

Katarzyna Pająk, Rafał Wierchosławski

Profilowanie genetyczne śladów daktyloskopijnych – problem wtórnego transferu materiału biologicznego

Wstęp

Istnieje szereg metod wykorzystywanych w identyfikacji osobniczej. W celu ustalenia tożsamości człowieka eksperci posługują się analizą cech indywidualnych, czyli takich, w których wystąpienie określonego wariantu jest charakterystyczne dla danej osoby lub pozwala znacznie zawęzić grono poszukiwanych. Może temu posłużyć np. analiza uzębienia, czerwieni wargowej, charakteru pisma, odcisku małżowiny usznej, odcisków linii papilarnych oraz profili DNA jądrowego i mitochondrialnego [1]. Jednakże obecnie w praktyce kryminalistycznej jedynie analiza daktyloskopijna oraz analiza DNA znajdują powszechne zastosowanie, co wynika między innymi z dostępności krajowych oraz międzynarodowych baz danych ułatwiających przeprowadzenie identyfikacyjnych badań porównawczych.

Daktyloskopijna analiza odcisków linii papilarnych pozostawionych na miejscu zdarzenia jest jedną z metod identyfikacji osobniczej. W daktyloskopii wykorzystuje się fakt, iż skóra na wewnętrznej powierzchni dłoni i stóp ma charakterystyczny dla każdego człowieka układ bruzd, które wykształcają się około szóstego miesiąca życia płodowego i pozostają niezienne aż do pośmiertnego rozkładu tkanki [2]. Wewnętrzne powierzchnie palców i dłoni pokryte są wydzieliną z gruczołów potowych, jednak na skutek dotykania innych części ciała na linie papilarne przenoszona jest również wydzielina z gruczołów łojowych. Na miejscu zdarzenia ujawniane są więc odbitki linii papilarnych w postaci mieszaniny wydzielin zwanej substancją potowo-tłuszczową [1]. Analizę układów linii papilarnych można przeprowadzić zarówno z odcisków stóp (podoskopia), jak i dłoni (cheioskopia), przy czym druga z metod ma większe znaczenie praktyczne, co wynika z właściwości śladów zabezpieczanych na miejscach popełnienia przestępstwa, a także z charakteru danych zgromadzonych w automatycznych systemach do identyfikacji daktyloskopijnej (Automated Fingerprint Identification Systems – AFIS). Do bazy AFIS wprowadzane są zarówno ślady ujawnione na miejscu przestępstwa, jak i odbitki palców (opuszek) i dłoni N.N. zwłok oraz osób podejrzanych o popełnienie czynu zabronionego.

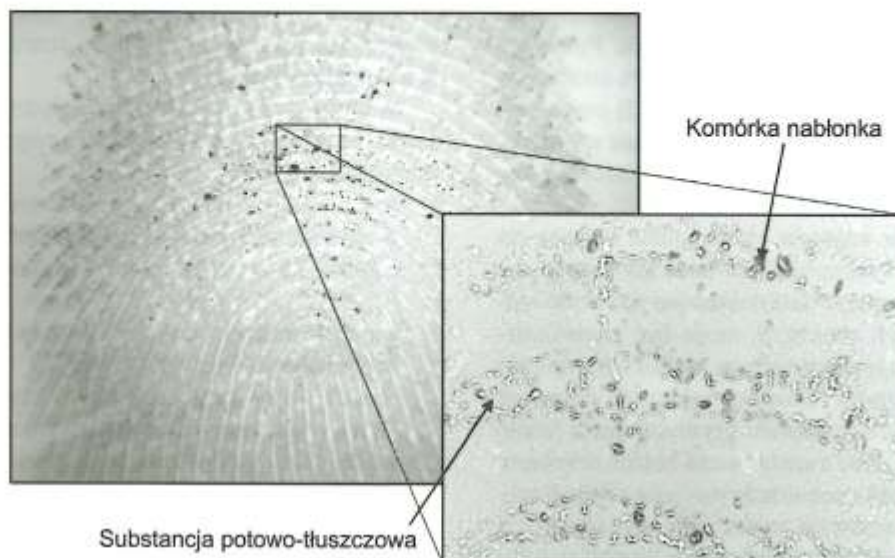
W warunkach laboratoryjnych ślady daktyloskopijne ujawniane są w specjalnych komorach za pomocą sub-

stancji chemicznych (stosowanych w zależności od podłoża, na jakim zostały pozostawione), takich jak DFO, ninhydryna i cyjanoakrylan.

W terenie, ze względu na brak odpowiednich warunków i możliwości, alternatywą dla komór daktyloskopijnych są proste i szybkie sposoby ujawniania śladów proszkami daktyloskopijnymi, nanoszonymi na badaną powierzchnię za pomocą pędzli lub aplikatorów magnetycznych. Wynikiem ich zastosowania jest natychmiastowe uwidocznienie istniejącego śladu w postaci zdeponowanej substancji potowo-tłuszczowej. Jednak aby wynik identyfikacji był wiarygodny, materiał dowodowy i materiał porównawczy muszą mieć określoną liczbę czytelnych i niebudzących wątpliwości cech wspólnych (tzw. minucji, czyli rozmieszczenia cech szczególnych układów linii papilarnych). W Polsce przyjmuje się, że minimum pozwalające na wiarygodną identyfikację to 12 identycznych minucji.

