

Określenie wieku osobniczego na podstawie zębów

Piotr Otocki

AGE DETERMINATION BASED ON TEETH. The set of dental traits traditionally used for identification purposes due to their high correlation with age include the attrition of the crown, periodontic changes, apposition of the secondary dentin and root cement, resorption and translucency of the root. The work puts forward a proposal to add a new trait, i. e. width of the root canal. The new trait is particularly useful for the examination of the fossil material.

Wstęp

Jedną z podstawowych cech w licznych badaniach problemów biologii człowieka jest wiek osobniczy. Ustalenie tej cechy u ludzi współcześnie żyjących nie następuje na ogół problemów, szczególnie gdy dotyczy to wieku kalendarzowego w społeczeństwach prowadzących ewidencję urodzin i zgonów. Często jednak w badaniach antropologicznych, a także w praktyce medycznej, bardziej niż kalendarzowa liczba lat, istotny jest stan zaawansowania procesów rozwojowych organizmu — wiek biologiczny, nie zawsze zgodny z wiekiem kalendarzowym. Istnieje wewnętrzne i międzypopulacyjne zróżnicowanie tempa procesów rozwojowych, w tym także inwolucyjnych. W odniesieniu do nie-

zidentyfikowanych szczątków ludzkich, na jakie natrafia się w czasie badań wykopaliskowych lub w przypadkach będących przedmiotem zainteresowania medycyny sądowej, ustalenie wieku biologicznego staje się jedyną metodą określenia wieku osobniczego. Teoretycznie, każdy fragment tkanki ludzkiej służyć może do takiej oceny. Są jednak tkanki, organy, lub okolice ciała, w których sekwencje zmian rozwojowych zaznaczają się w sposób wyraźniejszy, stosunkowo jednolity u różnych osobników i niezmienny pośmiertnie przy długim czasie i różnych warunkach przebywania zwłok. W literaturze antropologicznej od dawna opisywane są zestawy cech szkieletu najbardziej diagnostyczne dla ustalenia wieku [MALINOWSKI, STRZAŁKO 1985]. Wymienia się tu, zgodnie z tradycją historyczną i ponad stuletnią praktyką, szwy czaszkowe, zmiany w obrębie nasad kości długich, oraz na powierzchniach spojenia łonowego. Poza

tymi cechami makroskopowymi zaczęto obserwować zmiany struktury mikroskopowej tkanki kostnej, np. wielkość kanałów Haversa czy liczbę lamelli w osteonach [KERLEY 1965], co stwarza możliwości oceny wieku na materiałach fragmentarycznych. ACSADI i NEMESKERI [1970] podali, na tle badań własnych, wszystkie dotychczas wykorzystywane cechy i metody, służące do określania wieku i płci. DORION [1973] w swojej pracy zamieścił w skrótovej formie, do szybkiego zastosowania w praktyce, wszystkie czynniki biorące udział w identyfikacji osobnika.

Zęby stanowią szczególny rodzaj tkanki o swoistym, odrębnym rozwoju i właściwościach. Wstępne fazy rozwoju uzębienia, obejmujące rozbudowę zawiązków i wyrzynanie się zębów, a także resorpcję korzeni zębów mlecznych, od dawna wykorzystywane są w biologii człowieka jako dobre i godne zaufania wskaźniki wieku biologicznego. Zagadnieniami tymi zajmowali się między innymi: LOGAN i KRONFELD [1933], KRONFELD [1935], HUNT i GLEISER [1955], MAJKOVA-STROGANOWA i ROCHLIN [1955], GARN, LEWIS, POLACHEK [1958], GARN, LEWIS, POLACHEK [1959], KRAUS [1959], NOLLA [1960], FANNING [1961] — KOMINEK, ROZKOVCOVA, VASKOVA [1975], SKALoud [1975], BACHRATY i BACHRATA [1975], STRZYŻEWSKI [1972], KACZMAREK [1983]. Fundamentalną pracę, w której podano w postaci tabel (tzw. map) kolejność wyrzynania się zębów wykonali SCHIOUR i MASSLER [1941]. Odpowiednikiem tej pracy w Polsce są badania PANKA [1956], przeprowadzone na licznej grupie dziewcząt i chłopców. GRAY i LAMONS [1959] oraz BRAUER i BAHADOR [1942], badając korelację kolejności wyrzynania się zębów z wiekiem kalendarzowym

i rozwoju kości ręki z wiekiem kalendarzowym, wykazali wyższy współczynnik korelacji pomiędzy wiekiem zębowym a chronologicznym.

