

Drodzy Czytelnicy!

Co pewien czas z różnych kręgów trafiają do mnie pytania dotyczące kierunków rozwoju medycyny sądowej, która – jak może się wydawać – została już poznana od A do Z. Dlaczego napisałem, że taki pogląd jest pozorny? Otóż o ile przyczyny zgonu ulegają jedynie niewielkim zmianom na przestrzeni lat, o tyle metody ich wykrywania podlegają nieustannej ewolucji. Ostatnio, m.in. za sprawą ekshumacji ofiar katastrofy smoleńskiej, coraz głośniej mówi się o potrzebie przeprowadzania pośmiertnych badań obrazowych i właśnie temu zagadnieniu poświęcamy dwa artykuły w tym numerze.

W pierwszym z nich podsumowujemy informacje dotyczące przeprowadzania diagnostyki opartej głównie na tomografii komputerowej, która dzięki medycynie sądowej przeżywa drugą młodość. Wartość tej metody jest nieoceniona podczas rekonstrukcji skomplikowanych obrażeń czy w przypadkach, kiedy otwarcie zwłok może bezpowrotnie zniszczyć materiał dowodowy. Ze szczegółami tych, jak i wielu innych zastosowań diagnostyki obrazowej mogą się Państwo zapoznać, sięgając do artykułu zatytułowanego „Sekcja zwłok bez skalpela”. O pośmiertnych badaniach obrazowych rozmawiamy również z dr. Krzysztofem Woźniakiem, adiunktem Katedry Medycyny Sądowej CM UJ, który od kilku lat tego rodzaju diagnostykę przeprowadza niemal rutynowo.

Drugi z naszych rozmówców, dr Antonio Alonso z madryckiego Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF), ekspert w zakresie identyfikacji osobniczej, a jednocześnie były dyrektor iberyjskiego oddziału ISFG, opowiada nam o procedurach związanych z identyfikacją ofiar katastrof masowych. Wskazuje m.in. na potrzebę zabezpieczenia wszystkich szczątków i konieczność wyboru doświadczonego zespołu badawczego, którego wiedza i umiejętności pozwolą w pełni wykorzystać możliwości analizy cennego, a przy tym bardzo delikatnego materiału pobranego od ofiar.

W rubryce „Ciekawe przypadki” wracamy do sprawy sprzed niemal 20 lat, która swój finał znalazła dopiero teraz. Do rozwiązania zagadki przyczyniły się nie tylko upór i wytrwałość prokuratora, ale również znaczący rozwój warsztatu genetyków, dzięki czemu bez większych trudności można było oznaczyć profil przestępcy ze śladowych ilości bardzo już zdegradowanego materiału dowodowego. Zachęcam do lektury wspomnianego tekstu kazuistycznego, który napawa optymizmem, niezbitcie dowodząc, że w obliczu sprawnie działających organów ścigania żaden przestępca nie może czuć się bezkarny. Nawet po upływie dwóch dekad.

Prof. dr hab. Tomasz Grzybowski

Kierownik Katedry Medycyny Sądowej
oraz Zakładu Genetyki Molekularnej i Sądowej
Collegium Medicum UMK

* Spis treści

3-6

NOWOŚCI W GENETYCE SĄDOWEJ

Gdzie genetyka sądowa przydać się może?

Gra w kolory

Rozkład rozłożony na czynniki pierwsze

Genetyka wyglądu

7-11

WYWIAD NUMERU

Mądrzy po szkodzie

Przy identyfikacji ofiar katastrof masowych należy stosować obiektywne metody naukowe, a nie opierać się na rozpoznawaniu ciała czy przedmiotów osobistych, potencjalnie należących do ofiary, przez członków jej rodziny lub inne osoby – uważa dr Antonio Alonso, ekspert z zakresu badań DNA w madryckim Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (Narodowy Instytut Toksykologii i Nauk Sądowych).

12-13

CIEKAWY PRZYPADKI

Zbrodnia i kara... po dwudziestu latach

Dzięki zastosowaniu najnowszych technik analizy DNA i skomplikowanych metod obliczeniowych zidentyfikowaliśmy sprawcę gwałtu i zabójstwa. Do zbrodni doszło przed 20 laty, zanim w laboratoriach zajmujących się analizą śladów biologicznych zaczęto stosować analizę DNA.

14-15

5 PYTAŃ DO...

Obraz wart tysiąca słów

O pożytkach wynikających z zapisu stanu zwłok w sposób przestrzenny rozmawiamy z dr. Krzysztofem Woźniakiem.

16-19

METODY BADAWCZE

Sekcja zwłok bez skalpela

Pośmiertne badanie obrazowe zwane wirtopsją jest ukoronowaniem wysiłków w dziedzinie stosowania tomografii komputerowej w medycynie sądowej. Nazwa metody pochodzi od określenia „wirtualna autopsja”, co oznacza sekcję zwłok bez ich naruszania.

WYDAWCA:
Zakład Genetyki Molekularnej i Sądowej
Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Collegium Medicum

REDAKTOR WYDANIA:
Urszula Rogalla

ZESPÓŁ REDAKCYJNY:
Tomasz Grzybowski, Marcin Woźniak,
Jarosław Bednarek, Joanna Gerc

Foto na okładce: Reuters/Forum
Zostały podjęte wszelkie środki, aby zawarte w publikacji informacje były dokładne i aktualne w dniu oddania do druku. Rozpowszechnianie materiałów redakcyjnych bez pisemnej zgody wydawcy jest zabronione.
Copyright © 2012 ZGMIS, wszelkie prawa zastrzeżone.

REDAKCJA, PROJEKT GRAFICZNY, PRODUKCJA:
Novimedia Sp. z o.o. (Novimedia jest częścią
Wydawnictwa Zwierciadło) www.novimedia.pl
Zespół – Dyrektor Zarządzający: Monika MACIĄG, Project
Manager: Piotr BARAN, Dyrektor Artystyczna: Marta Dziubalska,
Korekta: Elżbieta WOŹNIAK, Fotoedycja: Małgorzata PIETRUSZKA,
Produkcja: Robert JEZEWSKI.

NOVIMEDIA

Copyright © 2012 Novimedia Sp. z o.o., wszelkie prawa zastrzeżone.

* Gdzie genetyka sądowa przydać się może?

Dosycь oczywistym skojarzeniem związanym z genetyką sądową jest kryminalistyka. Jednak czy zastosowanie genetyki sądowej rzeczywiście musi być ograniczone do pracy na rzecz organów ścigania?

Grupa austriackich naukowców kierowana przez prof. Walthera Parsona, podejmując się rozwiązania zagadki dotyczącej genealogii austriackiego rodu Babenbergów, udowodniła, że genetyka sądowa ma znacznie szersze zastosowanie, niż by się wydawało. Rzecz dotyczyła ustalenia faktycznego pokrewieństwa pomiędzy Leopoldem III Świętym, jego żoną Agnieszką von Waiblingen oraz najstarszym synem Adalbertem. Od dłuższego czasu historyków nurtowało pytanie, dlaczego

DO BADAŃ DNA PRZESŁANO FRAGMENTY KOŚCI UDOWYCH POZYSKANE Z GROBOWCÓW W KLOSTERNEUBURG, GDZIE ZŁOŻONO CIAŁA LEOPOLDA III, JEGO ŻONY ORAZ ADALBERTA. CHOCIAŻ MATERIAŁ PRZEKAZANY DO BADAŃ LICZYŁ NIEMAL 900 LAT, UDAŁO SIĘ PRZEPROWADZIĆ ANALIZY PROFILI LOCI AUTOSOMALNYCH JASNO DOWODZĄCYCH, ŻE CAŁA TRÓJKA BYŁA SPOKREWNIONA W RELACJI RODZICE - DZIECKO.



Leopold III Święty

Adalbert nie przejął władzy po ojcu i czy miał na to wpływ fakt, że – jak wskazywało wiele źródeł – nie był potomkiem Agnieszki wywodzącej się z wpływowej dynastii salickiej.

Do badań DNA przesłano fragmenty kości udowych pozyskane z grobowców w Klosterneuburg, gdzie wedle kronik złożono ciała Leopolda III, jego żony oraz Adalberta. Chociaż materiał przekazany do badań liczył niemal 900 lat, udało się przeprowadzić analizy profili loci autosomalnych jasno dowodzących, że cała trójka była spokrewniona w relacji rodzice - dziecko.

Co więcej, wyniki te zostały potwierdzone w badaniach chromosomu Y i mitochondrialnego DNA wskazujących, że Adalbert wywodził się z tej samej linii męskiej co Leopold III i wspólnej linii matczynej z Agnieszką. Po uzyskaniu tak jednoznacznego dowodu okazało się jednak, że istnieją zapiski dotyczące przeniesienia szczątków Adalberta do klasztoru w Heiligenkreuz, gdzie miał zostać pochowany w jednej krypcie z bratem Ernstem, co, gdyby okazało się prawdą, obaliłoby wiarygodność dotychczasowych badań. Znalaziono tam jednak szczątki należące do jednej tylko osoby; z nich również udało się pozyskać pełen profil autosomalnych loci STR. Co więcej, wykazano, że profil ten należał do osoby zupełnie niespokrewnionej zarówno z Agnieszką, jak i Leopoldem, zatem nie mógł należeć do żadnego z synów margrabiego.

C.M. Bauer i wsp. Molecular genetic investigations on Austria's patron saint Leopold III. Forensic Sci. Int. Genet. (2012), doi:10.1016/j.fsigen.2012.10.012.



* Gra w kolory

Odkąd udowodniono, że predykcja widocznych cech fenotypowych na podstawie analizy DNA jest możliwa nie tylko w filmach science fiction, zagadnienie to cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem.

Opisano już wiele markerów genetycznych mających mniejszy lub większy związek z wyglądem człowieka, lecz dopiero niedawno polsko-grecko-holenderski zespół naukowców wytypował 24 najbardziej informatywne części naszego genomu i zebrał je w jeden zestaw umożliwiający wnioskowanie o kolorze oczu i włosów – HirisPlex™. Wspomniany zestaw jest rozszerzeniem opracowanego wcześniej IrisPlex™, który był oparty na analizie zaledwie sześciu loci i dostarczał informacji wyłącznie o prawdopodobnym kolorze tęczówki. Przeanalizowanie DNA z użyciem HirisPlex™ pozwala ze znacznym prawdopodobieństwem wytypować nie tylko kolor oczu osoby badanej (niebieski/pośredni/brązowy), ale również kolor włosów (blond, brąz, czerni, rudy), a nawet odróżnić odcienie ciemne od jasnych. Oczywiście surowe dane genotypowe byłyby trudne w interpretacji, jednak autorzy udostępnili interaktywny arkusz, który – w odniesieniu



TESTUJĄC ZESTAW, UDOWODNIONO, ŻE Z DOKŁADNOŚCIĄ PRZEKRACZAJĄCĄ 86 PROC. MOŻNA PRZEWIDZIEĆ, CZY CIEMNOOKI BRUNET POCHODZI Z EUROPY, CZY SPOZA NIEJ.



do zaimplementowanych modeli – pozwala szacować prawdopodobieństwo dotyczące poszczególnych kolorów tęczówek i włosów. Co więcej, autorzy zapewniają, że uzyskane wyniki są rzetelnie niezależne od pochodzenia biogeograficznego dawcy próbek. Podczas testowania zestawu udowodniono nawet, że z dokładnością przekraczającą 86 proc. można przewidzieć, czy ciemnooki brunet pochodzi z Europy, czy spoza niej. Oczywiście rozwój technik przewidywania zewnętrznych cech wydaje się obiecujący w przypadku badań niezidentyfikowanych zwłok, których stan nie pozwala na określenie charakterystycznych cech wyglądu, czy z punktu widzenia wielu śledstw, w których jedynym śladem po sprawcy jest jego DNA, jednak należy bezwzględnie mieć na uwadze, że wyniki tego rodzaju analiz można traktować jedynie jako wskazówkę, a nie prawdę absolutną. ■

S. Walsh i wsp. The HirisPlex system for simultaneous prediction of hair and eye colour from DNA. Forensic Sci. Int. Genet (2012), doi:10.1016/j.fsigen.2012.07.005.

