

Joanna Dąbrowska
starszy specjalista w Zakładzie Biologii CLKP
Emilia Szablowska-Gnap,
specjalista w Zakładzie Biologii CLKP
podinsp. Maria Walczuk
p.o. kierownik w Zakładzie Biologii CLKP

Podstawowe zagadnienia teoretyczne z analizy mechanizmu powstawania plam krwawych

Ślady biologiczne w postaci krwi są najczęściej zabezpieczanymi na miejscu zdarzenia śladami w przypadku przestępstw przeciwko życiu i zdrowiu (np. zabójstw, po-bić, bójek z użyciem niebezpiecznego narzędzia). W cza-sach dynamicznego rozwoju badań genetycznych, które obecnie są powszechnie wykorzystywane również w kry-minalistyce, identyfikacja tego, od kogo pochodzi ujawnio-na na miejscu zdarzenia krew, w większości przypadków nie przysparza problemów. Zdarzają się jednak sprawy, w których samo ustalenie na podstawie badań genetycz-nych, od kogo pochodzi krew zabezpieczona podczas oględzin, jest niewystarczające do zrekonstruowania oko-liczności zdarzenia. Dopiero dokładna analiza wyników badań genetycznych połączona z analizą mechanizmu powstawania plam krwawych przeprowadzoną na podsta-wie m.in. zgromadzonej podczas oględzin dokumentacji może dostarczyć organom ścigania niezwykle cennych informacji procesowych. Właściwa interpretacja mecha-nizmu powstawania plam krwi okazuje się nieoceniona w przypadkach konieczności weryfikacji różnych wersji zdarzeń, a także w sprawach, w których kwestionowana jest przyczyna śmierci (zabójstwo czy samobójstwo).

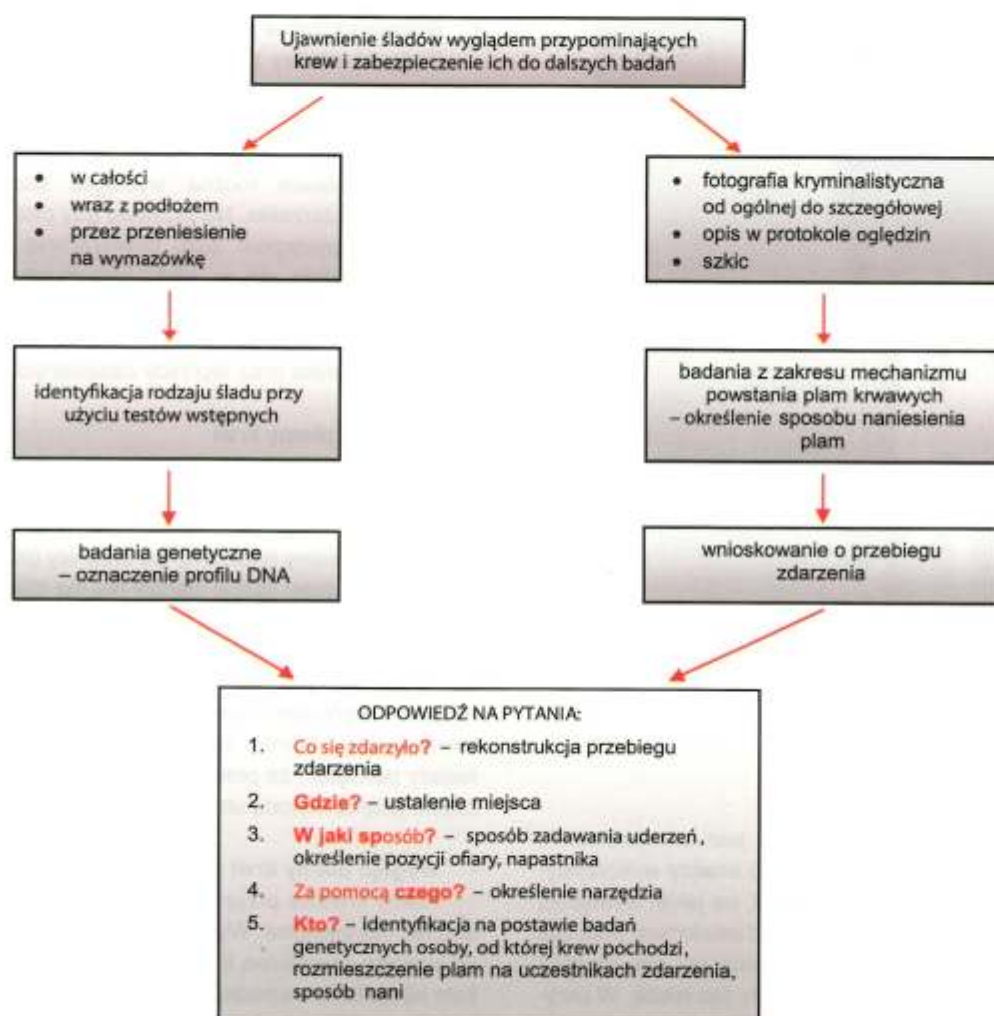
Już w latach 1220–1235 prawo germańskie w Sachse-spiegel nakazywało konieczność udowodnienia swojej nie-winności w przypadku, gdy przestępca został przyłapany na tzw. gorącym uczynku bądź znaleziono dowody jego winy w postaci krwi ujawnionej np. na powierzchni jego rąk. Ba-dania naukowe prowadzone w krajach europejskich w dzie-dzinie analizy plam krwawych (*bloodstain analysis pattern – BPA*) jako jednej z dyscyplin medycyny sądowej rozpoczęły się na początku XIX w. Przykładem pierwszego zastoso-wania w śledztwie analizy plam krwi była sprawa prowa-dzona przez szeryfa Davida J. Cooka dotycząca brutalnego morderstwa czterech włoskich muzyków, które miało miej-sce w Denver (Colorado) 21 października 1875 r. Podczas śledztwa David J. Cook przeprowadził analizę porównawczą śladów krwi z miejsca zdarzenia z plamami ujawnionymi na odzieży podejrzanych zatrzymanych kilka dni po zdarzeniu. W rezultacie przyznali się oni do zbrodni, co potwierdziło wysuniętą na wstępie śledztwa teorię szeryfa [1].

Za jednego z prekursorów w analizie mechanizmu po-wstawania plam krwawych uważa się dr. Edwarda Piotrow-skiego, asystenta w Zakładzie Medycyny Sądowej w Kra-kowie, którego opublikowana w 1895 r. w Wiedniu praca *Über Entstehung, Form, Richtung und Ausbreitung der Blutspuren nach Hieb- und Stichwunden des Kopfes* poświęcona była w całości analizie śladów krwawych. Zaslugi dr. Piotrow-skiego do dzisiaj cieszą się wielkim uznaniem wśród wielu specjalistów w dziedzinie BPA. Poza olbrzymią wiedzą miał on również wieloletnie doświadczenie praktyczne, a swoje eksperymenty ukazujące dynamikę krwi przeprowadzał z niebywałą dokładnością, wyobraźnią i wnikliwością [3].

W obecnych czasach analiza mechanizmu powstawa-nia śladów krwawych jest dziedziną kryminalistyki dobrze rozwinietą w wielu krajach europejskich, m.in. w Niem-czech, Francji, Anglii, Hiszpanii, Portugalii i Danii, a także w USA, Kanadzie i Australii. Przedstawiciele tych państw są członkami stowarzyszenia International Association of Bloodstain Pattern Analysts (IABPA), które zajmuje się m.in. promowaniem BPA, standaryzacją technik wykorzy-stywanych w analizie, wspieraniem edukacji i rozwojem badań w tym zakresie oraz informowaniem o najnowszych metodach, odkryciach i postępach w tej dziedzinie.