Tradycyjne źródła materiału genetycznego, takie jak krew czy nasienie, są stosunkowo rzadko ujawniane na miejscu zdarzenia. Wzrost świadomości sprawców skutkuje zmianą taktyki popełnianych przestępstw, a więc przykładaniem coraz większej wagi do zabezpieczania się przed pozostawianiem na miejscu zdarzenia śladów umożliwiających identyfikację. Dbałość ta przejawia się między innymi w stosowaniu odzieży ochronnej (np. rękawiczek) oraz w usuwaniu widocznych zabrudzeń w postaci plam krwi, nasienia czy odcisków linii papilarnych. W tym ostatnim przypadku zatarcie śladów dość skutecznie uniemożliwia identyfikację daktyloskopijną. Jednak oprócz indywidualnych wzorów układu substancji potowo-tłuszczowej, w odcisku linii papilarnych znajdują się również komórki nabłonka, a tym samym DNA (ryc. 1). Z uwagi na to odciski linii papilarnych jako ślady kryminalistyczne mają szczególną wagę, ponieważ umożliwiają zarówno identyfikację daktyloskopijną, jak i biologiczną.

Jeszcze do niedawna odbitki linii papilarnych nie były preferowanym przez ekspertów z zakresu badań DNA źródłem materiału genetycznego, w głównej mierze ze względu na niewystarczającą czułość metod analitycznych. Ogromny postęp w dziedzinie biologii molekularnej i genetyki, jaki dokonał się w przeciągu kilkunastu ostatnich lat, znacznie poszerzył możliwości wykorzystania śladów biologicznych jako materiału do identyfikacji osobniczej.



Ryc. 1. Obraz mikroskopowy odbitki linii papilarnych z widocznymi komórkami naskórka oraz substancją potowo-tłuszczową
Fig. 1. Friction ridges and epithelial cells of a fingerprint under optical microscope

Źródło (ryc. 1–6): autorzy

Dzięki zastosowaniu odpowiednich metod izolacji i powielania DNA za źródło informacji genetycznej mogą posłużyć nawet śladowe ilości DNA (*trace DNA*) pozostawione na przedmiotach codziennego użytku, ubraniach czy powierzchniach, takich jak drzwi i okna [3]. Szacuje się, iż w trakcie wykonywania codziennych czynności człowiek pozostawia na różnych powierzchniach ok. 4 000 000 swoich komórek, z czego znaczną część w trakcie dotknięcia tych powierzchni [4].

Pierwsze informacje mówiące o możliwości uzyskania profili genetycznych ze śladów daktyloskopijnych pojawiły się w połowie lat 90. ubiegłego wieku [5]. Profilowanie genetyczne polega w większości przypadków na analizie polimorfizmu loci mikrosatelitarnych (*Short Tandem Repeats – STR*). Są to krótkie, tandemowo powtórzone odcinki DNA, zlokalizowane głównie w regionach niekodujących genomu. U różnych ludzi zmienność loci mikrosatelitarnych (czyli liczba powtórzeń danego motywu) jest na tyle duża, że analiza zestawu już kilkunastu loci pozwala uzyskać profil DNA unikalny dla każdej osoby, z wyjątkiem bliźniąt jednojajowych.

Obecnie coraz liczniejsze laboratoria kryminalistyczne, do których zalicza się również Biuro Badań Kryminalistycznych ABW, dysponują aparaturą oraz metodologią umożliwiającą oznaczenie profilu DNA z ok. 10 komórek ludzkich. Odbitka linii papilarnych pojedynczego palca zawiera więc wystarczającą liczbę komórek do przeprowadzenia identyfikacji genetycznej, jeśli wziąć pod uwagę, iż szacowana zawartość DNA w śladzie daktyloskopijnym to ok. 0,04–2 ng DNA, co odpowiada ok. 5–300 komórkom [6]. Zmienność ta wynika z czynników zewnętrznych, takich jak struktura dotykanej powierzchni, czas i obszar

kontakty czy historia wcześniejszych kontaktów z tą powierzchnią, a także z biologicznych predyspozycji dawcy (*good shedder/ poor shedder*) [7].

Odciski linii papilarnych ujawnione na miejscu zdarzenia znajdują się więc w kręgu zainteresowania zarówno ekspertów daktyloskopii, jak i biologii. Z tego względu konieczne jest wypracowanie dobrej praktyki laboratoryjnej pozwalającej wykorzystać tego typu ślady na równi przez obie dziedziny kryminalistyki.

Dowiedziano, iż pozyskanie profilu genetycznego ze śladowych ilości DNA jest również możliwe w przypadku śladów, które zostały poddane wizualizacji metodami daktyloskopijnymi. D.E.O. van Hoofstat i współpracownicy [8] zbadali wpływ zastosowania 11 różnych proszków daktyloskopijnych na możliwość uzyskania profilu jądrowego DNA z odcisku palca. Stwierdzili, że w większości przypadków zastosowanie proszków jedynie w niewielkim stopniu wpływa na jakość uzyskiwanych profili. Podobne wnioski płyną również z eksperymentów przeprowadzonych przez Leemans i wsp. [9] czy Thamnurak i wsp. [10]. Wykazano również, że zastosowanie ninhydryny, cyjanoakrylanu czy DFO do wizualizacji odcisków nie wpływa na możliwość uzyskania profilu genetycznego [11, 12, 13].