* Rozkład rozłożony na czynniki pierwsze

W jednym z ostatnich numerów „Forensic Science International” opublikowano wyniki interesujących badań nad rozkładem ciała ludzkiego. Temat na pierwszy rzut oka mógłby wydawać się wyczerpany, jednak autor skoncentrował się na stosunkowo nowej koncepcji dotyczącej zawartości lotnych związków organicznych w glebie otaczającej ludzkie ciało w stadium zaawansowanego rozkładu – od 10 do ponad 60 lat po śmierci.

Do badań pobierano niewielkie próbki gleby znajdującej się bezpośrednio nad znanymi, jak i domniemanymi miejscami pochówku. Eksperyment zaplanowano zresztą w bardzo przemyślany sposób – kontrolnie analizie poddawano próbki „czystej” gleby. Próbki badawcze były zbierane na obszarach cechujących się zróżnicowanymi warunkami klimatycznymi, a wyniki porównywano również z próbkami obejmującymi glebę zebraną z rozkładających się ciał zwierząt. Technika chromatografii gazowej ze spektrometrią mas zbadano 186 próbek i zidentyfikowano niemal 478 różnych związków. Szczegółowa analiza pozwoliła zawęzić ich liczbę do 30 markerów rozkładu ciała ludzkiego dostarczających najwięcej informacji. Co ciekawe, przy okazji stwierdzono, że wraz z upływem czasu zmienia się skład mieszaniny związków, w której ubywa m.in. związków cyklicznych, a zwiększa się udział aldehydów i alkanów. Co to oznacza dla medycyny sądowej? Badania wymagają kontynuacji, jednak już dziś widać, jaki potencjał mają uzyskiwane dzięki nim wyniki. W przyszłości, kiedy tylko uda się sprecyzować różnice wynikające z czynników klimatycznych czy składu gleby, analiza jej próbek może pozwolić nie tylko lokalizować ukryte zwłoki, ale także określać czas, jaki upłynął od śmierci danej osoby, i – przede wszystkim – już na etapie wstępnym odróżnić szczątki



ludzkie od zwierzęcych. Ta przyszłość zresztą nie musi być bardzo odległą, ponieważ nawet jeśli nie uda się w krótkim czasie opracować przenośnych urządzeń do detekcji związków lotnych, możliwe będzie – jak sugeruje autor artykułu – odpowiednie przeszkolenie psów. ■

A.A. Vass. Odor mortis. Forensic Sci. Int. 222 (2012): 234-241.



Foto: Shutterstock, archiwum KMS

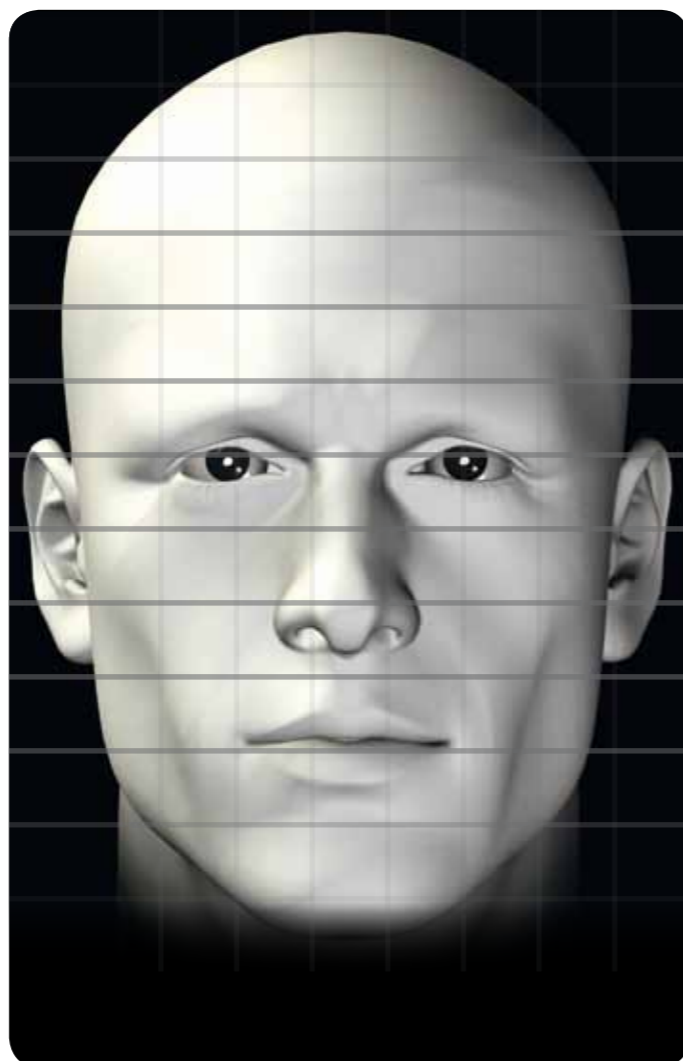
W PRZYSZŁOŚCI, KIEDY TYLKO UDA SIĘ SPRECYZOWAĆ RÓŻNICE WYNIKAJĄCE Z CZYNNIKÓW KLIMATYCZNYCH CZY SKŁADU GLEBY, ANALIZA JEJ PRÓBEK MOŻE POZWOLIĆ NIE TYLKO LOKALIZOWAĆ UKRYTE ZWŁOKI, ALE TAKŻE OKREŚLAĆ CZAS, JAKI UPŁYNAŁ OD ŚMIERCI DANEJ OSOBY, I – PRZED E WSZYSTKIM – JUŻ NA ETAPIE WSTĘPNYM ODRÓŻNIAĆ SZCZĄTKI LUDZKIE OD ZWIERZĘCYCH.

* Genetyka wyglądu

Ustalenie wyglądu zewnętrznego osób związanych z przestępstwem stanowi punkt zwrotny w wielu dochodzeniach. I pewnie gdyby śledczy zawsze dysponowali zapisem z monitoringu miejsca zdarzenia albo zeznaniami wiarygodnych świadków, wyniki badań nad zależnością fenotypu od DNA nie wychodziłyby poza kręgi akademickie. W ostatnim czasie interesujących doniesień na ten temat jest coraz więcej.

Poza wzrostem czy barwą skóry, włosów i oczu to cechy twarzy w największym stopniu decydują o wyglądzie. Nic więc dziwnego, że właśnie nimi i ich podłożem genetycznym zainteresował się międzynarodowy zespół badaczy. To m.in. dzięki badaniom

UDAŁO SIĘ WYRÓŻNIĆ PIĘĆ GENÓW, KTÓRE MOGĄ ODGRYWAĆ KLUCZOWĄ ROLĘ W ROZWOJU NORMALNYCH PARAMETRÓW TWARZY – PRDM16, PAX3, TP63, C50RF50 ORAZ COL17A1. GENY TE SĄ ODPOWIEDZIALNE W PEWNYM STOPNIU M.IN. ZA RÓŻNICE W ROZSTAWIE OCZU, ODLEGŁOŚĆ OCZU OD NASADY NOSA, DŁUGOŚĆ NOSA CZY SZEROKOŚĆ TWARZY LICZONĄ NA POZIOMIE KOŚCI POLICZKOWYCH.



rodzinnym, a zwłaszcza analizie wyglądu bliźniąt jedno- i dwujajowych, od dawna wiemy, że cechy wyglądu muszą być dziedziczne. Niestety, zależność wielu z nich (w tym cech twarzy) od DNA pozostała nieuchwytna.

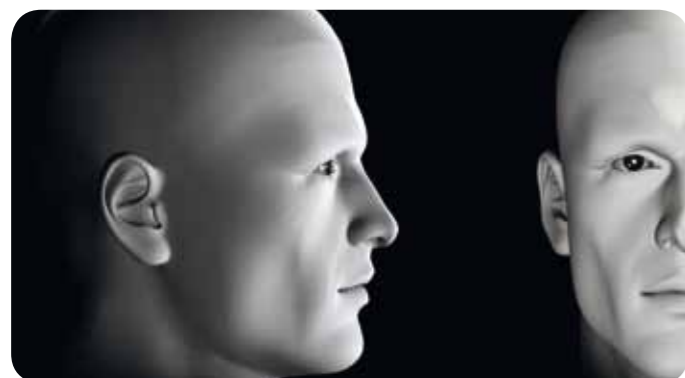
Dlatego też zdecydowano się przeprowadzić zakrojone na szeroką skalę badania obejmujące analizę markerów znajdujących się w całym genomie (ang. Genome-Wide Association Study, GWAS). Parametry twarzy osób badanych zostały określone na podstawie trójwymiarowych obrazów z rezonansu magnetycznego głowy (MRI) i dwuwymiarowych zdjęć portretowych. Tak uzyskane dane pozwoliły na wykonanie mapy kluczowych punktów ludzkiej twarzy oraz przeprowadzenie pomiarów odległości między nimi.

Powyższe dane porównano z wynikami badań DNA, szukając w ten sposób wspólnych cech genetycznych u osób z określonymi cechami wyglądu twarzy. Ostatecznie udało się wyróżnić pięć genów, które mogą odgrywać kluczową rolę w rozwoju normalnych parametrów twarzy – PRDM16, PAX3, TP63, C5orf50 oraz COL17A1. Geny te są odpowiedzialne m.in. za różnice w rozstawie oczu, odległość oczu od nasady nosa, długość nosa czy szerokość twarzy liczoną na poziomie kości policzkowych.

Oczywiście wyniki tych badań nie znajdują na razie bezpośredniego przełożenia na pracę genetyków sądowych, jednak trudno oprzeć się wrażeniu, że nieuchronnie przybliżają nas do rzeczywistości znanej z popularnych seriali kryminalistycznych.

F. Liu i wsp. A Genome-Wide Association Study Identifies Five Loci Influencing Facial Morphology in Europeans. PLoS Genet 8:e1002932, doi:10.1371/journal.pgen.1002932.

