

# COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF SELECTED METHODS OF CONTRASTING OF FINGERPRINTS IN BLOOD

Irena BIAŁEK<sup>1</sup>, Jerzy BRZOZOWSKI<sup>1</sup>, Anna ŁUKASIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Forensic Research, Cracow*

<sup>2</sup> *Faculty of Chemistry, Jagiellonian University, Cracow*

**ABSTRACT:** The aim of the research was to undertake a comprehensive comparison of the effectiveness of selected methods of enhancement and contrasting fingerprints in blood: by means of Amido Black, Hungarian Red, cyanoacrylate, ninhydrin and ABTS on surfaces with different absorptive properties, taking into account the age of prints at the moment of revealing, the degree of their saturation and the conditions of storage of the surfaces. Horse's blood was used in the experiment as a safe substitute for human blood. Series of fingerprints in blood of decreasing degrees of saturation were left on samples of surfaces, which were then stored in indoor and outdoor conditions. Test fingerprints were revealed at 3 and 21 days after producing, then the effectiveness of used methods was analysed by counting visible minutiae and comparing their number with results of counting performed the day after leaving the imprints. The research allowed us to single out the most effective and universal method of enhancement of bloody prints.

**KEY WORDS:** Fingerprints in blood; Enhancement; Comparison; Effectiveness.

*Problems of Forensic Sciences, vol. LIX, 2004, 50–65*  
*Received 24 March 2004; accepted 1 September 2004*

## INTRODUCTION

Bloody fingerprints lines often accompany events where bodily injuries and breaching of the skin occur. The pressure inside blood-vessels causes a quick and abundant outflow of blood from wounds, which is why it is usually present at the scene of the event in large amounts, and its high viscosity facilitates its involuntary transfer by persons who have contact with the victim, bloody objects from the surroundings or the tool used to make the wound [1].

Extravasated blood, however, easily undergoes physical, chemical and biological transformations, due to which blood prints require quick and appropriate securing. Depending on the size of the print, the amount of blood and external factors, revealing of the print can vary in difficulty. Usually, problems in the revealing of bloody impressions stem from their small size,

changes in colour and clarity as a result of coagulation of the blood, activities of bacteria and mould, drying out, washing off, effects of the sun, poor contrast between fingerprint and background or soaking of the blood into the surface [6]. For these reasons, bloody fingerprints constituting evidentiary material are often weakly visible and require enhancement or contrasting by means of chemical reagents [5].

In the literature on the subject, one can find numerous articles concerning methods of enhancement and contrasting of bloody fingerprints. Although many studies have already been carried out comparing the effects of applying developing methods introduced recently [2] with the effects of reagents that have already been on the market for some time [4, 6, 7, 8, 9] which enable disclosure of fingerprints on different surfaces, further studies in this field are indispensable. Their aim should be to answer practical questions: how to apply a given contrasting agent on a particular surface in order to obtain the best effect; what to treat a print on a non-typical surface with [10]; which, from amongst available methods of similar effectiveness is easiest to use and cheapest. The aim of the present work was to compare the effectiveness of methods applied to reveal blood prints on selected surfaces and to indicate the most effective methods taking into account the following factors:

- the degree of saturation of prints;
- the age of prints at the moment of their revealing;
- the temperature and humidity conditions of storage of prints;
- the kinds of surfaces.

## MATERIALS AND METHODS

In the experiment, well-known and tested reagents were selected for revealing and contrasting bloody fingerprints: ninhydrin, Hungarian Red, Amido Black, “Super Glue” cyanoacrylic glue, as well as one of the more recently introduced agents – ABTS (recommended as a safe and non-destructive alternative to benzidine) [2].

These agents were tested on surfaces classified into three groups:

- Porous surfaces:
  1. raw wood (dried, planed);
  2. fabric (white cloth);
  3. natural leather (grey colour);
  4. limestone (untreated);
  5. grey cardboard.
- Semi-porous surfaces:
  6. marble (polished);

- Non-porous surfaces:
  7. varnished wood (colourless varnish);
  8. grey adhesive tape;
  9. granite (polished);
  10. artificial leather (black colour).

Samples of surfaces were grouped into sets (each set containing all 10 kinds of surface). In total 20 sets were formed, which were divided into 4 groups:

- group I – duration of storage of prints: 3 days in a closed room (room temperature with narrow range of variation, variable lighting, low and constant atmospheric humidity);
- group II – duration of storage of prints: 21 days in conditions as above (indoor conditions);
- group III – duration of storage of prints: 3 days in conditions simulating the external environment (a shady room, temperature about 10°C, variable atmospheric humidity);
- group IV – duration of storage of prints: 21 days, conditions as above (outdoor conditions).