W Polsce, w związku z niewielką liczbą ekspertów ma-jących doświadczenie praktyczne w analizie mechanizmu powstawania śladów krwawych, badania z tego zakresu przeprowadzane są stosunkowo rzadko. W większości przypadków ślady biologiczne w postaci krwi ujawnionej na miejscu zdarzenia czy na odzieży podejrzanych wyko-rzystywane są jedynie do badań genetycznych. Tymcza-sem analiza takich śladów może dostarczyć wielu innych cennych informacji ułatwiających znalezienie ich związku z przestępstwem m.in. przez ustalenie pozycji i ruchów ofiary/napastnika w trakcie ataku i po nim, określenie dro-gi ucieczki sprawcy, liczby zadanych uderzeń, typów uży-tych narzędzi, a także usytuowania źródła krwi. W wielu przypadkach może posłużyć również do weryfikacji oso-bowych źródeł dowodowych (ryc. 1).

Analiza plam krwawych opiera się na wiedzy multidy-scyplinarnej z zakresu biologii, chemii, matematyki i fizyki.



Ryc. 1. Schemat wykorzystania do badań kryminalistycznych śladów krwawych zabezpieczonych podczas oględzin miejsca zdarzenia, dowodów rzeczowych i osób.

Fig. 1. Application of scene of crime bloodstains in forensic examinations – scheme

Źródło (ryc. 1–27): autorzy

Pod względem fizykochemicznym krew jest zawiesiną, czyli mieszaniną cieczy oraz ciał stałych (elementy komórkowe), ale swoimi właściwościami przypomina raczej emulsję [3]. Kropla krwi ma postać płynną o napięciu powierzchniowym 5-krotnie większym niż kropla wody, co sprawia, że po oderwaniu od źródła przyjmuje kształt kuli (ryc. 2), w przeciwieństwie do kropli wody, której kształt wyglądem przypomina łzę.

Wnioskowanie o mechanizmie powstania plam krwawych, możliwe jest dzięki znajomości zachowania się krwi w określonych warunkach.

Ślady krwi wykorzystywane do analizy mechanizmu ich powstania już na etapie oględzin muszą być prawidłowo zabezpieczone zarówno pod względem technicznym, jak i procesowym. Podczas oględzin miejsca zdarzenia należy uwzględnić: liczbę plam krwawych, ich lokalizację w przestrzeni, opisać rozmieszczenie plam względem

siebie, a także określić ich wielkość, wygląd oraz rodzaj podłoża, na którym zostały ujawnione. Można wyliczyć również kąt padania krwi oraz określić umiejscowienie źródła krwi na płaszczyźnie i w przestrzeni.

Na każdym etapie oględzin należy wykonać fotografię kryminalistyczną z zachowaniem określonego porządku, rozpoczynając od zdjęć orientacyjnych, przez zdjęcia sytuacyjne, fragmentaryczne, zdjęcia przedmiotów, kończąc na makrofotografiach konkretnych śladów.

• Liczba plam

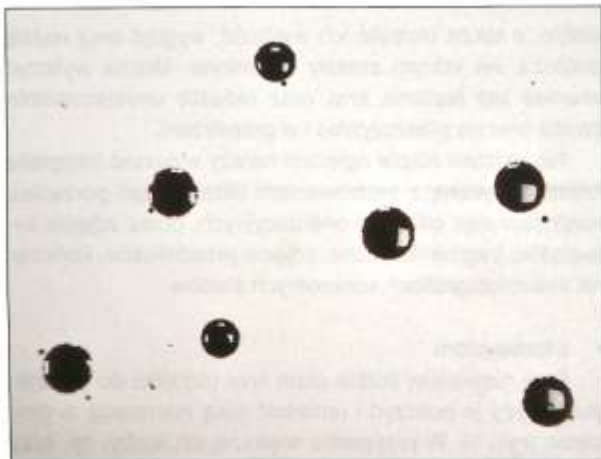
Przy niewielkiej liczbie plam krwi (od kilku do kilkunastu) należy je policzyć i umieścić taką informację w protokole (ryc. 3). W przypadku większej ich liczby, np. przy plamach występujących w dużych skupiskach, można ją oszacować w przybliżeniu, używając w protokole sformułowań typu: kilkadziesiąt lub kilkaset (ryc. 4).



Ryc. 2. Swobodnie spadająca kropla krwi
Fig. 2. Free fall of blood drop

• Lokalizacja plam

Z punktu widzenia BPA istotne jest umiejscowienie plam krwi w badanej przestrzeni. Do analizy wykorzystywane jest zarówno pole powierzchni, na jakiej występują ślady, jak i ich oddalenie, nie tylko od ustalonych podczas oględzin stałych płaszczyzn odniesienia, ale również od podłogi, sufitu, ściany bocznej czy też mebli. W przypadku pojedynczych plam krwi podaje się lokalizację każdej plamy, natomiast w przypadku plam występujących w skupiskach należy najpierw określić obszar, na którym one występują, a następnie umiejscowić go w badanej przestrzeni.



Ryc. 3. Przykład niewielkiej liczby plam krwi
Fig. 3. Example of small number of bloodstains

• Rozmieszczenie plam krwi względem siebie

Podczas analizy położenia plam krwi względem siebie bierze się pod uwagę m.in. to, czy są to plamy pojedyncze na oddalonych od siebie powierzchniach, czy układają się liniowo, czy też występują w skupiskach. Na tej podstawie można wyciągać istotne wnioski o przebiegu zdarzenia. Na przykład gdy plamy krwi obejmują swym zasięgiem dużą powierzchnię, mają różne kształty, układają się w wielu kierunkach, a wielkość poszczególnych plam nie jest duża, może to świadczyć o mocy zadawanych uderzeń, zmieniającej się pozycji ofiary i napastnika oraz technice zadawanych ciosów.

• Wielkość plamy krwi

Wielkość plamy krwi podaje się przez obliczenie, w zależności od jej kształtu, pola powierzchni, na jakiej występuje (plamy nieregularne), podanie wymiarów – długości i szerokości (plamy podłużne) lub średnicy (plamy okrągłe) (ryc. 5). Przy dużej liczbie śladów nie ma obowiązku zbierania danych dla każdego z nich oddzielnie. W takich przypadkach typuje się plamy największe i najmniejsze z każdej opisywanej grupy i one poddawane są dalszej analizie. Poza szczegółowym opisem w protokole oględzin ślady krwi zawsze powinny być fotografowane ze skalówką. Należy pamiętać, że prawidłowo wykonana fotografia jest często jedyną metodą utrwalenia ich wielkości i wyglądu.

• Wygląd plamy krwi (kształt, nawarstwienie)

Plamy krwawe przyjmują różne kształty: okrągłe, podłużne, nieregularne. Wygląd plamy krwi uzależniony jest od szeregu czynników, tj. wysokości, z jakiej pada kropla, kąta jej padania na podłoże, wielkości źródła krwi, a także rodzaju podłoża.



