

Use of Panoramic Radiography in the Identification of Human Remains – Significance in Forensic Medical Practice

Wykorzystanie pantomografii w procesie identyfikacji zwłok – znaczenie w praktyce sądowo-lekarskiej

Oliwia Sędziak ^[1] • Krzysztof Michalak ^[1] • Paweł Grabarek ^[3] • Dawid Fornalski ^[1] • Damian Kozubek ^[2]

1. Faculty of Medicine, University of Opole

Wydział Lekarski, Uniwersytet Opolski

2. Department of Forensic Medicine, University of Opole

Zakład Medycyny Sądowej, Uniwersytet Opolski

3. Department of Clinical Anatomy, University of Opole

Zakład Anatomii Klinicznej, Uniwersytet Opolski

Abstract

Genetic testing, although regarded as the gold standard in the identification of human remains of unknown identity, is subject to significant limitations resulting from the degradation of biological material and the absence of comparative reference samples. This paper presents the case of an unidentified male (NN) whose body exhibited extensive mechanical trauma and advanced thermal alterations. The severity of soft-tissue destruction precluded visual identification, while the lack of reference material rendered DNA analysis impossible. The key diagnostic tool in this case was a comparative assessment of antemortem and postmortem radiological documentation, specifically panoramic radiographs. An attempt was also made to evaluate the morphology of the paranasal sinuses using computed tomography; however, extensive fractures of the facial skeleton prevented meaningful analysis. This case demonstrates that odontological examination, based on the unique combination of dental features, constitutes a reliable and effective method of identification in forensic medical practice, particularly in circumstances that limit or preclude the use of genetic techniques.

Keywords

panoramic radiography, identification of human remains, teeth, unknown identity

Streszczenie

Badania genetyczne, uznawane za złoty standard w procesie identyfikacji zwłok o nieznanym tożsamości, podlegają istotnym ograniczeniom wynikającym z degradacji materiału biologicznego oraz braku materiału porównawczego. W pracy przedstawiono przypadek mężczyzny (NN), którego zwłoki ujawniały liczne obrażenia mechaniczne oraz zaawansowane zmiany termiczne. Znaczny stopień uszkodzenia tkanek miękkich uniemożliwił identyfikację poprzez ich okazanie, a brak materiału referencyjnego wykluczył analizę DNA. Kluczowe znaczenie diagnostyczne miała analiza porównawcza przyżyciowej i pośmiertnej dokumentacji radiologicznej w postaci zdjęć pantomograficznych. Podjęto również próbę porównania morfologii zatok przynosowych w obrazowaniu tomografii komputerowej, jednak rozległe złamania kości twarzoczaszki uniemożliwiły jej przeprowadzenie. Opisany przypadek dowodzi, że analiza odontologiczna, oparta na unikalnej kombinacji cech uzębienia, stanowi wiarygodną i skuteczną metodę identyfikacji w praktyce sądowo-lekarskiej, szczególnie w sytuacjach ograniczających zastosowanie metod genetycznych.

Słowa kluczowe

pantomografia, identyfikacja zwłok, zęby, nieznaną tożsamość

Introduction

It is well established that teeth have immense identification value. Dental tissues, particularly enamel, constitute some of the most resistant structures in the human body to physical and chemical degradation. Premolars and molars, along with their prosthetic restorations and dental fillings, are additionally shielded by the soft tissues of the cheeks, which protect them from direct exposure to destructive factors such as open flames and the high temperatures they generate [1]. The comparison of postmortem dental findings with antemortem dental records is a widely applied and scientifically validated method of human identification [2]. Subsequent dental interventions progressively increase the individuality of the dentition, further enhancing its value for identification [3]. High-quality radiographic images, both analog and digital, are invaluable for revealing dental features that are not discernible during a visual examination. Such imaging can demonstrate tooth-colored restorations, evidence of injuries of varying ages (whether accidental or intentional), as well as the presence of posts, wires, and fixation plates. When plates or implants bear serial numbers or manufacturer codes, it is also possible to determine their origin [3,4]. Moreover, each individual's dentition displays a range of distinctive characteristics, including tooth retention, rotation, displacement, hypo- or hyperdontia, signs of caries or periodontal disease, crown restorations, as well as concealed features such as bone patterns and anatomical landmarks. These individual and pathological variations provide additional identifying markers that enhance the accuracy of this method of identification [5].

Wprowadzenie

Powszechnie wiadomo, że zęby mają ogromną wartość identyfikacyjną. Zęby, a w szczególności ich szkliwo stanowi jedną z najodporniejszych na działania czynników fizycznych i chemicznych struktur w ludzkim ciele. Zęby przedtrzonowe i trzonowe, ich uzupełnienia protetyczne oraz wypełnienia stomatologiczne są ponadto osłonięte tkankami policzków, a tym samym izolowane od bezpośredniego wpływu czynników takich jak np. płomień ognia i powodowana nimi wysoka temperatura [1]. Porównanie wyników badań stomatologicznych przeprowadzonych pośmiertnie z dokumentacją dentystryczną sporządzoną za życia jest powszechnie stosowanym, naukowym sposobem identyfikacji człowieka [2]. Kolejne interwencje zespołu dentystrycznego czynią uzębienie coraz bardziej specyficznym dla danej osoby [3]. Dobrej jakości zdjęcia rentgenowskie (zarówno analogowe, jak i cyfrowe) są nieocenione w ujawnianiu niewidocznych gołym okiem cech uzębienia, takich jak np. uzupełnienia w kolorze zębów, oznaki urazów o różnym czasie powstania (przypadkowych lub celowych), obecność sztyftów, drutów i płytek. Możliwe jest również ustalenie źródła pochodzenia zlokalizowanych płytek i implantów, o ile posiadają one numery seryjne lub kody producenta [3,4]. Ponadto uzębienie każdego człowieka wykazuje specyficzne cechy, takie jak: zatrzymanie, rotację, przemieszczenie, hipolub hiperdontię zębów, oznaki próchnicy lub patologii przyzębia, uzupełnienia koronowe i ukryte, wzorce kostne oraz punkty orientacyjne, a także inne zmiany indywidualne i patologiczne. Zmiany takie mogą dostarczyć kolejnych cech, które uczynią omawianą metodę identyfikacyjną bardziej dokładną [5].