Jednak w niektórych opracowaniach w uzyskanych profilach stwierdzono obecność pojedynczych dodatkowych alleli (*extra alleles*) [14] bezpośrednio wskazujących na możliwość zanieczyszczenia próbki [15].

Aby zbadać możliwość zanieczyszczenia śladów narzędziami wykorzystywanymi do opylania powierzchni, Proff i współpracownicy [16] przebadali 51 różnych pędzli daktyloskopijnych wykorzystywanych w praktyce kryminalistycznej, dostarczonych przez Federalną Policję

Kryminalną i Departament Policji w Kolonii. DNA izolowano z fragmentów włókien szklanych lub piór. Pełne lub częściowe profile genetyczne uzyskano z 86% analizowanych pędzli. R.A.H. van Oorschot i wsp. [17] przebadali również pięć pędzli daktyloskopijnych; z włosia wiewiórki, z trzech z nich uzyskali częściowe profile mikrosatelitów autosomalnych.

To spostrzeżenie sugeruje, iż narzędzia służące do ujawniania odbitek linii papilarnych, takie jak pędzle czy aplikatory, a także proszki daktyloskopijne rutynowo stosowane na miejscach zdarzenia, mogą być zanieczyszczone materiałem genetycznym w wyniku wystąpienia tzw. transferu wtórnego. Zjawisko wtórnego transferu polega na przeniesieniu materiału genetycznego z jednej powierzchni na inną. Taki transfer może zostać dokonany świadomie, np. podczas pobierania wycisku z powierzchni, jak również nieświadomie za pomocą najróżniejszych nośników. DNA może być przeniesione w wyniku dotknięcia kolejnych powierzchni, ale także opylania ich za pomocą pędzli daktyloskopijnych.

R.A.H. van Oorschot i współpracownicy [17], aby zbadać możliwość wtórnego transferu materiału genetycznego podczas opylania kolejnych śladów daktyloskopijnych, przeprowadzili następujący eksperyment: każdym z 37 pędzli opylano kolejno dwie sterylne plastikowe płytki (płytkę 1 i 2), następnie płytkę z naniesionym świeżym odciskiem palca (płytkę 3) i ponownie dwie sterylne płytki (płytkę 4 i 5). Izolację DNA prowadzono z pociętych fragmentów płytek eksperymentalnych. W przypadku pierwszych dwóch płytek uzyskano częściowe profile mikrosatelitarne z 97% płytek. Przy czym zaobserwowano następującą korelację: im dłuższy czas upłynął od ostatniego użycia pędzla, tym bardziej fragmentaryczny profil uzyskiwano. W przypadku płytek 4 i 5 uzyskiwano zarówno częściowe profile zgodne z profilem donora odcisku palca na płytce 3, jak i profile mieszane zawierające allele donora odcisku palca oraz allele zaobserwowane w profilach uzyskanych z płytek 1 i 2, czyli pochodzące z wcześniejszych zabiegów opylania proszkiem.

Kazus: analiza biologiczna ujawnionych śladów daktyloskopijnych

Materiał dowodowy

Do Biura Badań Kryminalistycznych ABW zwrócono się z prośbą o oznaczenie profilu DNA ze śladów ujawnionych na materiale dowodowym. Nadesłany materiał stanowiły:

- przedmiot o powierzchni papierowej – oznaczony dla potrzeb niniejszego artykułu jako „P”
- przedmiot oklejony przezroczystą taśmą samoprzylepną – oznaczony dla potrzeb niniejszego artykułu jako „T”.

Przedmioty P oraz T w trakcie ujawniania odbitek linii papilarnych na miejscu zdarzenia zostały opylone proszkiem daktyloskopijnym.

W wyniku przeprowadzonych oględzin do badań w kierunku oznaczenia profilu DNA jądrowego zakwalifikowano następujące próbki:

- trzy wycięte z powierzchni przedmiotu P fragmenty z ujawnionymi na miejscu zdarzenia pojedynczymi odbitkami linii papilarnych oznaczone jako próbki P1, P2 i P3
- końcowy fragment przezroczystej taśmy samoprzylepnej, w którą owinięty był przedmiot T, oznaczony jako próbka T1; na fragmencie taśmy stanowiącym próbkę T1 nie stwierdzono obecności widocznych śladów potowo-tłuszczowych, jednak ze względu na wcześniejsze doświadczenia prowadzących badania z podobnym materiałem podjęto próbę oznaczenia profilu DNA.

Izolację DNA przeprowadzono z zastosowaniem metody organicznej. Amplifikację 16 loci mikrosatelitarnych oraz fragmentu genu amelogeniny przeprowadzono z użyciem zestawu NGM SElect® (Applied Biosystems). Elektroforezę kapilarną prowadzono w sekwenatorze ABI Pism 3130 (Applied Biosystems), natomiast analizę elektroforetogramów w programie GeneMapper® ID-X (Applied Biosystems).