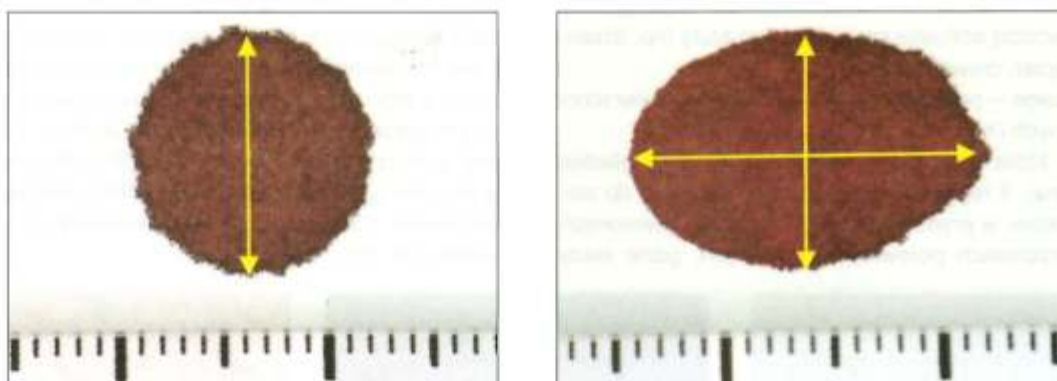
Ryc. 4. Przykład trudnej do oszacowania liczby plam krwi
Fig. 4. Example of number of bloodstains difficult to estimate

W zależności od wysokości, z jakiej spadła kropla (ryc. 6) oraz wielkości źródła krwi, plama przyjmuje kształt okrągły o równych brzegach, stanowi plamę z widocznymi wypustkami bądź plamę satelitarną (plama krwi z licznymi drobnymi rozpryskami) [5].

Wygląd plamy uzależniony jest także od kąta jej padania na podłoże. Jeżeli kropla krwi pada prostopadłe do powierzchni (kąt padania = 90°), wówczas plama przyjmuje kształt okrągły. Jeżeli kąt padania się zmniejsza

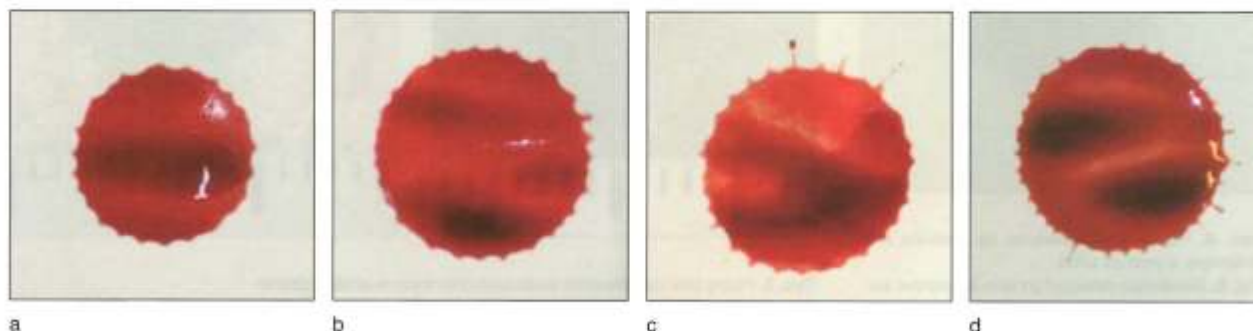
(< 90°) plama przybiera kształt elipsy lub zdeformowanego wzdłuż osi pionowej koła z wyraźną wypustką, która wskazuje kierunek, w jakim przemieszczało się źródło krwi względem podłoża (ryc. 7) [5].

Ślady krwi mogą być także odwzorowaniem różnych przedmiotów czy też części ciała, które mają istotny wpływ na ich wygląd. W zależności od okoliczności zdarzenia podczas oględzin spotyka się również ślady krwi w postaci kałuż bądź ścieków.

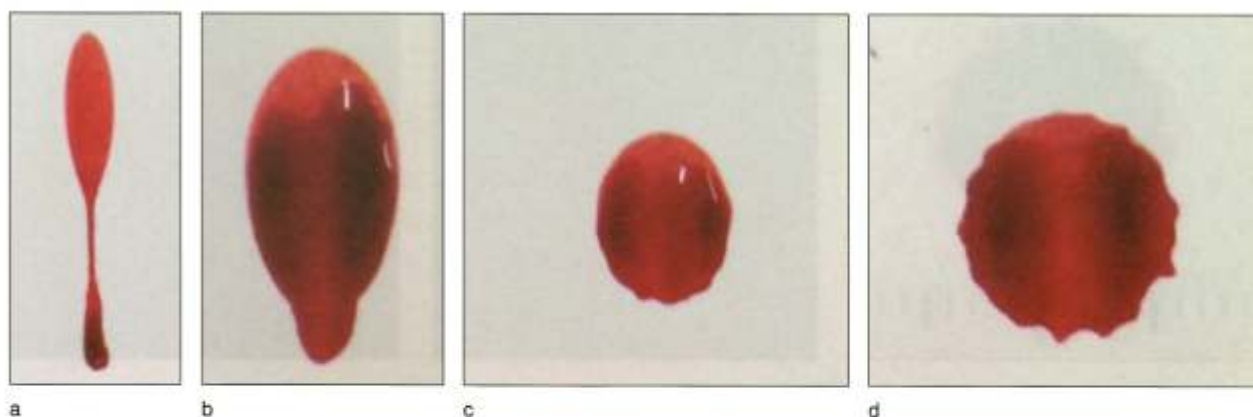


Ryc. 5. Sposób wymiarowania plam krwi w zależności od ich kształtu

Fig. 5. Way the measurements of bloodstains are taken depending on their shape



Ryc. 6. Kształt plam krwi na podłożu papierowym spadających pod kątem 90° z różnych wysokości, tj. od lewej: 50 cm (a), 100 cm (b), 150 cm (c) i 200 cm (d)
Fig. 6. Shape of bloodstains falling on sheet of paper at 90° angle and from different heights: (from left) 50, 100, 150 and 200 cm [5]



Ryc. 7. Kształt plam krwi spadających z wysokości 20 cm w zależności od kąta padania, tj. 10° (a), 50° (b), 70° (c), 90° (d)
Figs. 7. Shape of bloodstains falling from 100 cm height depending on falling angle: 10° (a), 50° (b), 70° (c), 90° (d)

• Rodzaj podłoża

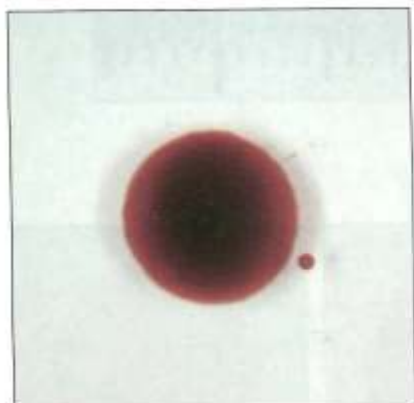
W trakcie analizy mechanizmu powstania śladów krwawych bardzo istotny jest również rodzaj podłoża, na którym zostały one ujawnione. W zależności od zachowania się krwi w nie wnikającej, podłoża można podzielić na trzy grupy:

- podłoża niechłonne** – na których krew pozostaje na powierzchni bez możliwości wniknięcia w głąb struktury (np. szkło, metale, tworzywa sztuczne) (ryc. 8).
- podłoża chłonne** – powierzchnie charakteryzujące się możliwością wnikania krwi w głąb struktury (np. dzianina, papier, drewno) (ryc. 9)
- mieszane** – powierzchnie mające cechy powierzchni chłonnych i niechłonnych (ryc. 10)

Krew, która pada na powierzchnie twarde i gładkie (niechłonne), z reguły pozostawia ślady podobne do siebie nawzajem, w przeciwieństwie do śladów ujawnionych na powierzchniach porowatych, chłonnych, gdzie ślady

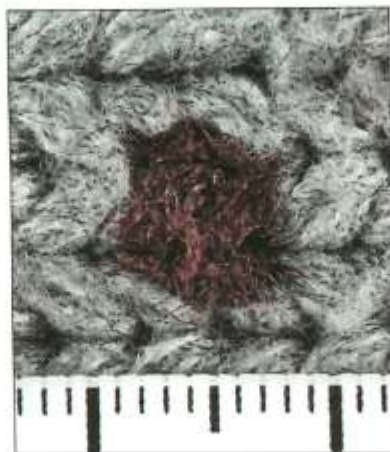
krwi, pomimo podobnego mechanizmu naniesienia, mogą różnić się od siebie wyglądem. Ponadto podłoża porowate i chłonne w większości przypadków maskują cechy identyfikacyjne plam krwi, co niekiedy utrudnia bądź wręcz uniemożliwia dokonanie analizy ich powstania.