Case Discussion

On 21 March 2021, the Fire Brigade was dispatched to a fire in an apartment located within a tenement building. After the fire was extinguished, the bodies of two men were discovered inside the apartment. Both exhibited extensive superficial burns as well as multiple additional external injuries. As their identities could not be established at the scene, the bodies were designated as NN1 and NN2. Due to reasonable suspicion that both men had been unlawfully killed and that the subsequent fire had been set to conceal the crime, the investigation was initiated under Article 148 of the Criminal Code (murder).

During the course of the investigation, the probable identities of the deceased were established. The identity of the individual designated as NN2 was confirmed through comparative genetic testing using material obtained from a family member. In the case of the deceased labeled NN1, it was not possible to secure suitable comparative samples for DNA analysis. The Prosecutor's Office therefore obtained and submitted to the Department of Forensic Medicine at the University Clinical Hospital in Opole a panoramic dental radiograph taken on 4 June 2019.

The body of the unidentified man designated as NN1 was transferred to the Department of Forensic Medicine at the University Clinical Hospital in Opole for autopsy and for the issuance of an expert opinion regarding the nature and mechanism of the sustained bodily injuries.

During the forensic medical examination and autopsy, numerous external and internal injuries were identified. The procedure was extended to include layered dissection of the skin and musculature of the face, neck, upper and lower limbs, and back. For the purposes of this article, the injuries of the face and facial skeleton are described in detail. The examination revealed extensive subconjunctival hemorrhage in the right eye, numerous bruises and abrasions of the facial skin, and marked swelling of the eyelids, nose, and lips. The lips showed contused wounds, and a deep laceration was present at the apex of the vestibule of the oral cavity, penetrating between bone fragments into the nasal cavity at the level of teeth 14-22. Fractures of the incisal edges of teeth 41 and 42 were noted, along with damage to the dental prosthesis in the form of fractures of teeth 11, 13, and 21, and complete dislocation of tooth 12. The soft tissues of the face contained abundant subcutaneous hemorrhages, more extensive on the right side. Additionally, an extensive, multifragmentary, bilateral fracture of the facial skeleton was observed, involving the maxilla, the left zygomatic bone, and the nasal structures. A horizontal fracture line of the maxilla between the alveolar processes and the external nostrils, consistent with a Le Fort II pattern, was present, accompanied by fragmentation of the left maxilla and fragmentation of the nasal bone.

Omówienie przypadku

W dniu 21 marca 2021 roku jednostka Straży Pożarnej została wezwana do pożaru jednego z mieszkań mieszczących się w kamienicy. Po ugaszeniu pożaru w mieszkaniu ujawniono zwłoki dwóch mężczyzn z rozległymi, powierzchownymi oparzeniami oraz innymi, mnogimi obrażeniami zewnętrznymi. Z uwagi na brak możliwości ustalenia tożsamości, ciała zostały oznaczone jako NN1 oraz NN2. Z powodu uzasadnionego podejrzenia przestępnego spowodowania śmierci obu mężczyzn, a następnie próbie zatarcia śladów poprzez podpalenie mieszkania, śledztwo prowadzono z art.148kk [zabójstwo].

W toku śledztwa ustalono prawdopodobne personalia denatów. Tożsamość zwłok oznaczonych jako NN2 została ustalona na podstawie badań genetycznych porównawczych materiału zabezpieczonego od członka rodziny. W przypadku denata NN1 nie udało się uzyskać materiału porównawczego. Prokuratura zabezpieczyła i dostarczyła do Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Opolu zdjęcie rentgenowskie przeglądowe uzębienia (pantomogram), które zostało wykonane w dniu 04.06.2019r.

Do Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Opolu przekazano ciało mężczyzny o nieustalonej tożsamości oznaczonego jako NN1 w celu przeprowadzenia sekcji zwłok oraz wydania opinii dotyczącej charakteru i mechanizmu obrażeń ciała.