In each group, there were 5 sets of bases, since it was planned to test 5 methods of enhancement of fingerprints in blood.

Horse's blood was used for the research. This choice was dictated by easy access to this blood in sufficient amount and also by the fact that the features of horse and human blood that are decisive in the appearance of the prints and the effects of their contrasting (i.e. viscosity, chemical composition), do not differ significantly in the process of revealing [3]. The decision not to use human blood was taken for reasons of safety of the experimenters.

Proceeding in accordance with examples described in the literature on the subject, it was decided to protect blood against premature coagulation by adding anti-coagulant EDTA, which would permit it to keep its properties unchanged during the process of preparation of prints [8]. In order to check whether significant differences arise in the process of drying out of blood secured with the anticoagulant EDTA and blood without its addition, an experiment was performed. A small amount of freshly sampled human blood that was divided into two portions was used. One of them was mixed with a solution of EDTA, and the other one was left without addition. Two series of bloody prints – using pure blood and blood with addition of EDTA – were left on the following selected surfaces: raw wood, varnished wood, granite and grey adhesive tape. Inspection of the surface of raw wood and granite performed after three days did not reveal any difference between the appearance of prints created in blood with the addition of EDTA and the appearance of prints created in the blood without addition of EDTA. Fingerprints in blood with the addition of EDTA left on the varnished wood and on

the adhesive tape, in relation to fingerprints made with pure blood, revealed the following differences: the most strongly saturated prints, in which the impressions of friction ridges merged into illegible blots, were more diffused and no clots formed on them. The less saturated prints, created using a smaller amount of blood with the addition of the anticoagulant, did not show differences in clarity in relation to their control equivalents. Taking into account the facts established above, the main experiment was carried out.

In the performed experiment, bloody prints were left on tested surfaces in the following manner: a finger soaked in blood was pressed on the given surface four times, obtaining a series of prints with a decreasing degree of saturation – from unreadable blots to imprints so weak that they were almost invisible in natural conditions. The clarity of fingerprints was evaluated, for every print counting minutiae that were visible during observation in white light (in the case of perfectly clear prints, the counting was stopped at 12 minutiae). At the established deadline, in every group, five selected methods of enhancement were applied – each method on one of the prepared sets of surfaces. Procedures of enhancement described below were applied.

Prints treated with a ready solution of ninhydrin were incubated in a KSX 213 fuming chamber at room temperature at 80% humidity for several hours.

Hungarian Red (HR) was used as follows: first the fingerprints were fixed with 2% solution of sulphosalicylic acid for a period of 5 minutes, and then moistened with a ready solution of HR made by BVDA, and after 3 minutes, excess reagent was rinsed off with running water, and then the prints were left to dry.

Amido Black (AB) was prepared in the form of a staining solution (2 g of AB + 100 ml of glacial acetic acid + 900 ml of methanol) and two destaining solutions (solution I: 100 ml of acetic acid + 900 ml of methanol, solution II: 50 ml of acetic acid + 950 ml of distilled water). The examined surfaces were submerged in methyl alcohol for 1 h in order to fix the prints, then, after desiccation, the prints were enhanced in a staining solution for 3 minutes, then they were rinsed, using, in turn, the first and the second destaining solution with the aim of removing excess dye. Then, the prints were left to dry.

The cyanoacrylic glue (cyanoacrylate, CA) was used as follows: prints were revealed in a KSX 213 fuming chamber. After initial moistening at room temperature, the prints were incubated in vapours of the glue at a temperature of 110°C, at 80% atmospheric humidity for a period of several hours.

ABTS was prepared in the form of a solution of 1 g of the compound in 200 ml of citric-phosphate buffer (pH = 5.4). The investigated prints were fixed with 2% sulphosalicylic acid (identically to the Hungarian Red), and then each of the surfaces was treated with the ABTS solution (activated by

addition of 0.5 ml of 27% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> to 50 ml of the working solution). After five minutes they were washed in distilled water and left to dry.

After finishing the process of developing, the clarity of the prints was again assessed by counting of minutiae (in white light). Changes in clarity of prints as a result of the activity of revealing methods was evaluated, using the following scale:

- 0 (lack of improvement) – if the number of minutiae visible after the developing did not increase in relation to the state before the developing process or increased only by 1;
- 1 (a slight improvement in clarity) – if the number of minutiae visible after developing increased by 2–4 in relation to the state before the developing process;
- 2 (a significant improvement in clarity) – if the number of minutiae visible after developing increased by 5–7 in relation to the state before developing;
- 3 (a great improvement in clarity) – if the number of visible minutiae after developing increased by 8–12 in relation to the state before developing.

