



archiwum medycyny sądowej i kryminologii

Praca oryginalna
Original paper

Dorota Lorkiewicz-Muszyńska¹, Agnieszka Przysańska², Tomasz Kulczyk³, Anna Hyrczała⁴,
Bartłomiej Bartecki⁴, Wojciech Kociemba⁵, Mariusz Glapiński⁶, Marzena Łabęcka¹, Paweł Świdorski¹

Wykorzystanie zdjęć rentgenowskich do oceny wieku zębowego dla celów medyczno-sądowych Application of X-rays to dental age estimation in medico-legal practice

¹Katedra i Zakład Medycyny Sądowej, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego, Poznań, Polska

²Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego, Poznań, Polska

³Zakład Biomateriałów i Stomatologii Doświadczalnej, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego, Poznań, Polska

⁴Muzeum im. ks. Stanisława Staszica, Hrubieszów, Polska

⁵Zakład Neuroradiologii, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego, Poznań, Polska

⁶Klinika Rehabilitacji Narządu Żucia, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego, Poznań, Polska

¹Department of Forensic Medicine, Poznan University of Medical Sciences, Poznan, Poland

²Department of Anatomy, Poznan University of Medical Sciences, Poznan, Poland

³Department of Biomaterials and Experimental Dentistry, Poznan University of Medical Sciences, Poznan, Poland

⁴Stanislaw Staszic Museum in Hrubieszow, Poland

⁵Department of Neuroradiology, Poznan University of Medical Sciences, Poznan, Poland

⁶Department of the Oral Rehabilitation, Poznan University of Medical Sciences, Poznan, Poland

Streszczenie

Cel pracy: W pracy przedstawiono zastosowanie metod oceny wieku zębowego z wykorzystaniem zdjęć rentgenowskich dla celów medyczno-sądowych. Zaprezentowano różne przypadki praktycznego zastosowania opisywanych metod do identyfikacji szczątków ludzkich, oceny wieku zębowego u osoby żywej oraz jeden przypadek archeologiczny.

Materiał i metody: Materiał badawczy stanowiły przypadki oceny wieku zębowego przeprowadzonej w Katedrze i Zakładzie Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. W zależności od wstępnej oceny wieku zastosowano metodę Liversidge lub Kvaal i wsp. Oceny wieku zębowego dokonano na podstawie dostępnych zdjęć pantomograficznych. W przypadku osoby żyjącej było to zdjęcie dostarczone do ekspertyzy, w pozostałych przypadkach wykonano tomografię komputerową stomatologiczną.

Wyniki: We wszystkich przypadkach ustalono wiek zębowy. Wykorzystano różne metody oparte na analizie zdjęć rentgenowskich. Wiek zębowy wykazywał korelację z wiekiem kostnym.

Wnioski: Wykazano, że omawiane metody, w których wykorzystuje się zdjęcia rentgenowskie, są skuteczne, a uzyskane wyniki w pełni korelują z wynikami badań antropologicznych.

Słowa kluczowe: identyfikacja osobnicza, antropologia sądowa, wiek zębowy.

Abstract

Aim of the study: The paper addresses the use of dental age assessment methods based on radiographs in medico-legal practice. Different cases of practical application of the methods are presented including identification of human remains, dental age assessment in a living person and one archaeological case.

Material and methods: The study material consisted of cases involving dental age assessment performed in the Department of Forensic Medicine, Poznan University of Medical Sciences in Poznan. Depending on the preliminary assessment of age, the Liversidge or the Kvaal *et al.* methods were applied. Dental age was estimated on the basis of

available pantomograms. In the case of the living person, it was a radiograph supplied for expert evaluation. In the other cases, dental computed tomography was performed.

Results: Dental age was successfully estimated in all of the cases. Various methods based on the analysis of X-ray images were applied. Dental age was shown to be correlated with skeletal age.

Conclusions: The methods based on radiographs were demonstrated to be useful, and the results they yield are fully correlated with results of anthropological analyses.

Key words: personal identification, dental age, forensic anthropology.

Wprowadzenie

Postępowanie identyfikacyjne w przypadku zwłok i szczątków ludzkich o nieustalonej tożsamości (NN) jest procesem wieloetapowym i złożonym. Droga od chwili ujawnienia zwłok w stanie zaawansowanych zmian pośmiertnych lub szczątków ludzkich do ustalenia ich tożsamości jest długa, a badania prowadzące do ustalenia tożsamości mają charakter interdyscyplinarny. Współpraca specjalistów z zakresu medycyny sądowej, antropologii sądowej, odontologii, radiologii i genetyki pozwala na ustalenie wielu istotnych informacji, które pozwalają na wytypowanie osoby zaginionej. Z kolei zgromadzone dane zażyciowe umożliwiają przeprowadzenie badań porównawczych prowadzących do ustalenia tożsamości.

W pierwszym etapie postępowania identyfikacyjnego niezbędne jest ustalenie profilu biologicznego na podstawie cech szkieletu. Do najważniejszych czynności w tym procesie należą: ustalenie płci, szacowanie wieku biologicznego i wysokości ciała.

Szacowanie wieku osoby w chwili zgonu w przypadku szczątków ludzkich przeprowadza się na podstawie kryterium wieku kostnego i kryterium wieku zębowego.

Wiek biologiczny określa się również w przypadku osób żywych o nieznanym dacie urodzenia lub celowo ukrywających swoje dane personalne, w tym datę urodzenia. W praktyce medyczno-sądowej tego typu sytuacje dotyczą najczęściej osób nielegalnie przebywających na terenie danego kraju lub ofiar przestępstwa seksualnej.

Należy zwrócić uwagę, że wiek chronologiczny, wyrażony przez liczbę lat przeżytych od urodzenia do daty zgonu lub daty badania, oddaje ciągłość i nieroz-

Introduction

The identification procedure used for human corpses and remains of unknown identity is complex and involves multiple stages. The process from the detection of a corpse in a state of advanced post-mortem decomposition or human remains until the establishment of a dead person's identity is long, and examinations performed in order to establish identity are interdisciplinary in nature. Cooperation between specialists in forensic medicine, forensic anthropology, odontology, radiology and genetics makes it possible to determine a range of information that can help with selecting a missing person who matches the profile. In turn, data collected during a person's lifetime enable comparative examinations leading to the confirmation of the identity of the corpse.

The first stage of the identification procedure involves determining the biological profile on the basis of skeletal features. The key activities in the process include the determination of sex, estimation of biological age and stature.

In the case of human remains, the estimation of the age of a person at the time of death is performed on the basis of skeletal age and dental age.

Biological age is also estimated in living people whose date of birth is unknown or who intentionally hide their personal data including date of birth. In medico-legal practice, situations of this type apply most commonly to people staying in the territory of a given state illegally or victims of sexual crime.

It needs to be noted that chronological age, i.e. the age of a person measured in years from the date the person was born until the date of the person's death or body examination, reflects the continuity

zerwalność postępujących po sobie dni, miesiący, lat – jest więc miernikiem czasu. Nie jest możliwe określenie wieku chronologicznego osoby, której dane dotyczące daty urodzenia i (lub) daty zgonu nie są znane. Możliwa jest natomiast ocena stopnia rozwoju poszczególnych cech układu kostnego i zębów lub też stopnia zaawansowania zmian degeneracyjnych, co pozwala na oszacowanie wieku biologicznego.