Podczas oględzin sądowo-lekarskich oraz sekcji zwłok stwierdzono obecność licznych, wielomiejscowych obrażeń zewnętrznych i wewnętrznych. Badanie poszerzono o warstwowe preparowanie powłok i mięśni twarzy, szyi, kończyn górnych i dolnych oraz grzbietu. Na potrzeby niniejszego artykułu poniżej wymieniono szczegółowo obrażenia twarzy i twarzoczaszki: rozległy wylew podspojówkowy oka prawego; liczne sińce i otarcia naskórka twarzy; obrzęk powiek, nosa i warg; rany tłuczone warg; głęboką ranę dartą w szczycie przedsionka jamy ustnej, drążącą wśród odłamów kości do jamy nosowej, zlokalizowaną na wysokości zębów 14 do 22; złamanie brzegów siecznych zębów 41 i 42; uszkodzenia protezy zębowej pod postacią złamań zębów 11, 13, 21 i całkowitego zwichnięcia zęba 12; obfite podbiegnięcia krwawe tkanek miękkich twarzy – bardziej rozległe po stronie prawej; rozległe, wieloodłamowe, obustronne złamanie kości twarzoczaszki w obrębie szczęki, kości jarzmowej lewej, nosa, z poziomą szczeliną złamania szczęki między wyrostkami zębodołowymi, a nozdrzami zewnętrznymi typu LeFort II z rozkawałkowaniem szczęki po stronie lewej i rozkawałkowaniem kości nosa.

Additionally, injuries resulting from exposure to high temperatures were observed on the face. These included peeling of skin flakes, revealing a pale and, in some areas, light pink underlying surface, as well as yellow-brown, hardened skin along the border of the right frontotemporal region and in the area of the right mandibular ramus and submental region.

The cause of death was determined to be extensive head and cranio-cerebral injuries. The lesions documented during the autopsy were consistent with impacts inflicted by a hard, blunt, or blunt-edged object applied with considerable force [6].

Imaging Diagnostics

In order to establish the identity of the deceased, it was decided to conduct identification examinations of the NN male. A postmortem panoramic radiograph (OPG) of the dentition and a computed tomography (CT) scan of the facial skeleton and paranasal sinuses were performed at the Imaging Diagnostics Department of the University Clinical Hospital in Opole. The obtained images were subsequently compared with radiological documentation prepared during the individual's lifetime.

Odontological Assessment

The odontological assessment was conducted using a publicly available graphic program (FastStone Image Viewer, version 6.7) based on scans of the OPG images. The evaluation was performed by a specialist in forensic anthropology. A postmortem OPG was compared with antemortem imaging obtained on 4 June 2019, less than two years prior to death. The methodology adopted for the study relied on demonstrating twelve common features between the two images. Due to the evaluator's limited experience with comparative standards in forensic odontology, since their previous expertise was based primarily on osteological analyses, an analogous approach was adopted from forensic fingerprint examination. In Poland, it is standard practice to demonstrate a minimum of twelve matching features to consider two fingerprints identical [7]. The parameters selected for comparison included: completeness of the dentition; characteristic defects in tooth structure; the shape, size, and distinctive arrangement of individual teeth; traces of dental procedures; visible dental fillings; evidence of root canal treatment; the degree of development and eruption of the third molar; and elements of prosthetic restoration. The selection of these parameters was proposed by the assessing specialist. A feature was defined as a common feature when the presence of an identical parameter was noted in both images or, in the case of the absence of a whole or fragment of a tooth, when a scar or remnant of the tooth corresponded to its location in the earlier image. The international FDI system (the so-called Viohla system) was used for tooth designation.

Ponadto stwierdzono następujące obrażenia od działania wysokiej temperatury na twarzy: złuszczenie płatami naskórka odsłaniające bladą, a miejscami jasnoróżową powierzchnię; żółtobrazową, stwardniałą skórą na pograniczu czołowo-skroniowym prawym oraz w okolicy prawej gałęzi żuchwy i podbródkowej.

Za przyczynę zgonu przyjęto rozległe obrażenia głowy i czaszkowo-mózgowe. Stwierdzone w czasie sekcji zmiany powstały od urazów narzędziem twardym, tęnym lub tępokrawędzistym, działającym z dużą siłą [6].

Diagnostyka obrazowa

W celu ustalenia tożsamości denata zdecydowano o przeprowadzeniu badań identyfikacyjnych NN mężczyzny. W Zakładzie Diagnostyki Obrazowej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Opolu wykonano post mortem zdjęcie rentgenowskie (RTG) pantomograficzne (OPG) uzębienia oraz badanie tomografii komputerowej (TK) twarzoczaszki i zatok przynosowych. Uzyskane obrazy porównano z dokumentacją radiologiczną sporządzoną za życia.

Ocena odontologiczna

Oceny odontologicznej dokonano w ogólnodostępnym programie graficznym (przeglądarka Fast Stone Image Viewer w wersji 6.7) na podstawie skanów zdjęć pantomograficznych. Osobą oceniającą był specjalista z zakresu antropologii sądowej. Zestawiono ze sobą zdjęcie pantomograficzne wykonane post mortem wraz ze zdjęciem przyżyciowym wykonanym w dniu 4 czerwca 2019 roku (niecałe 2 lata wcześniej). Metodologia, którą przyjęto w całym badaniu opierała się na wykazaniu 12 cech wspólnych na obu zdjęciach. Ze względu na brak doświadczenia osoby oceniającej w zakresie standardów porównawczych w odontologii sądowej – antropolog swoją dotychczasową wiedzę i praktykę opierał na badaniach czysto osteologicznych – posłużono się tutaj analogicznym podejściem, zapożyczonym z daktyloskopii sądowej. W Polsce powszechnie stosowaną praktyką jest wykazywanie minimum 12 cech wspólnych aby móc uznać dwa odciski palców za tożsame [7]. Parametry jakie przede wszystkim oceniano w celu wykazania cech wspólnych to: kompletność uzębienia; charakterystyczne ubytki w strukturze zęba; kształt, rozmiar lub charakterystyczne ułożenie poszczególnych zębów; ślady po zabiegach; widoczne wypełnienia stomatologiczne; ślady po leczeniu kanałowym; stopień rozwoju oraz erupcji zęba trzeciego trzonowego; elementy zaopatrzenia protetycznego. Wybór powyższych parametrów był również postulatem osoby oceniającej. Cechę określano jako cechę wspólną kiedy na obu zdjęciach stwierdzano obecność identycznego parametru lub w przypadku braku całości lub fragmentu zęba – kiedy blizna lub pozostałość zęba pokrywały się z miejscem jego obecności na zdjęciu z wcześniejszego okresu. Jako system oznaczania zębów wykorzystano międzynarodowy system FDI (tzw. system Viohla).

