



archiwum medycyny sądowej i kryminologii

Praca pogładowa
Review paper

Katarzyna Wochna, Jarosław Berent, Anna Smeđra

Gdy zawiodą badania genetyczne – próba identyfikacji ofiar wybuchu gazu spowodowanego uszkodzeniem gazociągu wysokiego ciśnienia z odniesieniem do zagadnień zdobywania żączyowej dokumentacji stomatologicznej

When genetic tests fail – an attempt to identify victims of gas explosion caused by damage to a high-pressure gas pipeline, with reference to problems related to the retrieval of ante-mortem dental records

Katedra i Zakład Medycyny Sądowej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Polska
Chair and Department of Forensic Medicine, Medical University of Lodz, Poland

Streszczenie

Praca przedstawia trudny przypadek identyfikacji szczątków dwóch robotników budowlanych, którzy ponieśli śmierć w wyniku wybuchu gazu. Ze względu na znaczne uszkodzenie ciał ofiar w obu przypadkach przeprowadzono badanie genetyczne i odontologiczne celem ustalenia ich tożsamości. Badania genetyczne pozwoliły zidentyfikować szczątki jednej ofiary, natomiast z uwagi na całkowite zniszczenie materiału genetycznego, charakterystyczne dla ekspozycji na długotrwałe działanie bardzo wysokiej temperatury (podobne do kremacji), ustalenie tożsamości drugiej ofiary okazało się niemożliwe. To, czego nie udało się dokonać za pomocą badań genetycznych, osiągnięto dzięki badaniom odontologicznym – na podstawie żączyowej dokumentacji stomatologicznej. Prezentowany przypadek pokazuje, że badania uzębienia mogą stanowić alternatywę dla badań genetycznych i daktyloskopowych, mimo że znaczenie odontologii sądowej w Polsce jest nadal niedoceniane. W pracy omówiono również kwestię uzyskiwania żączyowej dokumentacji stomatologicznej z perspektywy krajowej.

Słowa kluczowe: identyfikacja odontologiczna, bardzo wysoka temperatura, degradacja DNA, skalcynowane szczątki, żączyowa dokumentacja stomatologiczna.

Abstract

The paper illustrates a difficult case of personal identification of the remains of two construction workers, severely charred and calcined because of very high temperatures caused by an explosion of a high pressure gas pipeline. In both cases, genetic and odontological examinations were conducted for the purpose of victim identification. Genetic tests made it possible to identify the remains of one of the casualties. In the other case, however, identification was impossible on account of complete destruction of the victim's genetic material, which is typical of long-term exposure to extremely high temperatures (similar to cremation). Ultimately, the remains were identified on the basis of odontological examinations following the retrieval of the victim's ante-mortem dental records. The presented case shows that dental

examinations can be an alternative to genetic tests and dactyloscopy. Unfortunately, the value of forensic odontology in Poland is still underestimated. The paper also addresses the issue of retrieval of ante-mortem dental records in Poland.

Key words: odontological identification, extremely high temperature, DNA degradation, calcined remains, ante-mortem dental records.

Wstęp

Każdego roku na terenie naszego kraju znalezionych jest wiele zwłok i szczątków ludzkich o nieustalonej tożsamości. W takich przypadkach organy ścigania muszą wdrożyć procedury mające na celu ich rozpoznanie. W Polsce głównymi metodami identyfikacji osobniczej są analiza porównawcza materiału genetycznego, odcisków palców lub identyfikacja wizualna.

Ustalenie tożsamości zwłok lub szczątków ludzkich, poza sytuacjami, gdy możliwa jest identyfikacja wizualna, to proces złożony, w którym uczestniczą nie tylko specjalista medycyny sądowej wykonujący sądowo-lekarską sekcję zwłok i technik kryminalistyczny, lecz także specjaliści z innych dziedzin, takich jak genetyka sądowa, radiologia czy odontologia sądowa. Jeżeli rozpoznanie na podstawie wyglądu zewnętrznego nie jest możliwe, zastosowanie znajdują inne metody, np. z zakresu antropologii sądowej, pozwalające na identyfikację grupową – a czasem indywidualną – na podstawie cech morfologicznych szkieletu, oceny wrodzonych i nabytych zmian kostnych wykorzystującej porównanie badań obrazowych wykonanych *ante mortem* (AM) i *post mortem* (PM) czy oceny obecności implantów i ciał obcych oraz ich porównania z danymi AM. Ponadto stosuje się daktyloskopię, badania genetyczne i odontologię sądową. Użycie danej techniki zależy od okoliczności znalezienia zwłok i ich stanu oraz dostępnego materiału porównawczego. Wiarygodne wyniki dają badania genetyczne i daktyloskopowe, jednak nie zawsze da się je przeprowadzić. W takiej sytuacji z pomocą mogą przyjść porównawcze badania odontologiczne. W pracy przedstawiono przypadek, w którym zniszczenie materiału nie pozwoliło na przeprowadzenie badań genetycznych i dakty-

Introduction

Every year, a number of corpses and human remains of unknown identity are discovered in Poland. In such cases, law enforcement agencies must implement procedures to identify them. The primary methods of personal identification in Poland include comparative analysis of genetic material, fingerprints or visual identification.

Aside from cases where visual identification is possible, establishing the identity of corpses or human remains is a complex process involving not only the forensic specialist performing the medico-legal autopsy and forensic technician, but also experts in other fields such as forensic genetics, radiology or forensic odontology. When identification based on external appearance is impossible, other methods of identification, for example in the scope of forensic anthropology, are employed. Such techniques enable group identification and sometimes individual identification on the basis of morphological features of the skeleton, an evaluation of congenital and acquired bone lesions using a comparison of ante-mortem (AM) and post-mortem (PM) imaging examinations or an assessment of the presence of implants and foreign bodies and their comparison with corresponding ante-mortem (AM) data. In addition, dactyloscopy, genetic tests and forensic odontology are employed. The methods used depend on the circumstances accompanying corpse discovery and its condition, as well as the availability of comparative material. Genetic testing and dactyloscopy deliver reliable results, but they cannot always be employed. In such cases, comparative odontological examinations can prove useful. A case of this type is described below. Even though genetic tests and fingerprint analysis could not be performed because the material was

loskopowych, ale udało się dokonać identyfikacji za pomocą badań odontologicznych.