## RESULTS

Prints corresponding to each other in each series were characterised by various degrees of saturation and clarity. The differences stemmed from different physico-chemical properties of the surface (the roughness, porosity, wettability and polarity). In general, the first imprints in series were unreadable owing to excessive saturation with blood, but the following ones – resulting from the second, third and fourth application – showed very different degrees of saturation. Developing processes usually gave the best effects for the third or fourth prints in a series, which were thus characterised by a low level of blood saturation. Since individual series of imprints could not be compared and were too short for statistical analysis, in order to perform a comparative analysis, a fingerprint was selected from each series for which developing gave the best result independently of its number in the series.

The effectiveness of developing bloody fingerprints using selected methods is presented in Table I.

TABLE I. THE EFFECTIVENESS OF TESTED METHODS ON CHOSEN SURFACES

Condi- tions	Ninhydrin			HR				AB				CA				ABTS				
	3 W	21 W	3Z	21 Z	3 W	21 W	3Z	21 Z	3 W	21 W	3Z	21 Z	3 W	21 W	3Z	21 Z	3 W	21 W	3Z	21 Z
Raw wood	1	3	1	3	0	1	1	2	2	3	3	1	0	1	0	0	1	3	3	2
Fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leather	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lime- stone	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Grey card- board	3	3	3	2	0	2	1	3	3	3	3	3	2	0	1	0	1	3	2	3
Marble	0	2	0	0	0	1	0	0	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	1	2
Var- nished wood	0	2	1	1	1	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adhe- sive tape	1	1	1	3	1	2	1	3	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Granite	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1	2	0
Artifi- cial leather	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum of points	5	12	5	11	2	8	4	11	9	16	12	13	2	1	1	0	2	8	8	7
	33			25				50				4				25				

3W – storage of prints for a period of 3 days in indoor conditions; 21W – storage of prints for a period of 21 days in indoor conditions; 3Z – storage of prints for a period of 3 days in outdoor conditions; 21Z – storage of prints for a period of 21 days in outdoor conditions.

The best effect of the action of ninhydrin was observed in the case of contrasting of imprints in blood left on raw wood and cardboard. A certain improvement in the clarity of prints was also obtained in the case where the surface was adhesive tape and varnished wood.

Hungarian Red (HR) usually gives better effects on smooth non-porous surface, where due to an intensive dark rose tinge, it can greatly improve the clarity of imprints in blood. When applied in the case of porous materials, it causes very strong soiling of the background, which in certain cases can cause a considerable decrease in the quality of the print being revealed. Such a situation was observed in these studies in the case of marble and limestone, and also cardboard (for intensive prints). The best effects of contrasting of prints using this reagent were obtained on grey adhesive tape and varnished wood. A certain improvement in the quality of prints also took place in the case of raw wood.

Amido Black (AB) effectively improves the clarity of prints on many surfaces. The greatest improvement in quality was observed for prints left using small amounts of blood. The reagent sinks into porous surfaces, causing a certain colouring of the background, but not sufficiently strong to influence the contrast between the background and the print. The best effects of revealing with this reagent were obtained on cardboard, marble and grey tape. A great improvement in the clarity of fingerprints took place with the use of AB on raw wood, and a moderate improvement for imprints left on granite. Application of AB on limestone did not provide favourable effects and this is linked above all with the very bad quality of bloody fingerprints resulting from the roughness of the surface. The bad effects of revealing of bloody fingerprints on varnished wood and artificial leather were connected with damage to the surface caused by the action of the methanol used to fix the prints.

Cyanoacrylate cannot be used to reveal and contrast latent prints in blood on surfaces studied in this paper, because it does not significantly improve their clarity – in fact, in many cases it reduces it.

ABTS showed the greatest effectiveness on raw wood and cardboard and – for the prints most weakly saturated with blood – on marble and granite. We did not manage to obtain positive results on the remaining surfaces. In the main, this agent works better on porous surfaces. When revealing with ABTS, exact fixing of the trace is essential – otherwise it is destroyed. This substance does not cause soiling of the background; when there is a large amount of blood, the enhanced print has a brown colour and at low concentrations – green.

The use of contrasting agents on chosen surfaces gave best effects in the case of prints moderately and weakly saturated with blood. Prints strongly saturated stayed unclear both before and after contrasting. We did not succeed in obtaining any improvement in the quality of prints left on fabric, limestone, artificial leather and leather with any of the reagents (applied in this study).

