

IMPLEMENTING INNOVATIVE STRATEGY FOR VISUALISING FINGERPRINTS ON WET NON-POROUS SURFACES

Anjali KOLLAM¹, Tamanna JAITLEY¹, Pavan Kumar GANECHARY¹, Prawahan RAGHOTTAM¹, Vinay ASERI ²

¹ *School of Forensic Science, National Forensic Sciences University, Delhi, India*

² *School of Forensics, Risk Management and National Security, Rashtriya Raksha University, Gandhinagar, Gujarat, India*

Abstract

Fingerprints are an important piece of evidence in crime investigation and play a key role in crime investigation due to their permanency, universality, uniqueness and of course availability. Utilization of water or any other liquids to destroy evidence by criminals is a very common practice. It becomes difficult to collect and analyse such evidence from underwater in terms of its forensic reproducibility, though not impossible. The methods employed are quite tedious, expensive and unreliable. There are many fingerprint powders accessible to the scientific examiners to recuperate and gather the unique fingerprint impressions submerged, the vast majority of them are for explicit materials like small particle reagent (SPR). The technique has been compromised by its downsides as it is highly toxic, very sensitive, low contrast and quite costly. An urgent and imperative need to foster an economical and effective, low cost fingerprint powder for underwater impressions by using the materials that are easily available. The present study was conducted to fulfil the same objective and proposes a modest unique fingerprint powder which provides great proficiency from a combination of surfactant sodium dodecyl sulphate (SDS) with chalk powder (yellow) and silver powder respectively.

Keywords

Fingerprints; Forensic; Latent impressions; Non-porous surfaces; Personal identification; Powder method.

Received 22 February 2023; accepted 1 August 2023

Introduction

Fingerprints are unique in nature which makes the basis for law of individuality and for this very reason fingerprints have not only been used for criminal identification purposes but also as a tool for personal identification throughout the world (Bhagat, 2020). Skin is considered as an essential organ of the human body (Bleay, Croxton, de Puit, 2018; Han, Ryu, Moon, Kim, Choi, 2005; Moenssens, 1971). The inner surfaces of hands (from fingertips to wrist) and feet (from toe tips to heel) contain minute ridges and valleys, which are used as a medium of friction between hands and objects (Bleay et al., 2018). The skin containing ridges is

also sometimes referred to as friction ridge skin. Fingerprints are composed of eccrine components whose main constituent is amino acid and sebaceous components whose main constituents are oil and fats. Each individual fingerprint contains patterns which are considered as class characteristics and the minutiae are considered as individual characteristics (Croxton, 2010). Many cases were solved in the past on the basis of this fact pertaining to fingerprints and will continue to do so in the future because of its uniqueness and permanency (Bumrah, Sodhi, Kaur, 2019; Wood, 2009).

Fingerprint pattern varies from individual to individual, but they remain permanent – except for cases

where there is a damage of finger ridges till the dermal level (Allman, 1991; Sodhi, Kaur, 2001; Aseri et al., 2022). The development of friction ridges starts from the 16th week of estimated gestational age (EGA) and they are fully matured by the end of 24 weeks (Wertheim, 2011). Three types of sweat glands are present in the skin namely: eccrine, apocrine and sebaceous. Eccrine glands are located all over the body. Apocrine glands are located on armpits, mammary glands and where the hair follicles are present and generally produce unpleasant odour. These glands (eccrine and apocrine) are also called as pseudoreferential glands and the sweat produced by these glands contains approximately 98% water. The sebaceous glands are mostly associated with the forehead and back of the body which releases sebum and maintains the body temperature.

Fingerprints are classified in three categories: latent, patent and plastic prints. Latent prints are the most common type of fingerprints that are found at the crime scene and these prints can be observed or collected by using different powder and chemical development methods. The formation of fingerprints on different non-porous surfaces like paper, plastic, glass, wooden and metal articles occurs as a result of physical touch (Prasad, Lukose, Agarwal, 2019). When the hands then touch various surfaces subsequently the oily substances and sweat present on the fingertip of the skin may shift and deposit on the surface. Formation of latent fingerprints depends largely on the type of surface, temperature of the surface, surface receptiveness for fingerprint (Czech, Gryszyk, Szabelak, Sowiński, 2019). In many criminal cases, water is used commonly to hide such latent fingerprints as they are concrete evidence. There have been several investigation techniques to develop and recover submerged fingerprints on different objects. Small particle reagent (SPR) is widely used on wet non-porous surfaces for developing fingerprints.