Identyfikacja odontologiczna, rutynowo stosowana za granicą, w Polsce nadal jest procedurą rzadko wykonywaną. Dzieje się tak z kilku powodów. Po pierwsze, w naszym kraju nie ma baz danych zawierających AM dokumentację stomatologiczną pacjentów, a istnienie takich baz jest kluczowe przy identyfikacji na podstawie uzębienia. Po drugie, pacjenci leczą się zazwyczaj u różnych stomatologów, nierzadko przypadkowych, a gdy zmieniają lekarza, ich karty leczenia z reguły nie są przekazywane kolejnym dentystom. Często otrzymana dokumentacja stanowi zatem jedynie niewielki wycinek całej historii choroby danego pacjenta. Nie uniemożliwia to wprawdzie przeprowadzenia analizy porównawczej uzębienia, ale może ograniczać wiarygodność końcowej opinii odontologicznej. Po trzecie, nie ma prawnego obowiązku prowadzenia komputerowej kartoteki pacjentów. Nie oznacza to oczywiście, że jedynie taka forma zarządzania dokumentacją eliminuje ryzyko popełnienia błędów, np. w wypełnianiu diagramu zębowego (numeracja zębów) lub opisie procedur (który ząb, jaka czynność, jakie powierzchnie zęba itd.). Po czwarte, niektórzy stomatolodzy nie przestrzegają standardów prowadzenia dokumentacji medycznej (np. nieczytelne wpisy, własne skróty, błędy w numeracji zębów, różne systemy numeracji), choć mają one swoją podstawę prawną. Po piąte, współpraca stomatologów i medyków sądowych – mimo że jak najbardziej uzasadniona i uznawana za standard w innych krajach – w Polsce nadal stanowi *novum* i jest bagatelizowana. Prawie całkowity brak znajomości międzynarodowych standardów i wytycznych dotyczących uzyskiwania AM dokumentacji stomatologicznej zarówno wśród lekarzy dentystów, jak i prokuratorów jest ogromnym utrudnieniem.

W Polsce to prokuratury są prawnie odpowiedzialne za proces identyfikacji zwłok lub szczątków o nieustalonej tożsamości. Często prokuratorzy nie wiedzą jednak, jakich elementów dokumentacji szukać i jak formułować postanowienia prokuratorские, stomatolodzy zaś nie umieją przygotować takiej dokumentacji. Wątpliwości tych drugich dotyczą zwłaszcza tego, czy karty powinny być przekazywane w oryginale czy jako kopie oraz jaką część dokumentacji udostępnić (np. tylko kartę pacjenta, jedynie z dokumentacją radiologiczną czy wraz

heavily damaged, identification based on odontological examinations was successful.

Odontological identification, which is routinely used abroad, is still rarely performed in Poland. This situation can be attributed to several factors. Firstly, Poland has no databases containing AM dental records of patients, and the availability of such databases plays a key role in body identification based on dentition. Secondly, patients usually get dental treatment from various dentists, typically on an “ad hoc” basis, and if they change their dental practitioner, the records are not usually transferred to the new dentist. Consequently, the retrieved documentation often represents only a small part of the patient’s entire dental history. The incompleteness of records is not a factor precluding a comparative analysis of dentition, however it may limit the validity of the final result of odontological assessment. Furthermore, there is as yet no legal obligation to keep computerized medical records. This does not mean, of course, that it is the only system of document management eliminating the risk of errors, for example in completing the teeth diagram (numbering of teeth) or describing specific procedures (which tooth and dental surface, what type of treatment, etc.). Fourthly, some Polish dentists fail to adhere to the standards in medical record keeping (e.g. illegible entries, own abbreviations, errors in tooth numbering, different tooth numbering systems) despite the fact that the issue is legally regulated. Fifthly, the cooperation between dentists and forensic physicians, though definitely justified and recognized as a standard in other countries, is still seen as something new in Poland, and its importance is underestimated. The almost complete lack of familiarity with international standards and guidelines for retrieving AM dental records, both among dentists and prosecutors, represents a very serious obstacle.

In Poland, Prosecutor’s Offices are legally responsible for the process of identification of corpses or human remains of undetermined identity. However, prosecutors are often unaware of what elements of medical records they should look for, and how prosecution orders should be formulated, whereas dentists do not know how to prepare the required documentation. Representatives of the latter group are usually uncertain whether dental records should be submitted in their original form or as copies, and which constituent data should be provided (for example, the

z gipsowym modelem uzębienia pacjenta). Kolejnym problemem jest to, że funkcjonariusze policji, których najczęściej wysyła się po odbiór materiału dowodowego, nie wiedzą, co dokładnie wchodzi w jego skład. Nie korzystają więc z listy kontrolnej, na której odznacza się poszczególne elementy, co prowadzi do błędów i braków w opisach. Należy też wymienić nieprawidłowy obieg informacji pomiędzy osobami prowadzącymi postępowanie a specjalistami (np. informacje o uzębieniu osoby typowanej jako ofiara uzyskane od świadków często nie są przekazywane biegłym wraz z dokumentacją medyczną). Wszystkie wspomniane kwestie mogą powodować ograniczenia w procesie identyfikacji. Z drugiej jednak strony problemy w prawidłowym zarządzaniu dokumentacją AM występują również w innych rozwiniętych krajach, a Polska nie jest pod tym względem wyjątkiem [1].