No clear correlation between conditions of storage of imprints in blood and effects of their enhancing was observed. Contrasting of 21-day prints with the tested methods gave slightly better effects than contrasting of 3-day prints.

In Figures 1–8, the most spectacular effects obtained in the course of the performed studies are presented.



Fig. 1. Fingerprints in blood left on cardboard 21D-W before (on the left) and after (on the right) enhancement by means of AB.



Fig. 2. Fingerprints in blood left on cardboard 21D-W before (on the left) and after (on the right) enhancement by means of ninhydrin.



Fig. 3. Fingerprints in blood left on cardboard 21D-Z before (on the left) and after (on the right) enhancement by means of ABTS.



Fig. 4. Fingerprints in blood left on untreated wood 21D-Z before (on the left) and after (on the right) enhancement by means of AB.



Fig. 5. Fingerprints in blood left on untreated wood 21D-Z before (on the left) and after (on the right) enhancement by means of ABTS.



Fig. 6. Fingerprints in blood left on marble 21D-W before (above) and after (below) enhancement by means of AB.





Fig. 7. Fingerprints in blood left on marble 21D-Z before (on the left) and after (on the right) enhancement by means of ABTS.



Fig. 8. Fingerprints in blood left on granite 21D-Z before (on the left) and after (on the right) enhancement by means of AB.

## CONCLUSIONS

On the basis of the performed research the following conclusions were drawn:

1. From among the examined contrasting reagents, the most effective, and at the same time universal, reagent turned out to be Amido Black. Good results were achieved by its use in the enhancing of fingerprints in blood on cardboard, raw wood, adhesive tape, marble and granite.
2. The contrasting reagents selected for the study (Amido Black, Hungarian Red, ninhydrin, cyanoacrylic glue, ABTS) do not achieve improvements in the clarity of fingerprints in blood left on leather, fabric, artificial leather and limestone.
3. Use of the examined contrasting reagents for enhancement of prints with a moderate and low saturation with blood, as opposed to prints with a high degree of saturation, gives a possibility of improvement in their clarity.
4. Extension of the period of storage of fingerprints in blood up to several weeks does not decrease the efficiency of the contrasting methods and in some cases can bring better effects.

5. Storage of fingerprints in blood in the temperature range 10–25°C and at 20–90% atmospheric humidity does not negatively influence the possibility of their enhancement with the methods used in the study.

References:

1. Bavel T., Gardner Ross M., Bloodstain pattern analysis. With an introduction to crime scene reconstruction, CRC Press, Boca Raton 2002.
2. Cadwell P., Henerson W., Kim N. D., ABTS: A safe alternative to DAB for the enhancement of blood fingerprints, *Journal of Forensic Science* 2000, vol. 45, pp. 785–794.
3. Ewy Z., Zarys fizjologii zwierząt, PWN, Warszawa 1989.
4. Fingerprint development handbook, PSDB, Publication no. 3/00.
5. Moszczyński J., Daktyloskopia, Wydawnictwo Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego KGP, Warszawa 1997.
6. Nozdryn-Płotnicki J., Pamuła Z., Wpływ czynników atmosferycznych na trwałość śladów linii papilarnych, *Problemy Kryminalistyki* 1995, nr 210, s. 54–57.
7. Pepiński W., Góralczuk J., Lewczuk L. [i in.], Wpływ metod służących do ujawniania krwawych śladów daktyloskopijnych na skuteczność oznaczania układów STR multiplexu AmpFISTR SGM Plus, *Problemy Kryminalistyki* 2003, nr 241, s. 13–16.
8. Sears V. G., Prizeman T. M., Enhancement of fingerprints in blood – part 1: the optimization of Amido Black, *Journal of Forensic Identification* 2000, vol. 50, pp. 470–480.
9. Serwa S., Porównanie skuteczności metod ujawniania śladów krwawych, *Problemy Kryminalistyki* 1999, nr 225, s. 30–35.
10. Warric P., Identification of blood prints on fabric using Amido Black and digital enhancement, *Journal of Forensic Identification* 2000, vol. 50, pp. 20–31.