Wiek biologiczny nie jest równoznaczny z wiekiem chronologicznym. Ponadto nie zawsze istnieje zgodność wieku kalendarzowego z wiekiem biologicznym, przeważnie jednak wartość różnic pomiędzy pierwszym a drugim kształtuje się w ramach dopuszczalnych odchyleń.

W celu oceny cech szkieletu i zębów związanych z wiekiem można zastosować wiele metod, z których bardzo przydatne są metody oparte na ocenie cech uzębienia. Ocena wieku zębowego należy do podstawowych czynności lekarza dentysty w zespole medyczno-sądowym [1] i jest stosowana:

- jako jedna z metod w procesie identyfikacji zwłok lub szczątków ludzkich o nieustalonej tożsamości;
- w celu estymacji wieku osoby żywej, w przypadku braku wiarygodnych dokumentów potwierdzających datę urodzenia, względnie gdy zachodzi podejrzenie celowego zatajenia daty urodzenia;
- w celach poznawczych, np. w badaniach szczątków pochodzących ze stanowisk archeologicznych.

Uważa się, że dokładność oznaczania wieku jest największa w przypadku dzieci i młodzieży, ponieważ w okresie wieku rozwojowego w organizmie zachodzi szereg dynamicznych przemian biologicznych. Poszczególne procesy związane z kostnieniem w obrębie szkieletu, proces kształtowania się i wyrzynania zębów mlecznych i stałych są uporządkowane i zachodzą z dużą regularnością w czasie, a tempo przemian jest szybkie. Z biegiem czasu tempo i liczba zmian związanych z rozwojem biologicznym spada. U osobników dorosłych wiek określa się na podstawie obserwacji zmian zachodzących w następstwie zużycia czy involucji [2, 3]. W wyniku tych obserwacji dąży się do określenia wieku w jak najwęższym zakresie, niemniej zmienność osobnicza i wpływ różnych czynników na zmiany degeneracyjne szkieletu często powodują, że zakres ten jest zbyt szeroki. Działania te są najskuteczniejsze, jeśli oparte są na ocenie największej liczby struktur. Idealnie jest, gdy oznaczo-

and integrity of days, months and years passing one after another. It is thus a measure of time. It is not possible to establish the chronological age of a person whose date of birth and/or date of death is unknown. However, it is possible to assess the degree of development of different features of the skeletal system and teeth – or the stage of progression of degenerative changes – and thus estimate the biological age.

Biological age is not equivalent to chronological age. Moreover, chronological age is not always consistent with biological age, though the discrepancy between chronological and biological age falls within an acceptable deviation range.

The evaluation of age-related features of the skeleton and teeth can rely on a range of methods including very useful techniques based on the assessment of dental characteristics. Dental age estimation is one of the main activities performed by a dentist in a forensic team [1]. It is used:

- as one of the methods in the identification of corpses or human remains of unknown identity;
- to estimate the age of living people in situations when there are no reliable documents confirming a person's date of birth or when a person is suspected of trying to intentionally hide the date of birth;
- for research purposes, e.g. in examinations of human remains uncovered in archaeological sites.

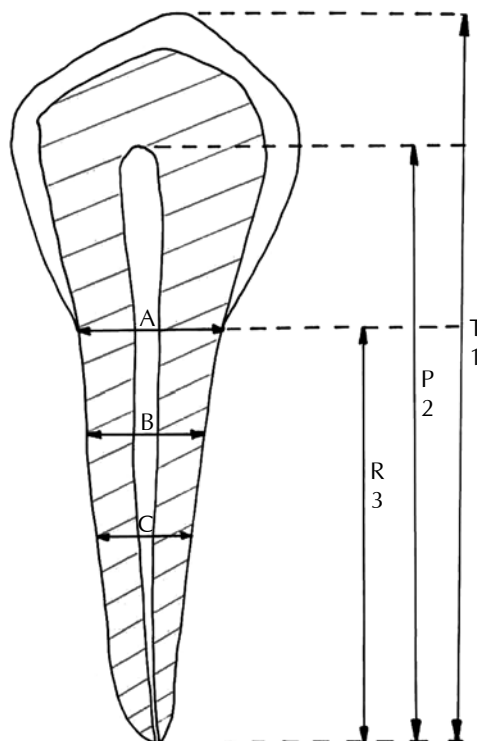
The accuracy of age estimation is the highest in children and adolescents due to the fact that during developmental age the body is affected by a range of dynamic biological changes. Successive processes involved in skeletal ossification, as well as the process of formation and eruption of deciduous and permanent teeth, are highly organized and exhibit a pattern of regularity over time together with a high intensity of changes. As the time progresses, however, both the intensity and number of biological development changes decrease. In adults, age is determined through the observation of changes occurring as a result of deterioration or involution [2, 3]. The observations are aimed at determining a person's age in the narrowest possible range, nevertheless inter-individual variation and the effect of different factors on degenerative skeletal changes often make the range too broad. Crucially, the larger the number of structures being assessed, the greater

ny metodami antropologicznymi wiek szkieletowy pokrywa się z oznaczonym wiekiem zębowym. Zwiększa to pewność prawidłowości przeprowadzonych badań.

Istnieje kilka opublikowanych metod oceny wieku zębowego u dorosłych [4–7], z których większość wymaga oceny makroskopowej zębów. Z tego powodu metody te są czasochłonne i trudne w zastosowaniu. W ostatnich latach obserwuje się wzrost wykorzystania nowoczesnych metod obrazowania podczas procedur medyczno-sądowych. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie przydatności zdjęć rentgenowskich do oceny wieku zębowego dorosłych za pomocą mało znanej w Polsce metody wg Kvaal i wsp. [8] opartej na pomiarach zębów (ryc. 1.) oraz metody szacowania wieku na podstawie cech rozwojowych trzecich zębów trzonowych wg Liversidge [9], przeznaczonej dla osób powyżej 16. roku życia.

the effectiveness of age estimation. It is ideal when skeletal age determined by anthropological methods conforms to the estimated dental age. Such consistency adds credibility to examination results.

There are several published methods of estimating dental age in adults [4–7], the majority of which require a macroscopic assessment of teeth. Consequently, the methods are time-consuming and difficult to apply. Recent years have seen an increase in the application of advanced imaging methods during medico-legal procedures. The aim of the present study is to discuss the suitability of radiographs for the estimation of dental age of adult individuals using the method proposed by Kvaal *et al.* [8], fairly unknown in Poland, which is based on tooth measurements (Fig. 1), and the method of age estimation on the basis of developmental characteristics of third molars according to Liversidge [9], which is designed for individuals over 16 years of age.



Ryc. 1. Pomiary zębów wg Kvaal i wsp.

Fig. 1. Tooth measurements according to Kvaal *et al.*

T – całkowita długość zęba; *P* – całkowita długość miazgi; *R* – całkowita długość korzenia (od wierzchołka do ECJ); *A* – największa szerokość zęba na wysokości granicy ECJ; *C* – szerokość korzenia w połowie jego długości ($1/2R$); *B* – szerokość korzenia w połowie odległości między *A* i *C* (za zgodą Elsevier Ltd.)