Określenie wyglądu śladów krwi jest utrudnione, gdy plamy znajdują się na podłożu chłonnym o ciemnym kolorze, co maskuje ich rzeczywisty kształt i wielkość. Wbrew pozorom kolor powierzchni, na której występują ślady, czasami może być jednak zaletą, ponieważ sprawcy, nie dostrzegając plam krwi na ciemnym tle, nie będą starali się ich usuwać. W praktyce w celu ujawnienia śladów krwi na tego typu podłożach wykorzystywane są metody pozwalające na ich uwidocznienie. Jednym z rozwiązań jest wykorzystanie podczerwieni (IR). Wykonanie fotografii przy użyciu odpowiedniego filtra umożliwia zwizualizowanie i utrwalenie plam krwi niewidocznych gołym okiem (ryc. 11).



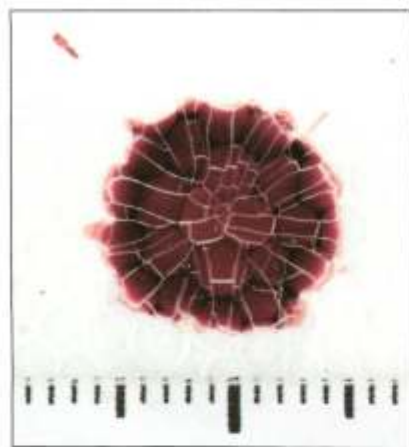
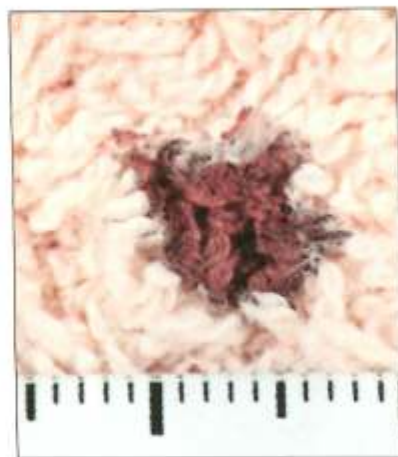
Ryc. 8. Plama krwi ujawniona na podłożu niechłonnym w postaci szkła

Fig. 8. Bloodstain detected on non-absorptive surface (glass)



Ryc. 9. Plamy krwi ujawnione na podłożach chłonnych w postaci dzianin

Figs. 9. Bloodstains detected on absorptive background (textile)



Ryc. 10. Plamy krwi ujawnione na podłożu mieszanym w postaci styropianu

Fig. 10. Bloodstains detected on mixed background (polystyrene foam)



Ryc. 11. Wykorzystanie IR do wykrywania słabo widocznych lub niemożliwych do zobaczenia śladów krwi przed zastosowaniem IR (a) i po zastosowaniu IR (b)

Fig. 11. Application of IR (photos a priori and a posteriori) for detecting poorly visible or non-visible bloodstains

Zdarzają się również sytuacje, gdy na miejscu zdarzenia ślady krwi są zacierane lub zmywane. Do ujawniania tego typu śladów wykorzystywane są odczynniki chemiczne, które reagują z substancjami zawartymi we krwi, umożliwiając ujawnienie nawet minimalnych jej ilości. Jednym z najczęściej używanych odczynników do wizualizacji tego rodzaju śladów krwawych jest roztwór luminolu, który po raz pierwszy został wykorzystany przez WALTERA SPECHTA w 1937 r. i od tego czasu używany jest przez specjalistów z dziedziny kryminalistyki i medycyny sądowej. Zastosowanie tej metody jest bardzo proste, ponieważ wymaga jedynie spryskania luminolem powierzchni poddawanych oględzinom. Luminol, w połączeniu z hemoglobina krwi, wykazuje właściwości chemiluminescencyjne, emitując światło o długości fali 441–452 nm, widoczne w zaciemnieniu (ryc. 12). Głównymi wadami tej metody są stosunkowo krótki czas przydatności do użycia przygotowanego roztworu luminolu oraz krótkotrwały proces chemiluminescencji (ok. 30 sekund). W związku

z powyższym odczynnik należy przygotować tuż przed planowanymi oględzinami, a utrwalenie obrazu wykonać, przy odpowiednich ustawieniach parametrów aparatu fotograficznego, w jak najkrótszym czasie od momentu spryskania powierzchni.

Obecność chemiluminescencji można dokumentować z wykorzystaniem aparatu cyfrowego przy ustawieniach ekspozycji: czas naświetlania $t = 15$ sekund, przesłona $F = 2,0$, czułość matrycy $ISO = 400$. Na rynku dostępne są również gotowe zestawy do ujawniania zacieranych bądź zmywanych śladów krwi, np. *Bluestar®*, który jest łatwiejszy w przygotowaniu i nie różni się znacząco właściwościami od tradycyjnego luminolu.

Podłoże nie jest jedynym czynnikiem uniemożliwiającym bądź ograniczającym możliwości określenia wyglądu śladów krwi. Podobne trudności można napotkać, gdy analizowane plamy krwi nakładają się wzajemnie na siebie (ryc. 13), a także w przypadku starych śladów krwi, których wygląd ulega zmianie wraz z upływem czasu (ryc. 14).



a



b

Ryc. 12. Zastosowanie luminolu do wykrywania śladów krwi – przed użyciem (a) i po użyciu (b)
Fig. 12. Application of luminol (photos a priori (a) and a posteriori (b) for detecting bloodstains



Ryc. 13. Przykład nakładania się na siebie śladów krwawych
Fig. 13. Example of overlaid bloodstains
Źródło: autorzy



Ryc. 14. Przykładowy wygląd wysuszonej plamy krwi
Fig. 14. Example of dried bloodstain
Źródło: autorzy

• Kąt padania krwi

Kropla krwi znajdująca się w powietrzu przybiera kształt kuli. Jej wygląd zmienia się, gdy zderzy się z powierzchnią. W zależności od kąta padania krwi plamy przyjmują kształty od okrągłego, przez elipsę, po podłużny. Kąt padania krwi możemy obliczyć, korzystając z prostego wzoru (ryc. 15):

$$\text{Kąt padania} = \arcsin \frac{\text{szerokość}}{\text{długość}},$$

w których $\arcsin$ – funkcja odwrotna do funkcji trygonometrycznej sinus.

Jeżeli plamy występują w skupiskach (grupach), na podstawie ich kształtu możemy ustalić usytuowanie źródła krwi na płaszczyźnie lub w przestrzeni.

W praktyce do tego celu można wykorzystać dwie metody polegające na wyznaczeniu tzw. obszaru zetknięcia i/lub źródła krwi:

I Obszar zetknięcia – analiza usytuowania źródła krwi na płaszczyźnie

Wyznaczając obszar zetknięcia, bierze się pod uwagę kierunek padania kropli krwi przez uwzględnienie jej długości i szerokości. Analizę wykonuje się, wyznaczając linie pomocnicze wzdłuż minimum 5 plam. Miejsce, w którym wyznaczone linie się zbiegają, stanowi obszar zetknięcia (ryc. 16).