Assessment of dental condition during autopsy

During the examination of the deceased's dentition, an upper dental arch prosthesis was identified, consisting of artificial teeth in positions 17, 16, 13, 11, 21, 25, 26, and 27. The prosthetic elements corresponding to teeth 11 and 12 exhibited damage in the form of fractures.

Ocena stanu uzębienia podczas sekcji zwłok

W trakcie oględzin uzębienia denata ujawniono protezę górnego łuku zębowego obejmującą zęby w pozycjach: 17, 16, 13, 11, 21, 25, 26 oraz 27. Elementy odpowiadające zębom 11 i 12 wykazywały cechy uszkodzenia w postaci złamania.



Fig. 1. Upper dental arch prosthesis of the unidentified male (NN1), secured during the postmortem examination

Ryc. 1. Proteza górnego łuku zębowego NN1 mężczyzny zabezpieczona podczas badania pośmiertnego



Fig. 2. Lower part of the face of the deceased, showing the natural dentition. Numerous dental fillings and carious lesions are visible

Ryc. 2. Zdjęcie przedstawia dolną część twarzy z widocznymi zębami własnymi denata. Na zębach zauważalne są liczne wypełnienia oraz ubytki

Panoramic Radiographic Imaging

A comparison was conducted between the panoramic radiograph (OPG) of the NN1 male's dentition taken on 4 June 2019 and the postmortem radiographic documentation obtained from the unidentified deceased. A number of common features were identified, as illustrated in Figure 1 and detailed in Table I.

Zdjęcia RTG – pantomograficzne

Dokonano zestawienia zdjęcia OPG uzębienia NN1, wykonanego w dniu 04 czerwca 2019 roku oraz dokumentacji stomatologicznej, z badaniem obrazowym post mortem uzyskanym u NN mężczyzny. Wykazano szereg cech wspólnych, widocznych na rycinie 1 i szczegółowo opisanych w tabeli I.

Table I. Comparison of dental features in panoramic radiographs taken antemortem (NN1) and postmortem (unidentified male)

Tabela I. Porównanie cech uzębienia na zdjęciach pantomograficznych wykonanych ante mortem (NN1) oraz post mortem (NN mężczyzna)

| Tooth number / Numer zęba | Cechy wspólne / Common features |
|---------------------------|--|
| 12 | Crown-root filling of the tooth / Wkład koronowo-korzeniowy zęba |
| 13 | Filled tooth canal with simultaneous absence of the crown in the post-mortem photo - the crown is still present in the photo from 2019 / Wypełniony kanał zęba z jednoczesnym brakiem korony na zdjęciu post mortem – korona jeszcze obecna na zdjęciu z 2019 |
| 15 | Visible filling on the buccal side. Tooth root with a characteristic arched shape / Widoczne wypełnienie po stronie policzkowej. Korzeń zęba o charakterystycznym łukowato wygiętym kształcie |
| 22 | Tooth with filling / Ząb wraz z wypełnieniem |
| 23 | Crown-root inlay / Wkład koronowo-korzeniowy zęba |
| 24 | Tooth with filling / Ząb wraz z wypełnieniem |
| 34 | Tooth with filling / Ząb wraz z wypełnieniem |
| 35 | Characteristic filling infiltration on the medial side / Charakterystyczny naciek plomby po stronie przyśrodkowej |
| 38 | Filled crown cavities with consistent filling shapes and characteristic arrangement with roots pointing towards the mandibular angle / Wypełnione ubytki korony o zgodnym kształcie wypełnień oraz charakterystycznym ułożeniem z korzeniami skierowanymi w stronę kąta żuchwy |
| 44 | Massive filling of the tooth crown / Masywne wypełnienie korony zęba |
| 48 | Retained tooth in a photo from 2019 compared with the scar after its removal in a post-mortem photo / Zatrzymany ząb na zdjęciu z 2019 r. zestawiony z blizną po jego usunięciu na zdjęciu wykonanym post mortem. |

It should be emphasized that the panoramic radiograph of the individual identified by the prosecutor's office was taken more than 21 months prior to the death of NN1. During this period, changes in the dentition could have occurred as a result of further dental treatment or prosthetic interventions. Despite this, both radiographs display numerous characteristic features of dental treatment, specifically, fillings with consistent shape and location. The expert opinion identified twelve matching features, strongly supporting the conclusion that both radiographs were taken from the same individual. Importantly, no discrepancies were observed between the two images that could not be reasonably explained.