T – total tooth length; *P* – total pulp length; *R* – total root length (from apex to ECJ); *A* – maximal tooth width at the level of ECJ; *C* – maximal root width in the half of its length ($1/2R$); *B* – maximal root width in the half of the distance *A-C* (by permission from Elsevier Ltd.)

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły przypadki oceny wieku zębego przeprowadzonej w Katedrze i Zakładzie Medycyny Sądowej. Dwa z nich dotyczyły identyfikacji NN zwłok w zaawansowanym stanie zmian pośmiertnych, jeden – oceny wieku osoby o nieznanym dacie urodzenia (ofiary handlu ludźmi), jedną ocenę przeprowadzono zaś w celach poznawczych (badania archeologiczne).

Oceny wieku zębego dokonano na podstawie dostępnych zdjęć pantomograficznych. W przypadku osoby żyjącej było to zdjęcie dostarczone do ekspertyzy, w pozostałych przypadkach wykonano tomografię komputerową w Pracowni Radiologii Stomatologicznej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu przy użyciu tomografu stożkowego NewTom 3G (prod. QR Verona, Włochy). Uzyskane obrazy osiowe wykorzystano do rekonstrukcji pantomograficznej (warstwowej) uzębienia dla potrzeb szacowania wieku zębego.

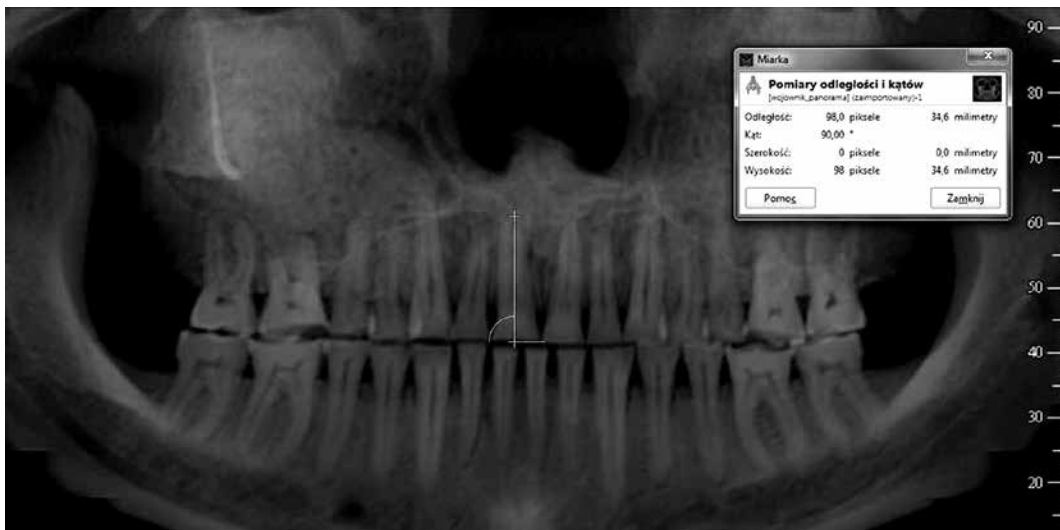
Do pomiarów zębów na zdjęciach pantomograficznych w wersji elektronicznej wykorzystano program graficzny GIMP wersja 2.8.6. Pomiary zgodnie z metodą Kvaal i wsp. [8] przeprowadzono narzędziem „miarka” znajdującym się w programie GIMP. Program ten oblicza liczbę pikseli, jak również odległość pomiędzy wskazanymi punktami początkowym i końcowym w dowolnie wybranych jednostkach miary (ryc. 2.). W opracowaniu jako jednostkę pomiaru pomiarów przyjęto milimetr.

Material and methods

The study material consisted of cases involving dental age assessment performed in the Department of Forensic Medicine. Two cases concerned the identification of corpses of unknown identity, in a state of advanced post-mortem decomposition. One case involved the assessment of age of a person of unknown date of birth (victim of human trafficking). Yet another case was examined for research purposes (archaeological studies).

Dental age was assessed on the basis of available pantomograms. In the case of the living person, it was a pantomogram supplied for expert evaluation. In the other cases, dental computed tomography was performed in the Section of Dental Radiology, Poznan University of Medical Sciences, using a NewTom 3G cone beam computed tomography unit (QR Verona, Italy). Axial images recorded in this way were used for making a pantomographic (layered) reconstruction of dentition for the purpose of dental age estimation.

Measurements of teeth shown in electronic panoramic radiographs were performed with the graphics editor GIMP ver. 2.8.6. Measurements based on the method by Kvaal *et al.* [8] were carried out with the GIMP tool “measure”. The editor calculates the number of pixels and distances between indicated start and end points in selected units of measure (Fig. 2). Measurements included in the present study use mm as the unit of measure.



Ryc. 2. Przykładowy pomiar zęba w programie GIMP z wykorzystaniem narzędzia „miarka”
Fig. 2. Sample tooth measurement in GIMP performed with the tool “measure”

Metodą z wyboru w przypadku osób dorosłych była metoda oceny wieku zębowego zaproponowana przez Kvaal i wsp. [8], oparta na obrazie radiologicznym zębów, niewymagająca usuwania zębów z zębodołu i wykonywania przekrojów zębów. Metoda ta polega na wykonaniu pomiarów (ryc. 1.) wybranych zębów (siekaczy lub drugiego przedtrzonowca szczęki i siekaczy bocznych, kłów lub pierwszego przedtrzonowca żuchwy, względnie trzech dowolnych zębów jednokorzeniowych szczęki lub żuchwy), serii obliczeń i podstawienia uzyskanych wyników do odpowiedniego (różnego dla różnych zębów lub różnego układu zębów) wzoru. W efekcie uzyskuje się wynik, który określa wiek zębowy na podstawie zdjęć rentgenowskich.

W jednym przypadku (osoba żywa) zastosowano metodę wg Liversidge [9] do oceny wieku zębowego osób powyżej 16. roku życia. Metoda ta polega na ocenie rozwoju trzech zębów trzonowych żuchwy, przyporządkowaniu im odpowiedniego stadium rozwojowego wg Moorrees i wsp. [10], a następnie odszukaniu odpowiadającego im wieku w tabelach opublikowanych przez Liversidge [9].

W przypadku szacowania wieku kostnego wykorzystano stosowane powszechnie w antropologii i medycynie sądowej metody oparte na analizie procesów zachodzących wraz z wiekiem w zakresie czaszki, jak i elementów szkieletu pozaczaszkowego. W zależności od materiału, jakim dysponowano, przeprowadzono analizy i oszacowano wiek na podstawie stopnia obliteracji poszczególnych odcinków szwów czaszkowych [11–13], cech spojenia łonowego [14, 15], cech końca bliższego kości ramiennej i kości udowej [14], cech kości żeberowych w końcu mostkowym [11, 16, 17] czy procesów kostnienia kości ręki lewej [18].

Wyniki

Przypadek 1.