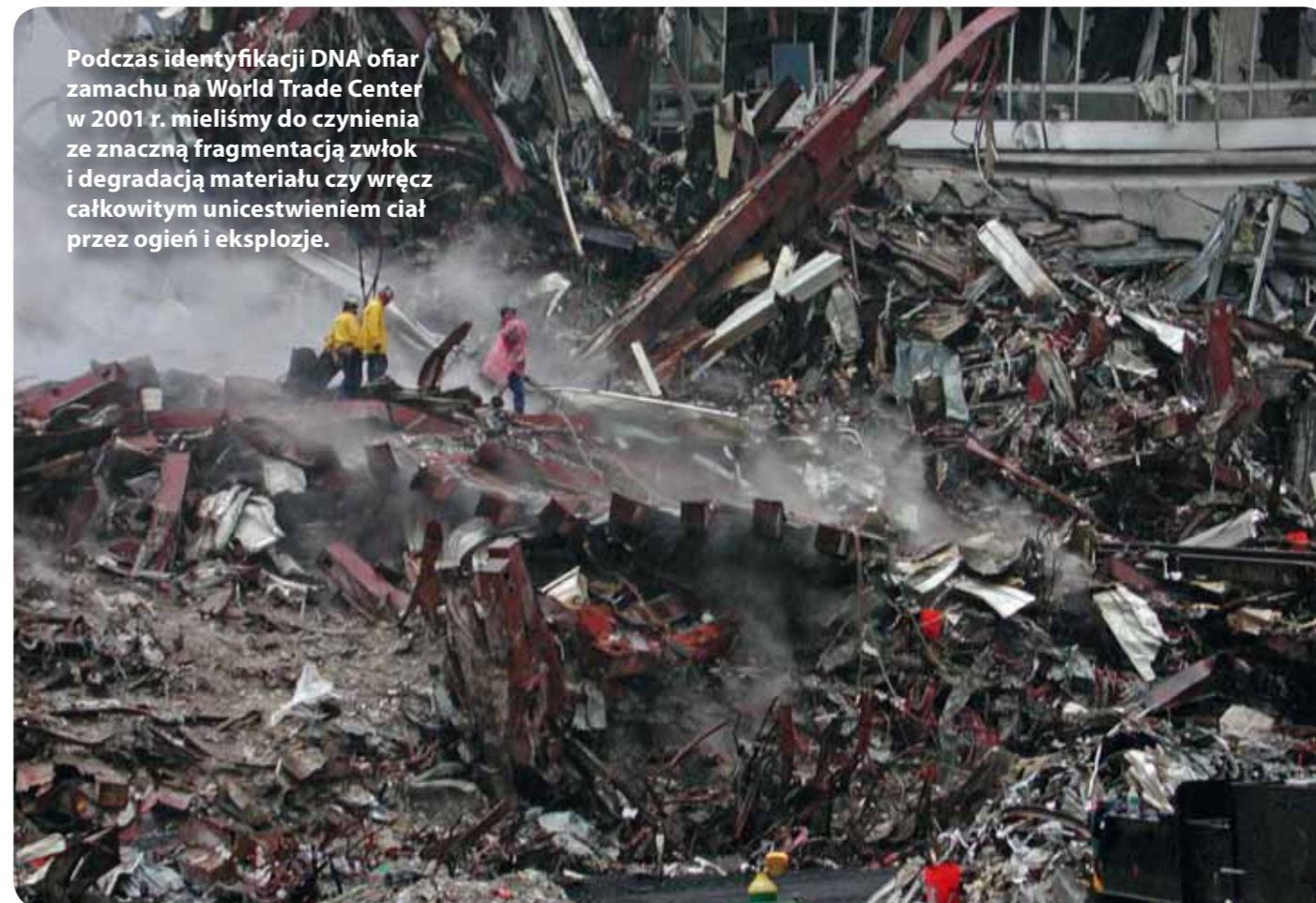
Opracowanie nowości: Urszula Rogalla i Joanna Gerc



Mądrzy po szkodzie

Przy identyfikacji ofiar katastrof masowych należy stosować obiektywne metody naukowe, a nie opierać się na rozpoznawaniu ciała czy przedmiotów osobistych, potencjalnie należących do ofiary, przez członków jej rodziny lub inne osoby – uważa dr Antonio Alonso, ekspert z zakresu badań DNA w madryckim Instituto Nacional de Toxicología.

Podczas identyfikacji DNA ofiar zamachu na World Trade Center w 2001 r. mieliśmy do czynienia ze znaczną fragmentacją włók i degradacją materiału czy wręcz całkowitym unicestwieniem ciała przez ogień i eksplozje.



Tomasz Grzybowski

Możemy chyba przyjąć, że statystyczny Europejczyk bez problemu poda definicję katastrofy masowej i prawdopodobnie wymieni kilka jej przykładów, jednak raczej nie jest świadom rzeczywistych problemów, z jakimi stykają się osoby pracujące podczas usuwania jej skutków, w tym zespoły zajmujące się identyfikacją.

Dr Antonio Alonso

Bardzo wiele czynników związanych z katastrofą masową może stanowić wyzwanie przy identyfikacji z zastosowaniem analizy DNA.

Foto: Shutterstock

BARDZO ISTOTNYM PROBLEMEM, Z JAKIM MUSIELIŚMY SIĘ ZMIERZYĆ PO ZAMACHU NA NOWOJORSKIE WIEŻE WTC, BYŁ BRAK ODPOWIEDNIEGO OPROGRAMOWANIA KOMPUTEROWEGO UMOŻLIWIAJĄCEGO PRZESZUKIWANIE BAZ PROFILI DNA. DZIŚ TEN PROBLEM JEST JUŻ ROZWIĄZANY.

W OBLICZU KONIECZNOŚCI IDENTYFIKACJI SETEK OFIAR KATASTROFY NAJWAŻNIEJSZE JEST USTALENIE CELU JEJ PROWADZENIA. ROZWAŻA SIĘ, CZY PRZEPROWADZIĆ BADANIE DNA KAŻDEJ Z OFIAR, CZY TYLKO TYCH, KTÓRYCH NIE UDAŁO SIĘ ZIDENTYFIKOWAĆ PRZY UŻYCIU INNYCH METOD.

Z punktu widzenia genetyka głównym problemem jest niedostępność próbek biologicznych do badań. Na przykład podczas identyfikacji DNA ofiar zamachu na World Trade Center w 2001 r. mieliśmy do czynienia ze znaczną fragmentacją zwłok i degradacją materiału czy wręcz całkowitym unicestwieniem ciał przez ogień i eksplozję. To sprawiło, że setek ofiar nie dało się zidentyfikować. Częstym problemem, z którym borykałem się w wielu innych sprawach, był brak odpowiednich próbek referencyjnych – przedmiotów

Foto: PAP/EPA, Shutterstock

osobistego użytku czy materiału pobranego od członków rodziny – umożliwiających przeprowadzenie analizy porównawczej dla celów identyfikacyjnych. Inną przeszkodą w pracy zespołów genetyków sądowych oddelegowanych do identyfikacji np. ofiar zamachu na WTC był całkowity brak odpowiedniego oprogramowania umożliwiającego zarządzanie i przeszukiwanie baz znanych profili DNA. Dziś ten problem jest już właściwie rozwiązany.



Największym wyzwaniem związanym z pobieraniem próbek jest utrzymanie i zabezpieczenie łańcucha dowodowego – próbek i danych.

Tomasz Grzybowski

Czy Pańskim zdaniem istotne jest zidentyfikowanie wszystkich szczątków ludzkich znalezionych na miejscu katastrofy poprzez analizę DNA? Nawet jeśli ciało zostało wcześniej zidentyfikowane podczas okazania rodzinie czy znajomym lub też innymi metodami?

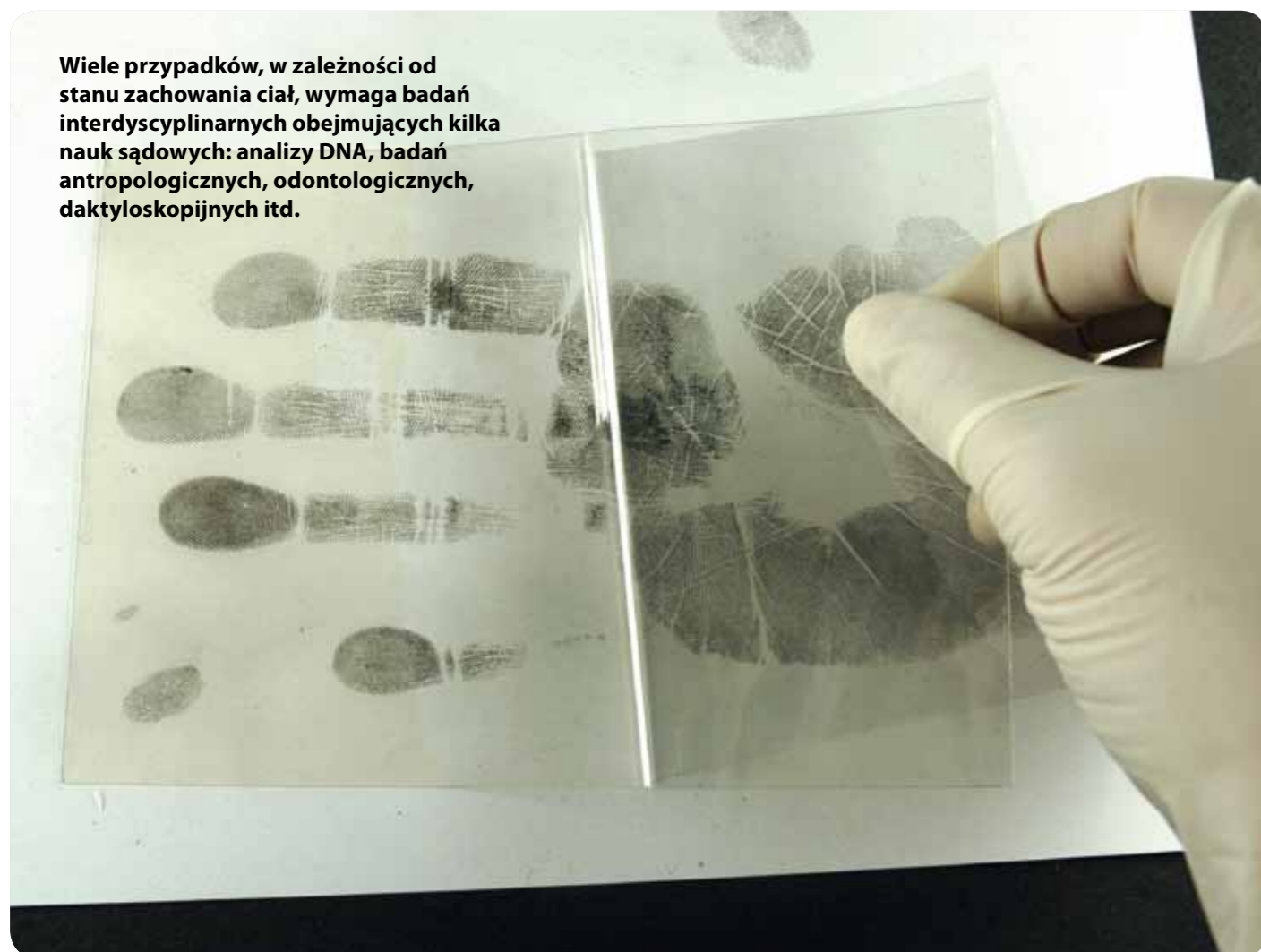
Dr Antonio Alonso

Uważam, że podczas identyfikacji zawsze należy opierać się na obiektywnych metodach naukowych. A za takie trudno uznać rozpoznawanie przez członków rodziny ciała czy przedmiotów potencjalnie należących do ofiary. Kiedy stajemy w obliczu konieczności identyfikacji setek ofiar katastrofy, jedną z pierwszych i najważniejszych decyzji jest