Mniej uwagi poświęcano zmianom ewolucyjnym twardych tkanek zębów. Do zmian tego typu należy między innymi starcie koron zębów, które jest oceniane w wielostopniowych, umownych skalach. Ścieranie się koron zębów jest procesem ciągłym, który może być opisany na skali pomiarowej. Zamiana skali ciągłej na dyskretną pozwala na dużą dowolność ze strony badacza. Powoduje to często brak możliwości porównania materiałów opracowanych przez różnych autorów. Tak na przykład BRABANT, SAILLY [1962] i MARTIN-SALLER [1957] stosują do oceny starcia 5-stopniową skalę, natomiast VLČEK, KOMINEK, ANDRIK, BILY [1975] dokonują oceny starcia według siedmiostopniowej skali, a MURPHY [1959] uważa, że korona zęba przechodzi przez 8 stadiów podczas życia człowieka.

Poza starciem koron, aż do połowy XX wieku inne cechy twardych tkanek zęba nie zwracały uwagi badaczy zajmujących się ustalaniem wieku biologicznego. W 1946 roku MASSLER i SCHOUR na podstawie mikroskopowych badań obliczyli dobowy przyrost szkliwa i zębiny. Wstępne badania mikroskopowe zmian, jakim ulegają twarde tkanki zęba w czasie życia człowieka przeprowadził GUSTAFSON [1947]. Dopiero jednak praca tego autora z 1950 r. [GUSTAFSON 1950] jest pierwszą, dotąd uznawaną za klasyczną, monografią poświęconą opisowi różnych zmian, jakie zachodzą w tkankach zęba z wiekiem i praktycznemu zastosowaniu ich znajomości dla celów ustalania wieku w badaniach medyczno-sądowych. Autor ten doskonalił swoją metodę [GUSTAFSON 1966]. NALBANDIAN i SOGNAES

[1960] (cyt. za GENOVÈS [1969]) kontynuują badania, w których doszukują się zależności pomiędzy wiekiem a ilością wtórnej zębiny, zmianami w przyzębieniu, grubością cementu i stopniem resorpcji korzenia. ZANDER i HÜRZELER [1958], wykazali, że warstwa cementu korzeniowego ulega pogrubieniu wraz z wiekiem i najszybciej nawarstwia się w obrębie szczytu korzenia. Również inni badacze podejmowali próby uściślenia metody Gustafsona, tak aby można ją było zastosować do materiałów kopalnych [VLČEK, MRKLAS 1975].

Zmiany zębów wykorzystywane do określania wieku

Po całkowitym wyrżnięciu się zęba i uzyskaniu kontaktu z zębem przeciwnym rozpoczyna się ścieranie powierzchni żującej lub siecznej koron, postępujące z upływem czasu stosunkowo równomiernie, z intensywnością zależną od nawyków pokarmowych i jakości żywienia. MOLNAR [1972] i BROTHWELL [1963] starcie zębów wiąże również z aktywnością kulturową człowieka.

Z upływem czasu obniżeniu ulegają tkanki przyzębia, a wraz z nimi wyrostek zębodołowy, obniżając poniżej szyjki zęba coraz większe powierzchnie korzeni. Inne zmiany twardych składników zębów są pochodną tych zespołów zmian. Na skutek obniżenia korony przez starcie zęb przejawia tendencję do wysuwania się ku górze z zębodołu, w związku z czym, dla jego większej stabilności w zębodole, następuje odkładanie się (apozycja) cementu wokół korzenia. Apozycja cementu rozpoczyna się od szczytu korzenia i postępuje w kierunku szyjki z nawarstwianiem proporcjonalnym do wieku.