Jak już wspomniano, głównym założeniem identyfikacji odontologicznej jest przeprowadzenie analizy porównawczej uzębienia denata. Polega ona na porównaniu dokumentacji stomatologicznej sporządzonej PM – podczas badania zwłok o nieustalonej tożsamości – z dokumentacją AM osoby typowanej, otrzymaną od organu zlecającego identyfikację. Im bardziej obszerna i dokładna dokumentacja AM pacjenta, tym lepiej. W jej zakres wchodzi nie tylko karty leczenia stomatologicznego, lecz także zdjęcia rentgenowskie uzębienia i twarzoczaszki (te drugie głównie z oddziałów chirurgii szczękowo-twarzowej czy laryngologicznych) oraz wyniki coraz częściej wykonywanej tomografii komputerowej lub tomografii wiązki stożkowej uzębienia. Dokumentacja może również uwzględniać retainery, różnego rodzaju szyny zgryzowe lub ochronne, elementy leczenia protetycznego lub ortodontycznego czy modele gipsowe górnych i dolnych łuków zębowych. Stosuje się ponadto porównanie z dokumentacją fotograficzną, zwłaszcza że coraz więcej dentystów wykonuje fotografie uzębienia oraz twarzy pacjentów, rejestrując etapy leczenia stomatologicznego, przede wszystkim ortodontycznego i protetycznego. Należy też podkreślić, że dużą wartość dowodową mogą mieć fotografie dostarczone np. przez rodzinę, na których osoba typowana jako zaginiona lub ofiara uśmiecha się, prezentując zęby w odcinku przednim.

Podczas sędowo-lekarskiej sekcji zwłok o nieustalonej tożsamości przeprowadzane jest badanie

patient record alone, in combination with radiological records or perhaps also with plaster models of the patient's dentition). Yet another problem is that police officers, who are usually sent to collect evidence, do not know what precisely is included in the evidence material. Consequently, they do not use a checklist where successive items are ticked off, which in turn leads to description errors. The final issue that needs to be mentioned is deficient information flow during the identification process between the persons conducting the proceedings and specialists (for example, information on the dentition of the person suspected to be the victim which is obtained during witness interviews frequently is not provided to experts together with medical records). All these issues may reduce the validity of the final result of the identification procedure. On the other hand, the same problems with the management of AM documentation arise in other developed countries, and thus Polish issues are no exception to this [1].

As already mentioned, the main assumption of odontological identification is performing a comparative analysis of the dentition of the deceased. It involves comparing the dental records prepared PM – during the examination of corpse of undetermined identity – with AM documentation of the suspected person received from the agency requesting the identification procedure. The more extensive and detailed are the patient's AM records, the greater their usefulness. The documentation includes not only dental treatment records but also X-ray images of the dentition and facial skeleton (the latter are retrieved primarily from maxillofacial or laryngological surgery departments) or, increasingly, computed tomography or cone beam computed tomography scans of the teeth. Dental documentation can also include retainers, various types of occlusal or protective guards, elements of prosthetic or orthodontic treatment, or plaster models of upper and lower dental arches. A comparison with photographic documentation is also used in such cases, especially in view of the fact that more and more dentists take facial and dental photographs of their patients to document consecutive stages of dental (mainly orthodontic and prosthetic) treatment. It should also be highlighted that a potentially high probative value may be associated with photographs, for example supplied by the family, which show the person suspected to be missing or a victim with a smile, revealing teeth in the anterior segment.

odontologiczne służące stworzeniu dokumentacji PM. Wykonuje się fotografie uzębienia z przymiarrem oraz badanie jamy ustnej zwłok lub – w przypadkach szczątków NN – dolnego piętra czaszki. Na podstawie uzyskanych informacji sporządza się protokół badania odontologicznego i tworzy kompatybilny z nim diagram zębowy (zwany odontogramem) obrazujący graficznie stan uzębienia i jego charakterystykę (np. braki zębów stare lub pośmiertne, rodzaje wypełnień stomatologicznych, leczenie kanałowe, obecność korzeni zębów, obecność uzupełnień protetycznych stałych lub ruchomych, zmiany zachodzące wraz z wiekiem w obrębie zębów i tkanek przyzębia, jak starcie zębów, obnażenie korzeni). Analiza uzębienia dostarcza również informacji o szacowanym wieku danych zwłok lub szczątków, higienie jamy ustnej czy nawykach i nałogach (np. ciemnobrązowe osady nazębne spowodowane używaniem nikotyny). Dopiero sporządzenie dokumentacji PM i zestawienie jej z dokumentacją AM pozwala na wysunięcie wniosków. Ponieważ nie istnieją żadne polskie wytyczne w tym zakresie, w naszym Zakładzie stosujemy kategorie identyfikacji określone w wytycznych *American Board of Forensic Odontology* (ABFO), tj.:

- pozytywna,
- możliwa,
- niewystarczające dowody,
- wykluczenie.

Opis przypadku

W dniu 14 listopada 2013 r., ok. 13:30, podczas prac montażowych związanych z zakładaniem nowego gazociągu wysokiego ciśnienia doszło do wybuchu gazu, a następnie do pożaru. Ogień objął okoliczne zabudowania, włączając w to dziesięć wolnostojących budynków mieszkalnych i dwa budynki gospodarcze. Budynki mieszkalne zostały zniszczone w takim stopniu, że nie nadawały się już do zamieszkania.

Prace montażowe nowego rurociągu były prowadzone tuż przy starym, nadal aktywnym gazociągu zbudowanym w latach 70. XX w. i rozpoczęły się ok. dwóch tygodni przed wybuchem. Na miejscu montażu rurociągu pracował zespół 11 robotników. Kilka minut przed zdarzeniem dziewięciu z nich, na polecenie brygadzysty, przeniosło się na nowy, oddalony o ok. 100–200 m odcinek prac. Na miejscu

Odontological examinations are routinely performed during medicolegal autopsies of corpses of unknown identity in order to compile PM documentation. Dentition photographs with a measurement reference and an examination of the oral cavity or the basal part of the skull are conducted in cases involving unidentified human remains. On the basis of data thus obtained, an odontological examination report is prepared together with a compatible dental diagram (odontogram) to visually represent the state of dentition and its characteristics (e.g. AM or PM tooth absences, types of dental restorations, root canal treatment, presence of dental roots, fixed or removable prostheses, age-related changes within the teeth and periodontal tissues such as occlusal wear, root denudation). Dentition analysis also provides information about the estimated age of the corpse or human remains, the state of oral hygiene, or habits and addictions (e.g. dark brown stains on teeth from nicotine use). It is not until PM documentation is prepared and compared with appropriate AM records that conclusions can be drawn. As there are no Polish guidelines in this field, in our Department we employ the identification categories defined in the American Board of Forensic Odontology (ABFO) guidelines, including:

- positive identification,
- possible identification,
- insufficient evidence,
- exclusion.

