, E. R. (2020). Visualization of Latent Fingerprint Detail on Fired Handgun Casings Using Forensic VMD. *Journal of Forensic Identification*, 70(3), 323–345.
- Bumbrah, G. S. (2017). Cyanoacrylate fuming method for detection of latent fingermarks: a review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 7(4), 2–8. <https://doi.org/10.1186/s41935-017-0009-7>
- Cantu, A. A. (2000). Silver Physical Developers for the Visualization of Latent Prints on Paper. *Forensic Science Review*, 13(29), 30–64.
- Carasso, A. S. (2013). Alternative Methods of Latent Fingerprint Enhancement and Metrics for Comparing Them. *National Institute of Standards and Technology*, 13., 1–21. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.7910>
- Bandey, H., Bleay, S., Bowman, V., Downham, R., Sears, V., Gibson, A., Selway, C., Ramadani, J. & Ciuksza, T. (2018). *Home Office Fingerprint Source Book*. Home Office.
- Champod, C., Lennard, C., Margot, P. & Stoilovic, M. (2004). *Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203485040>
- Chen, J., Wei, J.-S., Zhang, P., Niu, X.-Q., Zhao, W., Zhu, Z.-Y., Ding, H. & Xiong, H.-M. (2017). Red-Emissive Carbon Dots for Fingerprints Detection by Spray Method: Coffee Ring Effect and Unquenched Fluorescence in Drying Process. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9(22), 18429–18433. <https://doi.org/10.1021/acsami.7b03917>
- Choi, M. J., McDonagh, A. M., Maynard, P. J., Wuhler, R., Lennard, C. & Roux, C. (2006). Preparation and Evaluation of Metal Nanopowders for the Detection of Fingermarks on Nonporous Surfaces. *Journal of Forensic Identification*, 56(5), 756–768.
- Claveria, S. (2022). Who Actually Discovered Fingerprint Powders? *Journal of Forensic Identification*, 32(1), 22–32.
- Claveria, S., Clares, N., Fernández, P., Heredia, R. & Godall, A. (2022). WET UCIO - New Powder Suspension Formula for Fingerprint Development on the Adhesive Side of Tape. *Journal of Forensic Identification*, 12(2), 174–184.
- Crane, N. J., Bartick, E. G., Schwartz-Perlman, R. & Huffman, S. (2007). Infrared Spectroscopic Imaging of Noninvasive Detection of Latent Fingerprints. *Journal of Forensic Science*, 52(1), 48–53. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00330.x>
- Daluz, H. M. (2015). *Fundamentals of Fingerprint Analysis*. CRC Press.
- Drabarek, B., Siejca, A., Moszczyński, J. & Konior, B. (2012). Applying Anti-Stokes Phosphors in Development of Fingerprints on Surfaces Characterized by Strong Luminescence. *Journal of Forensic Identification*, 17(1), 28–35.
- Fabiszak, M. (2021). Cyanoacrylate Fuming and White Powder Suspension Together in One Sequence for Nonporous Surfaces. *Journal of Forensic Identification*, 8(3), 217–225.
- Farrugia, K. J., Fraser, J. Calder, N. & Deacon, P. (2014). Pseudo-Operational Trials of Lumicyano Solution and Lumicyano Powder for the Detection of Latent Fingermarks on Various Substrates. *Journal of Forensic Identification*, 64(6), 556–582.