Do badań przekazano czaszkę pobraną ze zwłok o nieznaney tożsamości w stanie zaawansowanych zmian pośmiertnych, co doprowadziło do znacznego stopnia deformacji tkanek. Czaszkę oczyszczono z pozostałości gnilnie przeobrażonych tkanek miękkich. Materiał kostny w pierwszym etapie przekazano do badań identyfikacyjnych zmierzających do odtworzenia przypuszczalnego wyglądu twarzy

The method of choice in adults was a technique of dental age assessment proposed by Kvaal *et al.* [8]. It is based on the radiological image of teeth, and does not require removing teeth from their sockets and preparing tooth cross-sections. The method involves measurements (Fig. 1) of selected teeth (incisors or the maxillary second premolar and lateral incisors, canines or the first mandibular premolar, alternatively any three maxillary or mandibular single-rooted teeth) followed by a series of calculations and entry of results into an appropriate formula which differs depending on the teeth or the arrangement of teeth under analysis. The result obtained according to the procedure defines dental age on the basis of a radiograph.

One case (a living person) was analyzed with the method proposed by Liversidge [9] for the assessment of dental age of people over 16 years of age. Under the method, the development of mandibular third molars is assessed and then assigned to an appropriate developmental stage according to Moorrees *et al.* [10]. Next, a matching age is found in tables published by Liversidge [9].

The estimation of skeletal age was performed using methods which are commonly employed in forensic medicine and anthropology, relying on the analysis of processes occurring with the progression of age in the cranium and elements of the postcranial skeleton. Depending on the available material, the analyses and age estimation were conducted on the basis of the degree of obliteration of different sections of cranial sutures [11–13], features of the pubic symphysis [14, 15], features of the proximal end of the humerus and femur [14], features of ribs at the sternal end [11, 16, 17] or on the basis of ossification processes in left hand bones [18].

Results

Case 1

The examined material was a skull taken from a corpse of unknown identity, in a state of advanced post-mortem decomposition which caused a considerable degree of tissue deformation. The skull was cleaned of the remains of soft tissues affected by putrefaction processes. In the first stage, the bone material was transferred for identification tests to recreate the probable facial appearance of the deceased



Ryc. 3. Rekonstrukcja pantomograficzna z badania TK czaszki przekazanej do badań identyfikacyjnych
Fig. 3. Panoramic reconstruction from the CT scan of the skull received for identification procedures

(aproxymacja twarzy) osoby zmarłej celem poszerzenia profilu biologicznego. W celu oszacowania wieku wykorzystano ocenę wieku kostnego oraz zębowego. Szacowanie wieku kostnego oparto na ocenie stanu kostnienia szwów czaszkowych [11–13]. W celu oszacowania wieku zębowego wykorzystano metodę wg Kvaal i wsp. [8] na podstawie zdjęcia pantomograficznego (ryc. 3.). W obrębie uzębienia badanej czaszki stwierdzono braki zażyciowe i pośmiertne oraz uszkodzenia mechaniczne koron (złamania). Do ustalenia wieku zębowego wybrano trzy zęby niewykazujące uszkodzeń ani zmian chorobowych: 15, 13, 25 (tab. I).

Wiek kostny oszacowano w zakresie 33–35 lat, wiek zębowy (średni) oszacowano na ok. 34 lata. Oszacowany wiek zębowy wykazał pełną korelację z wynikami szacowania wieku kostnego.

Przypadek 2.

Do badań przekazano czaszkę pobraną ze zwłok o nieznanym tożsamości ujawnionych w płonącym pomieszczeniu pustostanu. Wizualna identyfikacja nie była możliwa do przeprowadzenia z uwagi na deformację tkanek miękkich w następstwie działania wysokich temperatur. W zakresie tkanek miękkich głowy, a także kości czaszki obserwo-

(face approximation) and thus extend the biological profile. To estimate the dead person's age, skeletal age and dental age methods were used. Skeletal age estimation was based on the assessment of ossification of cranial sutures [11–13]. Dental age estimation relied on the method developed by Kvaal *et al.* [8] which uses a dental pantomogram (Fig. 3). The dentition of the skull revealed ante- and post-mortem defects and mechanical damage to dental crowns (fractures). Three teeth not exhibiting damage or pathological lesions: 15, 13 and 25 (Table I) were selected for estimating dental age.

The skeletal age was found to be 33 to 35 years, and the (mean) dental age was estimated to be ca. 34 years. The dental age estimation was thus fully correlated with the results of skeletal age estimation.

Case 2

The examined material was a skull taken from a corpse of unknown identity which was recovered from a burning room of a vacant building. Visual identification could not be performed because the soft tissues were heavily deformed as a result of high temperatures. The soft tissues of the head and cranial bones revealed extensive areas exhibiting

Tabela I. Pomiary wyselekcjonowanych zębów (w mm) oraz obliczenia wieku zębowego (przypadek 1.)

Table I. Measurements of selected teeth (in mm) and dental age calculations (Case 1)

Ząb Tooth	13	15	25
A szerokość miazgi A pulp width	1,5	1,5	1,8
A szerokość korzenia A root width	10,6	9,2	8,1
B szerokość miazgi B pulp width	1,1	1,1	1,1
B szerokość korzenia B root width	9,9	6,3	7,1
C szerokość miazgi C pulp width	1,1	1,1	0,7
C szerokość korzenia C root width	9,9	5,9	5,9
T maks. długość zęba T max. tooth length	47,7	42,7	47,4
R długość korzenia R root length	32,9	31,7	35,1
P maks. długość miazgi P max. pulp length	35,4	30,6	35,6
P	1,08	0,97	1,01
R	0,74	0,72	0,75
a	0,14	0,16	0,22
b	0,11	0,17	0,15
c	0,111	0,186	0,119
$M (A + B + C + P + R)/5$	0,44	0,44	0,45
$W (B +)/2$	0,11	0,18	0,14
$L (P + R)/2$	0,91	0,84	0,88
obliczony wiek calculated age	37,16		

wano znaczne obszary wykazujące cechy oparzenia stopnia III i IV. Czaszkę poddano procesowi oczyszczenia z pozostałości tkanek miękkich. Materiał kostny przekazano do porównawczych badań identyfikacyjnych metodą superprojekcji. Badania te przeprowadzono na podstawie czaszki i trzech życiowych zdjęć osoby uznanej za zaginioną. Zdjęcia przekazane do badań przedstawiały głowę osoby w trzech zróżnicowanych ujęciach. Na zdjęciu typu dowodowego osoba widoczna była w uję-

Tabela II. Pomiary wyselekcjonowanych zębów (w mm) oraz obliczenia wieku zębowego (przypadek 2.)