# PORÓWNANIE SKUTECZNOŚCI WYBRANYCH METOD KONTRASTOWANIA KRWAWYCH ŚLADÓW DAKTYLOSKOPIJNYCH

Irena BIAŁEK, Jerzy BRZozowski, Anna ŁUKASIK

## WPROWADZENIE

Krwawe ślady linii papilarnych często towarzyszą zdarzeniom, w trakcie których następuje uszkodzenie ciała i przerwanie ciągłości skóry. Ciśnienie wewnątrz naczyń krwionośnych powoduje szybki i obfity wypływ krwi z ran, dzięki czemu jest ona zwykle obecna na miejscu zdarzenia w dużych ilościach, a wysoka lepkość ułatwia jej mimowolne przenoszenie przez osoby, które miały styczność z ofiarą, zakrwawionymi przedmiotami z otoczenia bądź narzędziem, którym zadano ranę [1]. Wyznaczyniona krew jednak łatwo ulega przemianom fizycznym, chemicznym i biologicznym, w związku z czym ślady krwawe wymagają szybkiego i należytego zabezpieczenia. W zależności od wielkości śladu, ilości krwi i działania czynników zewnętrznych, jego ujawnianie może być w różnym stopniu utrudnione. Zwykle problemy w ujawnianiu krwawych odwzorowań daktyloskopijnych wynikają z ich małych rozmiarów, zmian barwy i czytelności w wyniku krzepnięcia krwi, działania bakterii i pleśni, zasychania, zmywania, działania słońca, zlewania się barwy krwi z barwą podłoża czy wreszcie wsiąkania krwi w podłoże [6]. Z tych względów stanowiące materiał dowodowy krwawe ślady linii papilarnych są często słabo widoczne i wymagają wizualizacji lub kontrastowania za pomocą odczynników chemicznych [5].

W literaturze przedmiotu znaleźć można liczne artykuły dotyczące metod ujawniania i kontrastowania krwawych śladów linii papilarnych. Jakkolwiek istnieje wiele opracowań porównujących efekty stosowania środków kontrastujących zarówno niedawno wprowadzonych do użytku [2], jak i istniejących już na rynku [4, 6, 7, 8, 9], a pozwalających ujawnić ślady na różnych podłożach, to dalsze badania w tej dziedzinie są niezbędne. Ich celem winno być udzielenie odpowiedzi na pytania wypływające z praktyki: jak zastosować dany środek kontrastujący na konkretnym podłożu, by uzyskać najlepszy efekt, czym potraktować ślad na nietypowym podłożu [10], który z dostępnych środków o zbliżonej skuteczności jest najłatwiejszy w zastosowaniu oraz najtańszy.

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie badań mających na celu porównanie skuteczności metod stosowanych do ujawniania śladów krwawych na wybranych podłożach oraz wskazanie metod najefektywniejszych z uwzględnieniem:

- stopnia wysycenia śladów;
- wieku śladów w momencie ujawnienia;
- warunków temperaturowych i wilgotnościowych przechowywania śladów;
- rodzajów podłoża.

## MATERIAŁY I METODY

Do doświadczeń wybrano zarówno znane i wypróbowane odczynniki do ujawniania i kontrastowania śladów krwawych: ninhydrynę, czerwień węgierską, czerń amidową, klej cyjanoakrylowy Super Glue, jak i jeden z nowszych środków ujawniających takie ślady – ABTS (rekomendowany jako nieszkodliwy i nieniszczący zamiennik benzydiny) [2]. Środki te testowano na podłożach dających się zaszerogować do grup o różnorodnej chłonności:

- podłoża chłonne:
  1. drewno surowe (wysuszone, heblowane);
  2. tkanina (płótno barwy białej);
  3. skóra naturalna (barwy szarej);
  4. skała wapienna (surowa);
  5. tektura szara;
- podłoża średniochłonne:
  6. marmur (szlifowany);
- podłoża niechłonne:
  7. drewno lakierowane (lakier bezbarwny);
  8. szara taśma samoprzylepna;
  9. granit (szlifowany);
  10. derma (barwy czarnej).

Próbki podłoży pogrupowano w zestawy zawierające wszystkie 10 rodzajów powierzchni. Ogółem utworzono 20 zestawów, które rozdzielono na 4 grupy:

- I grupa – czas przechowywania śladów: 3 dni w warunkach zamkniętego pomieszczenia (temperatura pokojowa wahająca się w niewielkim przedziale, zmienne oświetlenie, niska i stała wilgotność powietrza);
- II grupa – czas przechowywania śladów: 21 dni, warunki jw. (tzw. warunki „wnętrza”);
- III grupa – czas przechowywania śladów: 3 dni w warunkach imitujących środowisko zewnętrzne (pomieszczenie zacienione, temperatura ok. 10°C, zmienna wilgotność powietrza);
- IV grupa – czas przechowywania śladów: 21 dni, warunki jw. (tzw. warunki „zewnątrza”).