CT scans of the face and paranasal sinuses

A comparison was performed between the CT scans of the face and paranasal sinuses obtained on 17 March 2021 from the individual identified by the prosecutor's office and the post-

Należy podkreślić, iż zdjęcie RTG osoby o personaliach wskazanych przez prokuraturę zostało wykonane ponad 21 miesięcy przed zgonem mężczyzny NN1. W tym czasie w uzębieniu mogły zachodzić zmiany powodowane dalszym leczeniem i zaprotezowaniem. Pomimo tego na obu zdjęciach uwidoczniono liczne charakterystyczne ślady leczenia zębów – wypełnienia o zgodnym kształcie i lokalizacji. W opinii wskazano 12 cech zgodnych, które z dużym prawdopodobieństwem przemawiają za tym, iż zdjęcia RTG wykonano u tej samej osoby. Jednocześnie warto wskazać, że nie stwierdzono żadnych różnic w uzębieniu na obu zdjęciach, których nie można było wyjaśnić.

Badania TK twarzoczaszki i zatok obocznych nosa

Porównano obraz TK twarzoczaszki oraz zatok obocznych nosa mężczyzną o personaliach wskazanych przez prokuraturę z dnia 17 marca 2021 roku, z badaniem obrazowym post mortem wykonanym u zwłok mężczyzny NN1 w dniu 5 lipca 2021

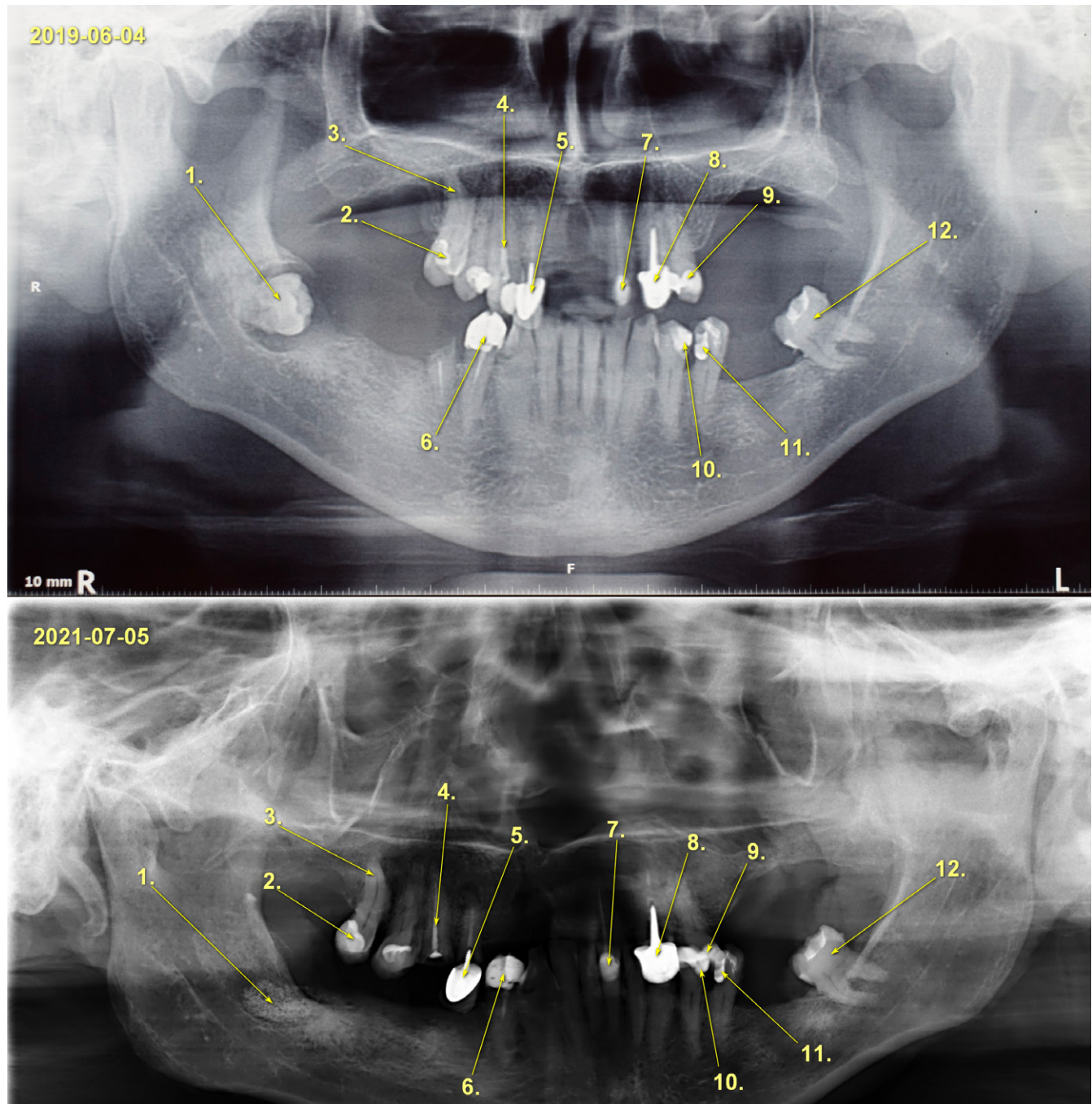


Fig. 3. Comparative analysis of panoramic radiographs of the dentition taken on 4 June 2019 (upper image) and 5 July 2021 (lower image)
Ryc. 3. Analiza porównawcza zdjęć pantomograficznych uzębienia wykonanych 04 czerwca 2019 r. (górne zdjęcie) oraz 05 lipca 2021 r. (dolne zdjęcie)