ustalenie celu prowadzenia identyfikacji. Rozważa się, czy przeprowadzać badanie DNA każdej ofiary, czy tylko niektórych (tych, których nie udało się zidentyfikować z zastosowaniem takich metod jak analiza odcisków palców itp.), a także czy zachodzi konieczność poddawania badaniom wszystkich zgromadzonych szczątków. Bo może lepiej ograniczyć się do analizy tej części szczątków, które udało się rozpoznać jako fragmenty konkretnych ciał. Ogólnie przyjmuje się, że należy zawsze pobierać i odpowiednio przechowywać próbki z każdego ciała uzyskane na skutek sekcji zwłok. Nawet jeżeli prowadzono wcześniej identyfikację z wykorzystaniem analizy odcisków palców czy danych odontologicznych. Robi się to w celu umożliwienia badań

KORZYSTAMY Z SZYBKICH SYSTEMÓW DO AUTOMATYCZNEJ ANALIZY POZWALAJĄCEJ W PÓŁTOREJ GODZINY OZNACZYĆ 15 STRS Z JEDNEJ REFERENCYJNEJ PRÓBKIE ŚLINY. WYSTARCZY NACIŚNIĘCIE JEDNEGO PRZYCISKU.

Wiele przypadków, w zależności od stanu zachowania ciała, wymaga badań interdyscyplinarnych obejmujących kilka nauk sądowych: analizy DNA, badań antropologicznych, odontologicznych, daktyloskopijnych itd.



HISZPAŃSKIE MINISTERSTWO SPRAWIEDLIWOŚCI OPRACOWAŁO PROCEDURĘ KOORDYNACJI PRACY WYDZIAŁÓW ZAANGAŻOWANYCH W IDENTYFIKACJĘ OFIAR KATASTROFY. TA PROCEDURA OBEJMUJE RÓWNIEŻ REKOMENDACJE DOTYCZĄCE POBIERANIA PRÓBEK ZE SZCZĄTKÓW, PRÓBEK ANTE MORTEM I MATERIAŁU POZYSKIWANEGO OD RODZIN.

reasocjacyjnych z fragmentami ciała, które mogą potencjalnie zostać odnalezione później oraz w przypadku późniejszych wątpliwości czy wręcz sprzeczności. Wiele przypadków, w zależności od stanu zachowania ciała, będzie wymagać badań interdyscyplinarnych obejmujących kilka nauk sądowych, włączając w to analizy DNA, badania antropologiczne, odontologiczne, daktyloskopię itd.

Tomasz Grzybowski

Czy istnieją jakieś szczególne procedury związane z pobieraniem próbek DNA od ofiar katastrof masowych? Czy wiążą się z tym jakieś zagrożenia?

Dr Antonio Alonso

Kiedy musisz zmierzyć się z nieoczekiwanym wydarzeniem, jak ma to miejsce w znacznej

większości katastrof masowych, najważniejsze jest, abyś miał plan działania. Najlepiej taki, który sprawdził się już wcześniej. Dotychczas opracowano bardzo wiele wytycznych i rekomendacji (protokół INTERPOL DVI, wytyczne NIJ i ISFG) w celu ułatwienia pracy zespołów lekarzy i genetyków podczas całego procesu identyfikacji ofiar katastrof masowych – w tym szczegółowe procedury pobierania próbek DNA i zarządzania danymi genetycznymi. W moim kraju, w Hiszpanii, Ministerstwo Sprawiedliwości opracowało procedurę dotyczącą koordynacji pracy różnych wydziałów zaangażowanych w identyfikację ofiar katastrof: lekarzy, antropologów, genetyków itd.

Procedura ta obejmuje także szczegółowe rekomendacje dotyczące pobierania próbek ze szczątków, próbek ante mortem i materiału porównawczego pozyskiwanego od rodzin. Największym wyzwaniem związanym z pobieraniem próbek, poza oczywistymi problemami dotyczącymi ich jakości w procesie analizy DNA, jest utrzymanie i zabezpieczenie łańcucha dowodowego zarówno samych próbek, jak i danych. W wielu laboratoriach zajmujących się genetyką sądową wykorzystuje się systemy

W LABORATORIACH ZAJMUJĄCYCH SIĘ GENETYKĄ SĄDOWĄ WYKORZYSTUJE SIĘ SYSTEMY ZARZĄDZANIA DANymi LABORATORYJNYMI (LIMS), DZIĘKI KTÓRYM PRÓBKİ, ANALIZA I WYNIKI SĄ REJESTROWANE ELEKTRONICZNIE, CO ZNACZNIE REDUKUJE CHOCIAŻBY PROBLEMY ZWIĄZANE Z PRZEPISYWANIEM WYNIKÓW, A TAKŻE UMOŻLIWIA ŚLEDZENIE PRZEPŁYWU DANYCH I PRZYSPIESZA PRACĘ IDENTYFIKACYJNE.

zarządzania danymi laboratoryjnymi (LIMS), dzięki którym próbki, analiza i wyniki są rejestrowane elektronicznie, co znacznie redukuje chociażby problemy związane z przepisywaniem wyników, a także umożliwia śledzenie przepływu danych i przyspiesza prace identyfikacyjne.

Tomasz Grzybowski

Jaką przyszłość przewiduje Pan dla zespołów DVI? Czy coś może jeszcze zostać usprawnione, czy dotarliśmy już do granic doskonałości?

Dr Antonio Alonso

W ostatnich latach nastąpił ogromny postęp w zakresie opracowywania nowych zestawów do analizy loci DNA-STR o większej sile dyskryminacji. Pozwala to szybciej uzyskać wyniki. Jednak przede wszystkim zestawy te umożliwiają analizę próbek nie tylko zdegradowanego DNA, ale również próbek, w których obecne są inhibitory reakcji. Z drugiej strony opracowano także oprogramowanie (w tym CODIS 7.0, BONAPARTE czy Mfysis) usprawniające przeszukiwanie ogromnych baz danych profili genetycznych, które poza loci STR są w stanie przetwarzać dane z markerów uniparentalnych – chromosomu Y i mitochondrialnego DNA.

Oprogramowanie to jest oparte na wykorzystaniu kilku różnych algorytmów przeszukiwania umożliwiających znalezienie zarówno konkretnego profilu, jak i profili osób spokrewnionych z wyszukiwaną osobą. Jest to możliwe dzięki implementacji metod analizy biostatystycznej. W rzeczywistości postęp jest odpowiedzią na pojawianie się nowych potrzeb i dlatego aktualnie jesteśmy w trakcie walidacji nowych systemów do analizy 24 STRs w jednej reakcji PCR.

Foto: Shutterstock, archiwum prywatne

Już dziś korzystamy zresztą z szybkich systemów do automatycznej analizy pozwalającej w półtorej godziny oznaczyć 15 STRs z jednej referencyjnej próbki śliny. Wystarczy naciśnięcie jednego przycisku...

Tomasz Grzybowski

Czy Pańskim zdaniem któraś z procedur typowych dla pracy zespołów DVI powinna zostać przeniesiona na grunt standardowych procedur identyfikacyjnych?

Dr Antonio Alonso

Procedury opracowane przez przedstawicieli nauk sądowych z kręgów akademickich znajdują odzwierciedlenie w międzynarodowych wytycznych. W związku z tym najważniejsze jest, aby w genetycznych laboratoriach sądowych na całym świecie znalazły się odpowiednie środki i ludzie o właściwych umiejętnościach, tak by można było się zastosować do wspomnianych rekomendacji.

Postęp w zakresie opracowywania zestawów do analizy loci DNA-STR umożliwił szybsze wykonywanie badań.



*** BIOGRAM**

DR ANTONIO ALONSO



Dr Antonio Alonso od niemal 30 lat pracuje jako ekspert z zakresu badań DNA w madyryckim Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF).

Zajmuje się przede wszystkim identyfikacją na podstawie analiz autosomalnych loci STR, a także loci Y-STR i mtDNA. Ponadto administruje bazą danych profili DNA stworzoną przez hiszpańskim Ministerstwie Sprawiedliwości. Jest autorem i współautorem kilkudziesięciu artykułów naukowych, z których znakomita większość dotyczy zagadnień związanych z identyfikacją osobniczą materiału ludzkiego i zwierzęcego. W latach 1996-2000 był dyrektorem iberyjskiego oddziału ISFG (Międzynarodowe Towarzystwo Genetyki Sądowej), a do dziś pozostaje sekretarzem CNUFADN (hiszpańska Państwowa Komisja ds. Wykorzystywania DNA dla Celów Sądowych).