Jednocześnie ze zjawiskiem apozycji następuje zaburzenie pierwotnej morfologii wierzchołka korzenia, najczęściej mające charakter resorpcji, początkowo cementu, a w późniejszych stadiach również i zębiny. Nie wszyscy autorzy zgodni są co do tego, że jest to zjawisko fizjologiczne i dopatrują się w nim cech patologii [BIEDOWA 1965], kwestionując tym samym przydatność obserwacji resorpcji wierzchołka korzenia dla oznaczeń wieku.

Ścieranie szkliwa i zębiny z powierzchni korony, przy dużej intensywności tego procesu prowadzi do istotnego zmniejszenia warstwy zębiny oddzielającej wewnątrz komory od powierzchni zęba. Zjawiskiem kompensacyjnym jest powstawanie zębiny wtórnej, odkładającej się na ścianach komory i kanału zęba. Odkładanie zębiny wtórnej zaczyna się od samego szczytu korony, której najbardziej narażony jest na otwarcie na skutek abrazji, później warstwa zębiny wtórnej pokrywa boczne powierzchnie komory i kanału zęba. Jest ona bardziej od zębiny pierwotnej zbita, ma większą twardość i ciemniejsze zabarwienie. To odkładanie przerywa kontakt pomiędzy komorą zęba i kanałami Thomesa w zębinie pierwotnej, na skutek czego światło tych kanałów ulega zamknięciu. Proces ten prowadzi do zmiany fizycznych właściwości zębiny pierwotnej. Gdy jest ona poprzębijana kanałami Thomesa (o średnicy 0,6 — 5), światło ulega w jej masie wielokrotnemu załamaniu, w wyniku czego makroskopowo zębina jest mlecznobiała — matowa. Po zamknięciu kanałów zębina staje się ośrodkiem optycznie jednorodnym, światło nie załamuje się przy przechodzeniu przez nią i makroskopowo staje się przezroczysta. Przyczyną częściowego lub całkowitego zamykania kanałów jest

rosnąca mineralizacja zębiny z wiekiem. Mineralizacja ta rozpoczyna się przy wierzchołku korzenia i postępuje ku koronie zęba. Nie jest to proces równomierny, nawet w obrębie jednego zęba.

Zębina pierwotnie ma kolor żółtawo-biały. Barwniki zawarte w pokarmach oraz używkach impregnują powoli zębinę, toteż z wiekiem jej zabarwienie staje się coraz ciemniejsze. Tempo tego procesu i odcień zabarwienia zależne są od nawyków pokarmowych, składników diety itp. Proces ciemnienia zębów przyspiesza się z wiekiem, także z powodu zmniejszenia grubości szkliwa i powstawania coraz większych ilości — z natury swej ciemniejszej — zębiny wtórnej [BOCHENEK, REICHER 1952-65, FUCHS 1966, BARDACH 1968, ŁASIŃSKI 1970, JAŃCZUK 1972, 1975].

Metody oceny wieku

GUSTAFSON [1950] stwierdził, że zmiany zachodzące z wiekiem w zębie można sprowadzić do sześciu właściwości, którym nadal status cech: starcie korony zęba, zmiany w przyzębiu, ilość zębiny wtórnej, ilość cementu, stopień resorpcji korzenia i zakres przeświecania. Autor ten zaproponował, by stopień natężenia zmian w obrębie każdej z tych cech wyrazić w skali 4-stopniowej, a powstałym w ten sposób kategoriom przypisać następujące natężenia zmian:

a) starcie korony *A* (*atritio*)

- 0 — brak starcia
- 1 — starcie nie usuwa całej grubości warstwy szkliwa
- 2 — starcie sięga 1/3 warstwy zębiny
- 3 — starcie sięga połowy lub więcej warstwy zębiny

b) zmiany w przyzębieniu *P* (*periodontosis*)