1. Retained tooth 48 visible in the 2019 radiograph, corresponding to a post-extraction scar in the postmortem image; 2. Tooth 15 with a visible buccal-side filling; 3. Root of tooth 15 exhibiting a characteristic curved morphology; 4. Filled root canal of tooth 13, with simultaneous absence of the crown in the postmortem image; the crown remains present in the 2019 radiograph; 5. Crown-root post of tooth 12; 6. Extensive crown filling in tooth 44; 7. Tooth 22 with a filling; 8. Crown-root post of tooth 23; 9. Tooth 24 with a filling; 10. Tooth 34 with a filling; 11. Tooth 35 with a characteristic mesial infiltration of the filling; 12. Tooth 38 with filled crown defects and a distinctive arrangement, with roots directed toward the mandibular angle.

mortem CT imaging acquired from the unidentified deceased (NN1) on 5 July 2021. According to the assessment of a specialist in radiology and imaging diagnostics, these examinations were unsuitable for comparative analysis due to extensive traumatic alterations of the facial skeletal structures, including multiple fractures with displacement of bone fragments.

Discussion

Morphological features of the teeth and jaws are regarded as among the most reliable dental identifiers used in human identification [8,9]. In the present case, panoramic radiographs (OPG) were employed to identify the victim, revealing numerous shared characteristics. The root of tooth 15, with its distinctly curved morphology; tooth 35, exhibiting a characteristic mesial filling defect; and tooth 38, showing filled crown cavities matching the configuration of the antemortem fillings, together with its roots directed toward the mandibular angle, can all be interpreted as highly distinctive morphological identifiers. Additionally, the images demonstrated multiple characteristic traces of dental treatment – fillings with consistent shapes and locations in teeth 13, 15, 22, 23, and 44 – as well as crown-root posts in teeth 23 and 44.

There are inherent limitations associated with the use of this method. Particular attention has been drawn to the influence of cognitive bias and observer effects on the reliability of identification, especially in comparative analyses. This raises the issue of the evaluator's experience in interpreting panoramic radiographs. In the present case, the assessment was performed by a specialist in forensic anthropology with limited expertise in odontological evaluation of OPG images. For this reason, the methodology applied cannot be regarded as a fully reliable standard for such examinations.

Nevertheless, it is noteworthy that the features assessed in this case correspond to those recommended in the standards and guidelines of the American Board of Forensic Odontology (ABFO) [10]. Furthermore, the authors emphasize that the minimum number of matching features is not, in itself, of primary significance. Rather, the critical factor is the absence of unexplained discrepancies between the compared dentitions. Only when no such discrepancies are present – together with the identification of a set of consistent features – can it be concluded with high probability that the antemortem radiograph pertains to the deceased individual. This interpretation is consistent with both the methodology applied and the results obtained.

It should be noted that the antemortem radiograph was obtained more than 21 months prior to the death of the unidentified male. During this interval, changes in dental status may have occurred as a result of additional treatment or the placement of new prosthetic restorations. Another limitation concerns the difficulty of obtaining appropriate reference materi-

roku. Według opinii specjalisty radiologii i diagnostyki obrazowej badania te nie nadawały się do celów porównawczych z powodu rozległych zmian urazowych w obrębie struktur kostnych twarzoczaszki, manifestujących się złamaniami z przemieszczeniem odłamów.

Dyskusja

Cechy morfologiczne zębów i szczęk zostały sklasyfikowane jako najbardziej sprawdzone identyfikatory dentystryczne stosowane do identyfikacji osób [8,9]. W przedstawionym powyżej przypadku w celu identyfikacji ofiary wykorzystane zostały zdjęcia OPG, które wykazały wiele cech wspólnych. Korzeń zęba 15 o charakterystycznym łukowato wygiętym kształcie, ząb 35 wraz ze specyficznym naciekiem płomy po stronie przyśrodkowej, ząb 38 wraz z wypełnionymi ubytkami korony o zgodnym kształcie wypełnień oraz charakterystycznym ułożeniem z korzeniami skierowanymi w stronę kąta żuchwy mogą być interpretowane jako tzw. identyfikatory morfologiczne o wysokim poziomie unikalności. Na zdjęciach liczne charakterystyczne ślady leczenia zębów – wypełnienia o zgodnym kształcie i lokalizacji (w zębach 13, 15, 22, 23, 44) oraz wkład koronowo-korzeniowy zęba 23 i 44.

Istnieją pewne ograniczenia związane z wykorzystywaniem tej metody. Zwrócono uwagę na wpływ błędu poznawczego i wpływu obserwatora na wynik skuteczności identyfikacji, zwłaszcza podczas badań porównawczych, co podnosi kwestię doświadczenia osoby oceniającej zdjęcia OPG. W omawianym przypadku osobą oceniającą był specjalista z zakresu antropologii sądowej bez dużego doświadczenia w zakresie oceny zdjęć pantomograficznych pod kątem odontologicznym. Z tego względu nie można określić przyjętej metodologii za pewny standard w tego typu badaniach. Warto jednak zaznaczyć, że chociażby w standardach oraz wytycznych ABFO (*American Board of Forensic Odontology*) postuluje się ocenianie dokładnie tych samych cech, które wzięto pod uwagę w omawianym przypadku [10]. Dodatkowo twórcy tego opracowania podkreślają, że nie jest istotna minimalna ilość stwierdzonych cech wspólnych, a fakt, że nie ma istotnych różnic w porównanych zestawach uzębienia, których nie można wyjaśnić – tylko kiedy brak jest takich różnic z jednoczesnym występowaniem zestawu cech wspólnych, możliwe jest przyjęcie z wysokim prawdopodobieństwem, że zdjęcie żączyowe należało do osoby zmarłej. Twierdzenie to jest w zgodzie z zastosowaną metodą oraz uzyskanymi wynikami.