Recent publications written by researchers working in this field mentioned the potential usage of crystal violet and basic fuchsin dye in SPR on wet non-porous surfaces (Rohatgi, Kapoor, 2016). The efficiency of crystal violet dye in SPR, was explained in detail by (Rohatgi, Sodhi, Kapoor, 2015; Sodhi, Kaur, 2012; Jasuja, Singh, Sodhi, 2008). Similar efforts were put in the development of latent fingerprints on non-porous surfaces using fluorescent dye based SPR which was proved as non-toxic (Kapoor, Ahmed, Shukla, Badiye, 2019). Not only SPR, but some physical powder methods were also used to develop the wet latent fingerprints on non-porous surfaces. The efficiency of synthesized azo dyes on various wet non-porous

surfaces by physical powder dusting method was found only up to ten days (Bhagat, 2020). In another research, the team working on it developed 5 subsequent latent fingerprints on 8 different surfaces which were submerged, dried and developed using robin blue and silver magnetic powder so was the usage of fluorescent component, brilliant blue-R based SPR and it was used as well as in powdered state too (Sodhi, Kapoor, Kumar, 2014). Additionally, the same technique uses rhodamine-B and zinc oxide nanoparticles on wet non-porous surfaces (Bumbrah, 2021; Lohar et al., 2022).

This present study has been conducted on the development of latent fingerprints using a fine powdered combination of sodium dodecyl sulphate (SDS) with yellow chalk powder and another powder which had fine silver powder and sodium dodecyl sulphate. These two powders were used to study the possibility of visualising wet nonporous prints on various surfaces. Research in this field can be useful for the investigation purposes and forensic science community.

Sodium dodecyl sulphate is used as a surfactant in both the powders, as it provides a base for the adhesion of fatty/oily components of the fingerprint residues due to the addition of a surfactant. This is the same reason why sodium dodecyl sulphate in equal concentrations is used in small particle reagent methods (Wang, 2017). It becomes feasible due to the relative stability of these components maintained over time, which allows aged fingerprints to be developed by using the small particle reagent method.

Methodology

Materials and apparatus

The materials include magnifying lens, weighing balance, centrifuge machine, fine bristles fingerprint brush, face mask and latex gloves. Silver powder, yellow chalk powder, pro pure proteomics grade sodium dodecyl sulphate powder from AMRESCO® Company are the chemicals. A Nikon d300 DSLR camera was used for photographing the developed prints. Transparent drinking water glass, metal surface (steel), plastic (transparent and non-transparent), phone screen guard were used as surface templates for this study.

Preparation of fingerprint powders

Equal amounts of both yellow chalk powder and sodium dodecyl sulphate powder, i.e. 5 g of each were measured in a weighing balance carefully and mixed

using spatula and then was centrifuged at 5000 rpm for 2 min for preparation of powder 1 and similarly equal proportions of silver powder and sodium dodecyl sulphate powder were mixed for preparation of powder 2. The powder was prepared well in advance and stored in normal room conditions for further use.

Preparation and visualisation of fingerprint samples

This study was conducted in New Delhi, in the month of September (2022), the average maximum temperature is $\pm 34^{\circ}\text{C}$ and the average humidity is around 57%. The non-porous surfaces were cleaned thoroughly using alcohol based wipes and then air dried for 30 min. We have chosen 10 healthy adult individuals of both genders in equal quantity, i.e. 5 males and 5 females (of age group 18–30 years), who were free of any skin related disease. They were given prior briefing and information regarding the study's nature, purpose and methodology. To eliminate the risk of contamination by any unwanted factors such as dust, soil or any other contaminant, the participants were instructed to wash and dry their hands thoroughly (Abebe, 2020). Hand gloves and face masks were worn as a preventative measure. The donor was not allowed to eat food or come into contact with any chemicals for the last 20 minutes before delivering the samples, normal pressure was applied while providing the prints.

Then, the face and forehead, where there is a high concentration of sebum, were touched with the hands. The powders were applied to the palm surface by tapping method, i.e. the donor fully touched the powder which was spread evenly on large surface area and then the prints were collected on the surfaces which were mentioned before. Each donor gave two prints on each surface. For instance, donor A gave two prints each on transparent drinking water glass, metal surface (steel), transparent plastic and non-transparent plastic, phone screen guard. Thus, each donor gave 10 prints for the study. These surfaces were later submerged in a container full of tap water for required time periods, i.e. 0 min, 30 min, 1 h, 1 day, 2 days, 7 days and 10 days respectively.

After submerging for a respective time period, the surfaces were taken out and then developed using fine bristles fingerprint brush first with powder 1 and later with powder 2, respectively, by physical powder dusting method. The photographs were taken using a Nikon d300 DSLR camera at correct angles on contrasting backgrounds and prints are easily seen. The fingerprints thus produced were preserved for further studies and analysis. Fingerprints photographed were

compared using a magnifying glass for clarity of the prints on each surface.

Results and discussion

The latent fingerprints thus developed were given an average score based on assessment scale as mentioned below:

Score	Description
1	The prints were blurry/no visibility
2	The prints had very poor visibility
3	The prints had poor to average visibility
4	The prints had fairly good visibility
5	The prints had very good visibility

The process of formation of fingerprints is entirely physical and is dependent on each powder's capacity to attach to the fatty acids, triglycerides, and perspiration content that are found on the frictional ridges, fineness of powder and the surface's contrast (Godara et al., 2022).