- 0 — brak zmian, prawidłowe osadzenie zęba w zębodole
- 1 — początkowe stadium obniżania dziąsła i zębodołu

- 2 — zmiany na skutek odsłonięcia górnej 1/3 części korzenia

- 3 — zmiany sięgają 2/3 korzenia

c) zębina wtórna *S* (*dentinum secundarium*)

- 0 — brak zębiny wtórnej
- 1 — wtórna zębina zaczyna się formować w górnej części komory
- 2 — komora do połowy wypełniona wtórną zębiną
- 3 — komora w całości lub prawie w całości wypełniona wtórną zębiną

d) apozycja cementu *C* (*apositionis cementum*)

- 0 — prawidłowa warstwa cementu
- 1 — warstwa cementu nieco pogrubiona
- 2 — gruba warstwa cementu
- 3 — bardzo gruba warstwa cementu

e) resorpcja korzenia *R* (*resorptio radix*)

- 0 — brak resorpcji
- 1 — resorpcja dotyczy małego izolowanego fragmentu korzenia
- 2 — wielki ubytek cementu korzenia
- 3 — szeroki ubytek korzenia obejmujący cement i zębinę

f) przeświecanie korzenia *T* (*translucio*)

- 0 — brak przeświecania
- 1 — przeświecanie korzenia zauważalne
- 2 — przeświecanie sięga 1/3 długości korzenia
- 3 — przeświecanie sięga 2/3 i więcej długości korzenia.

Ten schemat został przez Gustafsona zastosowany do opisu zmian w zębach ludzi o znanym wieku kalendarzowym, celem ustalenia dokładności metody.

Gustafson dokonywał opisu zmian w zębach na podłużnych szliwach

(powierzchnia szlifu dzieli zęb pionowo, prostopadle do kierunku mezo-dystalnego). Stopień zaawansowania zmian w każdej z sześciu cech określał na podstawie podanej poprzednio klasyfikacji, a następnie punkty dla poszczególnych cech sumował. Suma ta jest miernikiem ogólnego zaawansowania zmian inwolucyjnych tkanek zęba i koreluje ściśle z wiekiem kalendarzowym ($r = 0,98$). Na podstawie tej korelacji GUSTAFSON ustalił równanie regresji dla określenia wieku:

$$y = 11,43 + 4,56x \pm 3,63$$

gdzie Y — wiek, x — suma punktów.

BIEDOWA [1965] dążąc do udoskonalenia tej metody, zaproponowała zastąpienie resorpcji korzenia, która jej zdaniem ma raczej charakter patologiczny, barwą zęba; dla której podała następującą skalę punktów opartą na barwnym wzorniku zębów według De Treya:

kolor zęba Co (color)

- 0 — zęb bardzo jasny, 1-4 wg wzornika
- 1 — zęb nieco ciemniejszy, 5-8 wg wzornika
- 2 — zęb szarawy lub szarozółty, 9-20 wg wzornika
- 3 — zęb żółtobrazowy lub szary, 21-40 wg wzornika

Posługując się zmodyfikowanym zestawem cech otrzymała wyniki podobne jak Gustafson. Korelacja wykazana przez tę autorkę pomiędzy sumą punktów a wiekiem kalendarzowym wyraża współczynnik $r = 0,91$, a odpowiednie równanie regresji: $y = 9,91 + 4,56x \pm 2,02$.

Niestety, w formie podanej przez autorów zakres stosowalności opisanych metod ograniczony jest do przypadków medyczno-sądowych. Bez odpowiednich modyfikacji nie da się stosować tych metod do materiałów wykopaliskowych.