Zbrodnia i kara... po dwudziestu latach

Pewnego letniego dnia w parku blisko centrum jednego z dużych miast Polski przypadkowy przechodzień natknął się na zwłoki kobiety. Natychmiast wezwano policję, która zabezpieczyła miejsce znalezienia zwłok i rozpoczęła dochodzenie. Przybyły na miejsce lekarz potwierdził zgon i określił prawdopodobny jego czas: około 12 godzin przed znalezieniem ciała. Już wstępne oględziny wskazywały na tło seksualne zbrodni: zwłoki kobiety były nagie, a wokół nich leżały porzucane części ubrania. Szybko ustalono, że należą one do 30-letniej Barbary, której zaginięcie zgłoszono na pobliskim komisariacie zaledwie kilka godzin wcześniej. Zwłoki odesłano do najbliższego Zakładu Medycyny Sądowej w celu określenia przyczyny zgonu i zabezpieczenia ewentualnych śladów pochodzących od zabójcy. W tym czasie policjanci przystąpili do zabezpieczania śladów z miejsca zdarzenia. W ten oto sposób zaczęła się pozornie typowa sprawa, która swój finał znalazła... 20 lat później.*

Badania i niemoc

W przypadkach związanych z przemocą na tle seksualnym oczywistym śladem świadczącym o stosunku seksualnym jest obecność nasienia w drogach rodnych, na ciele lub na odzieży ofiary. W opisywanym przypadku takie ślady znaleziono zarówno w drogach rodnych, jak i na włosach ofiary, wydawało się zatem, że identyfikacja sprawcy będzie prosta. Należy jednak pamiętać, że zabójstwo miało miejsce w połowie lat 90. Wtedy w laboratoriach zajmujących się identyfikacją

śladów biologicznych dominowały techniki serologiczne, tj. oparte na wykrywaniu tzw. substancji grupowych, determinujących grupę krwi. Jak wiadomo, ludzka krew może należeć do jednej z czterech głównych grup (A, B, AB lub 0). Może też wykazywać obecność cechy znanej jako Rh. Mniej znany jest fakt, że oprócz owych powszechnie znanych podstawowych grup istnieje jeszcze przynajmniej kilkadziesiąt innych charakterystycznych cech krwi, które pozwalają na podobny podział grupowy. Wiele tych substancji znalazło zastosowanie w badaniach śladów biologicznych, umożliwiając niejednokrotnie rozwiązanie

OKOŁO 20 PROC. OSÓB W NASZEJ POPULACJI MA UKŁAD GENÓW, KTÓRY POWODUJE, ŻE WYDZIELINY ICH CIAŁ, TAKIE JAK ŚLINA CZY NASIENIE, SĄ POZBAWIONE CECH GRUPOWYCH. Z TAKIM WŁAŚNIE PRZYPADKIEM ZETKNĘLI SIĘ ŚLEDZCY W OPISYWANEJ SPRAWIE. SKORO NASIENIE POBRANE ZE ZWŁOK OFIARY NIE MIAŁO CECH GRUPOWYCH, NIE BYŁO MOŻLIWE USTALENIE GRUPY KRWI SPRAWCY.

trudnych zagadek kryminalnych. Techniki analizy śladów biologicznych oparte na badaniach serologicznych miały jednak ograniczenia. Jednym z najważniejszych było to, że substancje grupowe będące podstawą identyfikacji wywodziły się z krwi i nie zawsze były obecne w śladach biologicznych. Jeżeli ślad zawierał nasienie lub ślinę, to istniała szansa, że osoba, która ten ślad pozostawiła, była tzw. wydzielaczem, tj. w wydzielinach jego ciała znajdowały się substancje nadające im cechy grupowe podobne do tych, które występowały we krwi sprawców. Jednak około 20 proc. osób w naszej populacji ma układ genów, który powoduje, że wydzieliny ich ciała, takie jak ślina czy nasienie, są pozbawione cech grupowych. Z takim właśnie przypadkiem zetknęli się śledczy w opisywanej sprawie. Nasienie ze zwłok ofiary nie miało cech grupowych, zatem nie było możliwe ustalenie grupy krwi sprawcy. Działania operacyjne policji doprowadziły co prawda do wytypowania kilku podejrzanych, których poddano badaniom krwi

i nasienia, jednak dwóch spośród podejrzanych nie miało w nasieniu substancji grupowych. W owym czasie analizy genetyczne śladów biologicznych nie były standardową techniką stosowaną w polskich laboratoriach. Testowano ją dopiero w niektórych ośrodkach akademickich. Innymi słowy, na podstawie uzyskanego materiału dowodowego nie dało się zidentyfikować sprawcy gwałtu i zabójstwa. Wobec braku innych dowodów śledztwo umorzono, a jego akta trafiły do archiwum.

Kolejne badania i przełom

Minęło ponad 20 lat. Jeden z prokuratorów oddelegowanych do rozwiązywania niewyjaśnionych spraw, określanych jako Archiwum X, zapoznał się z aktami omawianej tutaj sprawy i zadał sobie pytanie, czy dziś możliwa byłaby identyfikacja sprawcy tak odległego w czasie przestępstwa. Zabezpieczone w sprawie dowody biologiczne trafiły do Zakładu Genetyki Molekularnej i Sądowej CM UMK w Bydgoszczy. Jak można się domyślić, badanie śladów biologicznych zabezpieczonych ponad dwie dekady temu to dla eksperta spore wyzwanie. Głównym problemem jest to, że ślady były już wcześniej badane, co sprawia, że ponownej analizie możemy poddać jedynie resztki oryginalnego materiału (o ile w ogóle jakieś resztki pozostały). Ponadto w przypadku długiego przechowywania materiału biologicznego może on zostać zdegradowany, co oznacza brak wystarczającej ilości DNA.

To drugie zagrożenie, choć realne, nie jest najważniejszym problemem, gdyż wykazano eksperymentalnie (również w publikacjach naszego zakładu), że prawidłowo przechowywane ślady biologiczne zawierają zwykle wystarczającą ilość DNA do uzyskania profilu genetycznego nawet po 20 latach – jeśli analizę wykona się przy zastosowaniu nowoczesnych metod badawczych.

W opisywanej tutaj sprawie pojawił się właśnie problem niedostatecznej ilości materiału do badań. Praktycznie wszystkie ślady biologiczne zabezpieczone w sprawie zostały zużyte. Dysponowaliśmy jedynie włosami, z których splukano – dla potrzeb wcześniejszych badań – ślady nasienia pozostawione przez sprawcę. Nie był również dostępny materiał porównawczy pobrany u podejrzanych.

Kierując się doświadczeniem w wykorzystaniu technik biologii molekularnej w badaniu śladów biologicznych i wiedząc, jak niewielkie ilości materiału genetycznego można za ich pomocą wykryć i oznaczyć, postanowiliśmy podjąć próbę przeprowadzenia badań. Uznaliśmy, że istnieje szansa, iż na włosach ofiary, mimo uprzednich badań, zachowały się jeszcze resztki nasienia sprawcy. Poddaliśmy włosy splukaniu w sterylnej wodzie, a z uzyskanego płynu odzyskaliśmy materiał genetyczny. Przeprowadzone badania genetyczne

pozwołyły następnie na ustalenie uzyskanego w ten sposób profilu DNA. Był to DNA mężczyzny! Możliwe również okazało się oznaczenie profilu chromosomu Y badanego śladu. Pozostało jednak pytanie, czy rzeczywiście był to DNA sprawcy zabójstwa, czy przypadkowe zanieczyszczenie, które mogło się dostać na powierzchnię włosów w czasie długiego okresu ich przechowywania. Aby zweryfikować pochodzenie DNA splukanego z włosów, poprosiliśmy prokuraturę o dostarczenie materiału porównawczego podejrzanych, o których już tu wspomniano. Mogli oni teoretycznie pozostawić ślady na ciele ofiary. Dość szybko otrzymaliśmy próbkę DNA jednego z nich. Został on wykluczony jako źródło DNA zmytego z włosów ofiary. Pozyskanie materiału genetycznego drugiego podejznanego nie było proste, gdyż mężczyzna kilka lat po opisywanym zabójstwie wyjechał do USA i zerwał kontakt z rodziną. Jedynymi żyjącymi krewnymi tego podejznanego byli brat i siostra. Jako że osoby te były blisko spokrewnione, doszliśmy do wniosku, że badając ich DNA i stosując odpowiednie techniki obliczeniowe, będziemy w stanie wykazać, czy DNA w kluczowym dla sprawy śladzie pochodziło od ich brata. Rodzeństwo podejznanego zgodziło się na oddanie próbek do badań

i przystąpiliśmy do analiz. W pierwszej kolejności zbadaliśmy chromosom Y brata podejznanego i stwierdziliśmy, że jego profil jest identyczny z profilem uzyskanym z włosów. Mogliśmy zatem przypuszczać, że materiał genetyczny na włosach mógł pochodzić od krewnego w linii męskiej brata podejznanego. Jednak tym krewnym nie musiał być brat. Równie dobrze mógł to być kuzyn, nawet daleki. Co więcej, profil chromosomu Y badanego śladu występuje w populacji Polski często – mniej więcej raz na 500 osób.

Wynik badań chromosomu Y nie dawał więc pewności, że DNA na włosach pozostawił rzeczywiście podejrzany. Sprawę udało się wyjaśnić dopiero wtedy, gdy zbadaliśmy profile DNA jądrowego wspomnianych krewnych i za pomocą skomplikowanych algorytmów matematycznych wyliczyliśmy prawdopodobieństwo, że DNA na włosach pochodzi od brata tych osób.

Prawdopodobieństwo to granoczyło z pewnością: źródłem materiału genetycznego na włosach ofiary był drugi podejrzany. Taka konkluzja znalazła się w opinii wysłanej do prokuratury. Podejrzany w tej sprawie został zlokalizowany i aresztowany, gdy przyjechał do Polski w celach służbowych.

Marcin Woźniak

DZIĘKI ZASTOSOWANIU NAJNOWSZYCH TECHNIK ANALIZY DNA I SKOMPLIKOWANYCH METOD OBLICZENIOWYCH PO PONAD 20 LATACH ZIDENTYFIKOWALIŚMY SPRAWCĘ GWAŁTU I ZABÓJSTWA. ZBRODNI DOKONANO, ZANIM W LABORATORIACH ZAJMUJĄCYCH SIĘ ANALIZĄ ŚLADÓW BIOLOGICZNYCH ZACZĘTO STOSOWAĆ ANALIZĘ DNA.



Opisywana sprawa pokazuje, jak duży postęp dokonał się w ciągu ostatnich lat w dziedzinie analizy śladów biologicznych. Ukazuje też, jak wielkie znaczenie w dochodzeniu do prawdy ma upór i poszukiwanie nowych, niestandardowych metod badań. Cechy te są niezbędne zarówno osobom prowadzącym śledztwo, jak i wspomagającym je ekspertom. Zespół śledczych i biegłych zdeterminowanych do uzyskania pełnej wiedzy o stanie faktycznym daje szansę na powodzenie każdego śledztwa.

* Imiona osób występujących w sprawie oraz niektóre okoliczności zostały zmienione.



Obraz wart tysiąca słów

Pośmiertne badania obrazowe umożliwiają wykonanie zapisu stanu zwłok w sposób przestrzenny. O wynikających z tego pożytkach rozmawiamy z dr. Krzysztofem Woźniakiem.