Wyniki analiz materiału dowodowego

W wyniku analiz dla wszystkich przebadanych próbek (P1, P2, P3 oraz T1) uzyskano częściowe profile mikrosatelitarne wskazujące na obecność DNA pochodzącego od co najmniej dwóch osób. Przykładowy elektroforegram uzyskany dla próbki P1 przedstawiono na rycinie 2. W trosce o przejrzystość przedstawiony został tylko jeden panel elektroforegramu.

Analiza materiału porównawczego

W związku ze stwierdzeniem obecności mieszanin DNA we wszystkich badanych próbkach podjęto decyzję o przeanalizowaniu pod kątem obecności DNA narzędzi, które posłużyły do ujawnienia śladów daktyloskopijnych na badanym materiale dowodowym w trakcie oględzin na miejscu zdarzenia. Analizowany materiał stanowiły:

- próbka czarnego proszku ferromagnetycznego (Stanimex) dla potrzeb niniejszego artykułu oznaczona jako Pr_{ref}1
- wymaz z pędzla z piór marabuta dla potrzeb niniejszego artykułu oznaczony jako próbka M_{ref}1.

W wyniku przeprowadzonych analiz w materiale porównawczym (Pr_{ref}1, M_{ref}1) stwierdzono obecność śladowych ilości ludzkiego DNA pochodzącego od dwóch lub większej liczby osób (ryc. 3).

Wyniki analizy porównawczej próbek materiału dowodowego oraz porównawczego

W celu stwierdzenia, czy obecność mieszanin DNA w materiale dowodowym może częściowo wynikać z zanieczyszczenia podczas procesu ujawniania śladów daktyloskopijnych, przeprowadzono analizę porównawczą alleli występujących w obu rodzajach próbek (materiał dowodowy i porównawczy). Badania wykazały, iż wszystkie allele stwierdzone na badanych narzędziach daktyloskopijnych (próbki porównawczych) wystąpiły również w próbkach materiału dowodowego, co wskazuje jednoznacznie na możliwość zanieczyszczenia materiału dowodowego podczas procesu ujawniania śladów daktyloskopijnych w wyniku wtórnego transferu (ryc. 4).

Badania laboratoryjne narzędzi daktyloskopijnych

Sprawdzono, czy ujawnione podczas analizy materiału dowodowego zjawisko wtórnego transferu materiału genetycznego może wystąpić również w przypadku zastosowania innych proszków daktyloskopijnych. W tym celu w Pracowni Badań Biologicznych ABW procesowi izolacji i amplifikacji DNA poddano wymazy z pędzla oraz

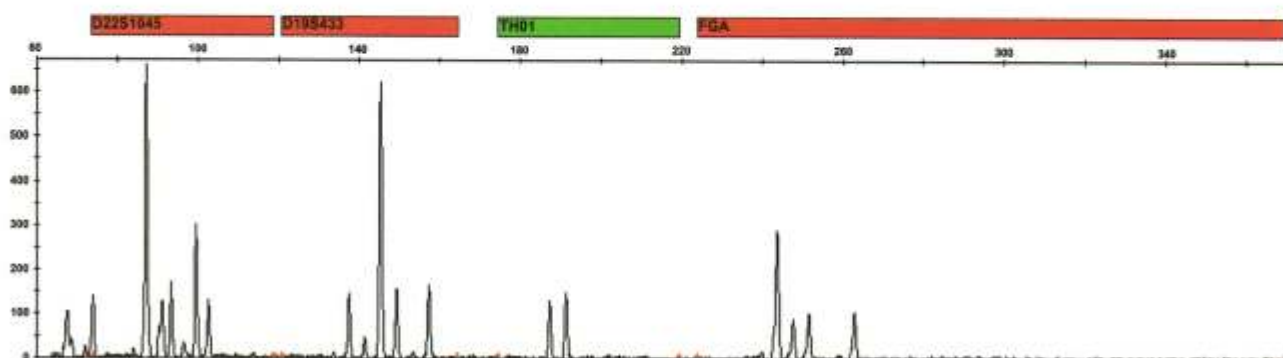
próbki proszków będących na wyposażeniu pracowni daktyloskopijnej.

Analizowany materiał stanowiły:

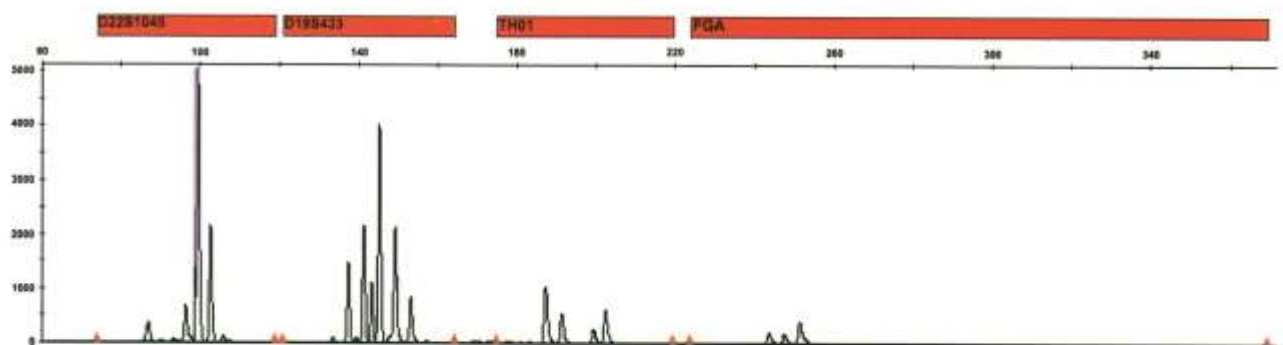
- próbka czarnego proszku ferromagnetycznego (Fingerprint Powder B-450, BVDA) dla potrzeb niniejszego artykułu oznaczona jako Pr_{lab}1
- próbka czarnego proszku bi-chromatycznego (BI-Chromatic, Stanimex) dla potrzeb niniejszego artykułu oznaczona jako Pr_{lab}2
- wymaz z pędzla z piór marabuta dla potrzeb niniejszego artykułu oznaczony jako próbka M_{lab}1.

W przypadku wszystkich przebadanych próbek uzyskano częściowe profile DNA wskazujące na zanieczyszczenie badanych przedmiotów materiałem genetycznym. Przykładowy profil uzyskany dla próbki Pr_{lab}1 przedstawiono na rycinie 5.

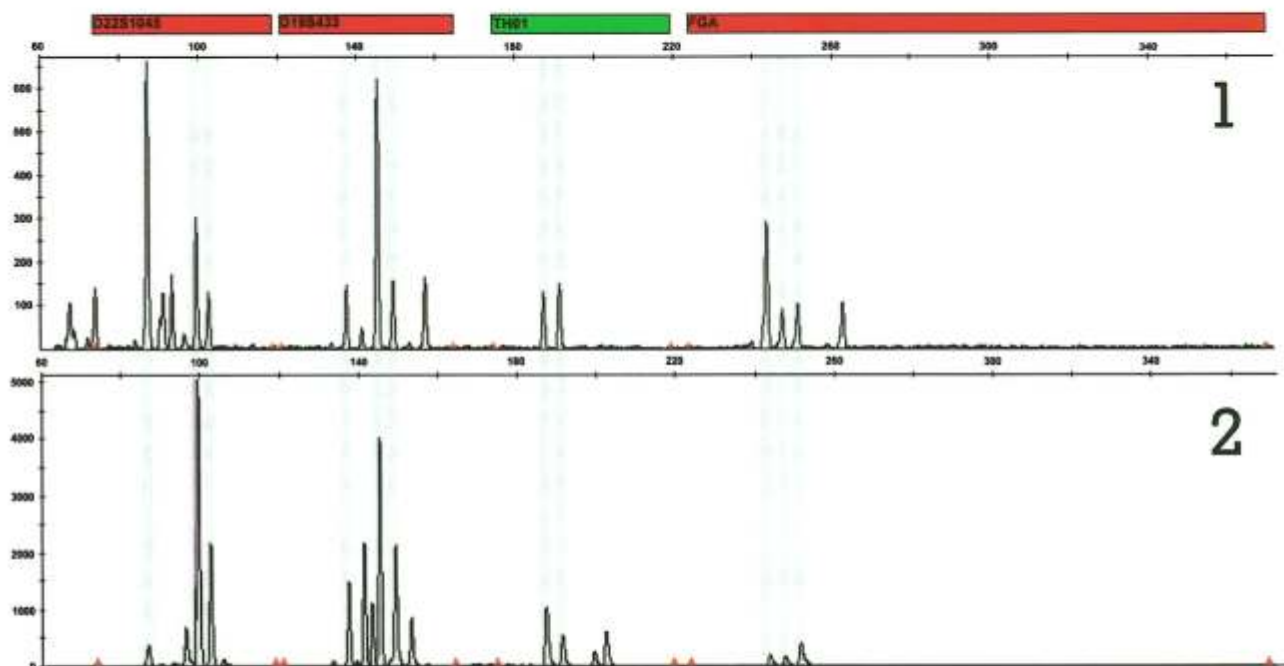
W celu potwierdzenia, iż zanieczyszczone proszki daktyloskopijne mogą stanowić źródło transferu wtórnego, przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych eksperyment polegający na oznaczeniu profilu DNA z odcisku palca zdeponowanego na sterylnej szklanej powierzchni i uwidocznionego przez opylenie zanieczyszczonym proszkiem daktyloskopijnym. Odcisk kciuka został zdeponowany na sterylnym szkiełku mikroskopowym przez przyciśnięcie przez 10 s. Do ujawnienia