Powder 1, i.e. yellow chalk powder and sodium dodecyl sulphate powder yields good results for glass (Fig. 2), tempered glass (Fig. 1) and steel (metal) surfaces (Fig. 3) with contrast backgrounds, but images were not clearly visible on transparent plastic non-porous surfaces as shown in Fig. 4 and Fig. 5, according to comparative study of various surfaces. This powder produces excellent effects on all surfaces when the surfaces are submerged in liquids within 1 hour as reported in Table 1, however the images on nonporous surfaces were not as clearly apparent after 1 h as in the pictures, and is clearly shown in Fig. 6.

Similar to other powder mentioned above, Powder 2 produces good results on non-porous surfaces such as tempered glass (Fig. 7), glass (Fig. 8) and metals (steel) (Fig. 9). The friction ridges may be seen clearly in the prints that have been created. This powder also gives images on all surfaces used for the study as depicted in Fig. 10, if the prints are submerged for 1 hour as reported in Table 2, however they aren't prominent on plastic transparent surfaces (Fig. 11 and Fig. 12). Although, both the powders can be used to create latent fingerprints because they are affordable and readily available and, moreover, the technique is quick and simple to use for developing latent fingermarks.

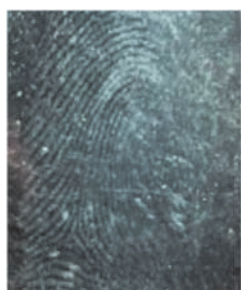


Fig. 1. Fingerprint showing very good visibility on tempered glass kept for 0 min



Fig. 2. Fingerprint showing good visibility on glass surface kept for 168 h



Fig. 3. Fingerprint showing poor visibility on steel surface kept for 168 h

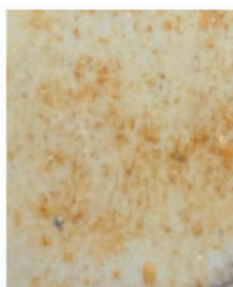


Fig. 4. Fingerprint showing very poor visibility on plastic non-transparent surface kept for 48 h

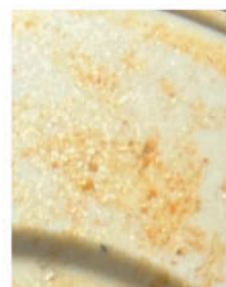


Fig. 5. Fingerprint showing blur/no visibility on plastic non-transparent surface for 240 h

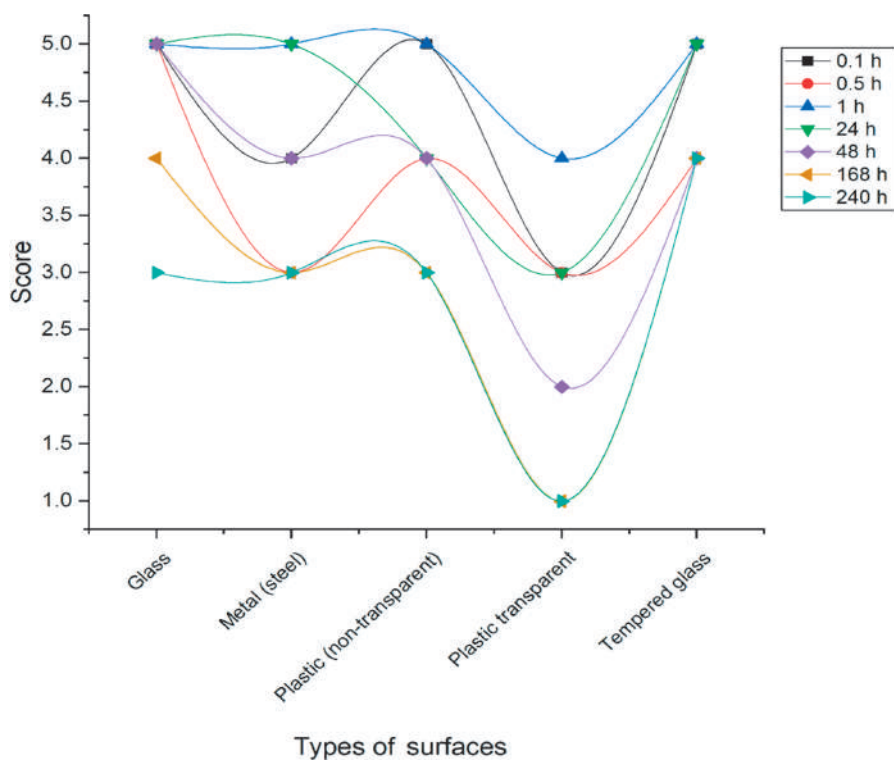


Fig. 6. Analysis of developed Powder 1.