Table II. Measurements of selected teeth (in mm) and dental age calculations (Case 2)

Ząb Tooth	43	33
A szerokość miazgi A pulp width	1,4	1
A szerokość korzenia A root width	10,2	9,2
B szerokość miazgi B pulp width	1,1	1,5
B szerokość korzenia B root width	8,5	8,5
C szerokość miazgi C pulp width	1,1	1,1
C szerokość korzenia C root width	8,5	8,1
T maks. długość zęba T max. tooth length	37,9	36,8
R długość korzenia R root length	29,9	28,3
P maks. długość miazgi P max. pulp length	33,5	32,7
P	1,12	1,16
R	0,88	0,89
a	0,14	0,11
b	0,13	0,18
c	0,129	0,136
$M (A + B + C + P + R)/5$	0,48	0,49
$W (B +)/2$	0,13	0,16
$L (P + R)/2$	1,00	1,02
wiek age	36,0	32,7
średnia wieku mean age	34,3	

features of third- and fourth-grade burns. The skull was cleaned of the remains of soft tissues. The bone material was transferred for comparative identification tests by superprojection. The tests were performed based on the skull and three ante-mortem photographs of a person reported as missing. The photographs provided for tests presented the head of the person in three different positions. The ID card-type photograph showed the person facing forward and from the right profile. In order to es-



Ryc. 4. Rekonstrukcja pantomograficzna z badania TK czaszki przekazanej do badań identyfikacyjnych
Fig. 4. Panoramic reconstruction from the CT scan of the skull received for identification procedures

ciu *en face* i prawego profilu. Celem oszacowania wieku przeprowadzono ocenę stopnia kostnienia szwów czaszkowych [11–13]. W szacowaniu wieku zębowego wykorzystano metodę Kvaal i wsp. [8]. Wykonano tomografię komputerową, a z uzyskanych obrazów osiowych wykonano rekonstrukcję pantomograficzną (warstwową) uzębienia (ryc. 4.). W obrębie uzębienia badanej czaszki stwierdzono braki zażyciowe. Do ustalenia wieku zębowego wybrano dwa zęby żuchwy niewykazujące zmian chorobowych: 33 i 43 (tab. II).

Oszacowany wiek zębowy (ok. 37 lat) wykazał pełną korelację z wynikami otrzymanymi w wyniku szacowania wieku kostnego (33–37 lat). Ustalony zakres wieku biologicznego na podstawie kryterium wieku zębowego i kostnego wykazywał korelację z ustalonym wiekiem metrykalnym osoby (35 lat) typowanej na podstawie przekazanych danych dotyczących daty urodzenia i daty zgonu osoby.

Przypadek 3.

W celu wydania kompleksowej i interdyscyplinarnej opinii nadesłano dokumentację lekarską – zdjęcie pantomograficzne oraz zdjęcie radiologiczne lewej ręki (wraz z płytą CD). Próbowano udzielić odpowiedzi na pytanie: „Czy możliwe jest ustalenie przy wykorzystaniu kryterium zębowego oraz kryterium kostnego, jaki jest wiek biologiczny osoby

timatę wiek, an assessment of the degree of ossification of cranial sutures was performed [11–13]. The dental age estimation drew on the method of Kvaal *et al.* [8]. Dental computed tomography was performed, and axial images obtained in this way were used for making a pantomographic (layered) reconstruction of dentition (Fig. 4). The dentition of the examined skull revealed ante-mortem defects. Two teeth of the mandible not exhibiting any pathological lesions: 33 and 43 (Table II) were selected for dental age analysis.

The dental age established with the method (ca. 37 years) was fully correlated with the results of skeletal age estimation (33–37 years). The biological age range determined using dental and skeletal age criteria showed a correlation with the established chronological age (35 years) of the person selected on the basis of supplied information about the date of birth and death.

Case 3

In order to prepare a comprehensive and interdisciplinary opinion, medical records containing a pantomogram and a radiograph of the left hand (complete with a CD) were submitted with the following request: “Is it possible to use dental age and skeletal age criteria for establishing the biological age of a living person, a woman of Vietnamese citi-

żywej – kobiety, obywatelstwa wietnamskiego, której zdjęcia rentgenowskie przesłano do badań, a jeżeli tak, to określenie tego wieku?”

Osoba w wieku dziecięcym została sprzedana przez rodzinę do domu publicznego i przez wiele lat była ofiarą wykorzystywania seksualnego. Przez kolejne lata była sprzedawana do kolejnych domów publicznych, również w innych państwach. Nie знаła swojej daty urodzenia, podejrzewała, że może mieć 15–16 lat.

Analizie poddano zdjęcie radiologiczne lewej ręki celem oceny stanu kostnienia nasad dalszych kości przedramienia i kości ręki [18]. W zakresie końca dalszego kości promieniowej stwierdzono lekko zarysowaną kresę nasadową i proces kostnienia w końcowej fazie.

Procesy kostnienia w zakresie końca dalszego kości łokciowej, a także w zakresie kości śródściana i kości palców były zakończone. Wiek kostny na podstawie stanu kostnienia kości ręki oszacowano na 18–19 lat.

Do oceny wieku zębowego wykorzystano załączone zdjęcie pantomograficzne.

Wstępna ocena zdjęcia wykazała, że:

- zdjęcie spełnia warunki do przeprowadzenia analizy wieku zębowego;
- wszystkie zęby widoczne na zdjęciu, z wyjątkiem trzecich zębów trzonowych (M3), są dojrzałe (rozwój zakończony). Z tego powodu wykluczono metody oceny wieku zębowego przeznaczone dla dzieci do 16. roku życia.

Zastosowano metodę wg Liversidge [9]. Do oceny wybrano dwa trzecie zęby trzonowe żuchwy (38 i 48) i oceniono stopień zaawansowania ich rozwoju (tab. III). Na podstawie uzyskanych z tabeli wartości obliczono średnią arytmetyczną (18,945) i przeliczono na wiek kalendarzowy. Wiek zębowy obliczony wg metody Liversidge [9] wynosi 18 lat i 11 miesięcy.

zanship, whose radiographs were supplied for tests, and if so, could you determine the woman's age?”

As a child, the person concerned was sold by her family to a house of prostitution. She was a victim of sexual abuse for many years. Over time, she was repeatedly resold to different houses of prostitution, also in other countries. She did not know her date of birth, but she assumed that she could be 15–16 years old.

The radiograph of the left hand was analyzed to assess the degree of ossification of distal ends of the forearm and hand bones [18]. In the distal end of the radial bone, a slightly marked epiphysial line and the terminal phase of the ossification process were noted.

In the distal end of the ulna, and in the metacarpal and digital bones, the ossification processes were completed. On the basis of the degree of ossification observed in the hand bones, the age of the person was estimated at around 18–19 years.

The person's dental age was assessed using the enclosed pantomogram. A preliminary evaluation showed that:

- the pantomogram fulfilled the conditions required for dental age analysis;
- all teeth visible on the pantomogram, with the exception of third molars (M3), were mature (their development was complete). Consequently, methods developed for the assessment of dental age in children under 16 years of age were excluded.

Accordingly, the method proposed by Liversidge [9] was applied. Two mandibular third molars (38 and 48) were selected for the assessment, and the stage of their development was determined (Table III). Values derived from the table were used for calculating the arithmetic mean (18.945) and then converted to the chronological age. The person's dental age calculated using the method by Liversidge [9] is 18 years and 11 months.

Tabela III. Ocena wieku z wykorzystaniem metody Liversidge

Table III. Dental age assessment according to Liversidge

Ząb Tooth	Stadium rozwojowe (wg Liversidge) Development stage (based on Liversidge)	Wiek zębowy Dental age
38	A1/2	19,41
48	Rc	18,48

Przypadek 4.