Case report

On 14 November 2013, at about 1:30 pm, during assembly works related to the construction of a new high-pressure gas pipeline, there was a gas explosion followed by an outbreak of fire. The blaze engulfed adjacent buildings including ten detached residential buildings and two outbuildings. Damage to the residential buildings was so severe that they were no longer habitable.

The new pipeline was assembled next to an old, but still operative gas pipeline which was built in the 1970s. The works commenced about two weeks prior to the explosion. A team of 11 workers was present on the pipeline assembly site. A few minutes before the ill-fated incident, 9 of them were ordered by the foreman to move to a new section of assembly works, located about 100–200 m away. Two men

pozostało dwóch mężczyzn: operator koparki gąsienicowej i operator dźwigu bocznego.

Świadkowie zdarzenia zeznali, że usłyszeli głośny wybuch, a następnie zobaczyli wysoki na ok. 20–30 m słup ognia. Poczuli drżenie ziemi i zaczęli uciekać przed rozprzestrzeniającym się pożarem oraz spadającymi na nich z góry piaskiem i ziemią. Brygadzi- sta zespołu, który znajdował się ok. 50 m od miejsca zdarzenia, doznał obrażeń w postaci oparzeń pleców, pośladków, kończyn górnych i dolnych.

Po wybuchu służby ratownicze przewiozły 16 osób do pobliskiego szpitala oraz przeprowadziły ewakuację osób znajdujących się w promieniu 150 m od miejsca wybuchu, łącznie 160 osób z 45 posesji. Przewiezione do szpitala ofiary miały poparzenia drugiego i trzeciego stopnia (obrażenia obejmowały do ok. 40% powierzchni ciała).

Odpowiednie służby odcięły dopływ gazu do miejsca awarii, jednak całkowite odłączenie wadliwego odcinka gazociągu nastąpiło dopiero ok. 6:00 następnego dnia, natomiast pożar ostatecznie ugaszono ok. 8:00. W wyniku awarii wyciekło ok. 1 000 000 m³ gazu. Kiedy słup ognia wydobywającego się z gazociągu zmalał, w dwóch różnych miejscach w okolicy wybuchu ujawniono szczątki dwóch osób, prawdopodobnie przebywających na terenie budowy operatorów ciężkiego sprzętu.

Zgodnie z postanowieniem prokuratury okręgowej prowadzącej śledztwo znalezione szczątki zostały dostarczone do Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, gdzie przeprowadzono ich oględziny. Szczątki zabezpieczono w trzech kartonach, z których dwa oznaczono literą X, a jeden literą Y. Zarówno w kartonach X, jak i kartonie Y większość zachowanych fragmentów kości była na tyle niewielka i zniszczona, a ponadto pozbawiona tkanek miękkich, że niemożliwe było określenie ich przynależności gatunkowej i topograficznej. W obu przypadkach udało się jednak wyodrębnić pewne struktury kostne i fragmenty tkanek miękkich, które można było rozpoznać. Należy zaznaczyć, że szczątki X znajdowały się w lepszym stanie – zachowały się więcej tkanek miękkich, które ochroniły leżące poniżej kości przed działaniem bardzo wysokiej temperatury.

Na podstawie oględzin stwierdzono, że szczątki X pochodziły najprawdopodobniej od jednego człowieka. Analizując cechy dymorficzne zachowanych fragmentów czaszki i miednicy, ustalono z dużym

pozostało na scenie: a crawler excavator operator and a pipelayer operator.

According to witness accounts, there was a loud explosion followed by a pillar of fire stretching for about 20–30 m into the sky. The witnesses felt a tremor of the earth and started to escape from the spread of fire and sand and soil falling on them from above. The foreman, who was about 50 m from the site of the incident, suffered burns to the back, buttocks, and upper and lower extremities.

After the explosion the emergency services transported 16 casualties to a nearby hospital and evacuated people from an area within a 150 m radius from the explosion site (160 people from 45 properties in total). The victims of the blast suffered second- and third-degree burns (covering a maximum of about 40% of the body surface area).

Appropriate services cut off gas supply to the failure site, however, the gas pipeline section affected by the incident was not completely isolated until about 6:00 am of the following day. The fire was extinguished at approximately 8:00 am. As a result of the explosion, approximately 1,000,000 m³ of gas leaked out of the pipeline. When the column of fire erupting from the gas pipeline subsided, the remains of two people, probably the heavy equipment operators working on the construction site, were revealed at two different locations in the explosion area.

In accordance with the decision of the District Prosecutor's Office conducting the investigation, the human remains were taken to the Department of Forensic Medicine of the Medical University of Lodz for examination. The remains were in three carton boxes, two of which were marked with the letter X, and one with the letter Y. Most of the preserved bone fragments, both in the cartons marked as X and in the carton marked as Y, were so small and so heavily damaged, and devoid of any soft tissues, that it was impossible to determine their species and topographical features. In both cases, however, certain bone structures and soft tissue fragments were successfully isolated and could be identified. It needs to be noted that the condition of the human remains marked as X was better. More soft tissues were preserved, which protected the underlying bones from the effects of extremely high temperatures.

On the basis of the examination, it was determined that the human remains marked as X probably belonged to a single person. An analysis of

prawdopodobieństwem, że były to szczątki mężczyzny, ale ze względu na znaczny stopień uszkodzenia kości spowodowanego działaniem płomieni niemożliwe było określenie na ich podstawie jego wieku, poza ogólnym stwierdzeniem, że była to osoba dorosła. Poddane oględzinom szczątki Y były pochodzenia ludzkiego i mogły należeć do jednego osobnika, ale z uwagi na znaczny stopień uszkodzenia kości spowodowanego działaniem płomieni niemożliwe było określenie jego płci, ani wieku, poza ogólnym stwierdzeniem, że był to osobnik dorosły. Ponieważ na podstawie dokonanych przez medyka sądowego oględzin szczątków nie udało się ustalić tożsamości ofiar wybuchu, materiał został zabezpieczony do dalszych badań genetycznych. Przeprowadzono ponadto dwa badania odontologiczne.

Badania genetyczne pozwoliły na zidentyfikowanie szczątków X, ale w odniesieniu do szczątków Y nie przyniosły oczekiwanego rezultatu, ponieważ materiał genetyczny uległ całkowitemu zniszczeniu pod wpływem długotrwałej ekspozycji na działanie bardzo wysokiej temperatury. To, czego nie udało się dokonać za pomocą badań genetycznych, osiągnięto jednak dzięki badaniom odontologicznym.