Fig. 7. Fingerprint showing very good visibility on tempered glass surface kept for 30 min



Fig. 8. Fingerprint showing good visibility on glass surface kept for 48 h



Fig. 9. Fingerprint showing poor visibility on steel surface kept for 240 h



Fig. 10. Fingerprint showing very poor visibility on plastic transparent surface for 240 h



Fig. 11. Fingerprint showing blur/no visibility on plastic transparent surface for 168 h

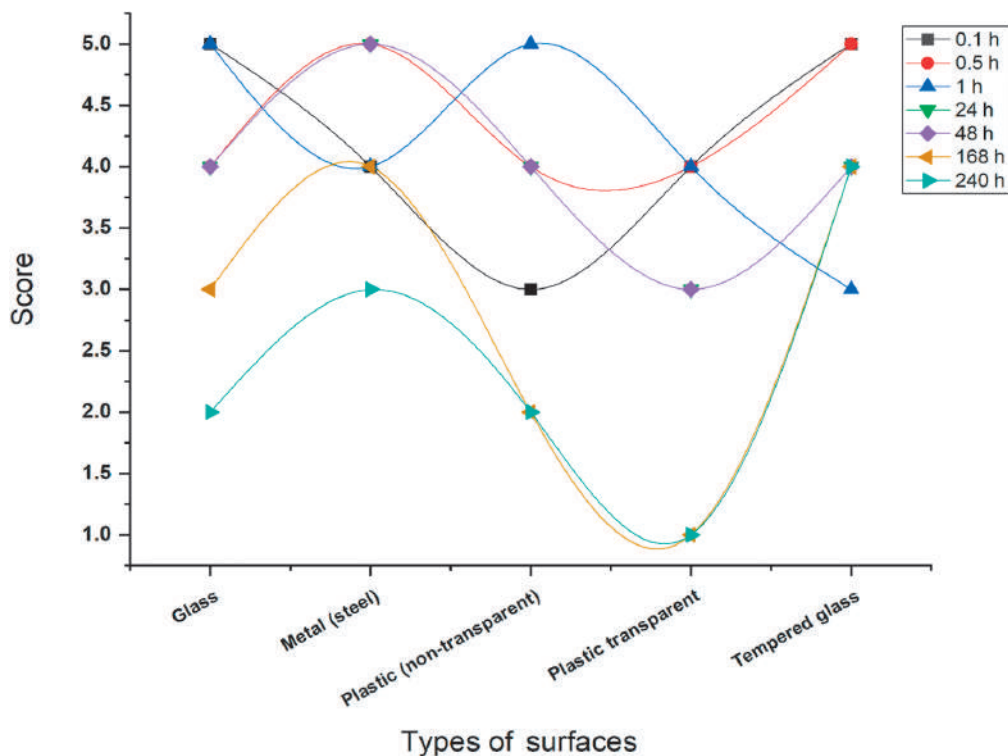


Fig. 12. Analysis of developed Powder 2.

Table 1
Development of latent fingerprints using Powder 1

Type of surfaces	0 min	30 min	60 min	24 h	48 h	168 h	240 h
Glass	5	5	5	5	5	4	3
Metal (steel)	4	3	5	5	4	3	3
Plastic (non-transparent)	5	4	5	4	4	3	3
Plastic transparent	3	3	4	3	2	1	1
Tempered glass	5	4	5	5	4	4	4

Table 2
Development of latent fingerprints using Powder 2

Type of surfaces	0 min	30 min	60 min	24 h	48 h	168 h	240 h
Glass	5	4	5	4	4	3	2
Metal (steel)	4	5	4	5	5	4	3
Plastic (non-transparent)	3	4	5	4	3	2	2
Plastic transparent	4	4	4	3	2	1	1
Tempered glass	5	5	3	4	3	4	4

Conclusion

The physical dusting method is a simple, quick, and straightforward way to create latent fingerprints on various moist, non-porous surfaces. These are particularly helpful when just partial prints are discovered and the fingerprints are difficult to detect or present on purposeful objects like those found at the crime scene and are not apparent to the human eye. Here, we used two inexpensive and readily accessible powders to create latent fingerprints on a variety of surfaces. The study demonstrates that powders, when applied to various surfaces, produce better results for wet, non-porous surfaces due to their high adhesion capability. The Powder 1, which is a combination of sodium dodecyl sulphate and yellow chalk powder gave excellent results on glass and tempered glass surfaces whereas it gave poor results on plastic transparent surface.

Powder 2, a combination of sodium dodecyl sulphate and silver powder, gave best results on tempered glass and metal surface while it performed poorly on plastic transparent surface. As a replacement for traditional laboratory powders, these powders can be employed, because they are easily available and naturally affordable. As a result, the approach has a bright future, but more thorough research must be done on a variety of wet, non-porous submerged surfaces across a range of time periods.