Metodę wyznaczania obszaru zetknięcia stosuje się najczęściej na ścianach lub innych powierzchniach prostopadłych do podłogi (np. meblach). Czasem technikę tę stosuje się również w przypadku śladów znajdujących się na podłodze. Metoda ta umożliwia ekspertowi odpowiedź na pytanie, skąd rozchodziła się krew, a więc pośrednio wskazuje z dużym prawdopodobieństwem pozycję ofiary (stojąca, leżąca, siedząca itp.). Wielkość błędu w tego rodzaju technice jest rzędu kilku do kilkunastu centymetrów, co jest dopuszczalne przy rekonstrukcji przebiegu zdarzenia.

II Źródło krwi – analiza usytuowania źródła krwi w przestrzeni pozwala określić z dużym prawdopodobieństwem, z którego miejsca w przestrzeni krew „wytrysnęła”. Aby je oszacować, potrzebne jest wyznaczenie obszaru zetknięcia oraz wyznaczenie na podstawie kształtu plamy (znając jej długość i szerokość) kąta padania krwi.

Biorąc pod uwagę powyższe parametry, można obliczyć przybliżone źródło krwi w przestrzeni (ryc. 17). To strefa znajdująca się nad obszarem zetknięcia oddalona od powierzchni o dystans obliczony na podstawie obliczeń trygonometrycznych przy zastosowaniu wzoru:

$$H = \tan \alpha \times D$$

W którym: H – wysokość (przybliżone źródło krwi); $\tan \alpha$ – kąt padania; D – odległość od obszaru zetknięcia [2].

Przedstawione w niniejszym opracowaniu parametry uwzględniane podczas analizy śladów krwawych pozwalają na ich sklasyfikowanie do określonych grup wydzielonych na podstawie mechanizmu powstania. W literaturze fachowej można spotkać wiele różnych podziałów plam krwi. Wielu autorów zajmujących się mechanizmem powstawania plam krwawych przedstawia własne kryteria klasyfikacji.

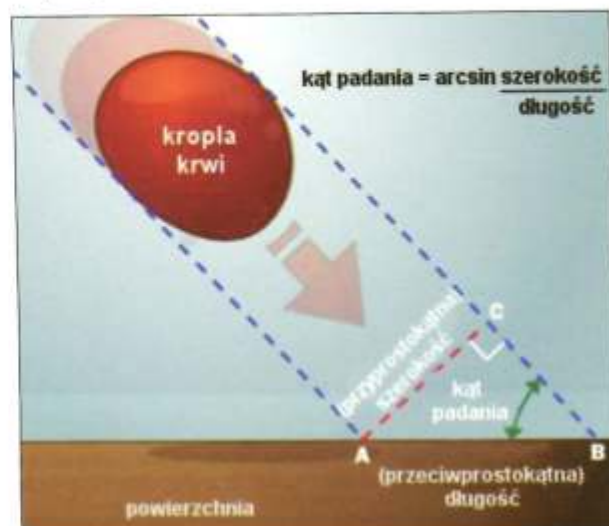
Według Józefa Radzickiego [6] plamy krwi ze względu na mechanizm ich powstania można podzielić na trzy grupy.

Pierwszą stanowią ślady będące bezpośrednim następstwem wynaczynienia krwi, do których należą:

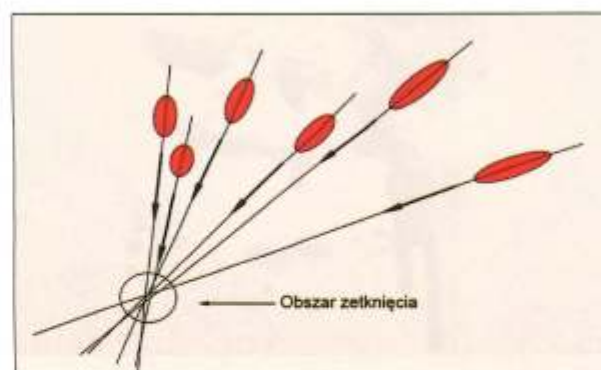
a) Krople krwi powstające, gdy krew odrywa się od źródła i spada na powierzchnię.

W zależności:

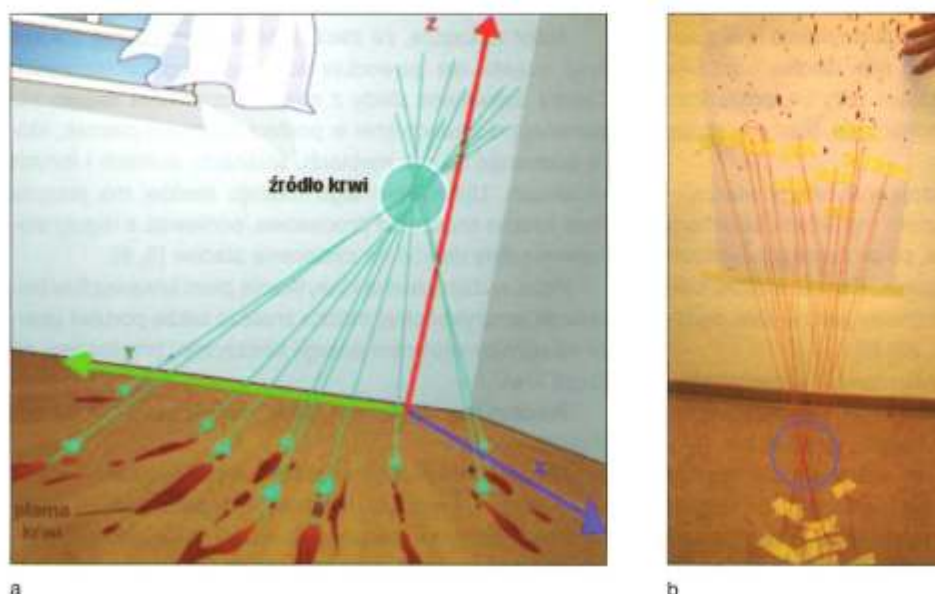
- czy źródło krwi jest w ruchu, czy nie
 - czy krew pada na płaszczyznę poziomą, czy pod kątem
 - z jakiej wysokości krew pada na podłoże
- plamy krwi przyjmują różne kształty.



Ryc. 15. Zachowanie się kropli krwi spadającej na powierzchnię
Fig. 15. Behaviour of blood drop falling on a surface and bloodstain appearance depending on angle (Internet)



Ryc. 16. Obszar zetknięcia przedstawiony na schemacie
Figs. 16. Contact area presented on scheme



Ryc. 17. Przybliżone źródło krwi w przestrzeni na schemacie (a) i w obrazie rzeczywistym
Fig. 17. Approximate blood source in room space scheme (a) and real-time