Jak już wspomniano, szczątki X zachowały się w lepszym stanie niż Y. Badanie odontologiczne wy-

dimorphic features of the preserved parts of the skull and pelvis revealed that the remains were probably male. However, since the degree of bone damage caused by the flame was very significant, the age of the victim could not be established apart from the general conclusion that the bones belonged to an adult. The examination of the remains marked as Y showed that they were of human origin and possibly belonged to a single individual, but in view of significant degree of bone damage induced by the flame, it was impossible to determine the sex or age of the person, except that it was an adult. Since the examination of the remains performed by a forensic physician failed to ascertain the identity of the explosion victims, the material was secured for further genetic testing and, in addition, two forensic odontological examinations were conducted.

Genetic tests helped to identify the remains marked as X, however the genetic identification of the remains Y was unsuccessful because of irreversible destruction of genetic material due to very prolonged exposure to extremely high temperature. However, what could not be done by genetic testing was achieved by conducting odontological examinations.



Ryc. 1. Fragment lewej szczęki z częściowo zachowanym zębem 26 lub 27 (szczątki Y)

Fig. 1. A fragment of the left maxilla with partially preserved tooth 26 or 27 (remains Y)



Ryc. 2. Fragment lewej szczęki z częściowo zachowanymi korzeniami zębów 23–25 (szczątki Y)
Fig. 2. Fragment of the left maxilla with partially preserved roots of teeth 23–25 (remains Y)



Ryc. 3. Pośmiertne RTG szczątków Y
Fig. 3. Post-mortem X-ray image of remains Y

kazało, że zwęglone tkanki miękkie twarzy uchroniły większość uzębienia, a nawet górną ruchomą protezę częściową przed efektem działania bardzo wysokiej temperatury. Zachowała się bowiem prawa szczęka (zęby 14 i 15) i przyśrodkowy fragment lewej szczęki (zab 21, pośmiertny brak zęba 22, korzeń zęba 23), prawa część żuchwy i przyśrodkowy fragment lewej części żuchwy (zęby 35–45). Dolne zęby nosiły ślady leczenia zachowawczego (wypełnienia kompozytowe) i protetycznego (korona).

Z kolei szczątki Y uległy rozległemu zniszczeniu termicznemu – kości żuchwy i szczęki odkształciły się, korony zębów uległy całkowitemu spaleniu, aczkolwiek otaczająca kość ochroniła korzenie zębów. Cztery fragmenty kostne zostały zidentyfikowane jako:

- 1) fragment prawego trzonu i prawej gałęzi żuchwy (bez wyrostka dziobiastego i kłykciowego). Korzenie bliższy i dalszy zęba, który prawdopodobnie był zębem 48 lub 47, zostały zachowane, trzon żuchwy był skurczony, z licznymi szczelinami i złamaniami, i kończył się na wysokości ściany dalszej zębodołu 41. Nieregularny i ostry wygląd przyśrodkowej części trzonu, z utratą blaszki zewnętrznej i obnażoną skalcyowaną istotą gąbczastą zawierającą fragmenty pustych zębodołów 41–44, wskazywał na ich pośmiertny charakter;
- 2) fragment lewego trzonu i lewej gałęzi żuchwy (bez wyrostka dziobiastego i kłykciowego). Fragment ten był mniejszy od poprzedniego, a brak części zębodołowej żuchwy w odcinku 31–36 miał charakter pośmiertny i był spowodowany

As mentioned above, the remains X were discovered in a considerably better state of preservation than Y. An odontological examination showed that charred facial soft tissues protected most of the teeth and even the upper removable partial denture from the effect of very high temperatures. The preserved fragments included the right maxilla (teeth 14–15) and the medial fragment of the left maxilla (tooth 21, tooth 22 – PM loss, dental root 23), the right part of the mandible and the medial fragment of the left mandible (teeth 35–45). The lower teeth had signs of conservative dental treatment (composite fillings) and prosthetic procedures (a crown).

In contrast, the remains marked as Y were subject to extensive thermal damage. The maxillary and mandibular bones were deformed, and the crowns were completely burned, but the surrounding bone protected the roots of the teeth. The four bone fragments were identified as follows:

- 1) A fragment of the right mandibular body and right mandibular ramus (without the coronoid and condylar processes). The proximal and distal roots of what was probably tooth 48 or 47 were preserved. The mandibular body was shrunk, with multiple fissures and fractures, ending at the level of the distal wall of dental alveolus 41. The irregular and sharp appearance of the medial part of the body, with the loss of the outer lamina and exposed calcinated cancellous bone containing fragments of empty dental alveoli 41–44, pointed to their PM origin.
- 2) A fragment of the left mandibular body and left mandibular ramus (without the coronoid and

spopieleniem tkanek. W okolicy zębów 37–38 widniał pusty zębodoł wypełniony piaskiem;

- 3) fragment prawdopodobnie lewej szczęki z zachowaną częścią lewej zatoki szczękowej (ryc. 1). Fragment miał ok. 31 mm długości i 18 mm szerokości. Podstawa kostna czterech ścian zatoki szczękowej została zachowana, a w kości obecne były trzy korzenie zęba 26 lub 27 z niewielkim fragmentem korony. Dystalnie zidentyfikowano pusty zębodoł 27 lub 28;
- 4) fragment prawdopodobnie lewej szczęki z fragmentem lewej kości podniebiennej (ryc. 2). Zewnętrzna powierzchnia kości była wypukła, natomiast wewnętrzna – wklęsła, co odpowiadało krzywiznie wyrostka zębodołowego okolicy kła i zębów przedtrzonowych. Korzenie zęba 23 (z wierzchołkiem zakrzywionym w lewą stronę), 24 (z dwoma korzeniami i zachowaną przegrodą międzykorzeniową) i 25 (z wierzchołkiem zakrzywionym lekko w lewą stronę) były zachowane.