References

1. Abebe, B., Murthy, H. C. A., Zereffa, E. A., Dessie, Y. (2020). Latent fingerprint enhancement techniques: a review. *Journal of Chemical Reviews*, 2(1), 40–56.
2. Allman, D. J. (1991). Forensic identification of explosives by mass spectrometry and allied techniques. *Forensic Science Review*, 3(2), 83–89.
3. Aseri, V., Nagar, V., Godara, V., Pandit, P. P., Chopade, R. L., Verma, R., Sharma, A., Parihar, K., Kant Awasthi, K., Singh, A. (2022). A comparative study on scanned fingerprint after applying lubricants and without scanned fingerprint on porous surface (white paper). *Materials Today: Proceedings*, 69, 1515–1531. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.007>
4. Bhagat, D., Chavan, P. B., Gurnule, W. B., Shejul, S. K., Suryawanshi, I. (2020). Efficacy of synthesized azo dye for development of latent fingerprints on non-porous and wet surfaces. *Materials Today: Proceedings*, 29, 1223–1228.
5. Bleay, S. M., Croxton, R. S., de Puit, M. (2018). *Fingerprint development techniques*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119187400>
6. Bumbrah, G. S., Sodhi, G. S., Kaur, J. J. (2019). Oil Red O (ORO) reagent for detection of latent fingermarks: a review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 9(1), 1–7.

7. Croxton, R. S., Baron, M. G., Butler, D., Kent, T., Sears, V. G. (2010). Variation in amino acid and lipid composition of latent fingerprints. *Forensic Science International*, 199(1–3), 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.03.019>
8. Czech, A., Gryszczyk, N., Szabelak, A., Sowiński, A. (2019). Changes in fingerprints and the quantity of material forming the print depending on hand cleanliness, gender, and ambient conditions. *Journal of Forensic Sciences*, 64(3), 711–716.
9. Godara, V., Aseri, V., Lohar, S., Kumari, P., Mavry, B., Nagar, V., Singhal, A., Singh, A., Awasthi, K. K., Sankhla, M. S. (2022). Comparative study of rose and hibiscus petals powders in latent friction ridge analysis. *Problems of Forensic Sciences*, 130–131, 145–155. <https://doi.org/10.4467/12307483pfs.22.008.16817>
10. Han, Y., Ryu, C., Moon, J., Kim, H., Choi, H. (2005). A study on evaluating the uniqueness of fingerprints using statistical analysis. *Lecture Notes in Computer Science*, 467–477. https://doi.org/10.1007/11496618_34
11. Jasuja, O. P., Singh, G. D., Sodhi, G. S. (2008). Small particle reagents: development of fluorescent variants. *Science & Justice*, 48(3), 141–145. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2008.04.002>
12. Kapoor, N., Ahmed, S., Shukla, R. K., Badiye, A. (2019). Development of submerged and successive latent fingerprints: a comparative study. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s41935-019-0147-1>
13. Lohar, S., Aseri, V., Godara, V., Kumari, P., Nagar, V., Pandit, P. P., Chopade, R. L., Singh, A., Awasthi, K. K., Sankhla, M. S., Kaur, N., Singh, G. K. (2022). Comparative study of development of latent fingerprint by using cost effective waste materials. *Materials Today: Proceedings*, 68(4), 848–853. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.06.262>
14. Moenssens, A. A. (1971). *Fingerprint techniques*. London: Chilton Book Company.
15. Prasad, V., Lukose, S., Agarwal, P., Prasad, L. (2019). Role of nanomaterials for forensic investigation and latent fingerprinting – a review. *Journal of Forensic Sciences*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1556-4029.14172>
16. Rohatgi, R., Kapoor, A. K. (2016). Development of latent fingerprints on wet non-porous surfaces with SPR based on basic fuchsin dye. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 6(2), 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2015.05.007>
17. Rohatgi, R., Sodhi, G. S., Kapoor, A. K. (2015). Small particle reagent based on crystal violet dye for developing latent fingerprints on non-porous wet surfaces. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 5(4), 162–165. <https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2014.08.005>
18. Sodhi, G. S., Kapoor, S., Kumar, S. (2014). A multipurpose composition based on brilliant Blue R for developing latent fingerprints on crime scene evidence. *Journal of Forensic Investigation*, 2(2). <https://doi.org/10.13188/2330-0396.1000011>
19. Sodhi, G. S., Kaur, J. (2012). A novel fluorescent small particle reagent for detecting latent fingerprints on wet non-porous items. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 2(2), 45–47. <https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2012.04.004>
20. Sodhi, G. S., Kaur, J. (2001). Powder method for detecting latent fingerprints: a review. *Forensic Science International*, 120(3), 172–176. [https://doi.org/10.1016/s0379-0738\(00\)00465-5](https://doi.org/10.1016/s0379-0738(00)00465-5)
21. Wang, M., Li, M., Yu, A., Zhu, Y., Yang, M., Mao, C. (2017). Fluorescent nanomaterials for the development of latent fingerprints in forensic sciences. *Advanced Functional Materials*, 27(14), 1606243.
22. Wertheim, K. (2011). Embryology and morphology of friction ridge skin. (In) *The fingerprint sourcebook*, (pp. 103–126). Washington DC: U.S. Department of Justice. Office of Justice Programs. National Institute of Justice.
23. Wood, M., James, T. (2009). Latent fingerprint persistence and development techniques on wet surfaces. *Fingerprint Whorld*, 35(135). <http://hdl.handle.net/10149/97833>