Urszula Rogalla

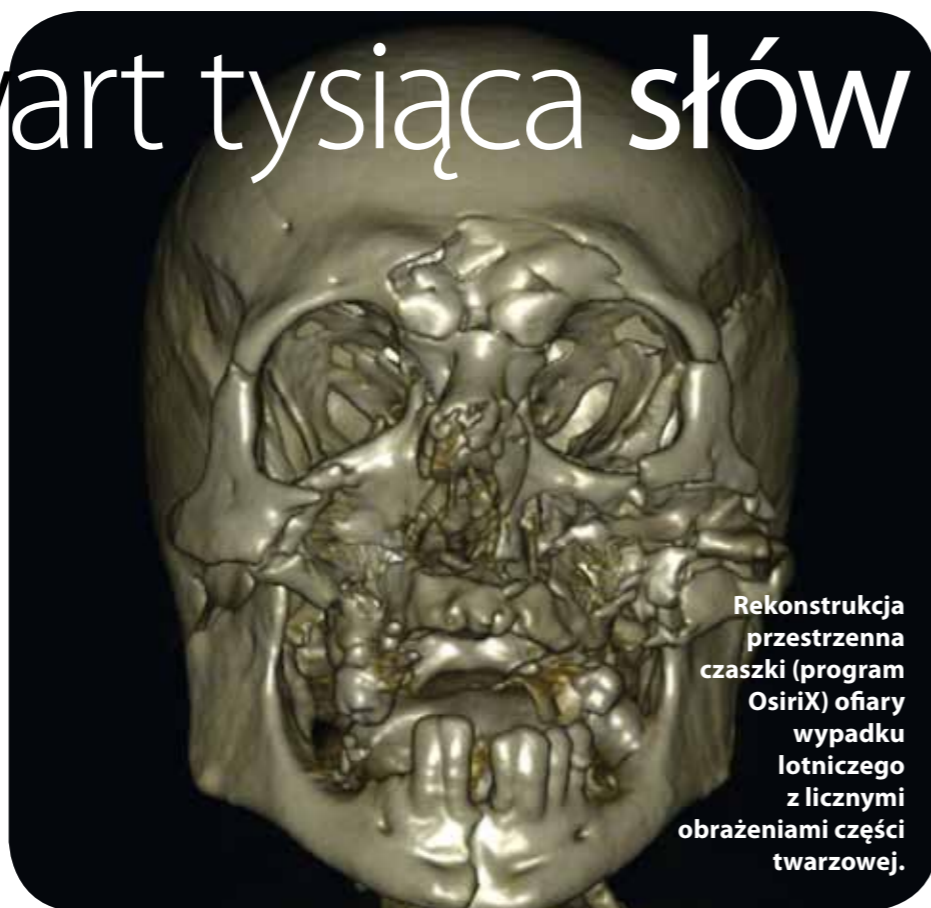
Od ponad trzech lat regularnie przeprowadza Pan pośmiertną diagnostykę obrazową. W Polsce jest Pan pionierem stosowania tej techniki. Jakim zainteresowaniem cieszy się ona wśród przedstawicieli wymiaru sprawiedliwości?

Dr Krzysztof Woźniak

Muszę sprostować: polskim pionierem wykorzystania spiralnej tomografii komputerowej w badaniach zwłok jest prof. Andrzej Urbanik, Kierownik Katedry Radiologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, który już w latach 1999-2002 przedstawiał wyniki badań mumii egipskich. Prof. Urbanik jest także autorem pierwszej ekspertyzy wykorzystującej tę technikę badawczą dla potrzeb medycyny sądowej – 25 listopada 2008 r. dokonał badania ekshumowanych zwłok gen. Władysława Sikorskiego. My tylko wprowadziliśmy rutynowe wykorzystanie badania TK dla potrzeb diagnostyki pośmiertnej w medycynie sądowej. Od marca 2009 r. do chwili uzyskania własnego sprzętu wszystkie przypadki ofiar postrzałów z broni palnej i wybuchów były badane przy użyciu takiej techniki z użyciem tomografu przeznaczanego do badań klinicznych.

WŚRÓD PRZEDSTAWICIELI ZAWODÓW PRAWNICZYCH ISTNIEJE NIEWĄTPLIWE ZAINTERESOWANIE TAKIM POSZERZENIEM BADAŃ DLA POTRZEB DIAGNOSTYKI TANATOLOGICZNEJ.

Pośmiertna angiografia TK w przypadku rany klutej tułowia z pozostawieniem narzędzia (noża).



Rekonstrukcja przestrzenna czaszki (program OsiriX) ofiary wypadku lotniczego z licznymi obrażeniami części twarzowej.

Dowodzi tego zaproszenie mnie przez Związek Zawodowy Prokuratorów – już na początku 2010 r. – do wygłoszenia wykładu na ten temat, a także uwzględnienie tematu pośmiertnych badań obrazowych w zajęciach w Krajowej Szkole Sądownictwa i Prokuratury. Prokuratorzy pamiętają o możliwości wykonania takiego badania również w sprawach bardziej skomplikowanych, jak np. zabójstwa. Nawet gdy zachodzi konieczność poniesienia przez prokuraturę dodatkowych kosztów. Materiał poglądowy przygotowany na podstawie danych z akwizycji już niejednokrotnie ułatwiał nam wydawanie opinii przed sądami.

Urszula Rogalla

Tomografia komputerowa powinna być traktowana jako uzupełnienie czy alternatywa dla tradycyjnej sekcji zwłok?

Dr Krzysztof Woźniak

W obliczu rozwoju medycyny sądowej badanie takie powinno przede wszystkim stanowić dodatkową jakość sądowo-lekarskiej diagnostyki tanatologicznej. Prowadzi do obiektywizacji udokumentowania sprawy, sprzyja łatwiejszemu zrozumieniu jej

przez niespecjalistów, a także zwiększa skuteczność konwencjonalnego badania sekcijnego. **WSTĘPNA OCENA DANYCH Z AKWIZYCJI DAJE MOŻLIWOŚĆ LEPSZEGO ZAPLANOWANIA ZWYCZAJNEJ PROCEDURY SEKCYJNEJ** – pisaliśmy o tym w artykule, opublikowanym w „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii”: 2010, 60 (1), 27-37: „Przydatność wstępnej analizy danych z pośmiertnego badania TK dla poszerzenia możliwości diagnostycznych sądowno-lekarskiej sekcji zwłok”. Z naszego doświadczenia wynika, że nieliczne przypadki być może dałoby się badać wyłącznie tą metodą. Należałoby jednak traktować je jako wyjątki. W odróżnieniu od sytuacji, kiedy wprowadzono diagnostykę DNA, co wyeliminowało klasyczną serologię, techniki pośmiertnych badań obrazowych z zapisem cyfrowym powinny dać dodatkowy impuls rozwojowy dla klasycznej tanatologii, a nie spowodować jej zniszczenia.

Urszula Rogalla

A co z innymi technikami obrazowania? Czy mógłby Pan podać przykłady z własnej praktyki, kiedy TK nie tylko przewyższyła tradycyjną autopsję, ale zdeklasowała choćby badanie rentgenowskie?

Dr Krzysztof Woźniak

Zapis cyfrowy danych z badania pośmiertnego to nie tylko techniki zaczerpnięte z radiologii,

ale i inne sposoby: fotogrametria z analizą przestrzennego obrazu czy skanowanie laserem. Kombinacja tych metod badawczych może dać ciekawe wyniki, w znacznym stopniu dokumentujące stan zwłok. Sprawia też, że do tak niepowtarzalnego badania, jakim jest sekcja zwłok, można wracać wirtualnie. **ODNOTOWALIŚMY JUŻ PRZYPADKI, GDY POŚMIERTNE BADANIE TK PRZYNIOSŁO ISTOTNE DANE NIE TYLKO NA TEMAT PRZYCZYNY ZGONU, ALE I MECHANIZMU POWSTAŁYCH OBRAŻEŃ.** Tych wyników nie można by uzyskać bez analizy danych z akwizycji, przy prowadzeniu konwencjonalnego badania sekcijnego, zgodnie z jego podstawowymi zasadami. Takie przypadki prezentowaliśmy podczas ubiegłorocznej konferencji na Madeirze („Post-mortem MSCT examination in cases, where subsequent conventional autopsy has failed to provide additional substantial information”. 19th International Association of Forensic Sciences World Meeting / 9th World Police Medical Officers Triennial Meeting / 5th Mediterranean Academy of Forensic Sciences Meeting, Funchal – Madeira – Portugal, 12-17.09. 2011).

JEŚLI ZAŚ CHODZI O INNE TECHNIKI BADAWCZE, OBIECUJĄCE WYDAJĄ SIĘ WYNIKI BADAŃIA MR – REZONANSEM MAGNETYCZNYM, NP. W ZAKRESIE WCZESNYCH EPIZODÓW NIEDOTLENIEŃ MIĘŚNIA SERCOWEGO. Dodatkowym „orzędem” wykorzystywanym podczas badania TK może być wielofazowa pośmiertna angiografia (PMCTA). Na ponad 400 badań TK zwłok 30 wykonaliśmy właśnie tą metodą. Podanie środka kontrastowego do naczyń w trzech fazach (tętnicznej, żyłnej, dynamicznej – do tętnicy i żył w momencie akwizycji) daje więcej możliwości diagnostycznych. Wszystkie wspomniane badania umożliwiają zapis stanu zwłok w sposób przestrzenny. Co do dwuwymiarowych zdjęć rtg wykonywanych w czasie sekcji zwłok, to w świetle referatu prof. Kurta Noltego podczas kongresu w Zurychu w maju bieżącego roku, nawet w ośrodkach badawczych w USA, dotychczas wyraźnie sceptycznie nastawionych do badania TK, takie urządzenia stają się urządzeniami „drugiego rzutu”, używanymi w przypadku awarii sprzętu TK.

Urszula Rogalla

Wyniki obrazowania TK zwłok i żywych pacjentów diametralnie się różnią, co rodzi przekorne pytanie – dla kogo wirtopsja będzie środowiskiem naturalnym: dla medyka sądowego czy dla radiologa?

Dr Krzysztof Woźniak

Należy wyjaśnić, że nazwa wirtopsja (Virtopsy®) nie może być używana, gdyż została

ona zastrzeżona i dotyczy konkretnie usystematyzowanych badań pośmiertnych z wykorzystaniem różnych technik z zapisem cyfrowym danych. Tych, które były prowadzone w Szwajcarii, w Bernie, a teraz w Zurychu. W języku angielskim używa się określenia „post-mortem cross-sectional imaging”. Sam staram się konsekwentnie mówić o pośmiertnym badaniu obrazowym. Istotnie, obraz zwłok różni się wyraźnie od stanu stwierdzanego przez radiologów w badaniach klinicznych – zarówno ze względu na przemiany pośmiertne i brak krążenia, jak i np. zmiany pourazowe, takie, jakie ze względu na stopień nasilenia nie wystąpiłyby u żywego człowieka. W praktyce różnych krajów najefektywniejsze wydają się zespoły złożone z medyków sądowych i radiologów, którzy zdobywają specyficzne doświadczenie w badaniu zwłok. Nierzadko medycy sądowi sami oceniają dane z akwizycji TK, trudniejsze przypadki konsultując z radiologami.

W odróżnieniu od radiologii klinicznej, która staje się chyba jedną z najlepiej opłacanych specjalności medycznych, ocena danych z pośmiertnych badań obrazowych nie przynosi – i raczej nie będzie przynosiła – większych dochodów. **PRZEWAĞA MEDYKA SĄDOWEGO NAD RADIOLOGIĄ KLINICZNĄ PRZY OCENIE MATERIAŁU Z POŚMIERTNEJ AKWIZYCJI POLEGA NA TYM, ŻE NIEDŁUGO PO EWALUACJI DANYCH Z AKWIZYCJI, PODCZAS KONWENCJONALNEGO BADAŃIA SEKCYJNEGO, MOŻE ZOBACZYĆ, „DOTKNAĆ” I SKONFRONTOWAĆ STWIERDZONE WCZĘSNIEJ ZMIANY.** Myślę, że na polu pośmiertnych badań obrazowych jest miejsce i dla medyków sądowych, i dla przygotowanych do takiego badania radiologów klinicznych. A zwłaszcza dla zespołów złożonych ze współpracujących ze sobą specjalistów tych dyscyplin.