Zęby przebywające przez wiele lat w ziemi podlegają procesom zmieniającym strukturę i barwę ich tkanek. Zmiany te to zwapnienie, zmiana gęstości, przeświecania i koloru. Nasylenie szkliwa zębiny i cementu tlenkami żelaza powoduje ich ciemnienie. W glebach kwaśnych, lub przy kontakcie z korzeniami roślin dochodzi do wypłukiwania wapnia z utkania kolagenowego tkanek twardych. Elementy organiczne tkanek niszczone są przez drobnoustroje, najprawdopodobniej, jak twierdzi WERELDS, grzyby z grupy *actinomycetales*, które powodują wiele nadżerek w zębie, mających postać kanalików lub jamek. Oznaczenie więc na zębach z materiału wykopaliskowego koloru zęba, przeświecania i zmian zachodzących w przyzębiu jest obarczone poważnym błędem. Przystosowaniem metody Gustafsona do materiałów wykopaliskowych zajęli się VLČEK i MRKLAS [1975]. Używali oni dla klasyfikacji zmian jakim ulegają zęby z wiekiem zestawu czterech tylko nie zmieniających się w przebiegu fosylizacji cech. Na podłużnych szlifach, podobnie jak w metodzie Gustafsona i Biedowej, oceniali stopień zaawansowania starcia, odkładania wtórnej zębiny oraz cementu i resorpcji korzenia. Autorzy ci ustalili i podali w formie tabelarycznej zależności pomiędzy sumą punktów tych czterech cech zęba a wiekiem. Błąd tej metody, wynoszący od ± 8 lat przy badaniu jednego zęba danego osobnika, do $\pm 3,3$ lat przy badaniu 6 zębów tego samego osobnika, dość znacznie odbiega od błędów oznaczeń w oryginalnej metodzie Gustafsona, gdzie dla 1 zęba błąd wynosi $\pm 3,6$ lat, a przy 4 zębach $\pm 1,8$ lat.

Celem niniejszej pracy jest opracowanie metody oznaczania wieku na podstawie zmian, jakim ulegają twarde tkanki

zębów, dającej się zastosować do wszelkiego rodzaju materiałów kopalnych. Należałoby więc wykorzystywaną w medycynie sądowej metodę oznaczania wieku opracowaną przez Gustafsona dostosować do materiałów wykopaliskowych pochodzących z grobów szkieletowych, a następnie porównać, czy oznaczenia wieku tą metodą zbliżone są do oznaczeń wieku uzyskanych na podstawie morfologii kośćca.

Materiał i metody

Materiał wykorzystany w pracy składa się z dwu części. Pierwszą stanowią zęby pochodzące od osobników płci męskiej, o znanym wieku kalendarzowym; z materiału prosektoryjnego Zakładu Medycyny Sądowej AM w Poznaniu. Zbadano 184 zęby (siekacze, kły, przedtrzonowce) pochodzące od 161 osobników w wieku od 16 do 80 lat (tab. 1). Przyjęto założenie, że wiek biologiczny osobnika oceniany będzie na podstawie cech morfologicznych jednego zęba, dlatego oznaczeń i obliczeń dokonano na podstawie 161 zębów oraz w obrębie grup zębowych: siekaczy górnych ($N = 16$), siekaczy dolnych ($N = 25$), kłów górnych i dolnych ($N = 61$), przedtrzonowców górnych i dolnych ($N = 59$).

Na drugą część materiału złożyły się zęby pobrane z czaszek datowanych na XIV — XVII w., z cmentarzyska przykościelnego w Słaboszewie k. Mogilna, woj. bydgoskie. W tej grupie zbadano 263 zęby (siekacze, kły i przedtrzonowce) pochodzące od 136 różnej płci osobników w wieku *infans* I do *senilis* (tab. 2).

Pierwsza część materiału posłużyła do określenia dokładności stosowanych dotychczas metod, oraz wprowadzenia do tych metod własnych modyfikacji. Druga część — służyła do praktycznego sprawdzenia opracowanej w niniejszej pracy metody ustalania wieku na autentycznym materiale wykopaliskowym, w którym wiek osobników określono powszechnie stosowanymi sposobami oceny zmian cech morfologicznych kośćca.