ORCIDVinay Aseri  0000-0003-4308-3830**Corresponding author**

Vinay Aseri
School of Forensics, Risk Management and National Security
Rashtriya Raksha University
Gandhinagar, Gujarat
India
e-mail: vinay4n6@gmail.com

ZASTOSOWANIE INNOWACYJNEJ STRATEGII UJAWNIANIA ŚLADÓW LINII PAPILARNYCH NA WILGOTNYCH NIEPOROWATYCH POWIERZCHNIACH

Wprowadzenie

Niepowtarzalność linii papilarnych leży u podstaw zasady ich indywidualności, pozwala ona na wykorzystanie śladów daktyloskopijnych nie tylko w badaniach kryminalistycznych, ale również jako wszechstronną metodę identyfikacji osób na całym świecie (Bhagat, 2020). Skóra to jeden z podstawowych narządów ludzkiego ciała (Bleay, Croxton, de Puit, 2018; Han, Ryu, Moon, Kim, Choi, 2005; Moenssens, 1971). Na wewnętrznej powierzchni dłoni (od nadgarstka do opuszków palców) i na podeszwie stopy (od pięty do czubków palców) znajdują się mikroskopijne wybrzuszenia i bruzdy, które pośredniczą w tarciu pomiędzy dłońmi a różnymi przedmiotami (Bleay i in., 2018). Obszary skóry pokryte takimi wybrzuszeniami nazywa się czasem „skórą cierną”. Ślady linii papilarnych to mieszanek substancji ekrynowych złożonych głównie z aminokwasów i łoju, który z kolei składa się głównie z olejów i tłuszczów. Każdy ślad zawiera wzór, wyznaczający cechy klasowe, oraz minucje, wyznaczające cechy indywidualne (Croxton, 2010). Ta właściwość śladów przyczyniła się do rozwiązania wielu spraw w przeszłości, a trwałość i indywidualność linii papilarnych pozwoli rozwiązać ich o wiele więcej w przyszłości (Bumrah, Sodhi, Kaur, 2019; Wood, 2009).

Każda osoba ma inny wzór linii papilarnych, który nie zmienia się – z wyjątkiem przypadków uszkodzenia bruzd na poziomie skóry (Allman, 1991; Sodhi, Kaur, 2001; Aseri i in., 2022). Rozwój linii papilarnych rozpoczyna się od 16 tygodnia szacowanego wieku ciąży (*estimated gestational age*, EGA), a pełną dojrzałość osiągają one pod koniec 24 tygodnia (Wertheim, 2011). W skórze są obecne trzy rodzaje gruczołów potowych: ekrynowe, apokrynowe i łojowe. Gruczoły ekrynowe pokrywają całe ciało. Apokrynowe są rozmieszczone pod pachami, w gruczołach piersiowych oraz w miejscach występowania mieszków włosowych; z reguły wydzielają nieprzyjemny zapach. Gruczoły ekrynowe i apokrynowe zwane są także „gruczołami pseudoreferencyjnymi”. Wydzielany przez nie pot składa się w ok. 98% z wody. Gruczoły łojowe występują głównie na czole i plecach. Wydzielają łoju skóry służący utrzymaniu temperatury ciała.

Ślady linii papilarnych dzieli się na trzy typy: utajone, jawne i plastyczne. Na miejscu przestępstwa najpowszechniejsze są ślady utajone. Ujawnia się je i pobiera za pomocą różnych proszków i metod chemicznych.

Ślady linii papilarnych powstają na skutek dotyknięcia nieporowatych powierzchni typu papier, szkło, drewno czy metal (Prasad, Lukose, Agarwal, 2019). Osoby dotykające różnych powierzchni nanoszą na nie pot i substancje oleiste występujące na skórze opuszków palców. Powstawanie śladów utajonych zależy od typu i temperatury powierzchni oraz łatwości nanoszenia na nią śladów (Czech, Gryszczyk, Szabelak, Sowiński, 2019). Ponieważ utajone ślady linii papilarnych stanowią konkretny dowód w sprawie, wielu przestępców próbuje usunąć je wodą. Opracowano kilka metod badawczych pozwalających ujawnić i utrwalić takie zmywane ślady na różnych przedmiotach. Środkiem powszechnie stosowanym w tym celu do powierzchni nieporowatych jest reagent drobnocząsteczkowy (*small particle reagent*, SPR).