- Galton, F. (1893). Fingerprints. *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 22(3), 276–277. <https://doi.org/10.2307/2842054>
- Garcia, M. & Gokool, V. (2020). Latent Print Development on the Adhesive Side of Tape. *Journal of Forensic Identification*, (1), 103–123.
- Garg, R. K. (2014). Application of a new commonly available substance for the visualization of latent finger marks: White cement. *Problems of Forensic Science*, 97(1), 5–13.
- Garner, G. E., Fontan, C. R. & Hobson, D. W. (1975). Visualization of Fingerprints in the Scanning Electron Microscope. *Journal of the Forensic Science Society*, 15(4), 281–288. [https://doi.org/10.1016/S0015-7368\(75\)71000-9](https://doi.org/10.1016/S0015-7368(75)71000-9)
- Hahn, W. & Ramotowski, R. (2012). Evaluation of a Novel One-Step Fluorescent Cyanoacrylate Fuming Process for Latent Print. *Visualization*, 62(3), 279–298.
- Hinder, S. J. & Watts, J. F. (2010). SIMS fingerprint analysis on organic substrates. *Surface and Interface Analysis*, 42(6-7), 826–829. <https://doi.org/10.1002/sia.3497>
- Horvath, A. (2022). Visualization of Latent Fingerprints on Fabrics Using Vacuum Metal Deposition. *Journal of Forensic Identification*, 72(3), 339–370.
- Huang, M. & Peng, D. (2021). A rapid and dual-mode visualization of latent and bloody fingerprints using Cr- and Sb-codoped titanium dioxide nanoparticles. *Journal of Materials Science*, 56(3), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10853-020-05651-x>
- Ifa, D. R., Manicke, N. E., Dill, L. A. & Cooks, R. G. (2008). Latent fingerprint chemical imaging by mass spectrometry. *Science*, 321(805), 805–811.
- Illston-Baggs, G., Deacon, P., Nichols-Drew, L. & Farrugia, K. J. (2022). Using Vacuum Metal Deposition to Detect Latent Fingermarks on Thermal Paper: A Pseudo-operational Trial. *Journal of Forensic Identification*, (2), 185–199.
- Jaber, N., Lesniewski, A., Gabizon, H., Shenawi, S., Mandler, D. & Almog, J. (2012). Visualization of Latent Fingermarks by Nanotechnology: Reversed Development on Paper – A Remedy to the Variation in Sweat Composition. *Angewandte Chemie*, 51(49), 12224–12227. <https://doi.org/10.1002/anie.201205259>
- Jasuja, O. P., Singh, G. D. & Sodhi, G. S. (2007). Small Particle Reagent: A Saponin-Based Modification. *Journal of Forensic Identification*, 57(2), 244–251.
- King, R. S. P., Hallett, P. M. & Foster, D. (2015). Seeing into the infrared: A novel IR fluorescent fingerprint powder. *Forensic Science International*, 249(4), e21–e26. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.01.020>
- Kołek-Kaczanowska, E., Rogoża, E. & Drzewiecka, K. (2013). Application of Ardrex, Safranin O and Basic Yellow 40 for contrasting latent fingerprints on both sides of adhesive tapes. *Problemy Kriministyki*, 281(3), 58–61.
- Lail, H. & Youker, G. (1975). Fingerprinting by Electronography. *Forensic Science*, 5(2), 145–146. [https://doi.org/10.1016/0300-9432\(75\)90361-1](https://doi.org/10.1016/0300-9432(75)90361-1)
- Lee, H. C. & Gaensslen, R. E. (1984). Cyanoacrylate Fuming. *Identification News*, 34(6), 8–14.
- Lee, H. C. & Gaensslen, R. E. (Eds.) (2001). *Advances in Fingerprint Technology*. CRC Press.