W każdej z grup znalazło się po 5 zestawów podłoży, ponieważ planowano przetestowanie 5 metod ujawniania krwawych śladów linii papilarnych.

Do badań wykorzystano krew końską. Wybór ten podyktowany został łatwym dostępem do tej krwi w dowolnej ilości oraz tym, iż cechy krwi konia i człowieka, decydujące o wyglądzie śladu i efektach jego kontrastowania (tj. lepkość, skład chemiczny), nie różnią się w sposób istotny dla procesu ujawniania [3]. O rezygnacji z użycia krwi ludzkiej zdecydowały względy bezpieczeństwa eksperymentatorów.

Postępując zgodnie z przykładami opisanymi w literaturze przedmiotu, postanowiono zabezpieczyć krew przed przedwczesnym krzepnięciem przez dodanie do niej antykoagulanta EDTA, co pozwoliłoby zachować jej jednakowe właściwości podczas procesu przygotowywania śladów [8]. W celu sprawdzenia, czy nie występują znaczące różnice w procesie zasychania śladów krwi zabezpieczonej antykoagulantem EDTA oraz krwi bez jego dodatku, wykonano doświadczenie. Użyto do niego małej ilości świeżo pobranej krwi ludzkiej, którą rozdzielono na dwie porcje. Jedną z nich

zmieszono z roztworem EDTA, a drugą pozostawiono bez zmian. Na wybranych podłożach: drewnie surowym, drewnie lakierowanym, granicie i szarej taśmie samoprzylepnej pozostawiono po dwie serie śladów krwawych: czystych oraz z dodatkiem EDTA. Oględziny powierzchni surowego drewna i granitu przeprowadzone po upływie trzech dni nie wykazały różnicy pomiędzy wyglądem śladów naniesionych krwią z dodatkiem EDTA a wyglądem śladów naniesionych krwią niezabezpieczoną. Ślady krwi z dodatkiem EDTA pozostawione na drewnie lakierowanym oraz na taśmie samoprzylepnej wykazywały w stosunku do śladów naniesionych krwią czystą następujące różnice: najsilniej wysycane ślady, w których odwzorowania linii papilarnych zlewały się w nieczytelne plamy, były bardziej rozmyte i nie tworzyły się na nich skrzepy. Ślady słabiej wysycane, powstałe przez naniesienie mniejszej ilości krwi z dodatkiem antykoagulantu, nie wykazywały różnic czytelności w stosunku do odpowiedników kontrolnych. Biorąc pod uwagę dokonane ustalenia, przystąpiono do zasadniczego eksperymentu.

W przeprowadzonym doświadczeniu ślady krwawe nanoszono na testowane podłoża w sposób następujący: zamoczony w krwi palec przykładano do powierzchni podłoża czterokrotnie, uzyskując serię odcisków o malejącym stopniu wysycenia – od nieczytelnych kleksów do odcisków tak słabych, że niemal niewidocznych w naturalnych warunkach. Czytelność śladów linii papilarnych oceniono, zliczając dla każdego śladu minucie, jakie widoczne były podczas obserwacji w świetle białym (w przypadku śladów doskonale czytelnych poprzestawano na odnalezieniu na nich 12 minucji). Po wyznaczonym terminie w każdej grupie zastosowano po pięć wybranych metod ujawniających, każdą na jednym z przygotowanych zestawów podłoży. Zastosowano niżej opisane procedury ujawniania.

Ślady potraktowane gotowym roztworem ninhydryny inkubowano w komorze klimatyzowanej KSX 213 w temperaturze pokojowej przy wilgotności 80% przez okres kilku godzin.

Czerwień węgierską (*Hungarian Red*, HR) stosowano następująco: najpierw ślady utrwalano 2% roztworem kwasu sulfosalicylowego przez okres 5 min, a następnie zwilżano gotowym roztworem HR wyprodukowanym przez firmę BVDA i po 3 min nadmiar środka spłukiwano bieżącą wodą, a następnie ślady pozostawiono do wyschnięcia.

Czerń amidową (*Amido Black*, AB) przygotowano w postaci roztworu wywołującego (2 g AB + 100 ml kwasu octowego lodowatego + 900 ml metanolu) i dwóch roztworów płuczających (I roztwór: 100 ml kwasu octowego + 900 ml metanolu, II roztwór: 50 ml kwasu octowego + 950 ml wody destylowanej). Badane podłoża zanurzono w alkoholu metylowym na okres 1 h celem utrwalenia śladów, następnie po wysuszeniu ujawniano ślady w roztworze wywołującym przez 3 min, po czym spłukiwano kolejno w pierwszym i drugim roztworze płuczającym celem usunięcia nadmiaru barwnika. Następnie ślady pozostawiano do wyschnięcia.