Niedawno opublikowane prace dotyczące tej tematyki mówią o potencjalnym zastosowaniu fioletu krystalicznego i zasadowej fuksyny w SPR do mokrych nieporowatych powierzchni (Rohatgi, Kapoor, 2016). Literatura opisuje szczegółowo skuteczność fioletu krystalicznego w SPR (Rohatgi, Sodhi, Kapoor, 2015; Sodhi, Kaur, 2012; Jasuja, Singh, Sodhi, 2008). Badacze podjęli również próby ujawnienia śladów daktyloskopijnych na nieporowatych powierzchniach za pomocą SPR bazującego na barwniku fluorescencyjnym o udowodnionej nietoksyczności (Kapoor, Ahmed, Shukla, Badiye, 2019). Równolegle z metodami opierającymi się na SPR sprawdzono skuteczność metod proszkowych w ujawnianiu śladów daktyloskopijnych. Stwierdzono, że zsyntetyzowane barwniki azowe użyte na różnych wilgotnych nieporowatych powierzchniach z zastosowaniem metody proszkowej zachowują skuteczność tylko do dziesięciu dni (Bhagat, 2020). W innej pracy zespół badaczy ujawnił 5 następujących po sobie utajonych śladów daktyloskopijnych na 8 różnych powierzchniach, które zmywano, osuszano i ujawniano za pomocą błękitu robinowego i magnetycznego proszku srebrnego. W podobnych badaniach użyto składnika fluorescencyjnego w postaci sproszkowanego SPR opartego na błękitie brylantowym R (Sodhi, Kapoor, Kumar, 2014). Tę samą technikę z użyciem rodaminu B i nanocząsteczek tlenku cynku zastosowano na wilgotnych, nieporowatych powierzchniach (Bumrah, 2021; Lohar i in., 2022).

W niniejszych badaniach ujawniano utajone ślady linii papilarnych za pomocą drobnocząsteczkowej mieszanek dodecylsulfianu sodu (SDS) z żółtą kredą w proszku oraz drugiego proszku, zawierającego drobnocząsteczkowe srebro i SDS. Obu proszków użyto w celu

przeanalizowania możliwości ujawniania wilgotnych nieporowatych śladów na różnych powierzchniach. Badania w tym zakresie mogą okazać się przydatne w czynnościach śledczych, a także w pracy kryminalistów.

Oba proszki zawierały środek powierzchniowo czynny w postaci SDS, ponieważ zapewnia on przyczepną bazę dla tłustych i oleistych składników śladów daktyloskopijnych. Z tego właśnie powodu stosuje się SDS o równym stężeniu w metodach wykorzystujących drobnoziarniste reagenty (Wang, 2017). O przydatności takiego podejścia decyduje utrzymująca się względna stabilność składników, która pozwala ujawnić stare ślady daktyloskopijne za pomocą drobnocząsteczkowych reagentów.

Metodologia

Materiały i sprzęt

W badaniach wykorzystano szkło powiększające, wagę, wirówkę, pędzel o cienkim włosiu, maseczkę do twarzy oraz rękawice lateksowe. Zastosowanymi związkami chemicznymi były sproszkowane srebro, sproszkowana żółta kreda i sproszkowany SDS klasy *pro pure proteomics* (AMRESCO® Company). Ujawnione ślady sfotografowano aparatem Nikon d300 DSLR. Jako wzorcowe powierzchnie do badań wykorzystano przezroczystą szklankę, stal (powierzchnia metalowa), plastik (przezroczysty i nieprzezroczysty) oraz szkiełko ochronne do telefonu.

Sporządzenie proszków daktyloskopowych

Proszek 1 sporządzono, odmierzając ostrożnie na wadze równe ilości sproszkowanej żółtej kredy i sproszkowanego SDS, tj. po 5 g, mieszając za pomocą szpatułki, a następnie odwirowując przez 2 minuty z prędkością 5000 rpm. Proszek 2 sporządzono analogicznie, odmierzając równe ilości sproszkowanego srebra i sproszkowanego SDS. Proszki sporządzono na długo przed przystąpieniem do analizy i przechowano w warunkach pokojowych.

Przygotowanie i ujawnienie próbek śladów linii papilarnych

Badania przeprowadzono w Nowym Delhi w sierpniu 2022 r. Średnia temperatura maksymalna wynosiła wtedy ok. 34°C, a średnia wilgotność powietrza ok. 57%. Nieporowate powierzchnie przemyto dokładnie ściereczkami nasączonymi alkoholem i suszono na powietrzu przez 30 minut. Do udziału w badaniach wybrano 10 zdrowych osób dorosłych w równej proporcji płci, tj. 5 mężczyzn i 5 kobiet w wieku 18–30 lat, którzy nie mieli żadnych

chorób skóry. Uczestników poinformowano o charakterze, celu i metodologii badań przed ich rozpoczęciem. Aby wyeliminować ryzyko zanieczyszczenia próbek kurzem, glebą i innymi niepożądanymi czynnikami, uczestników poproszono o dokładne przemycie i wysuszenie rąk (Abebe, 2020). Jako środek ochronny zastosowano rękawiczki i maseczki na twarz. Uczestnikom zakazano jedzenia i dotykania substancji chemicznych na 20 minut przed pobraniem próbek. Ślady linii papilarnych nanoszono, używając zwykłej siły nacisku.