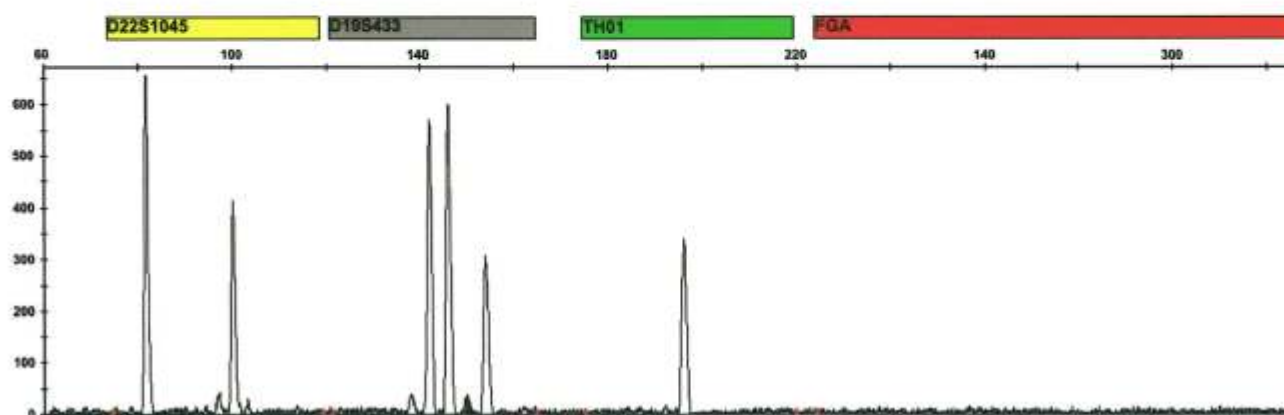
Ryc. 2. Elektrofogram przedstawiający profil genetyczny uzyskany z próbki P1
Fig. 2. A electrophoregram showing the genetic profile obtained from P1 sample



Ryc. 3. Elektrofogram przedstawiający profil genetyczny uzyskany z próbki M_{lab}1
Fig. 3. A electrophoregram showing the genetic profile obtained from M_{lab}1 sample



Ryc. 4. Porównanie profili uzyskanych z materiału dowodowego (1) oraz pędzla z piór marabuta (2). Kolorem szarym zaznaczono wspólne allele
 Fig. 4. Comparison of profiles obtained from evidence sample (1) and from swab from the marabou brush (2). Common alleles are marked in grey

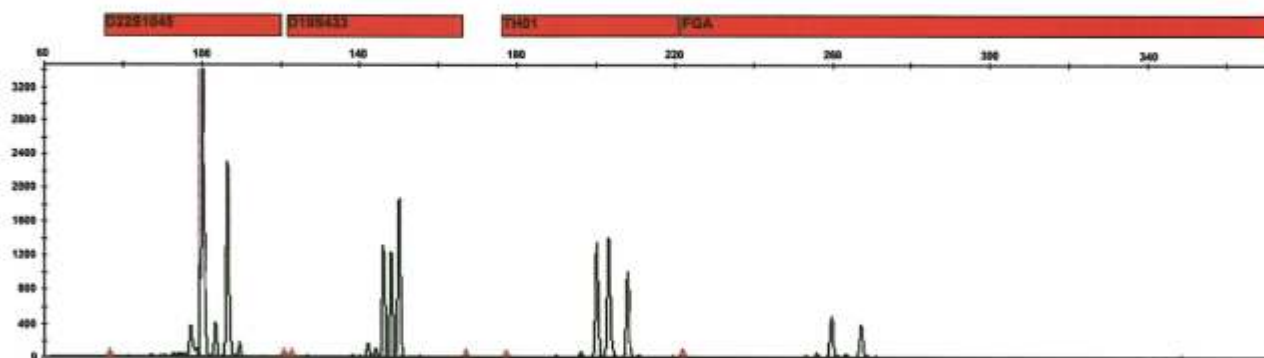


Ryc. 5. Elektroforegram przedstawiający profil genetyczny próbki proszku daktyloskopijnego Pr_{lab}_1
 Fig. 5. A electrophoregram showing the genetic profile obtained from a sample of dactyloscopic powder

nienia linii papilarnych użyto proszku Pr_{lab}_2 oraz pędzla z piór marabuta M_{lab}_1, w wypadku których potwierdzono uprzednio zanieczyszczenie obcym DNA. Po wizualizacji śladu pobrano go za pomocą pałeczki wymazowej, którą poddano następnie izolacji DNA. Uzyskany profil genetyczny wskazywał – podobnie jak w przypadku badań przeprowadzonych przez van Oorschot i wsp. [17] – na obecność w próbce DNA dawcy śladu oraz innego DNA, prawdopodobnie pochodzącego z zastosowanych narzędzi daktyloskopijnych, przeniesionego na ślad podczas jego ujawniania (ryc. 6).

W celu stwierdzenia, czy zanieczyszczenia materiałów daktyloskopijnych mają charakter trwały, podjęto próbę

dekontaminacji promieniowaniem ultrafioletowym. W tym celu zanieczyszczony proszek oraz pędzel poddano naświetlaniu promieniowaniem UV o natężeniu 99,99 J przez 60 min. Po zabiegu naświetlania pobrano próbkę proszku oraz wymaz z pędzla, które poddano analizom genetycznym – takim jak opisano wyżej. Analiza próbek poddanych sterylizacji ujawniła, iż zarówno proszek Pr_{lab}_2, jak i pędzel M_{lab}_1 były wolne od obecności DNA (w zakresie wykrywalnych ilości). Otrzymane wyniki wskazują, iż naświetlanie promieniowaniem UV może być z powodzeniem stosowane jak procedura sterylizacji narzędzi daktyloskopijnych przed ich użyciem w kompleksowych sprawach wymagających analiz daktyloskopijnych oraz biologicznych.