Należy mieć na względzie, iż zdjęcie RTG wykonane zostało ponad 21 miesięcy przed zgonem NN-mężczyzna. W trakcie tego okresu mogły wystąpić zmiany w stanie uzębienia spowodowane dalszym leczeniem oraz wprowadzeniem uzupełnień protetycznych. Kolejnym ograniczeniem jest trudność w znalezieniu odpowiednich materiałów referencyjnych, jeśli osoba jest nieznaną. Dzieje się tak często, gdy odnajduje się ofiary

als when the individual is unknown, a challenge frequently encountered in cases involving victims of crime or mass-casualty events. Computer vision systems offer a potential solution by enabling automated searches for matching reference materials within large image databases [11]. Significant advances in the analysis of panoramic radiographs for forensic identification have also been achieved through the use of convolutional neural networks [12]. However, these diagnostic tools are not yet widely accessible due to the need for specialized equipment and the associated costs, and further research is required to validate their forensic applicability.

When considering the applicability of this method under Polish conditions, it is necessary to highlight several significant limitations. A substantial proportion of unidentified bodies submitted for forensic autopsies lack any antemortem dental documentation. In many cases, the individuals exhibit extensive dental deficiencies, including complete edentulism. Investigative authorities also frequently encounter difficulties in determining the specific dental practice where a deceased person, whose identity is only hypothesized, may have received treatment. This challenge is further compounded when dental care was provided across multiple clinics. Given that dental treatment in Poland is financed almost exclusively through private services, the absence of a centralized patient information system creates a substantial informational gap. As a result, it is often impossible to identify the facilities where treatment was performed, which in turn prevents the reconstruction of the individual's dental history.

After submitting a formal request to the President of the District Court in Opole, access to the case files was granted. Following an analysis of the expert opinion and the testimonies provided by the deceased's family members, the prosecution did not challenge the results of the odontological identification, which was subsequently upheld by the courts of successive instances. This confirms the substantial evidentiary value of the issued opinion. The comparative examination of radiological images enabled the confirmation of the identity of the homicide victim, a finding of critical importance for the ongoing criminal proceedings.

The present case underscores the considerable importance of imaging studies in forensic medicine, particularly panoramic radiography. In situations involving extensive bodily trauma, charring, or severe cranial injuries, such imaging may constitute the only reliable diagnostic approach. Teeth exhibit exceptional resistance to adverse environmental conditions and possess a unique composition, structure, and set of physical properties. Their strong adhesion to the underlying dentin confers a degree of elasticity, despite the fact that they do not undergo spontaneous regeneration [13]. Consequently, dental interventions and procedures performed by maxillofacial surgeons may serve as valuable markers in the identification of victims.

przestępstwa lub masowej katastrofy. Komputerowe systemy wizyjne mogą być pomocnym rozwiązaniem do automatyzacji wyszukiwania materiałów referencyjnych w dużej bazie danych obrazów [11]. Istotne ulepszenia w analizie OPG z identyfikacją kryminalistyczną obejmują również konwolucyjną sieć neuronową [12], jednak te sposoby diagnostyki nie są powszechnie dostępne (specjalistyczny sprzęt, wysoki koszt) i potrzeba wciąż dalszych badań w celu ich walidacji.

Odnosząc analizowaną metodę do warunków polskich należy skomentować jej liczne ograniczenia. Duża część zwłok o nieustalonej tożsamości kierowanych do sekcji sądowo-lekarskich nie posiada żądcyowej dokumentacji stomatologicznej. Niejednokrotnie osoby te charakteryzują się znacznymi brakami w uzębieniu, do całkowitego bezzębia włącznie. Organy procesowe mierzą się także z trudnościami w ustaleniu konkretnego gabinetu stomatologicznego, gdzie denat o potencjalnych personaliach podejmował leczenie. Sytuacja komplikuje się jeszcze bardziej w przypadku podejmowania leczenia stomatologicznego w kilku, różnych gabinetach. W obliczu faktu, że opieka stomatologiczna w Polsce opiera się niemal całkowicie na świadczeniach finansowanych ze środków prywatnych, brak centralnego systemu informacji o pacjencie powoduje lukę informacyjną, uniemożliwiającą ustalenie podmiotów, gdzie był poddawany leczeniu, a tym samym często uniemożliwia prześledzenie jego leczenia.

Po wystosowaniu pisma do Prezes Sądu Okręgowego w Opolu, uzyskano wgląd w akta sprawy. Prokuratura po analizie wydanej opinii oraz zeznaniach członków rodziny denata nie kwestionowała wyników przeprowadzonej odontologicznej identyfikacji denata, co było następnie przyjmowane przez sądy kolejnych instancji. Przemawia to za dużą wartością dowodową wydanej opinii. Przeprowadzone badanie porównawcze zdjęć radiologicznych pozwoliły potwierdzić tożsamość ofiary zabójstwa, co było niezwykle istotne dla prowadzonego postępowania.