Następnie uczestnicy dotykali dłońmi twarzy i czoła, czyli obszarów, na których występuje duża ilość łożu. Proszki nanoszono na dłonie metodą stukania, tzn. każdy z nich dotykał całą dłońią proszku rozproszanego równomiernie na dużym podłożu, po czym pobierano ślady linii papilarnych z wyżej wymienionych powierzchni. Każdy nanosił po dwa ślady na każdej powierzchni: przykładowo uczestnik A naniósł po dwa ślady na szklankę, stal (powierzchnię metalową), przezroczysty i nieprzezroczysty plastik oraz szkiełko do telefonu. Tym samym każdy z uczestników naniósł łącznie po 10 śladów. Następnie przedmioty z naniesionymi odciskami palców zanurzono w naczyniu wypełnionym wodą z kranu na ustalone okresy, tj. 0 minut, 30 minut, 1 godzinę, 1 dzień, 2 dni, 7 dni i 10 dni.

Po przebytych zanurzeniach przedmioty te wyjmowano i ujawniano na nich ślady metodą proszkową przy użyciu pędzla o cienkim włosiu. Najpierw zastosowano proszek 1, a po nim proszek 2. Fotografie zrobiono aparatem Nikon d300 DSLR pod odpowiednim kątem na kontrastującym tle, na którym ślady były łatwo widoczne. Otrzymane w ten sposób ślady linii papilarnych zachowano do dalszej analizy. Fotografie porównywano przy użyciu szkła powiększającego, aby zapewnić dobrą rozróżnialność śladów na poszczególnych powierzchniach.

Wyniki i dyskusja

Ujawnionym opisaną wcześniej metodą śladom przypisano wartość średnią na podstawie skali oceny opisaną poniżej.

Ślady linii papilarnych powstają w sposób wyłącznie fizyczny. Proces ten zależy od przyczepności danego proszku do kwasów tłuszczowych, trójglicerydów i składników potu, tj. substancji znajdujących się na liniach papilarnych, a także od ziarnistości proszku i kontrastu powierzchni (Godara i in., 2022).

Proszek 1, tj. sproszkowana żółta kreda i sproszkowany SDS dał dobre wyniki dla szkła (Ryc. 2), szkła hartowanego (Ryc. 1) i stali (powierzchni metalowej, Ryc. 3) na kontrastującym tle. Zdjęcia były jednak niewyraźne w przypadku przezroczystego nieporowatego plastiku, jak pokazują ryciny 4 i 5, zgodnie z badaniem

porównawczym różnych powierzchni. Proszek ten sprawdził się bardzo dobrze na wszystkich powierzchniach zanurzonych w wodzie nie dłużej niż przez 1 godzinę, jak przedstawiono w tabeli 1. Z drugiej strony zdjęcia nieporowatych powierzchni były mniej wyraźne po przekroczeniu 1 godziny (Ryc. 6).

Podobnie proszek 2 dał dobre wyniki na nieporowatych powierzchniach, takich jak szkło hartowane (Ryc. 7), szkło (Ryc. 8) i metal (stal, Ryc. 9). Na ujawnionych śladach linie papilarne były wyraźnie widoczne. Proszek ten pozwolił również uzyskać ślady pokazane na fotografii (Ryc. 10) po zanurzeniu próbek na 1 godzinę (Tabela 2). Linie papilarne były mniej wyraźne na przezroczystych plastikowych powierzchniach (Ryc. 11 i 12). Oba badane proszki ze względu na niskie koszty i łatwą dostępność można wykorzystać do ujawniania utajonych śladów daktyloskopijnych. Co więcej, proszki te pozwalają w szybki i prosty sposób utrwalac utajone ślady.

Wnioski

Metoda proszkowa to prosty i szybki sposób na ujawnianie śladów linii papilarnych na różnego rodzaju wilgotnych nieporowatych powierzchniach. Jest szczególnie przydatna, gdy ślady są zachowane tylko częściowo, trudne do wykrycia albo znajdują się na trudno widocznych przedmiotach na miejscu zdarzenia. W niniejszym badaniu do tworzenia utajonych śladów linii papilarnych na różnych powierzchniach wykorzystano niedrogie i łatwo dostępne proszki. Wykazano, że proszki te po naniesieniu na różne powierzchnie ze względu na dobrą przychepność dają lepsze wyniki w przypadku powierzchni wilgotnych i nieporowatych. Proszek 1, czyli mieszanka SDS i sproszkowanej żółtej kredy, sprawdził się znakomicie na szkle i szkle hartowanym, ale dał słabe wyniki na przezroczystym plastiku.

Proszek 2, połączenie SDS i sproszkowanego srebra, dał najlepsze wyniki na szkle hartowanym i metalu, ale słabe – na przezroczystym plastiku. Badane proszki ze względu na łatwą dostępność i niskie koszty mogą stanowić zamienniki tradycyjnych proszków używanych w laboratorium. Tym samym metoda ta zapowiada się obiecująco. Niezbędne są jednak dalsze badania uwzględniające różnego rodzaju wilgotne nieporowate powierzchnie zanurzane na różne okresy.