Zidentyfikowane fragmenty kostne były bardzo kruche, a na ich powierzchniach można było zaobserwować liczne poprzeczne i podłużne pęknięcia oraz szczeliny złamań drążące w głąb. W wielu miejscach brakowało zewnętrznej blaszki kości, co uwiadczało istotę gąbczastą o reszkowej i bardzo delikatnej strukturze. W miejscach ubytków kostnych, pęknięć oraz złamań brzegi przełomów złamania miały ostre, nierówne krawędzie, miejscowo imitujące strukturę pustych zębodołów. Ponadto na skutek urazu i skurczu termicznego doszło do zmiany rozmiaru i kształtu badanego materiału kostnego, co znacznie utrudniało jednoznaczny identyfikację analizowanych tkanek twardych, a w przypadku uzębienia skutkowało jego wariantową klasyfikacją.

W obu przypadkach sporządzono dokumentację radiologiczną (ryc. 3) oraz fotograficzną zachowanych zębów i wystąpiono do prokuratury z wnioskiem o przesłanie dokumentacji stomatologicznej obu mężczyzn. Udało się uzyskać karty leczenia stomatologicznego tylko jednego z nich. Trzeba podkreślić, że otrzymana historia leczenia obejmowała siedem lat, przy czym pacjent nie zgłaszał się na wizyty regularnie. Ostatnią wizytę u stomatologa odnotowano ponad pięć lat przed wypadkiem. Z dokumentacji wynikało, że zęby 18–16, 26, 36–37 i 45 zostały usunięte, zaś brak zębów 11–22 miał charakter pourazowy i odbudowano je za pomocą ruchomej protezy częściowej górnej. Karta leczenia nie zawierała

condylar processes). This fragment was smaller than the previous one, and the absence of the alveolar part of the mandible in section 31–36 represented a PM feature caused by the charring of the tissues. An empty alveolus filled with sand was identified in the region of teeth 37–38.

- 3) A fragment of (probably) the left maxilla with a preserved part of the left maxillary sinus (Fig. 1). The fragment was about 31 mm long × 18 mm wide, and the osseous base of the four walls of the maxillary sinus was preserved. Three roots of tooth 26 or 27 with a small fragment of the dental crown were present in the bone. An empty alveolus (tooth 27 or 28) was identified distally.
- 4) A fragment of (probably) the left maxilla with a piece of the left palatine bone (Fig. 2). The outer surface of the bone was convex, while the inner surface was concave, which corresponded to the curvature of the alveolar process in the region of the canine tooth and premolar teeth. The roots in teeth 23 (with apex curved to the left), 24 (with two roots and preserved interradicular septum) and 25 (with apex curved slightly to the left) were preserved.

The bones showed a high degree of brittleness, and numerous transverse and longitudinal cracks, as well as fracture gaps penetrating inside, could be seen on their surfaces. The absence of the outer osseous lamina in a number of locations exposed the cancellous bone with a very subtle residual structure. Where bone loss, cracks or fractures were present, the ends of the fracture had sharp, uneven edges locally imitating the structure of the empty alveoli. In addition, the trauma and thermal shrinkage were found to have altered the size and shape of the studied bone material, significantly hindering unambiguous identification of the hard tissues under examination and, in the case of dentition, resulting in its variant classification.

Radiological (Fig. 3) and photographic documentation of the preserved teeth was prepared in both cases, and a request was sent to the Prosecutor's Office to supply the dental records of both men. However, the dental treatment records were retrieved for only one of them. It should be stressed that the patient's documented history of dental treatment covered a period of seven years, though he did not report for appointments regularly. The final dental appointment was recorded over five years before the accident.

rała żadnych informacji na temat zębów 12–15, 23, 38, 35–31, 41–44 i 46–48. W zębach 24–25 i 27–28 wykonano wypełnienia kompozytowe. Analiza porównawcza danych PM i AM pozwoliła na przypisanie szczątkom Y kategorii „możliwej identyfikacji”, przy uwzględnieniu bardzo rozległego zniszczenia kostnego materiału dowodowego i umiarkowanej jakości danych AM, niezawierających żadnej dokumentacji rentgenowskiej.

Sledztwo w opisywanej sprawie nadal jest w toku i dotyczy przestępstwa wymienionego w art. 163 Kodeksu karnego, tj. spowodowania zdarzenia, które zagraża życiu lub zdrowiu wielu osób albo mieniu w wielkich rozmiarach.

Dyskusja

Problemy z identyfikacją szczątków poddanych przedłużonemu działaniu płomienia (np. podobnemu do kremacji, gdzie temperatura osiąga wartość ok. 980–1000°C [2]) wynikają przede wszystkim z rozległego zniszczenia struktur zębowych i okolicy zębowych. Powyżej 800°C materiał organiczny ulega spaleni i szczątki określane są jako spopielone [3]. Spopielone kości i zęby są kredowobiałe oraz niezwykle kruche i delikatne. Na skutek ekspansji termicznej kompleksu miazgowo-zębinowego dochodzi zazwyczaj do utraty korony anatomicznej zęba, natomiast korzenie zębów często są nadal obecne w zębodołach. Należy też dodać, że spopielony materiał odontologiczny ulega skurczeniu o ok. 20–25% [4], co może utrudnić lub nawet uniemożliwić m.in. radiologiczną analizę porównawczą. Z uzyskanych informacji wynikało, że w omawianym przypadku badane szczątki X i Y mogły zostać poddane działaniu temperatury dochodzącej do 2000°C.

W literaturze opisano wiele skutków działania wysokiej i bardzo wysokiej temperatury na zęby, obecne w nich elementy leczenia zachowawczego i uzupełnienia protetyczne – zagadnieniom tym poświęcono nie tylko rozdziały, lecz także całą monografię naukową [5]. Można też znaleźć opisy przypadków, w których pomimo znacznego zniszczenia struktury zębów udało się dokonać identyfikacji osobniczej. Przykładowo, na podstawie fragmentów zębów znalezionych na miejscu popełnienia zbrodni – choć zęby celowo spopielono, a następnie pokruszono – przeprowadzono analizę mikroskopem SEM (*scanning electron microscope*), która ujawniła, że zęby

The records showed that teeth 18–16, 26, 36–37 and 45 had been extracted, and the loss of teeth 11–22 had been due to trauma and they had been reconstructed with an upper removable partial denture. The victim's dental records contained no information about teeth 12–15, 23, 38, 35–31, 41–44 and 46–48. Composite restorations were present in teeth 24–25 and 27–28. A comparative analysis of PM and AM data resulted in the application of the category of “Possible Identification” to the remains Y, based on very extensive damage to the bone material used as evidence and moderate quality of the AM data which included no X-ray images.