Do Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu zostały przekazane przez Muzeum im. ks. Stanisława Staszica w Hrubieszowie materiały kostne wyeksplorowane na cmentarzysku kultury strzyżowskiej w Rogalinie w wykopie 27, z grobu zarejestrowanego pod nr 10. W grobie odnaleziono dobrze zachowany szkielet dorosłego mężczyzny, ułożony w pozycji wyprostowanej na grzbiecie z głową na NW, wyposażony w przedmioty krzemienne. Szczątki

Case 4

The Department of Forensic Medicine at the Poznań University of Medical Sciences received from the Stanisław Staszic Museum in Hrubieszów a sample of bone material which had been recovered from the Strzyżów culture burial site in Rogalin (grave no. 10, excavation no. 27). The grave was found to contain a well-preserved skeleton of an adult male, buried in the supine position, with the head pointing to the north-west, and provided with flint objects. The remains were dated back to

Tabela IV. Pomiary wyselekcjonowanych zębów (w mm) oraz obliczenia wieku zębowego (przypadek 4.)
Table IV. Measurements of selected teeth (in mm) and dental age calculations (Case 4)

Ząb Tooth	11	33	43
A szerokość miazgi A pulp width	0	1,1	0,7
A szerokość korzenia A root width	10,6	9,9	9,2
B szerokość miazgi B pulp width	1,8	1,1	1,1
B szerokość korzenia B root width	9,5	8,5	7,8
C szerokość miazgi C pulp width	1,1	0,7	0,7
C szerokość korzenia C root width	8,1	6,7	6,7
T maks. długość zęba T max. tooth length	34,6	39,9	38,9
R długość korzenia R root length	28,0	33,7	33,1
P maks. długość miazgi P max. pulp length	25,8	35,3	32,8
P	0,92	1,05	0,99
R	0,75	0,88	0,84
a	0,00	0,11	0,08
b	0,19	0,13	0,14
c	0,136	0,104	0,104
M (A + B + C + P + R)/5	0,40	0,46	0,43
W (B +)/2	0,16	0,12	0,12
L (P + R)/2	0,83	0,97	0,92
wiek age	50,9	42,3	48,6
średnia wieku mean age	47,27		

ki datowano na wczesny okres epoki brązu. Czaszkę oraz niektóre elementy szkieletu pozaczaszkowego osobnika z jamy grobowej nr 10 poddano kompleksowym badaniom identyfikacyjnym z wykorzystaniem metod stosowanych w praktyce medyczo-sądowej, w tym aproksymacji twarzy metodą komputerową 3D. Celem oszacowania wieku biologicznego wykorzystano ocenę wieku zębowego metodą Kvaal i wsp. [8]. Do ustalenia wieku zębowego wybrano trzy zęby (tab. IV). Bardzo dobry stan zachowania zębów oraz wysoka jakość zdjęcia pantomograficznego (ryc. 5.) pozwoliła na wykonanie dokładnych pomiarów i ustalenie przewidywanego wieku zębowego w chwili śmierci. Osobnik, którego czaszkę poddano badaniom, cechował się zaawansowaną atrycją szkliwa, co jest zjawiskiem często spotykanym w przypadku przedstawicieli populacji pradziejowych, z uwagi na stosowaną dietę nieoczyszczoną oraz często spotykane starcie w wyniku narzędziowego użycia zębów.

Wiek kostny oszacowano kompleksowo w oparciu o stopień kostnienia szwów czaszkowych, cechy końca bliższego kości ramiennej i udowej na podstawie obrazu radiologicznego (na podstawie wtórnych rekonstrukcji 2D z tomografii komputerowej wybranych kości), stan spojenia łonowego i cechy

the early period of the Bronze Age. The skull and selected elements of the postcranial skeleton of the male discovered in the burial pit no. 10 were subjected to comprehensive identification tests based on methods used in medico-legal practice, including computer-based 3D face approximation. The estimation of biological age drew on the dental age assessment method by Kvaal *et al.* [8]. Three teeth were selected for determining the male's dental age (Table IV). Since the teeth were very well-preserved, and the quality of the pantomogram was high (Fig. 5), accurate measurements could be performed, and the age of the man at the time of death could be established. The male whose skull was examined had severe enamel attrition, which is a typical finding in representatives of prehistoric populations due to their rough diet and commonly identified dental wear and tear resulting from the use of teeth as tools.

The male's skeletal age was estimated comprehensively based on the degree of ossification of cranial sutures, radiologically identifiable features of the proximal end of the humerus and femur (using secondary 2D reconstructions based on CT scans of selected bones), features of the pubic symphysis and ribs at the sternal end [11–17]. The bone age



Ryc. 5. Rekonstrukcja pantomograficzna z badania TK czaszki ze stanowiska archeologicznego datowanego na wczesną epokę brązu

Fig. 5. Panoramic reconstruction from CT scans of the skull recovered from an early Bronze Age archaeological site

kości żebrowych w końcu mostkowym [11–17]. Wiek kostny oszacowano na 40–50 lat, wiek zębowy (średni) oszacowano na ok. 47 lat. Oszacowany wiek zębowy wykazał pełną korelację z wynikami szacowania wieku kostnego.

Dyskusja

Specyfika zmian rozwojowych oraz zmian związanych ze starzeniem się, zmienność międzypopulacyjna, różnice międzypopulacyjne, a także wpływ warunków zewnętrznych na zmiany związane z wiekiem są czynnikami, które decydują o możliwości szacowania wieku z przybliżeniem i w pewnym zakresie. Ocena wieku powinna być kompleksowa i uwzględniać w miarę możliwości jak najwięcej wyznaczników i cech. Jednym z kryteriów, które odgrywa niezwykle istotną rolę w szacowaniu wieku, jest wiek zębowy. W przypadku osobników dziecięcych i młodocianych z uwagi na zachodzące dynamicznie i regularnie zmiany wiek zębowy można oszacować z dużą dokładnością. Większym problemem, przed którym stają specjaliści medycyny sądowej, antropologii czy stomatologii, jest szacowanie wieku osób dorosłych. Dokładność dostępnych metod nie jest już tak wysoka, a rozbieżności pomiędzy wiekiem kostnym i zębowym (często z uwagi na zły stan uzębienia) skutkują koniecznością przyjęcia szerokiego zakresu wieku biologicznego osoby. Również wybór metod szacowania wieku zębowego przeznaczonych dla osób dorosłych jest mniejszy niż metod przeznaczonych dla osób w wieku rozwojowym.

Jedną z najstarszych i jednocześnie najczęściej stosowanych w praktyce medyczno-sądowej metod określania wieku osób dorosłych jest metoda Gustafson [4]. Uwzględnia ona sześć zmian regresyjnych (starcie korony zęba, nawarstwianie wtórnej zębiny, zmiany zanikowe w przyzębiu, przeświecalność wierzchołka korzenia, nawarstwianie cementu korzeniowego i resorpcja wierzchołka korzenia). Mimo że metodę tę w późniejszych latach modyfikowano [5, 6], jest niedoskonała, ponieważ wymaga fizycznego badania zębów, które muszą wcześniej zostać usunięte ze zwłok lub szczątków. Bada się szlif zęba, a następnie ząb na przekroju poddawany jest dokładnym badaniom makroskopowym. Jest to trudne ze względów technicznych, a w przypadku osób żywych – niemożliwe. W 1973 r. Solheim [7] opublikował metodę, która nie wymaga usuwania

was found to be 40 to 50 years, and the (mean) dental age was estimated to be around 47 years. The dental age estimation was thus fully correlated with the results of skeletal age estimation.