Urszula Rogalla

Tomografia komputerowa bywa wykorzystywana do diagnostyki ofiar katastrof, czego przykładem są choćby ostatnie badania ofiar katastrofy smoleńskiej. W jaki sposób TK jest użyteczna przy bardzo rozległych obrażeniach?

Dr Krzysztof Woźniak

Weźmy choćby wieloodłamowe złamanie kości czaszki, które w obrazie z akwizycji TK – w przestrzennych rekonstrukcjach – dają się



Tomograf i szwajcarska pompa do wielofazowej angiografii TK (PMCTA).

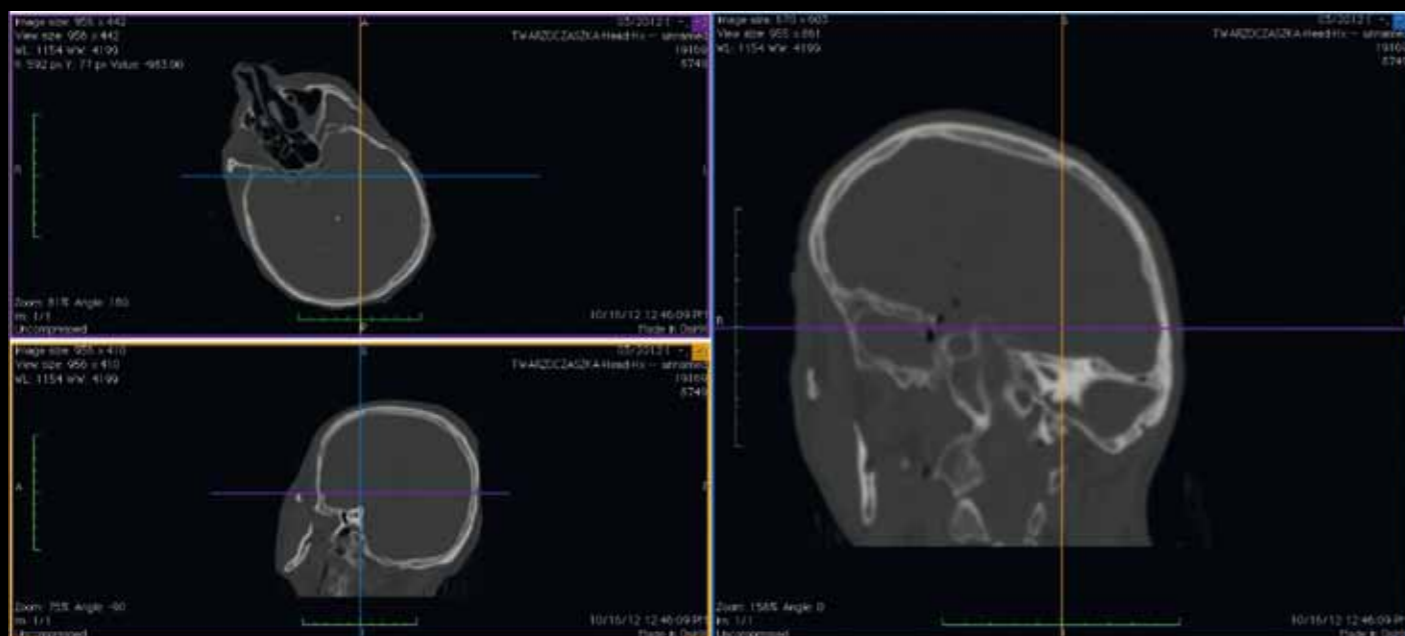
jeszcze przyporządkować do poszczególnych części czaszki, podczas gdy przy konwencjonalnej sekcji zwłok po odwarstwieniu powłok „rozpuszczają się”, co wymaga – jeśli zachodzi taka potrzeba – żmudnej rekonstrukcji anatomicznej. **W TAKICH PRZYPADKACH DOBITNIE MOŻNA WYKAZAĆ, ŻE OBRAZ JEST WART TYSIĄCA SŁÓW, GDYŻ ZNACZNA LICZBA RÓŻNORODNYCH OBRAŻEŃ STAJE SIĘ KRAŃCOWO TRUDNA DO OPISANIA.** Wykorzystaniu danych z akwizycji TK w podobnych przypadkach poświęciliśmy artykuł w „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii” (2010, 60, 38-47: „Wartość pośmiertnych badań TK w przypadkach urazów mechanicznych powodujących znacznego stopnia destrukcję zwłok”).

* BIOGRAM

DR KRZYSZTOF WOŹNIAK



Z wykształcenia lekarz (1987 r., Akademia Medyczna im. M. Kopernika w Krakowie, obecnie Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego). Lekarz chorób wewnętrznych (1992 r.), specjalista medycyny sądowej (2000 r.), doktor nauk medycznych (2003 r.). Członek założyciel International Society of Forensic Radiology and Imaging (ISFRI). Członek Editorial Boards czasopism: „Journal of Forensic Radiology and Imaging” oraz „Legal Medicine”. Redaktor naczelny „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii”.



Sekcja zwłok bez skalpela



Pośmiertne badanie obrazowe zwane wirtopsją jest ukoronowaniem wysiłków w dziedzinie stosowania tomografii komputerowej w medycynie sądowej.

Nazwa metody pochodzi od określenia „wirtualna autopsja”, co oznacza sekcję zwłok bez ich naruszania.

Zadaniem specjalisty przeprowadzającego sekcję zwłok jest przede wszystkim określenie przyczyny zgonu. Z tego chociażby powodu należy uznać diagnostykę sądową za jeden z filarów medycyny sądowej.

Badając ciało osoby zmarłej, medyk sądowy poszukuje wszelkich znamion chorób, urazów i innych czynników, które mogły spowodować śmierć. Jednak w tej pracy nawet najwybitniejsi specjaliści napotykać wiele trudności. Tradycyjna technika sekcyjna nie zawsze pozwala na

szybkie określenie czynników lub zdarzeń, które doprowadziły do zgonu. W niektórych przypadkach jest to wręcz niemożliwe. Zwłaszcza gdy w grę wchodzi niewielkie rozmiary lub objawy niełatwe do wykrycia z uwagi na umiejscowienie w trudno dostępnych obszarach zwłok. Skomplikowane jest także poszukiwanie w zwłokach bardzo małych ciał obcych, takich jak kule śrutowe, drobne odłamki pocisków lub materiałów, które

znalazły się tam w wyniku eksplozji. Ponadto w przypadku źle zachowanych zwłok osób o nieznanym tożsamości medyk sądowy musi scharakteryzować najistotniejsze cechy biologiczne zmarłego, mogące przyczynić się do jego identyfikacji. Niestety wiele z nich, takich jak cechy szkieletu, nie jest dostępnych bezpośrednio. By je określić, trzeba odpreparować części miękkie. Wiąże się to ze znacznym naruszeniem struktury zwłok.

W takich sytuacjach niezwykle pomocne okazuje się użycie osiągnięć nowoczesnej diagnostyki medycznej, która wykorzystuje zaawansowane techniki obrazowania ludzkiego organizmu. Najstarszą z nich jest badanie rentgenowskie (RTG), którego współczesną pochodną jest tomografia komputerowa (TK). Metoda ta umożliwia szybką i precyzyjną lokalizację przyczyn i objawów chorób, stanów pourazowych i innych patologii. Wykorzystuje zjawisko różnicowanej siły, z jaką promieniowanie rentgenowskie przenika przez poszczególne tkanki. Dzięki jej zastosowaniu możliwe jest stworzenie wiernej cyfrowej rekonstrukcji ciała, zapisanie jej na nośnikach pamięci i późniejsza dokładna analiza medyczna.

Ukoronowaniem wysiłków w dziedzinie aplikacji tomografii komputerowej w praktyce badań sądowo-lekarskich jest opracowanie metodyki wirtopsji, czyli wirtualnej sekcji zwłok. Jej twórcami są członkowie zespołu badawczego Uniwersytetu w Bernie, kierowanego przez prof. Michaela Thaliego.

TRADYCYJNA TECHNIKA SEKCYJNA NIE ZAWSZE POZWALA NA SZYBKE OKREŚLENIE CZYNNIKÓW LUB ZDARZEŃ, KTÓRE DOPROWADZIŁY DO ZGONU. W NIEKTÓRYCH PRZYPADKACH JEST TO WRĘCZ NIEMOŻLIWE.

Wirtopsja nie jest techniką zastępczą wobec tradycyjnej sekcji zwłok, ale stanowi jej bardzo istotne uzupełnienie. Informacje uzyskane na podstawie badań tomograficznych ułatwiają osobom przeprowadzającym właściwą sekcję zlokalizowanie i analizę wszelkich symptomów i zjawisk wskazujących przyczyny zgonu. Badanie w ramach wirtualnej sekcji zaczyna się od zabezpieczenia zwłok w specjalnej kapsule lub w worku. Następnie ciało jest umieszczane na stole tomografu i skanowane. Lampa tomografu porusza się po okręgu prostopadle do osi zwłok. Dzięki temu może wielokrotnie prześwietlać je wiązką promieniowania równoległą do obrazowanych płaszczyzn. Umieszczone w tym samym

urządzeniu czujniki przekazują do komputera dane na temat pochłaniania promieniowania przez poszczególne tkanki. Informacje te są zapisywane w postaci obrazów poszczególnych warstw (przekrojów) zeskanowanych zwłok. W ten sposób zostaje utworzona baza danych obrazów – będzie można je później analizować w postaci dwuwymiarowej, a także dzięki zastosowaniu specjalistycznego oprogramowania dokonać przestrzennego (trójwymiarowego) odwzorowania struktur organizmu. Otrzymane obrazy można dopasować do postaci wymaganej w aspekcie konkretnego badania poprzez zmianę kontrastu czy odcienia szarości. Ostatecznie obrazy są poddawane kompresji i zapisywane w formacie odpowiadającym oprogramowaniu do analizy obrazów medycznych, zgodnym z normą DICOM.

POŚMIERTNE BADANIE OBRAZOWE ZWANE WIRTOPSJĄ

NIE JEST TECHNIKĄ ZASTĘPCZĄ WOBEC TRADYCYJNEJ SEKCJI

ZWŁOK, ALE STANOWI JEJ BARDZO ISTOTNE

UZUPEŁNIENIE.

Nazwa wirtopsja (ang. virtopsy) pochodzi od słów „virtual” (wirtualna) i „autopsy” (autopsja, w tym przypadku – sekcja zwłok). Słowo „wirtualna” wyraża ideę, która przyświeca zastosowaniu tej techniki. Istotą wirtopsji jest bowiem bezinwazyjność, czyli wykonanie sekcji zwłok bez ich naruszania. Zamiast skalpela i innych narzędzi sekcyjnych wykorzystuje się tomografię komputerową i trójwymiarową fotogrametrię. Ostatnia z wymienionych technik pozwala na odtwarzanie kształtów, rozmiarów i wzajemnego położenia struktur organizmu na podstawie obrazów uzyskanych za pomocą tomografii komputerowej lub innych technik obrazowania.