- Loewenhagen, C. (2013). A Comparison of Usable Latent Fingerprints in Dust: Electrostatic Dust Print Lifter Versus Magna Powder. *Journal of Forensic Identification*, 63(3), 263–273.
- McRoberts, A. (Ed.) (2011). *The Fingerprint Sourcebook*. US DoJ National Institute of Justice.
- Menzel, R. E. (1989). Detection of Latent Fingerprints by Laser-Excited Luminescence. *Analytical Chemistry*, 61(8), 557A–561A. <https://doi.org/10.1021/ac00183a746>
- Milenkovic, I., Algarra, M., Alcoholado, C., Cifuentes, M., Lázaro-Martínez, J. M., Rodríguez-Castellón, E., Mutavdžić, D., Radotića, K. & Badosz, T. J. (2019). Fingerprint imaging using N-doped carbon dots. *Carbon*, 144, 791–797. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2018.12.102>
- Milne, R. (2012). The Development of a Wireless Electrostatic Mark Lifting Method and its use at Crime Scenes. *Journal of Forensic Identification*, 62(2), 154–164.
- Munroe, R. G. (1994). Latent Fingerprint Development on a Cement Matrix. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 27(1), 1–4. <https://doi.org/10.1080/00085030.1994.10757019>
- Omar, M. Y. & Ellsworth, L. (2012). Possibility of using fingerprint powders for development of old fingerprints. *Sains Malays*, 41(4), 499–504.
- Petrétei D. (2014). Daktiloszkópiai nyomok. In Gárdonyi G. (Szerk.), *Módszertani útmutató bűnügyi technikusoknak* (pp. 50–56). Nemzeti Közszerológiai Egyetem.
- Petrétei D. (2015). Újjnyomok rögzítése emberi bőrről. *Belügyi Szemle*, 63(11), 163–179. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2015.11.11>
- Philipson, D. & Bleay, S. (2007). Alternative Metal Processes for Vacuum Metal Deposition. *Journal of Forensic Identification*, 57(2), 252–273.
- Plese, C. A., Exline, D. L. & Stewart, S. D. (2010). Improved Methods of Visible Hyperspectral Imaging Provide Enhanced Visualization of Untreated Latent Fingerprints. *Journal of Forensic Identification*, 60(6), 603–618.
- Poletti, T., Berneira, L. M., Bueno, D. T., da Silva, C. C., da Silva, R. & Pereira, C. M. P. (2022). Chemical evaluation and application of cinnamaldehyde-derived curcumins as potential fingerprint development agents. *Talanta Open*, 6(3), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.talo.2022.100133>
- Prabakaran, E. & Pillay, K. (2020). Synthesis and characterization of fluorescent N-CDs/ZnON-Ps nanocomposite for latent fingerprint detection by using powder brushing method. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(2), 3817–3835. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2019.01.004>
- Prabakaran, E. & Pillay, K. (2021). Nanomaterials for latent fingerprint detection: a review. *Journal of Material Research and Technology*, 12(3), 1856–1885. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.03.110>
- Qiu, Z., Hao, B., Gu, X., Wang, Z., Xie, N., Lam, J. W. Y., Hao, H. & Tang, B. Z. (2018). A general powder dusting method for latent fingerprint development based on AIEgens. *Science China Chemistry*, 61(8), 966–970. <https://doi.org/10.1007/s11426-018-9280-1>
- Ricci, C., Phiriavityopas, P., Curum, N. C., Chan, K. L. A., Jickells, S. & Kazarian, S. G. (2007). Chemical Imaging of Latent Fingerprint Residues. *Applied Spectroscopy*, 61(5), 514–522.
- Richards, D. A. & Thomas, J. R. (2014). Nonporous Fluorescent Dye Stains: A Comparative Analysis. *Journal of Forensic Identification*, 64(3), 239–254.