Klej cyjanoakrylowy (cyjanoakrylan, CA) stosowano następująco: ślady ujawniano w komorze klimatyzowanej KSX 213. Po wstępnym nawilżeniu w temperaturze pokojowej ślady inkubowano w parach kleju w temperaturze 110°C i przy wilgotności powietrza 80% przez okres kilku godzin.

ABTS przygotowano w postaci roztworu 1 g środka w 200 ml buforu cytrynowo-fosforanowego (pH = 5,4). Badane ślady utrwalono 2% roztworem kwasu sulfosalicylowego (identycznie jak w przypadku czerwieni węgierskiej), a następnie trakto-

wano każde z podłoży roztworem ABTS (aktywowanym przez dodanie do 50 ml roztworu roboczego 0,5 ml 27% wody utlenionej) i po pięciu minutach płukano w wodzie destylowanej, po czym pozostawiono do wyschnięcia.

Po zakończeniu procesów ujawniania ponownie oceniono czytelność śladów, zliczając minucje (przy oświetleniu światłem białym). Zmiany w czytelności śladów w wyniku działania metod ujawniających oznaczono, stosując następującą punktację:

- 0 (brak poprawy) – jeśli liczba widocznych po ujawnieniu minucji nie zwiększyła się w stosunku do stanu przed procesem ujawnienia bądź też zwiększyła o 1;
- 1 (nieznaczna poprawa czytelności) – jeśli liczba widocznych po ujawnieniu minucji zwiększyła się o 2–4 w stosunku do stanu przed procesem ujawnienia;
- 2 (znacząca poprawa czytelności) – jeśli liczba widocznych po ujawnieniu minucji zwiększyła się o 5–7 w stosunku do stanu przed procesem ujawnienia;
- 3 (duża poprawa czytelności) – jeśli liczba widocznych po ujawnieniu minucji zwiększyła się o 8–12 w stosunku do stanu przed procesem ujawnienia.

## WYNIKI

Odpowiadające sobie odciski w każdej serii charakteryzowały się różnymi stopniami wysycenia i czytelności. Różnice wynikały ze zróżnicowanych właściwości fizykochemicznych podłoży (faktury powierzchni, chłonności, zwilżalności i polarności). Generalnie oceniając, pierwsze odciski w seriach były nieczytelne z powodu nadmiernego nasycenia krwią, natomiast kolejne – powstałe w wyniku drugiego, trzeciego i czwartego przyłożenia – wykazywały bardzo zróżnicowane stopnie wysycenia. Procesy ujawniania przynosiły z reguły najlepsze efekty dla śladów trzecich bądź czwartych w serii, zatem o słabym stopniu wysycenia krwią. Ponieważ pojedyncze serie odcisków były nieporównywalne i zbyt krótkie do obliczeń statystycznych, celem dokonania analizy porównawczej wybrano z każdej serii ślad, co do którego ujawnianie dało najlepsze efekty niezależnie od jego numeru w serii.

Efektywność ujawniania krwawych śladów daktyloskopijnych przy zastosowaniu wybranych metod przedstawiono w tabeli I.

Oznaczenia stosowane w tabeli: 3W – przechowywanie śladów przez okres 3 dni w warunkach „wnętrza”; 21W – przechowywanie śladów przez okres 21 dni w warunkach „wnętrza”; 3Z – przechowywanie śladów przez okres 3 dni w warunkach „zewnątrza”; 21Z – przechowywanie śladów przez okres 21 dni w warunkach „zewnątrza”.

Najlepszy efekt działania ninhydryny stwierdzono w przypadku kontrastowania śladów krwawych naniesionych na powierzchnię surowego drewna i tektury. Pewną poprawę czytelności śladów uzyskano także w przypadku, gdy podłoże stanowiła taśma samoprzylepna i lakierowane drewno.

Czerwień węgierska (HR) daje z reguły lepsze efekty na podłożach niechłonnych, gładkich, gdzie dzięki intensywnemu ciemnoróżowemu zabarwieniu może w znacznym stopniu poprawić czytelność krwawych odcisków. Stosowana w przypadku materiałów porowatych powoduje bardzo silne zabrudzenie tła, co w pewnych przypadkach może prowadzić do znacznego obniżenia jakości ujawnianego śladu. Taką sytuację obserwowano w przypadku prezentowanych badań na marmurze i wapieniu oraz na tekturze przy śladach intensywnych. Najlepsze efekty kontrastowania śladów przy zastosowaniu tego środka uzyskano na szarej taśmie samoprzylepnej

oraz drewnie lakierowanym. Pewna poprawa jakości śladów nastąpiła także w przypadku surowego drewna.