ZAMIAST SKALPELA

WYKORZYSTUJE SIĘ

TOMOGRAFIĘ KOMPUTEROWĄ

I TRÓJWYMIAROWĄ

FOTOGRAFIĘ.



Skrót DICOM oznacza: Digital Imaging and Communications in Medicine – obrazowanie cyfrowe i wymiana obrazów w medycynie. Opisane dotychczas czynności mają charakter techniczny – służą do zebrania danych. Właściwa wirtualna sekcja zwłok zaczyna się w momencie wczytania obrazów tomograficznych do oprogramowania umożliwiającego

WIRTOPSJA JEST DOSKONAŁĄ TECHNIKĄ WYKRYWANIA I CYFROWEJ WIZUALIZACJI PRZYCZYŃ ŚMIERCI ZWIĄZANYCH Z UKŁADEM KRĄŻENIA, ZWŁASZCZA ZABURZEŃ ZWIĄZANYCH Z NACZYNIAMI KRWIONOŚNYMI.

ich przeglądanie. Odpowiedni program pozwala na wyświetlenie obrazów dwuwymiarowych wszystkich zeskanowanych przekrojów ciała. Możliwe jest szybkie i płynne przechodzenie pomiędzy warstwami, sterowane manualnie lub automatycznie w formie animacji. Dostępne jest również wyświetlenie obrazu zwłok w innej płaszczyźnie niż poprzeczna, np. w płaszczyźnie czołowej.

Z punktu widzenia badania sądowo-lekarskiego najbardziej przydatna wydaje się możliwość złożenia obrazów dwuwymiarowych w model

Z PUNKTU WIDZENIA BADANIA SĄDOWO-LEKARSKIEGO NAJBARDZIEJ PRZYDATNA WYDAJE SIĘ MOŻLIWOŚĆ ZŁOŻENIA OBRAZÓW DWUWYMIAROWYCH W MODEL TRÓJWYMIAROWY.



trójwymiarowy. Dzięki zjawisku zróżnicowanej odporności tkanek na promieniowanie rentgenowskie możliwe jest wygenerowanie obrazu konkretnej ich grupy, np. powłok ciała, samych części miękkich lub wyłącznie szkieletu. Trójwymiarowy obraz można wyświetlać w dowolnym rzucie, obracając nim we wszystkich możliwych płaszczyznach. Istnieje także opcja powiększania obrazu oraz odcinania jego fragmentów w celu ukazania pierwotnie niewidocznych struktur (przykładowo: odcięcie pokrywy czaszki w celu analizy jej wnętrza).

Wirtopsja jest także doskonałą techniką wykrywania i cyfrowej wizualizacji przyczyn śmierci związanych z układem krążenia, zwłaszcza zaburzeń związanych z naczyniami krwionośnymi.

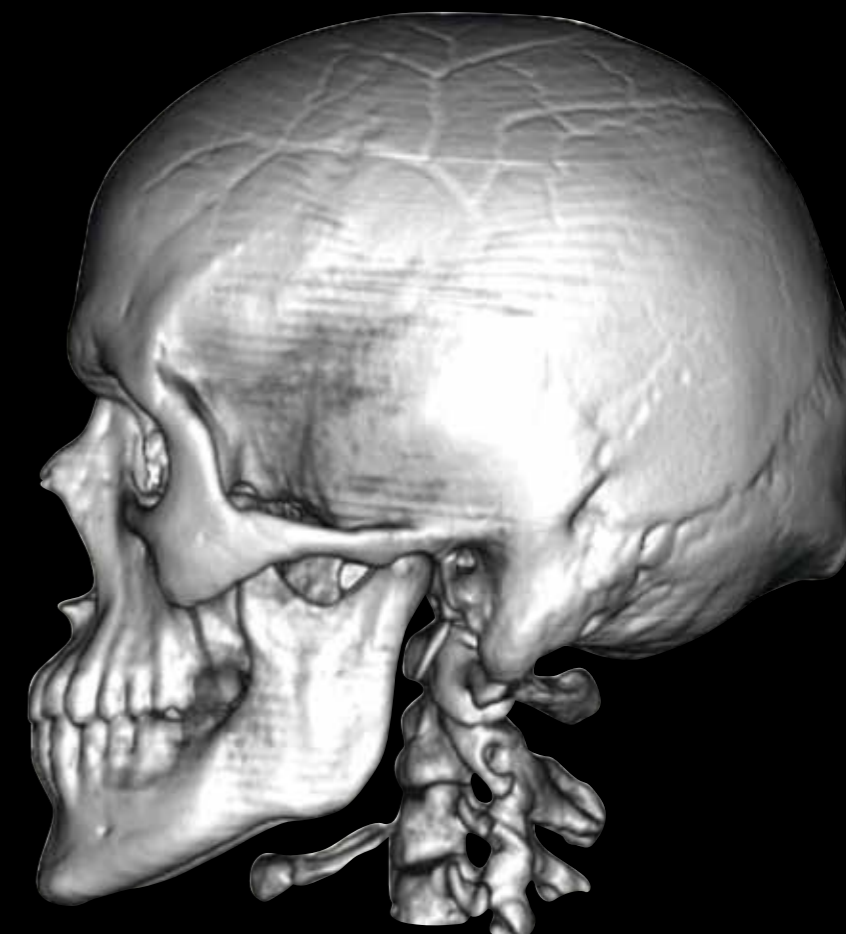
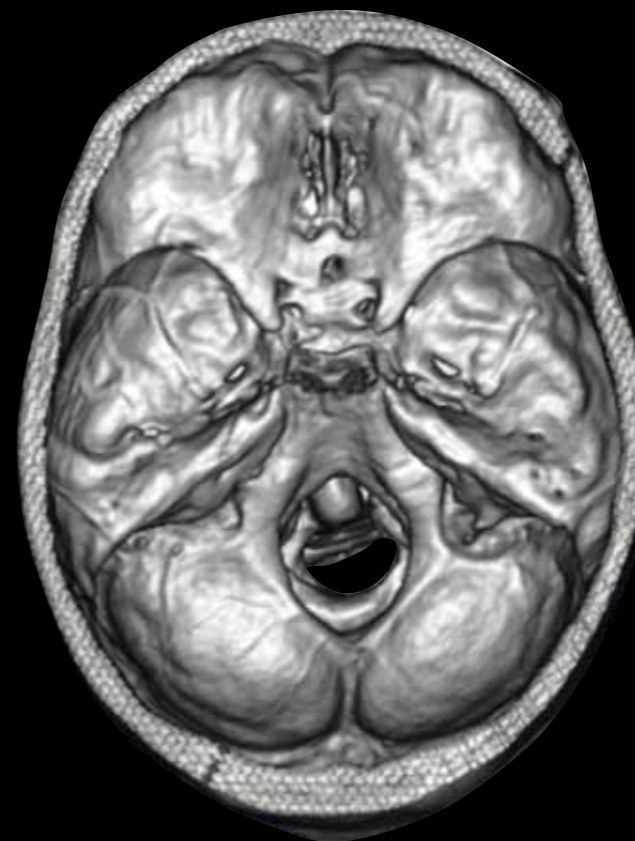
ODPOWIEDNI PROGRAM POZWALA NA WYŚWIETLENIE OBRAZÓW DWUWYMIAROWYCH WSZYSTKICH ZESKANOWANYCH PRZEKROJÓW CIAŁA.

Jeżeli przed badaniem tomograficznym do naczyń krwionośnych zmarłego zostanie wprowadzony radiologiczny środek kontrastujący, w wyniku tzw. angiografii możliwe jest stworzenie trójwymiarowego obrazu badanych naczyń, co może ułatwić identyfikację ich uszkodzeń i anomalii, które doprowadziły do zgonu.

Oprócz wymienionych korzyści z zastosowania wirtopsji jako badania ułatwiającego poszukiwanie symptomów śmierci, odnajdywania ciał obcych, a także rozszerzającego możliwości wnioskowania sądowo-lekarskiego technika ta ma inne zalety. Przede wszystkim jest obiektywna, ponieważ pozwala na zebranie i archiwizację danych w sposób unifikowany. Zebrane w ten sposób dane mogą być analizowane w dowolnym czasie przez różnych specjalistów. Ma to szczególne znaczenie w sytuacji, gdy opinia sądowo-lekarska jest podważana i wymaga weryfikacji. Jeżeli zwłoki zostały poddane wirtopsji, a następnie uległy kompletnemu

rozkładowi lub kremacji, w dalszym ciągu możliwe jest przeprowadzenie ponownych badań sądowo-lekarskich. Kolejną korzyścią z zastosowania wirtopsji jest jej całkowita (lub prawie całkowita w przypadku angiografii) bezinwazyjność. Zwłoki nie muszą być otwierane ani w żaden sposób preparowane. W niektórych okolicznościach zastosowanie wirtopsji pozwoli odstąpić od wykonywania tradycyjnej sekcji zwłok. Może to mieć duże znaczenie dla bliskich osób zmarłych (ze względów osobistych lub z potrzeby dostosowania się do nakazów religijnych).

ZEBRANE W TEN SPOSÓB DANE MOGĄ BYĆ ANALIZOWANE W DOWOLNYM CZASIE PRZEZ RÓŻNYCH SPECJALISTÓW. MA TO SZCZEGÓLNE ZNACZENIE, GDY OPINIA SĄDOWO-LEKARSKA JEST PODWAŻANA I WYMAGA WERYFIKACJI.



KOLEJNĄ KORZYŚCIĄ Z WIRTOPSJI JEST JEJ CAŁKOWITA – LUB PRAWIE CAŁKOWITA W PRZYPADKU ANGIOGRAFII – BEZINWAZYJNOŚĆ. ZWŁOKI NIE MUSZĄ BYĆ OTWIERANE ANI W ŻADEN SPOSÓB PREPAROWANE.

Wirtopsja staje się ponadto nieoceniona w sytuacji, gdy zwłoki są zainfekowane niebezpiecznymi drobnoustrojami, zawierają substancje silnie toksyczne lub zostały napromieniowane. Dodatkową korzyścią z wirtualnych sekcji jest dostarczanie bezpiecznych i łatwych do przechowywania materiałów edukacyjnych dla adeptów medycyny sądowej oraz danych do badań naukowych.

JB

Wirtualne sekcje zwłok stanowią obecnie najnowocześniejszą i stale rozwijaną dziedzinę medycyny sądowej. Techniki tej używa się również w naszym kraju. Jako pierwsi zastosowali ją specjaliści z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Collegium Medicum UJ w Krakowie (we współpracy z tamtejszą Katedrą Radiologii). Druga w Polsce pracownia wirtopsyjna została niedawno otwarta w Katedrze Medycyny Sądowej Collegium Medicum UMK w Bydgoszczy.