Discussion

There are a number of factors determining the possibility of age estimation with a certain degree of approximation and in a specific range. The factors include the specificity of developmental and age-related changes, inter-individual variation, inter-population differences and effects of external conditions on age-related changes. Age assessment should be a comprehensive process taking into account as many determinants and characteristics as possible. One of the criteria playing a crucial role in age estimation is dental age. Dental age can be estimated with a high degree of accuracy in children and adolescents because of dynamically and regularly occurring changes. However, experts in forensic medicine, anthropology or dentistry face a greater challenge when estimating the age of adults. The accuracy of available methods is not as high, and discrepancies between skeletal age and dental age (often resulting from the poor state of dentition) make it necessary to adopt a broad range of the examined person's biological age. Also, the pool of dental age estimation methods for adults is smaller than the choice of methods designed for individuals at the developmental age.

One of the oldest and at the same time most common adult age estimation techniques employed in medico-legal practice is the method proposed by Gustafson [4]. It is based on six regression changes (dental crown attrition, deposition of secondary dentin, periodontal atrophy, translucency of the root apex, cementum apposition and resorption of the root apex). Although the method was later modified [5, 6], it is still imperfect because it requires a physical examination of teeth preceded by their removal from the corpse or human remains. First, the ground section of the tooth is examined, and then the tooth cross-section is subjected to detailed macroscopic evaluation. The procedure is difficult due to technical reasons, and in living persons it is impossible to perform. In 1973, Solheim [7] proposed a method which does not necessitate the removal of teeth from their sockets, however it requires a very precise and

zębów z zębodołów, jednakże wymaga bardzo precyzyjnego i starannego badania uzębienia w jamie ustnej. Uwzględnia bowiem atrycję szkliwa, zmiany zanikowe w przyzębiu oraz zmianę koloru zęba. Niedoskonałość tej metody polega na bardzo skomplikowanych obliczeniach oraz braku dostępu do wzorcowego kolornika.

Z doświadczenia autorów wynika, że metoda Kvaal i wsp. [8] ma wiele zalet. Pozwala na ocenę wieku na podstawie pomiarów grubości i proporcji poszczególnych warstw na przekroju podłużnym zęba i może być zastosowana zarówno w przypadku konieczności oceny wieku na podstawie pojedynczych zębów, jak i opartej na analizie zębowych zdjęć rentgenowskich. Ponieważ metoda wykorzystuje proporcje między poszczególnymi pomiarami, może być stosowana z wykorzystaniem różnego rodzaju zdjęć rentgenowskich, a nawet ich skanów czy wydruków. Jest więc prosta i tania, umożliwi również ekspertyzę na odległość, po wcześniejszym przesłaniu materiałów radiologicznych. Z przeprowadzonych ekspertyz wynika, że metoda ta jest bardzo skuteczna w sprawach medyczno-sądowych. W opisywanych przypadkach oszacowany wiek zębowy wykazał pełną korelację z wynikami szacowania wieku kostnego.

Metody odontologiczne są szczególnie przydatne w procesie identyfikacji ofiar pożarów i szczątków spalonych lub zwęglonych [19, 20]. W przypadku 2. oszacowany wiek zębowy wykazał pełną korelację z wynikami otrzymanymi w wyniku szacowania wieku kostnego. Zakres wieku biologicznego ustalony na podstawie kryterium wieku zębowego i kostnego wykazywał korelację z ustalonym wiekiem metrykalnym osoby typowanej na podstawie przekazanych danych dotyczących daty urodzenia i daty zaginięcia osoby, jak również daty ujawnienia zwłok i ustalonego przypuszczalnego czasu zgonu osoby. Wyniki porównawczych badań identyfikacyjnych dały wynik pozytywny z wysokim prawdopodobieństwem.

Wybór metody szacowania wieku zębowego jest łatwiejszy u dzieci, ponieważ wszystkie znane i opublikowane metody polegają na ocenie zębów stałych w różnych fazach rozwoju. Największym problemem jest zawsze przewidywanie wieku zębowego u osobników młodocianych powyżej 16. roku życia, gdy rozwój zębów stałych został już zakończony. Wykorzystuje się wówczas metody oparte na rozwoju trzeciego zęba trzonowego [9, 21, 22], ponieważ czas formowania i wyrzynania tych zębów jest bardzo zróżnicowany, a ostatnie stadium formowania (za-

thorough examination of dentition in the oral cavity, since it is based on enamel attrition, periodontal atrophy and changes in tooth colour. The method is imperfect due to very complicated calculations and lack of access to the colour standard.

Our experience shows that the method of Kvaal *et al.* [8] has a number of benefits. It allows the assessment of age using measurements of thickness and proportion of different layers identified at the longitudinal cross-section of the tooth, and can be applied both for the assessment of age on the basis of individual teeth and on the basis of analyses of dental radiographs. As the method relies on proportions between individual measurements, it can be successfully employed for various types of radiographs – or even their scans or printouts. It is thus simple and cheap, and makes it possible to prepare expert opinions on a remote basis, on the basis of sent radiological materials. Completed expert opinions prove that the method is very effective in medico-legal cases. In the cases presented above, there was a full correlation between the estimated dental age and results of bone age estimation.

Odontological methods are particularly useful in the process of identifying victims of fires, and burnt or charred human remains [19, 20]. In Case 2, the estimated dental age showed a full correlation with results obtained from skeletal age estimation. The range of biological age determined using dental and skeletal age criteria was fully correlated with the established chronological age of the person selected on the basis of supplied information about the date of birth and the date of being reported as missing, as well as the date of corpse discovery and the ascertained probable time of death. Comparative identification tests yielded a positive result at a high degree of probability.

Selecting a method for the estimation of dental age is easier in children because all known and published methods involve the assessment of permanent teeth at different stages of development. The greatest challenge is always to determine the dental age of adolescents over 16 years of age, for the development of permanent teeth is already complete in this age group. In such cases, methods based on third molar development [9, 21, 22] are applied because the time of formation and eruption of these teeth varies to a great extent, and the final stage of formation (termination of root apex development) typically occurs at around 20 years of age. All methods presented above suffer from certain limitations

kończenie rozwoju wierzchołka) zachodzi ok. 20. roku życia. Do ograniczeń wszystkich tych metod należy zaliczyć przypadki, w których występuje całkowity brak zawiązków trzecich trzonowców lub takie ich ułożenie w kości, które utrudnia ocenę stadium rozwoju. Wybór metody zależy zawsze od wielu czynników. Wskazane jest więc prowadzenie równoległe badań z wykorzystaniem różnych kryteriów, oprócz zębowego, także kryterium wieku kostnego [23].