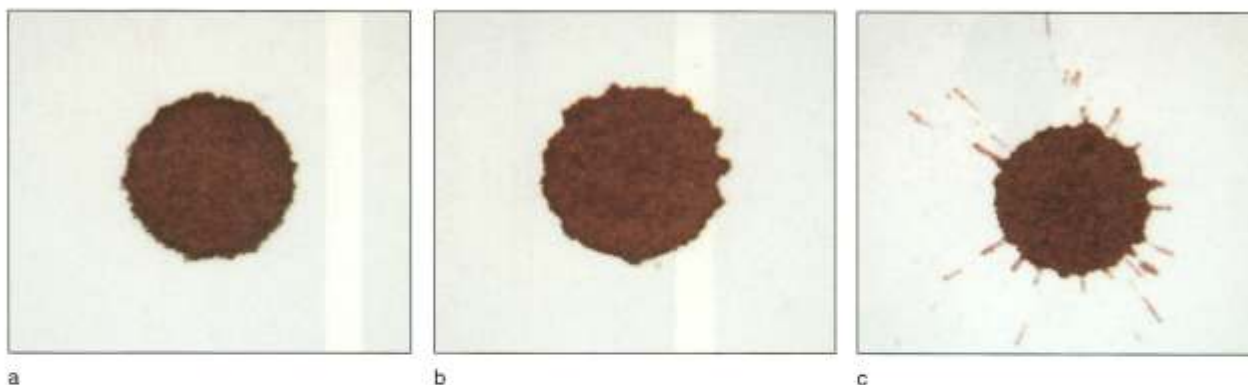
W przypadku gdy kropla krwi spada z wysokości < 20 cm plama przyjmuje kształt okrągły o równych brzegach, bez widocznych wypustek. Niewielkie wypustki obserwuje się w przypadku kropli spadającej z większej wysokości (tj. od 25 do 75 cm). Wraz ze wzrostem wysokości (> 100 cm) wypustki stają się wyraźniejsze, a plama kształtem przypomina koronę (ryc. 18). Kropla krwi spadająca z wysokości > 200 cm zwykle powoduje powstawanie, obok kropli głównej, pojedynczych drobnych rozprysków (ryc. 19) [6].

b) Wytryski krwi powstające w następstwie tryskania krwi pod znacznym ciśnieniem z uszkodzonych naczyń tętniczych. Ich kształt jest uzależniony od tego, czy krew pada na powierzchnię poziomą, czy pionową. Na powierzchni pionowej, w zależności od kąta padania, plamy krwi są mniej lub bardziej wydłużone i przyjmują kształt wypustek, wykrzywników, przecinków lub kołb zwróconych cieńszym końcem w kierunku wytrysku, który jednocześnie wskazuje kierunek, w którym krew tryskała (ryc. 20) [6].

c) Strumykowate ślady krwi powstające w następstwie ociekania krwi pod wpływem działania siły ciężkości. Plamy tego rodzaju pozostawiają ślad w postaci linii lub strumyków wykazujących od dołu zgrubienie powstające wskutek nawarstwienia się spływającej krwi. Długość takich śladów uzależniona jest od temperatury otoczenia oraz od rodzaju podłoża (ryc. 21) [6].

d) Strugi i kałuże krwi tworzą się na poziomych niechłonnych powierzchniach, gdy np. obficie krwawiąca zraniona osoba nie przemieszcza się względem podłoża przez dłuższy czas (ryc. 22). Z kałuży krwi powstałej na nachylonych pod małym kątem powierzchniach mogą się tworzyć strugi [6].

Drugą grupę stanowią ślady krwi powstałe pod wpływem działania różnych przedmiotów. Tego rodzaju ślady, w przeciwieństwie do wyżej opisanych, stanowią pośrednie następstwo wynaczynienia krwi. Mogą one powstawać przy powtarzających się uderzeniach tępym narzędziem



Ryc. 18. Kształt plamy krwi spadającej z różnych wysokości – 20 cm (a), 50 cm (b), 200 cm (c)
Fig. 18. Shape of bloodstain falling from different height – 20 cm (a), 50 cm (b), 200 cm (c)

w miejsca zakrwawione lub na skutek ociekania krwi z zakrwawionych przedmiotów. Wśród tych śladów wyróżnia się też tzw. ślady wtórne powstające przy bezpośrednim kontakcie z zakrwawionymi przedmiotami. Ślady tej grupy autor dzieli na:

a) Rozpryski krwi, które powstają w wyniku powtarzających się uderzeń tępym narzędziem (np. kijem, obuchem, siekiery) w zakrwawione miejsca, po co najmniej dwukrotnym uderzeniu uczestnika zdarzenia. Kształt śladów krwi pochodzących z rozprysku uzależniony jest od kąta padania na gładką powierzchnię (ryc. 23) [6].

b) Ślady pochodzące z zakrwawionych przedmiotów, których kształt uzależniony jest od tego, czy przedmioty, z których ściekała krew, były w ruchu, czy też nie (ryc. 24). Według autora, analizując ten rodzaj śladów, należy zachować szczególną ostrożność, ponieważ ich wygląd często jest zbliżony do śladów powstałych z krwi powoli wypływającej z uszkodzonych naczyń [6].

Do tej grupy śladów zaliczane są również tzw. ślady wtórne, które powstają na skutek kontaktu zakrwawionej powierzchni (np. narzędzia, ciała) z inną powierzchnią (ryc. 25) [6].

Trzecią grupę stanowią ślady powstałe wskutek zacierania lub usuwania plam krwi.

Analiza takich śladów jest skomplikowana ze względu na trudności w dostrzeżeniu ich cech charakterystycznych (ryc. 26).

Według autora najczęściej spotykanymi sposobami zacierania i usuwania śladów krwi są:

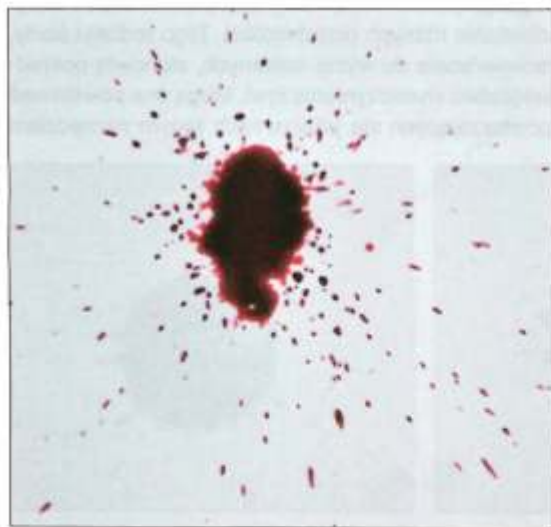
- zmywanie śladów krwi za pomocą wody i detergentów,
- usuwanie śladów krwi przy użyciu środków chemicznych, np. wybielaczy,
- pokrycie powierzchni, na której znajdują się ślady krwi, farbą,
- zeszkrobывanie plam krwi,
- palenie przedmiotów, na których obecne są ślady krwi.

Autor wskazuje, że zacieranie bądź usuwanie śladów krwi często nie powoduje ich zupełnego zniszczenia. Osoby usuwające ślady z miejsca zdarzenia często zapominają o śladach krwi w postaci drobnych plamek, które pozostają np. na meblach, ścianach, sufitach i innych obiektach. Ujawnienie tego rodzaju śladów ma jeszcze inne istotne znaczenie procesowe, ponieważ z reguły stanowi niezbitą dowód na zacieranie śladów [3, 6].

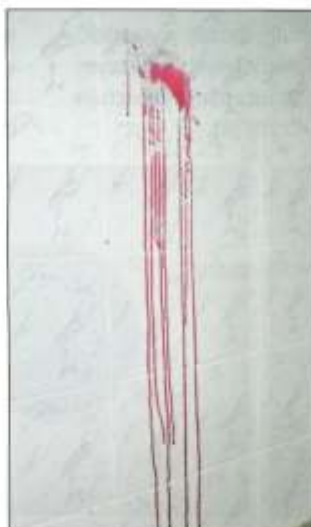
Poza wyżej opisaną klasyfikacją plam krwawych w literaturze amerykańskiej można znaleźć także podział oparty na różnicy wielkości energii kinetycznej przyłożonej do kropli krwi.