Ryc. 6. Elektroforegram przedstawiający profil genetyczny próbki z wymazu odbitek linii papilarnych
 Fig. 6. A electrophoregram showing the genetic profile obtained from a swab from a fingerprint

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wskazują, iż narzędzia daktyloskopijne standardowo stosowane do uwidaczniania śladów na badanych powierzchniach mogą zbierać i akumulować znajdujący się na nich materiał genetyczny, co prowadzi do powstania zanieczyszczeń. W trakcie kolejnych procesów ujawniania śladów DNA może być przeniesione na kolejne powierzchnie w wyniku transferu wtórnego, powodując zanieczyszczenia materiału dowodowego. Wtórny transfer materiału genetycznego jest zjawiskiem szczególnie niebezpiecznym w przypadku analizy śladowych ilości DNA, gdyż może wtedy łatwo prowadzić do błędnej interpretacji wyników. Ryzyko przedostania się materiału biologicznego na narzędzia daktyloskopijne znacznie wzrasta w przypadku opylania powierzchni zawierających zaschnięte ślady płynów ustrojowych, przy czym zagrożenie transferem zwiększa się proporcjonalnie do wzrostu wielkości badanej powierzchni.

Jednym z najgłośniejszych przypadków związanych właśnie ze zjawiskiem transferu wtórnego jest sprawa tzw. niemieckiego fantoma (*German Phantom*). Policja niemiecka powiązała ślady biologiczne zabezpieczone na miejscach popełnienia kilkudziesięciu przestępstw (w tym 14 morderstw) z profilem DNA tej samej kobiety – ochrzczonej przydomkiem „Fantom z Heilbronn”. Po ponad dwuletnich poszukiwaniach rzekomej sprawczyni przestępstw okazało się, iż materiał genetyczny należał do jednej z pracownic austriackiej fabryki zestawów wymazowych. Zestawy wykorzystywane przez policję do zabezpieczania śladów biologicznych na miejscu zdarzenia zanieczyszczano w wyniku nieprzestrzegania podstawowych zasad sterylnej produkcji. Zarówno przykład „niemieckiego fantoma”, jak i kazus opisany w niniejszym opracowaniu uwypuklają ogromną podatność materiałów zawierających śladowe ilości DNA na zanieczyszczenia obcym materiałem genetycznym.

Wzrost czułości metod analitycznych stawia więc nowe wyzwania zarówno przed producentami materiałów wykorzystywanych w kryminalistycznym laboratorium biologicznym, jak i przed ekspertami dokonującymi analiz ujawnio-

nych śladów. Jak wspomniano powyżej, specyfika odbitek linii papilarnych powoduje, iż są one poddawane analizie tak biologicznej, jak daktyloskopijnej. Z tego względu konieczne jest również wypracowanie zasad dobrej praktyki laboratoryjnej określających kolejność oraz sposób wykorzystania tego typu śladów przez obie dziedziny kryminalistyki. Niezbędne jest zachowanie szczególnych środków zapobiegających kontaminacji materiału dowodowego; eksperci winni skierować uwagę na unikanie sytuacji i zachowań, które mogą się przyczyniać do transferu wtórnego.

Szczególnie ważnym etapem są oględziny wstępne, w trakcie których eksperci za pomocą metod optycznych, bez wprowadzania jakichkolwiek zmian, zarówno w materiale, jak i w podłożu określają szansę ujawnienia śladów. Wydaje się zasadne, aby na tym etapie oględzin wykorzystywać nieinwazyjne metody detekcji śladów, takie jak wizualizacja wiązką światła. Zastosowanie takiego podejścia pozwala, w przypadku większej liczby ujawnionych odbitek linii papilarnych, część z nich przeznaczyć bezpośrednio do analizy daktyloskopijnej, natomiast pozostałe (np. z mniej czytelnym układem linii papilarnych) wykorzystać do badań genetycznych. W przypadku ujawniania śladów bezpośrednio na miejscu zdarzenia, kiedy konieczne jest zastosowanie w tym celu proszków daktyloskopijnych, należy zachować szczególną ostrożność. Proff i wsp. [16] sugerują każdorazową wymianę wykorzystywanych pędzli, van Oorschot i wsp. [17] proponują, aby każdy pędzel służył do uwidaczniania śladów tylko na jednym przedmiocie, po czym powinien zostać poddany procesowi sterylizacji. Przeprowadzony w Pracowni Badań Biologicznych eksperyment wskazuje, iż poddanie wykorzystywanych narzędzi i proszków daktyloskopijnych procesowi naświetlania promieniowaniem UV może stanowić skuteczną metodę sterylizacji.

Dopóki nie zostaną wprowadzone i rozpowszechnione odpowiednie procedury uwzględniające poruszone wyżej problemy związane z analizą DNA ze śladów poddanych procedurze wizualizacji metodami wykorzystującymi proszki daktyloskopijne, należy zawsze brać pod uwagę możliwość zanieczyszczenia materiału.