- Robb, K., Deacon, P., Fordyce, L., Fennessy, R. & Farrugia, K. J. (2020). Evaluation of a Hot Print System for the development of latent fingerprints on thermal paper: A pseudo-operational trial. *Science & Justice*, 60(1), 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2019.08.003>
- Romanek J., Solymosi J.né & Tauszik N. (2004). *Daktiloszkópia 1904–2004*. BM Duna Palota és Kiadó.
- Salares, V. R., Eves, C. R. & Carey, P. R. (1979). On the Detection of Fingerprints by Laser Excited Luminescence. *Forensic Science International*, 14(3), 229–237. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(79\)90142-7](https://doi.org/10.1016/0379-0738(79)90142-7)
- Sampson, W. C. & Sampson, K. L. (2005). Recovery of Latent Prints from Human Skin. *Journal of Forensic Identification*, 55(3), 362–385.
- Sanfilippo, P., Richards, A. R. & Nichols, H. (2010). Reflected Ultraviolet Digital Photography: The Part Someone Forgot to Mention. *Journal of Forensic Identification*, 62(2), 181–198.
- Sarao, J. S., Sodhi, G. S. & Garg, R. K. (2006). Evaluation of Fingerprint Powders. *Journal of Forensic Identification*, 56(2), 186–197.
- Schultheiss, E., Kreuter, N. & Boni, V. (2020). High-Resolution Medium Infrared Imaging in Forensics – Operation Principles and First Results in Dactyloscopy. *Journal of Forensic Identification*, 70(2), 186–204.
- Shipman, J. (2021). Evaluation of Vacuum Metal Deposition: Fingerprint Development on Plastic, Gloves, Handguns, and Live Ammo. *Journal of Forensic Identification*, 71(2), 119–141.
- Siegel, S. D. (2007). A Modified Iodine-Fuming Method. *Journal of Forensic Identification*, 57(3), 378–382.
- Singh, S. P. (2020). Development of Latent Fingerprints on Human Skin: A Review. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 9(6), 1192–1198.
- Singlaa, N., Kaurb, M. & Sofatc, S. (2020). Latent Fingerprint Database Using Reflected Ultraviolet Imaging System. *Procedia Computer Science*, 167, 942–951. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.393>
- Solymosi J.né & Tauszik N. (2006). A daktiloszkópia változatlan hatékonyságáról. *Belügyi Szemle*, 54(5), 91–99.
- Spedding, D. (1971). Detection of Latent Fingerprints with 35SO₂. *Nature*, 229, 123–124. <https://doi.org/10.1038/229123a0>
- Steele, C. A., Hines, M., Rutheford, L. & Wheeler, A. W. (2012). Forced Condensation of Cyanoacrylate with Temperature Control of the Evidence Surface to Modify Polymer Formation and Improve Fingerprint Visualization. *Journal of Forensic Identification*, 62(4), 335–348.
- Swofford, H. J. & Kovalchick, A. T. (2012). Fingerprint Powders: Aerosolized Application Revisited. *Journal of Forensic Identification*, 62(2), 109–128.
- Tahtouh, M., Kalman, J. R., Roux, C., Lennard, C. & Reedy, B. J. (2005). The Detection and Enhancement of Latent Fingermarks Using Infrared Chemical Imaging. *Journal of Forensic Science*, 50(1), 1–9. <https://doi.org/10.1520/JFS2004213>
- Tovar, R. M. (2004). The Use of Electrostatic Equipment to Retrieve Impressions from the Human Body. *Journal of Forensic Identification*, 54(5), 530–533.

- Vadivela, R., Nirmalab, M. & Anbukumaranc, K. (2021). Commonly available, everyday materials as non-conventional powders for the visualization of latent fingerprints. *Forensic Chemistry*, 24, 100339. <https://doi.org/10.1016/j.forc.2021.100339>
- Warner, G. C. (2002). Evaluation of a Solid State “Shoe Box” Laser: The Spectra-Physics Millennia 532nm Laser. *Journal of Forensic Identification*, 52(1), 1–27.
- Williams, G., McMurray, H. & Worsley, D. A. (2001). Latent Fingerprint Detection Using a Scanning Kelvin Microprobe. *Journal of Forensic Sciences*, 46(5), 1085–10892. <https://doi.org/10.1520/JFS15103J>
- Williams, N. H. & Elliott, K. T. (2005). Development of Latent Prints using Titanium Dioxide (TiO₂) in Small Particle Reagent, White (SPR-W) on Adhesives. *Journal of Forensic Identification*, 55(3), 292–305.
- Worley, C. G., Wiltshire, S. S., Miller, T. C., Havrilla, G. J. & Majidi, V. (2006). Detection of Visible and Latent Fingerprints Using Micro-X-Ray Fluorescence Elemental Imaging. *Journal of Forensic Science*, 51(1), 57–63. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2005.00006.x>
- Zamirl, A., Oz, C., Leifer, A. & Geller, B. (2002). The Effect of Small Particle Reagent Employed as a Fingerprint Enhancement Technique on Subsequent STR Typing from Bloodstains. *Journal of Forensic Identification*, 52(6), 691–695.

A cikkben szereplő online hivatkozás

URL1: *BVDA Fingerprint Powders – Product Information*. https://www.bvda.com/images/content/downloads/fingerprint_powder_manual_EN.pdf

A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

Petrétei D. (2023). A daktiloszkópiai nyomkutatás modern módszerei I. – A fizikai módszerek. *Belügyi Szemle*, 71(4), 585–601. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2023.4.2>.