Według tego kryterium ślady krwi dzielone są na powstające przy:

1. Niskiej prędkości (*low velocity impact spatter* – LVIS) – około 1,5 m/s lub mniejszej. Powstałe przy tej prędkości plamy są stosunkowo duże i mają średnicę równą bądź większą niż 3 mm [4, 7]. Do śladów tych możemy zaliczyć:
 - skapnięcia – swobodnie spadające krople krwi tworzone na skutek działania siły grawitacji,
 - ślady ściekania, spływania – ściekanie i spływanie krwi po powierzchni pionowej lub poziomej – zmiana kształtu i kierunku śladu spowodowana jest siłą grawitacji lub ruchem obiektu,
 - kałuże krwi – ślady krwawe powstające przy stałym i nieruchomym w pewnym okresie źródle krwi.
2. Średniej prędkości (*medium velocity impact spatter* – MVIS) – około 1,5–7,5 m/s. Najczęściej średnica takich plam zawiera się w przedziale od 1 do 3 mm [4, 7]. Do śladów tych zalicza się:
 - ślady powstające przy uderzeniach narzędziem (np. młotkiem, cegłą),
 - ślady powstałe na skutek uszkodzenia ciała (np. pchnięcie nożem).



Ryc. 19. Kształt plamy krwi spadającej z wysokości > 200 cm
Fig. 19. Shape of bloodstain falling from height of more than 200 cm



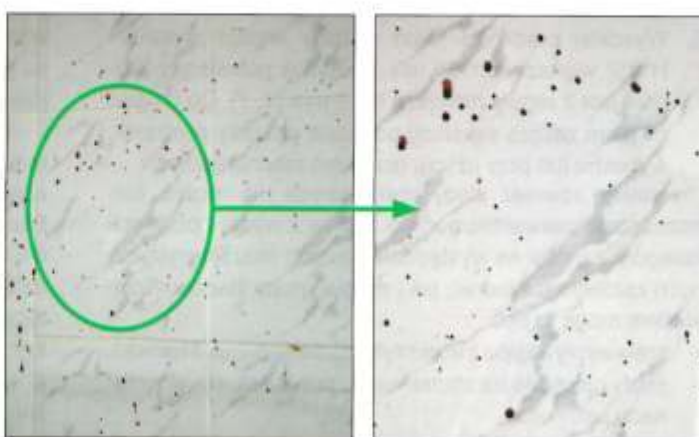
Ryc. 20. Przykład wytrysku krwi
Fig. 20. Blood gush – example



Ryc. 21. Strumykowate ślady krwi
Fig. 21. Streamlet-like bloodstain



Ryc. 22. Kałuża krwi
Fig. 22. Blood pool



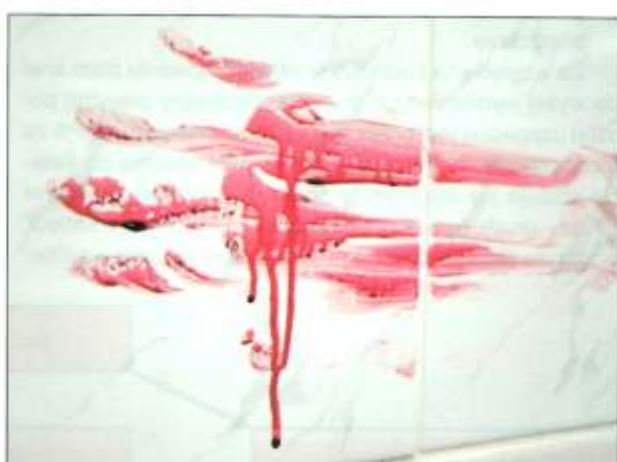
Ryc. 23. Rozpryski krwi
Fig. 23. Blood spatter



Ryc. 24. Krew ociekająca z narzędzia – noża
Fig. 24. Blood dripping from knife



Ryc. 25. Wtórne ślady krwi
Fig. 25. Secondary bloodstains



Ryc. 26. Zmywane ślady krwi
Figs. 26. Washed out bloodstains



3. Wysokiej prędkości (*high velocity impact spatter* – HVIS) większej niż 30 m/s. Średnica powstałych śladów jest z reguły mniejsza niż 1 mm [4, 7]. Do tej grupy plam zalicza się ślady powstałe np. przy postrzale, wybuchu lub przy użyciu urządzeń mechanicznych.

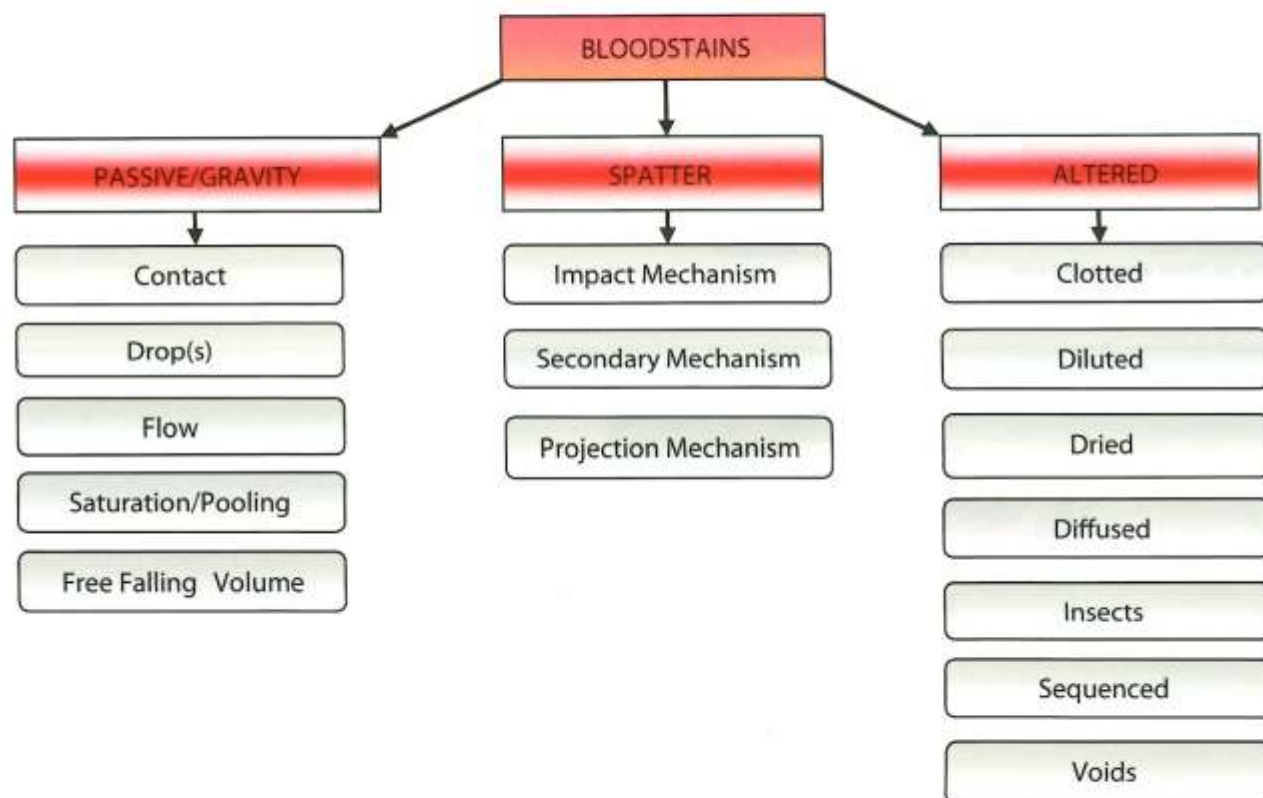
Istnieją również ślady krwi, których nie można jednoznacznie zakwalifikować do żadnej z wyżej opisanych kategorii z uwagi na występowanie cech charakterystycznych zarówno dla jednej, jak i drugiej grupy śladów. Przykładem mogą tu być:

- krew wypływająca z większym ciśnieniem (np. z tętnicy),
- ślady powstałe na skutek ruchu powietrza, np. przy ranach ust, nosa,
- rozmazy, czyli ślady powstające, gdy przedmiot porusza się przez istniejące plamy, usuwając je lub w inny sposób zmieniając wygląd śladu,
- ślady powstające jako odwzorowanie przedmiotu
- przeniesienie krwi ze źródła na niezaplaminą powierzchnię.