BIBLIOGRAFIA

1. Goc M., Moszczyński J.: Ślady kryminalistyczne. Ujawnianie, zabezpieczanie, wykorzystywanie, Centrum Doradztwa i Informacji Difin sp. z o.o., Warszawa 2007.
2. Moszczyński J.: Daktyloskopia. Zarys teorii i praktyki, Wydawnictwo Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego KGP, Warszawa 1997.
3. van Oorschot R.A.H., Ballantyne K.N., Mitchell R.J.: Forensic trace DNA: a review, *Investigative Genetics*, 2010, 1:14.
4. Wickenheiser R.A.: Trace DNA: A review, discussion of theory, and application of the transfer of trace quantities of DNA through skin contact, *Journal of Forensic Sciences* 2002, 47:442.
5. van Oorschot R.A.H., Jones M.J.: DNA fingerprints from fingerprints, *Nature* 1997, 387:767.
6. Allesandrini F., Cecati M., Pesaresi M., Turchi C., Carle F., Tagliabracci A.: Fingerprints as evidence for a genetic profile: Morphological study on fingerprints and analysis of exogenous and individual factors affecting DNA typing, *Journal of Forensic Sciences* 2003, 48(3):1.
7. van Oorschot R.A.H., Phelan D.G., Furlong S., Scarfo G.M., Holding N.L., Cummins N.L.: Are you collecting all the available DNA from touched objects? *International Congress Series* 2003, 1239:803.
8. van Hoofstat D.E.O., Deforce D.L.D., Hubert De Pauw I.P., van den Eeckhout E.G.: DNA typing of fingerprints using capillary electrophoresis: Effect of dactyloscopic powders, *Electrophoresis* 1999, 20:2870.
9. Leemans P., Vandepuit A., Vanderheyen N., Cassiman J.-J., Decorte R.: Evaluation of methodology for the isolation and analysis of LCN-DNA before and after dactyloscopic enhancement of fingerprints, *International Congress Series* 2006, 1288:583.
10. Thamnurak C., Bunakkharasawat W., Riengrojpitak S., Panvisavas N.: DNA typing from fluorescent powder dusted latent fingerprints, *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 2011, 3:e524.
11. Schulz M.M., Wehner H.-D., Reichert W., Graw M.: Ninhydrin-dyed latent fingerprints as a DNA source in a murder case, *Journal of Clinical Forensic Medicine* 2004, 11:202.
12. Gino S., Omedei M.: Effects of the most common methods for the enhancement of latent fingerprints on DNA extraction from forensic samples, *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 2011, 3:e273.
13. Bhoelai B., de Jong B.J., de Puit M., Sijen T.: Effect of common fingerprint detection techniques on subsequent STR profiling, *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 2011, 3:e429.
14. Balogh M.K., Burger K., Bender P.M., Schneider P.M., Alt K.W.: Fingerprints from fingerprints, *International Congress Series* 2003, 1239: 953.
15. Goray M., Eken E., Mitchell R.J., van Oorschot R.A.H.: Secondary DNA transfer of biological substances under varying test conditions, *Forensic Science International: Genetics* 2009, 4(2):67.
16. Proff C., Schmitt C., Schneider P.M., Foerster G., Rothschild M.A.: Experiments on the DNA contamination risk via latent fingerprint brushes, *International Congress Series* 2006, 1288: 601.
17. van Oorschot R.A.H., Treadwell S., Beaurepaire J., Holding N.I., Mitchell R.J.: Beware of the possibility of fingerprinting techniques transferring DNA, *Journal of Forensic Sciences* 2005, 50(6):1.

Streszczenie

Rozwój technik molekularnych umożliwił pozyskiwanie profili genetycznych ze śladowych ilości materiału biologicznego. Od połowy lat 90. coraz częściej podejmowane są próby namnażania DNA z odcisków palców. Dotychczasowe badania dowiodły, że wykorzystanie technik ujawniania śladów daktyloskopijnych nie wyklucza późniejszej analizy genetycznej. Coraz liczniejsze są jednak dowody na to, iż narzędzia stosowane do ujawniania śladów mogą akumulować materiał genetyczny i prowadzić do wtórnego transferu DNA, skutkującego zanieczyszczeniem materiału dowodowego. Konieczne wydaje się więc wprowadzenie procedur pozwalających zminimalizować ryzyko zanieczyszczenia śladu, tak aby metody identyfikacji daktyloskopijnej nie kolidowały z metodami identyfikacji genetycznej.

Słowa kluczowe: śladowe ilości DNA, wtórny transfer DNA, ślady daktyloskopijne, profilowanie DNA

Summary

The improvement of molecular biology techniques allowed the obtaining of genetic profiles from minute amounts of biological material. Since the mid-90s DNA typing of latent fingerprints became a common procedure in forensic casework. Numerous studies have shown that the fingerprint detection techniques do not preclude further genetic identification. However, there is a growing evidence that the tools used in the dactyloscopic visualization can accumulate genetic material and become a source of secondary DNA transfer, resulting in contamination of traces. Therefore, it seems necessary to develop procedures that minimize the risk of evidence contamination, so that the dactyloscopic methods do not interfere with genetic identification.

Keywords: trace DNA, secondary DNA transfer, latent fingerprints, DNA profiling