Czerń amidowa (AB) skutecznie poprawia czytelność śladów na wielu podłożach. Najlepszą poprawę jakości zaobserwowano w przypadku śladów naniesionych przy użyciu niewielkiej ilości krwi. Odczynnik wsiąka w podłoża chłonne, powodując pewne zabarwienie tła, nie na tyle jednak silne, aby wpływało ono na kontrast pomiędzy podłożem a śladem. Najlepsze efekty ujawniania tym odczynnikiem uzyskano na tekturze, marmurze i szarej taśmie. Duża poprawa czytelności śladów nastąpiła po zastosowaniu AB na surowym drewnie, a umiarkowana dla odcisków pozostawionych na granicie. Zastosowanie AB na wapieniu nie dało pozytywnych efektów i jest to związane przede wszystkim z bardzo złą jakością śladów krwawych wynikającą z chropowatości podłoża. Złe efekty ujawniania śladów krwawych na lakierowanym drewnie i dermie związane były z uszkodzeniami podłoża spowodowanymi działaniem metanolu używanego do utrwalania śladów.

Cyjanoakrylan nie może być wykorzystywany do ujawniania i kontrastowania krwawych śladów daktyloskopijnych na podłożach uwzględnionych w niniejszych badaniach, gdyż nie tylko nie poprawia znacząco ich czytelności, ale wręcz w wielu przypadkach ją redukuje.

ABTS największą skuteczność wykazał na surowym drewnie i tekturze oraz na najslabiej wysycanych krwią śladach pozostawionych na marmurze i granicie. Na pozostałych podłożach nie udało się uzyskać pozytywnych rezultatów. Zasadniczo środek ten lepiej działa na powierzchniach porowatych. Przy ujawnianiu ABTS bardzo istotne jest dokładne utrwalenie śladu, w przeciwnym wypadku następuje jego zniszczenie. Substancja ta nie powoduje zabrudzenia tła; przy dużej ilości krwi ujawniony ślad ma barwę brunatną, przy niskim jej stężeniu – zieloną.

Zastosowanie środków kontrastujących na wybranych podłożach dało najlepsze efekty w przypadku śladów charakteryzujących się miernym oraz słabym stopniem wysycenia krwią. Ślady obficie wysycone pozostawały nieczytelne zarówno przed, jak i po kontrastowaniu.

W przypadku wszystkich stosowanych w prezentowanych badaniach odczynników nie udało się uzyskać jakiegokolwiek poprawy jakości śladów pozostawionych na tkaninie, wapieniu, dermie i skórze naturalnej.

Nie zaobserwowano wyraźnych korelacji między warunkami przechowywania śladów krwawych a efektami ich wzmacniania. Kontrastowanie śladów 21-dniowych testowanymi metodami dało nieznacznie lepsze efekty niż śladów 3-dniowych.

Na rycinach 1–8 przedstawiono najbardziej spektakularne efekty uzyskane w trakcie badań.

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań wysnuto następujące wnioski:

1. Spośród przebadanych środków kontrastujących najbardziej efektywnym, a zarazem uniwersalnym środkiem, okazała się czerń amidowa. Dobre rezultaty osiągnięto przy jej zastosowaniu do wzmacniania śladów krwawych na tekturze, surowym drewnie, taśmie samoprzylepnej, marmurze oraz granicie.
2. Wybrane do badań środki kontrastujące (czerń amidowa, czerwień węgierska, ninhydryna, klej cyjanoakrylowy, ABTS) nie przynoszą poprawy czytelności

śladów krwawych pozostawionych na skórze naturalnej, płótnie, dermie oraz skale wapiennej.

3. Zastosowanie badanych środków kontrastujących do ujawniania śladów mierne oraz słabo wysyconych krwią, w przeciwieństwie do śladów o wysokim stopniu wysycenia, daje możliwość poprawy ich czytelności.
4. Wydłużenie okresu przechowywania śladów krwawych do kilku tygodni nie pogarsza skuteczności metod kontrastujących, a w niektórych przypadkach może przynieść lepsze efekty.
5. Przechowywanie śladów krwawych w zakresie temperatur 10–25°C oraz przy wilgotności powietrza 20–90% nie wpływa negatywnie na możliwość ich wzmocnienia zastosowanymi w badaniach metodami.