The investigation into the crime under Art. 163 of the Polish Penal Code, i.e. causing an event which imperils human life or the health of many persons, or property of a considerable extent, is still ongoing.

Discussion

Human remains affected by prolonged exposure to flame (e.g. similar to cremation, with temperature reaching approximately 980–1,000°C [2]) present diagnostic problems due to extensive destruction of dental and periodontal structures. At temperatures above 800°C, organic material is burnt and the resulting remains are considered as charred [3]. Charred bones and teeth are chalk white in colour and extremely fragile and delicate. Typically, the anatomical crowns of the teeth are lost as a result of thermal expansion of the dentine-pulp complex, while the roots are frequently preserved in their alveoli. In addition, charred odontological material shrinks by about 20–25% [4], which can make it difficult or even impossible to perform a comparative radiological analysis. Based on collected data, the remains X and Y examined in this case were exposed to temperatures as high as 2,000°C.

The literature describes many effects of high and very high temperatures on the teeth, and on the elements of conservative treatment and prosthetic restorations present in them. These issues are addressed not only in book chapters but even in a complete scientific monograph [5]. The literature also contains case studies in which personal identification was successful despite a significant level of damage to the structure of the teeth. For example, tooth fragments recovered from a crime scene after being purposefully cremated and crushed were analysed using

te nosiły ślady leczenia stomatologicznego (wypełnienia stomatologiczne uległy rozpadowi w wysokiej temperaturze, ale w mikrostrukturze szkliwa i zębiny ujawniono charakterystyczne równoległe prążkowania świadczące o wcześniejszej preparacji za pomocą wiertła stomatologicznego). Ślady odpowiadały danym z dokumentacji dentystycznej AM osoby typowanej jako ofiara [6]. Osobne badania poświęcono histologicznej analizie zmian zachodzących w zębach w wyniku działania bardzo wysokiej temperatury (fragmentacja tkanek, para wodna w kanalikach zębinowych, przebarwienie i zwęglenie tkanek twardych oraz ich skurcz termiczny) [7]. Eksperyment polegał na umieszczeniu w piecu zdrowych zębów, wypełnień stomatologicznych oraz uzupełnień protetycznych i podgrzewaniu ich o 30°C co minutę. Analizy stereomikroskopowa i SEM pozwoliły wysnuć wniosek, że na podstawie zmian w badanych strukturach (obserwowanych przy 200, 400, 600, 800, 1000 i 1100°C) możliwe jest oszacowanie temperatury działającej na zwłoki lub szczątki [8]. W innych badaniach zęby zdrowe, poddane leczeniu endodontycznemu i z wypełnieniami kompozytowymi oraz amalgamatowymi po ekspozycji na analogiczne temperatury zbadano radiologicznie w celu sprawdzenia, do jakich temperatur struktury te mogą się zachować [9]. Zagadnienia związane z różnymi materiałami stosowanymi w leczeniu kanałowym (obecnymi w kanale korzeniowym zęba, który zwykle jest najlepiej – lub wręcz jedyną – zachowaną strukturą) i ich odpornością na działanie bardzo wysokiej temperatury rozpatrywano też w innych badaniach. Ich autorzy podkreślili, że nasilający się globalny terroryzm niesie ze sobą zwiększone prawdopodobieństwo identyfikacji ofiar wybuchów i zamachów przeprowadzonych z użyciem materiałów wybuchowych, a w takich sytuacjach koronowa część zęba najczęściej ulega całkowitej destrukcji [10].

Dużo uwagi poświęcono również przydatności materiału DNA w odniesieniu do współczesnych zwłok poddanych kremacji oraz przypadków historycznych spalonych szczątków ludzkich [11]. Niektóre badania wskazują, że choć ekstrakcja i analiza markerów STR pozyskanych z prochów niekiedy są możliwe, a nawet zapewniają powtarzalne wyniki, to jednak wiarygodna identyfikacja postkremacyjna jest raczej nieosiągalna. Profile genetyczne szczątków w żadnym z badanych przypadków nie korespondowały bowiem ze wzorami alleli z wymazów

a scanning electron microscope (SEM). The analysis revealed traces of dental treatment (even though dental fillings disintegrated as a result of exposure to high temperature, characteristic parallel striations were found in the microstructure of the tooth enamel and dentine, confirming past treatment with a dental drill). The traces of previous dental work matched the AM dental records of the person suspected to be the victim [6]. Other laboratory studies focused on the histological analysis of dental changes caused by exposure to very high temperature (tissue fragmentation, water vapour bubbles in dentinal tubules, staining and charring of hard tissues and their thermal shrinkage) [7]. An experiment was conducted in which healthy teeth, dental fillings and prosthetic restorations were placed in a furnace and heated at a rate of 30°C/min. An analysis by stereomicroscopy and SEM showed that the effects observed in the studied structures (at 200, 400, 600, 800, 1000 and 1100°C) provided a possibility to estimate the temperature affecting the corpse or remains [8]. There were also similar studies in which healthy teeth, treated endodontically and containing composite and amalgam fillings, were examined radiologically after exposure to similar temperatures to establish the highest temperature levels at which the structures can be preserved [9]. Another study was conducted to address the related problem of various materials used in root canal treatment (i.e. present in dental root canal, which is usually the better preserved or the only remaining dental structure) and their resistance to very high temperatures. The authors also highlighted that with the current increase in global terrorism there was a higher probability of the identification of victims of explosions and attacks with explosive materials, in whom the coronal parts of the teeth are usually completely destroyed [10].