Ze względu na trudności w zaklasyfikowaniu plam krwi do wyżej wymienionych grup przedstawiony powyżej podział uznawany jest przez specjalistów z dziedziny BPA za niedoskonały. W związku z powyższym obecnie na świecie stosuje się klasyfikację opartą na podziale plam krwi na trzy grupy (ryc. 27) [3]. Polska jest jednym z krajów, w którym prowadzone są prace mające na celu zunifiko-

wanie stosowanej terminologii do aktualnie obowiązującej na świecie oraz opracowanie odpowiedników nazw rodzajów plam krwi w języku polskim.

Dynamiczny rozwój dziedziny BPA, jak również potrzeba stworzenia ujednoliconej terminologii w tym zakresie przyczyniły się do tego, że w 2002 r. Federalne Biuro Śledcze (FBI) powołało Naukową Grupę Roboczą ds. Analizy Śladów Krwawych (Scientific Working Group on Bloodstain Pattern Analysis – SWGSTAIN). Zadaniem tej grupy są m.in. edukacja i szkolenia w zakresie analizy śladów krwawych, rozwój badań w dziedzinie BPA, a także standaryzacja terminologii i definicji w tym zakresie [3]. Dobrym przykładem potwierdzającym konieczność usystematyzowania terminologii w zakresie BPA jest Polska, gdzie dziedzina ta jest stosunkowo słabo rozwinięta. Powoduje to, że opis plam jest często subiektywną oceną osób zabezpieczających ślady krwawe, a stosowane przez nich terminy mogą wprowadzać w błąd biegłego dokonującego rekonstrukcji przebiegu zdarzenia. Ponadto brak jednolitej terminologii w nazewnictwie tego rodzaju śladów stanowi poważny problem w przypadku wydawanych ekspertyz, ponieważ sformułowania używane przez biegłych z tej dziedziny mogą się od siebie różnić i przez to budzić wątpliwości. W związku z powyższym istnieje potrzeba ciągłego rozwoju tej dziedziny i dążenia do zunifikowania terminologii analizy śladów krwawych.



Ryc. 27. Schemat aktualnie obowiązującej na świecie klasyfikacji plam krwi
Fig. 27. Scheme of bloodstain pattern classification used worldwide

BIBLIOGRAFIA

1. T. Bevel, *Bloodstain Pattern Analysis in Homicide Cold Case Investigations*, CRC Press, London, 2006.
2. T. Bevel, R.M. Gardner, *Bloodstain Pattern Analysis with an Introduction to Crime Scene Reconstruction*, CRC Press, second edition, London, 2002.
3. S.H. James, P.E. Kish, T.P. Sutton, *Principles of Bloodstain Pattern Analysis*, CRC Taylor & Francis Group, London, 2005.
4. S.H. James, W.G. Eckert, *Interpretation of Bloodstain Evidence at Crime Scenes*, CRC Press, second edition, London, 1998.
5. C. Knock, M. Davison, *Predicting the Position of the Source of Blood Stains for Angled Impacts*, *Journal of Forensic Science*, 2007.
6. J. Radzicki, *Ślady krwi w praktyce śledczej*, Wydawnictwo Zakładu Kryminalistyki Komendy Głównej MO, Warszawa, 1960.
7. T.P. Sutton, *Blood Spatter Analysis*, National College of District Attorneys, United States of America, 1996.

Streszczenie

Ślady krwawe mogą niewątpliwie stanowić cenne źródło w procesie odtworzenia przebiegu zdarzenia, dlatego też już na etapie oględzin należy je prawidłowo zabezpieczyć, zarówno pod względem procesowym, jak i technicznym. Niezwykle ważny jest nie tylko dokładny opis w protokole oględzin, ale też prawidłowo wykonana fotografia kryminalistyczna. W przypadku osób biorących udział w oględzinach wyjątkowo przydatna okazuje się również znajomość podstawowych zagadnień mechanizmu powstawania plam krwawych, ponieważ wiedza ta może ułatwiać im prawidłowe typowanie i zabezpieczanie plam krwawych oraz planowanie dalszych czynności procesowych. Badania biologiczne są z reguły badaniami niszczącymi, dlatego też prawidłowe udokumentowanie badanych śladów ważne jest również na etapie oceny przydatności śladów do badań. W związku z tym przed pobraniem próbek do badań genetycznych należy szczegółowo opisać badane ślady w opinii, aby na każdym etapie prowadzonego postępowania ekspert mógł, w zależności od potrzeby, wrócić do tych śladów i podjąć próbę odtworzenia mechanizmu ich powstania. Podczas analizy mechanizmu powstania śladów

krwawych rozpatruje się jednocześnie szereg określonych parametrów, które pozwalają na rekonstrukcję przebiegu zdarzenia. W związku z powyższym biegły z dziedziny BPA poza doświadczeniem praktycznym, powinien wykazywać się niezwykłą dokładnością, wyobraźnią i wnikliwością.

Słowa kluczowe: *Bloodstain Pattern Analysis (BPA), International Association of Bloodstain Pattern Analysts (IABPA), Scientific Working Group on Bloodstain Pattern Analysis (SWGSTAIN), mechanizm powstawania śladów krwawych, obszar zetknięcia, źródło krwi, krople krwi, wytryski krwi, strumykowate ślady krwi, strugi i kałuże krwi, rozpryski krwi, wtórne ślady krwi, low velocity impact spatter (LVIS), medium velocity impact spatter (MVIS), high velocity impact spatter (HVIS).*

Summary

Without a doubt, bloodstains constitute a valuable evidence in the process of reconstruction of course of events, and therefore they need to be adequately secured as early as at the stage of scene examination. The description in examination report is of prime importance along with the correctly performed photographic documentation. Scene of crime examiners should be aware of basic mechanisms providing for formation of bloodstains, as this can prove useful in the selection and collection of bloodstains as well as in planning further investigation. As a rule, biological examinations are non-destructive and therefore adequate documentation of examined traces is also important at the stage of evaluation of trace examination suitability. With that in mind, before the samples are taken for DNA analysis, bloodstains should be precisely described in the expert statement so that the expert could, at any stage should the need arise, come back to these traces to attempt reconstructing the mechanism of their formation. During the analysis of bloodstain formation mechanism, several parameters are considered simultaneously, which allow for the reconstruction of course of events. Hence, the BPA examiner, in addition to practical experience, should be also able to demonstrate exceptional meticulousness, imagination and accuracy.

Keywords: *Bloodstain Pattern Analysis (BPA), International Association of Bloodstain Pattern Analysts (IABPA), Scientific Working Group on Bloodstain Pattern Analysis (SWGSTAIN), bloodstain formation mechanism, contact area, blood source, blood drops, blood gushes, streamlet-like bloodstains, streams and pools of blood, blood spatters, secondary bloodstains, low velocity impact spatter (LVIS), medium velocity impact spatter (MVIS), high velocity impact spatter (HVIS).*