W przypadku 3. dotyczącym szacowania wieku biologicznego osoby żywej metodą z wyboru została metoda wg Liversidge [9], która jako jedyna uwzględnia zróżnicowanie etniczne. Zastosowana metoda pozwoliła na ustalenie wieku kobiety na ok. 18–19 lat. Zarówno w zakresie procesów kostnienia, jak i procesów rozwojowych trzecich zębów trzonowych stwierdzono końcowe fazy procesów rozwojowych, co pozwoliło na ustalenie z wysokim prawdopodobieństwem, iż osoba była starsza, niż podawała na podstawie szczątkowo zachowanych w jej pamięci informacji. Uwzględniając poziom rozwoju biologicznego, na podstawie kryterium kostnego i kryterium zębowego można było wnioskować o niemal zakończonych procesach rozwojowych w zakresie układu kostnego ręki oraz zębów.

Wnioski

Dostępność metod wykorzystywanych w procesie szacowania wieku zębowego jest stosunkowo duża, a właściwy dobór metody zależy od wstępnego określenia przedziału wiekowego, w jakim mieścił się badany osobnik. Dla określonych grup wiekowych dostępne są różne metody. Ważne jest ustalenie, czy badania mają dotyczyć osobnika w wieku rozwojowym do ok. 15. roku życia, osobnika pomiędzy 15. a 20. rokiem życia czy osobnika powyżej 20. roku życia.

Przeprowadzone przez interdyscyplinarny zespół ekspertyzy wykazały bardzo dużą dokładność zastosowanych metod. We wszystkich przypadkach oznaczony wiek zębowy pokrywał się z oznaczonymi metodami antropologicznymi wiekiem kostnym. W jednym przypadku (przypadek 2.) zaistniała możliwość porównania wyników szacowania wieku zębowego i kostnego z wiekiem chronologicznym zidentyfikowanej osoby. Oszacowany wiek biologiczny (33–37 lat) był zgodny z ustalonym wiekiem chronologicznym zmarłej osoby (35 lat).

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

– for example in cases where third molar tooth buds are absent or positioned in the bone in a way that makes it difficult to assess their stage of development. The selection of a method always depends on multiple factors. Consequently, the recommended strategy is to conduct tests in parallel based on different criteria, i.e. use the skeletal age criterion as an addition to dental age assessment [23].

The method of choice in Case 3, which consisted of the estimation of biological age of a living person, was the technique proposed by Liversidge [9] which is the only method taking into account ethnic diversity. The method made it possible to estimate the age of the woman at around 18–19 years. Both in terms of ossification and third molar development, the processes were found to be in their terminal phases. Consequently, it could be determined with a high degree of probability that the person concerned was older than she believed to be on the basis of scanty information stored in her memory. Considering the level of biological development determined with bone and dental criteria, it was concluded that the developmental processes in the hand bones and teeth were almost complete.

Conclusions

The availability of methods designed for the estimation of dental age is relatively large, and selecting an appropriate method depends on the preliminary evaluation of the age range of the individual under study. Different methods are available for specific age groups. It is thus important to establish whether tests are to be performed in a person at a developmental age (up to around 15 years of age), at around 15–20 years of age or over 20 years of age.

The expert opinions prepared by an interdisciplinary team demonstrated a very high level of accuracy of the applied methods. In all the cases under study, the determined dental age was consistent with the skeletal age established by anthropological methods. In one case (Case 2), it was possible to compare results of dental and skeletal age estimation with the chronological age of the identified person. The estimated biological age (33–37 years) conformed to the established chronological age of the deceased (35 years).

The authors declare no conflict of interest.

Piśmiennictwo

References

1. Lorkiewicz-Muszyńska D, Przysańska A, Glapiński M, Łabęcka M. Rola lekarza dentysty w zespole medyczno-sądowym. *Dental Forum* 2013; 41: 101-104.
2. Garvin HM, Passalacqua NV, Uhl NM, Gipson DR, Overbury RS, Cabo LL. Developments in Forensic Anthropology: age at death estimation. In: *Developments in Forensic Anthropology*. Dirkmaat DC (ed.). Blackwell Publishing 2012; 202-223.
3. Raszeja S. *Medycyna sądowa*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1993.
4. Gustafson G. Age determination on teeth. *J Am Dent Assoc* 1950; 41: 45-54.
5. Johanson G. Age determination from human teeth. *Odontol Rev Suppl* 1971; 21: 1-126.
6. Lamendin H, Bacciono E, Humbert JF, Tavernier JC, Nossintchouk RM, Zerielli A. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *J Forensic Sci* 1992; 37: 1373-1379.
7. Solheim T. A new method for dental age estimation in adults. *Forensic Sci Int* 1993; 59: 137-147.
8. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int* 1995; 74: 175-185.
9. Liversidge HM. Timing of human mandibular third molar formation. *Ann Hum Biol* 2008; 35: 294-321.
10. Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* 1963; 42: 1490-1502.
11. Krogman WM, İşcan MY. *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. 2nd ed. C.C. Thomas, Springfield 1986.
12. White TD, Black MT, Folkens PA. *Human Osteology*. Elsevier, New York 2011.
13. Meindl RS, Lovejoy CO. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *Am J Phys Anthropol* 1985; 68: 57-66.
14. Ascadi G, Nemeskeri J. *History of human lifespan and mortality*. Akademiai Kiado, Budapest 1970.
15. Brooks S, Suchey JM. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Ascadi-Nemeskeri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution* 1990; 5: 227-238.
16. Iscan MY, Loth SR, Wright RK. Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *J Forensic Sci* 1984; 26: 1094-1104.
17. Iscan MY, Loth SR, Wright RK. Age estimation from the rib by phase analysis: white females. *J Forensic Sci* 1985; 30: 853-863.
18. Greulich W, Pyle S. *Radiographic Atlas of skeletal development of hand wrist*. Stanford University Press, Palo Alto 1959.
19. Andersen L, Juhl M, Solheim T, Borrman H. Odontological identification of fire victims-potentialities and limitations. *Int J Leg Med* 1995; 107: 229-234.
20. Martin-de las Heras S, Valenzuela A, Villanueva E., Marques T, Exposito N, Bohoyo JM: Methods for identification of 28 burn victims following a 1996 bus accident in Spain. *J Forensic Sci* 1999; 44: 428-431.
21. Häavikko K. Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proc Finn Dent Soc* 1974; 70: 15-19.
22. Kullman L, Johanson G, Akesson L. Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. *Swed Dent J* 1992; 16: 161-167.
23. Patel PS, Chaudhary AR, Dudhia BB, Bhatia PV, Soni NC, Jani YV. Accuracy of two dental and one skeletal age estimation methods in 6-16 year old Gujarati children. *J Forensic Dent Sci* 2015; 7: 18-27.

Adres do korespondencji

Dorota Lorkiewicz-Muszyńska
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej
Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego
ul. Świącickiego 6
60-781 Poznań, Polska
e-mail: dlorkiew@ump.edu.pl

Address for correspondence

Dorota Lorkiewicz-Muszyńska
Chair and Department of Forensic Medicine
Poznan University of Medical Sciences
Świącickiego 6
60-781 Poznan, Poland
e-mail: dlorkiew@ump.edu.pl