Considerable attention is also devoted to the problem of suitability of DNA material in cases involving contemporary cremated corpses and in historical cases of burnt human remains [11]. Some studies indicate that even though the extraction and subsequent analysis of STR markers derived from human ashes are – in some cases – possible and even provide repeatable results, reliable post-cremation identification is usually unlikely. The genetic profiles obtained from the examined remains failed to correspond to the allelic patterns determined on the basis

policzkowych zabezpieczonych ze zwłok tuż przed kremacją [12]. Badając szczątki pod względem ilości zachowanego materiału genetycznego, wskazano, że przeprowadzenie analizy DNA teoretycznie jest możliwe, gdy tkanki były narażone na działanie temperatury ok. 600°C. Taka analiza nie w każdym przypadku jest jednak polecana z powodu zwiększonego ryzyka kontaminacji materiału [13], co pokrywa się z wnioskami z przytoczonych badań i próbą identyfikacji DNA szczątków Y.

Należy również dodać, że analiza akt sprawy ujawniła nieprawidłowy przepływ informacji pomiędzy prowadzącymi śledztwo a biegłymi w początkowej fazie postępowania. Dwoje świadków w trakcie przesłuchania podało informacje, które mogły pomóc w identyfikacji jednego z robotników. Kierownik projektu budowlanego zeznał mianowicie, że jeden z zaginionych pracowników w przeszłości utracił przednie zęby i w ich miejsce wstawił most protetyczny, „koronki” lub implanty. Informacje te nie zostały przekazane biegłym na etapie identyfikacji, choć mogłyby się jej znacząco przysłużyć. Należy pamiętać, że nie tylko dokumentacja medyczna ma znaczenie w procesie analizy porównawczej danych PM i AM i że błędem jest nietraktowanie zeznań świadków jako wiarygodnego źródła informacji o identyfikowanej osobie, a tym bardziej nieudostępnianie tych danych specjalistom ustalającym jej tożsamość.

Wnioski

Zazwyczaj przy ustaleniu tożsamości można wydać rozstrzygającą opinię, opierając się na badaniach daktyloskopowych lub genetycznych, w trudnych przypadkach stopień zniszczenia tkanek może jednak uniemożliwić wydanie opinii na podstawie tych technik. Wówczas warto zastosować metody odontologiczne, które nawet przy niekompletnej dokumentacji stomatologicznej z reguły są wystarczające i pozwalają ustalić tożsamość badanej osoby.

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

of buccal swabs collected from the corpses right before cremation in any of the studied cases [12]. An investigation of human remains to determine the amount of preserved genetic material showed that DNA analysis was theoretically possible when the tissues were exposed to a temperature of approximately 600°C. However, this type of analysis is not recommended in every case because of an increased risk of material contamination [13]. This finding is consistent with the conclusions of previously described studies and the attempt to identify the DNA in the remains Y.

It should also be added that a review of the case files revealed deficient information flow between investigators and experts at the initial stage of the proceedings. During the witness interview, two of the testifying witnesses gave information that could have helped with the identification of one of the workers. The construction project manager testified that one of the missing employees had lost his front teeth in the past and has used a prosthetic bridge, crowns or implants in this location. This information was not given to the experts at the stage of the identification process, even though it could have contributed to it significantly. It must be stressed that not only medical documentation is relevant for the comparative analysis of PM and AM data, and it is a mistake not to regard witness testimonies as a reliable source of information about a potentially identifiable person, let alone fail to share such information with specialists working to establish the identity of such an individual.

Conclusions

A conclusive opinion in cases involving the establishment of identity can usually be provided on the basis of dactyloscopy or genetic testing, however in challenging cases, such as the one described above, tissue damage may prove too severe to issue an opinion based on these methods. In such situations, investigators may benefit from applying odontological methods, as even incomplete dental records are usually sufficient to determine the identity of the examined person.

The authors declare no conflict of interest.



Piśmiennictwo

References

1. De Valck E. Protocols for dental AM data management in Disaster Victim Identification. *J For Sci & Crim Inves* 2017; 4: 555-646.
2. Berman G, Bush MA, Bush PJ, et al. Dental identification. In: Senn D, Weems R. *Manual of Forensic Odontology* 5th ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013: 88.
3. Carabott R. Dental human identification. In: Adams C, Carabott R, Evans S. *Forensic Odontology: An essential guide*. Wiley Blackwell, 2014: 77.
4. Bush PJ, Bush MA. The next level in victim identification: materials properties as an aid in victim identification. In: Bowers CM. *Forensic Dental Evidence*. Elsevier, California, CA, 2011: 55-72.
5. Fairgrieve SI. *Forensic Cremation: Recovery and Analysis*. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2008: 91-160.
6. Fairgrieve SI. SEM analysis of incinerated teeth as an aid to positive identification. *J For Sci* 1994; 39: 557-565.
7. Myers SL, Williams JM, Hodges JS. Effects of extreme heat on teeth with implications for histologic processing. *J For Sci* 1999; 44: 805-809.
8. Merlati G, Danesino P, Savio C, et al. Observations on dental prostheses and restorations subjected to high temperatures: experimental studies to aid identification processes. *J For Odontostomatol* 2002; 20: 17-24.
9. Savio C, Merlati G, Danesino P, et al. Radiographic evaluation of teeth subjected to high temperatures: experimental study to aid identification processes. *For Sci Int* 2006; 158: 108-116.
10. Bonavilla JD, Bush MA, Bush PJ, et al. Identification of incinerated root canal filling materials after exposure to high heat incineration. *J For Sci* 2008; 53: 412-418.
11. von Wurmb-Schwark N, Ringleb A, Gebühr M, et al. Genetic analysis of modern and historical burned human remains. *Anthropol Anz* 2005; 63: 1-12.
12. von Wurmb-Schwark N, Simeoni E, Ringleb A, et al. Genetic investigation of modern burned corpses. *International Congress Series; Elsevier* 2004; 1261: 50-52.
13. Harbeck M, Schleuder R, Schneider J, et al. Research potential and limitations of trace analyses of cremated remains. *For Sci Int* 2011; 204: 191-200.

Adres do korespondencji

Katarzyna Wochna
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej
Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Śędziowska 18A
91-304 Łódź, Polska
e-mail: kaj.wochna@gmail.com

Nadesłano: 20.04.2018

Zaakceptowano: 22.07.2018

Address for correspondence

Katarzyna Wochna
Chair and Department of Forensic Medicine
Medical University of Lodz
18A Śędziowska St.
91-304 Lodz, Poland
e-mail: kaj.wochna@gmail.com

Submitted: 20.04.2018

Accepted: 22.07.2018