Nasz przypadek potwierdza ogromne znaczenie badań obrazowych w medycynie sądowej, a zwłaszcza pantomograficznych. W przypadku rozległych obrażeń ciała, zwęglenia, obrażeń głowy była to jedyna wiarygodna ścieżka diagnostyczna. Zęby cechują się dużą wytrzymałością fizyczną, a obecność unikalnych śladów leczenia stomatologicznego pozwala na identyfikację tożsamości, nawet znacznie zmienionych przez zmiany pośmiertne, czynniki fizyczne lub chemiczne zwłok [13]. Interwencje i zabiegi wykonywane przez chirurgów szczękowo-twarzowych mogą zatem być pomocne w identyfikacji ofiar.

Przyszłe trendy w identyfikacji kryminalistycznej zębów są ściśle związane z cyfryzacją w tej dziedzinie, co wiąże się z możliwością uzyskania większej liczby unikalnych kryteriów podczas indywidualnych i masowych przypadków porównywania zbiorów danych dotyczących uzębienia przedśmiertnego i pośmiertnego [14]. Analiza DNA z tkanek ludzkich zębów okazała

Future developments in forensic dental identification are closely linked to the ongoing digitization of this field, which enables the extraction of a greater number of unique comparative criteria in both individual and mass-casualty cases involving antemortem and postmortem dentition datasets [14]. DNA analysis derived from human dental tissues represents an additional and increasingly valuable tool in forensic identification, particularly in situations where soft tissues are degraded or unavailable. The unique structure and composition of teeth, especially the pulp-dentin-cement complex, make them a robust source of genetic material due to their resistance to adverse environmental conditions [15].

się kolejnym narzędziem w identyfikacji sądowej, zwłaszcza w przypadkach, gdy tkanki miękkie są zdegradowane lub niedostępne. Unikalny skład zębów, w szczególności kompleksu miazga – zębina i cement, sprawia, że są one cennym źródłem materiału genetycznego ze względu na ich odporność na niekorzystne czynniki środowiskowe [15].

References | Piśmiennictwo

1. Merlati G, Danesino P, Savio C, Fassina G, Osculati A, Menghini P. Observations on dental prostheses and restorations subjected to high temperatures: experimental studies to aid identification processes. *J Forensic Odontostomatol* 2002; 20: 17–24.
2. Wood RE, Gardner T. Use of dental CBCT software for evaluation of medical CT-acquired images in a multiple fatality incident: Proof of principles. *Journal of Forensic Sciences* 2021; 66: 737–742.
3. Hinchliffe J. Forensic odontology, part 1. Dental identification. *Br Dent J* 2011; 210: 219–224.
4. Guimarães MI, Silveira A, Sequeira T, Gonçalves J, Carneiro Sousa MJ, Valenzuela A. Forensic Medicine and the Military Population: International Dental Records and Personal Identification Concerns. *Acta Med Port* 2017; 30: 100–107.
5. Manigandan T, Sumathy C, Elumalai M, Sathasivasubramanian S, Kannan A. Forensic radiology in dentistry. *J Pharm Bioall Sci* 2015; 7: 260.
6. Case files of the Third Division of the Regional Court in Opole, ref. no. III K 145/21
7. Moszczyński, J. Standards for fingerprint identification. *Problems of Forensic Science*, 261 (2008).
8. Angelakopoulos N, Franco A, Willems G, Fieuws S, Thevissen P. Clinically Detectable Dental Identifiers Observed in Intra-oral Photographs and Extra-oral Radiographs, Validated for Human Identification Purposes. *Journal of Forensic Sciences* 2017; 62: 900–906.
9. Yılandı HÖ, Akkaya N, Göksülük D. A preliminary study of dental patterns in panoramic radiography for forensic identification. *RJLM* 2017; 25: 75–81.
10. American Board of Forensic Odontology, Inc. (2018). Standards & Guidelines (Section IV). Diplomates Reference Manual. <https://abfo.org/wp-content/uploads/2021/10/ABFO-DRM-Section-4-Standards-Guidelines-Feb-2021.pdf>
11. Heinrich A, Güttler FV, Schenk S, Wagner R, Teichgräber UK. Automatic human identification based on dental X-ray radiographs using computer vision. *Sci Rep.* 2020; 10(1): 3801.
12. Matsuda S, Miyamoto T, Yoshimura H, Hasegawa T. Personal identification with orthopantomography using simple convolutional neural networks: a preliminary study. *Sci Rep.* 2020; 10(1): 13559.
13. Wright JT. Enamel Phenotypes: Genetic and Environmental Determinants. *Genes (Basel)* 2023; 14: 545.
14. Nagi R, Aravinda K, Rakesh N, Jain S, Kaur N, Mann AK. Digitization in forensic odontology: A paradigm shift in forensic investigations. *J Forensic Dent Sci* 2019; 11: 5–10.
15. Salazar AM, Huerta PA, Coliboro-Dannich V, Castro AF, Barbaro A. Evaluation of DNA in Human Teeth—Ante-Mortem and Post-Mortem Factors Affecting Degradation and Preservation: A Literature Review. *Genes* 2025; 16: 364.

Date:

date of submission | data nadesłania: **04.12.2025**
acceptance date | data akceptacji: **04.03.2026**

Corresponding author:

Krzysztof Michalak
Wydział Lekarski, Uniwersytet Opolski
e-mail: kristofersen55555@gmail.com