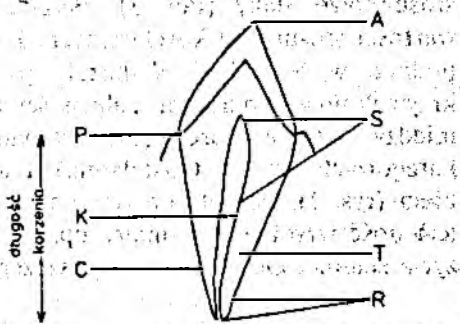
Podstawą opisu zmian zachodzących z wiekiem w poszczególnych zębach były ustalenia GUSTAFSONA [1950] i BIEDOWEJ [1965] z własnymi modyfikacjami. Za wymienionymi autorami dokonywano oznaczeń zaawansowania zmian poszczególnych cech z wiekiem na podstawie półszlifów zębów. Celem uzyskania półszlifów spiłowano materiałem ściernym połowę tkanek twardych zęba na całej jego długości, od korony do szczytu korzenia, uzyskując płaszczyznę przekroju prostopadłą do płaszczyzny mezo-dystalnej

Tabela 1. Zestawienie materiału prosektoryjnego

Kalendarzowy wiek	x-25	26-34	35-43	44-52	53-61	62-x	Razem
Ząb							
siekacze górne J_1, J_2	4	4	4	2	1	1	16
siekacze dolne J_1, J_2	3	2	4	12	1	3	25
kły C - górne i dolne	9	11	17	12	9	3	61
przedtrzonowce							
P_1, P_2 - górne i dolne	3	6	17	17	9	7	59
Razem	19	23	42	43	20	14	161

Tabela 2. Zestawienie materiału wykopaliskowego

Wiek morfologiczny	<i>Infans I</i>	<i>Infans II</i>	<i>Juvenis</i>	<i>Adultus</i>	<i>Maturus</i>	<i>Senilis</i>	Razem
Ząb							
siekacze górne I_1, I_2	—	3	8	22	20	11	64
siekacze dolne I_1, I_2	2	2	1	12	32	18	67
kły C - górne i dolne	—	1	6	16	30	10	63
przedtrzonowce	—	—	—	—	—	—	—
P_1, P_2 - górne i dolne	—	—	4	14	32	19	69
Razem	2	6	19	64	114	58	263



Rys. 1. Półszlif zęba. *A* - starcie korony, *P* - zmiany w przyzębiu, *S* - zębina wtórna, *C* - apozycja cementu, *R* - resorpcja korzenia, *T* - przeświecanie korzenia, *K* - szerokość kanału

(rys. 1). Na tak wykonanych półszlifach wszystkich zębów z 1 i 2 części materiału dokonywano oznaczeń cech opisowych według skal ustalonych przez Gustafsona i podanych we wstępie do niniejszej pracy.

W niniejszej pracy wprowadzono nową metryczną cechę — szerokość kanału zęba *K*, mającą bezpośredni związek z apozycją zębiny wtórnej. Pomiaru szerokości kanału dokonywano z dokładnością 0,07 mm, pod lupą binokularową o 10-krotnym powiększeniu, w połowie długości korzenia, tzn. w połowie odległości pomiędzy granicą szkliwa i cementu (szyjka zęba), a szczytem korzenia. W tym samym miejscu mierzono również szerokość korzenia.

Nowo wprowadzona w niniejszej pracy, cecha — szerokość kanału — została dołączona do zestawu cech zaproponowanych przez Gustafsona. Celem uzgodnienia jej klasyfikacji z klasyfikacją pozostałych cech opisowych Gustafsona, zaproponowano podział szerokości kanału na cztery kategorie: — od 0 — odpowiadającego najmłodszemu wiekowi do 3 — dla najstarszego wieku.

Uzyskane dane klasyfikacyjne z cech opisowych i metrycznych poddano analizie statystycznej. Obliczano charakterystyki rozkładów cech, wykorzystując zarówno miary położenia \bar{x} , jak i rozproszenia *S*. Do oceny współzależności zastosowano współczynnik korelacji liniowej według momentu iloczynowego Pearsona *r*, oraz stosunek korelacyjny η obliczony z analizy wariancji. Porównanie obu miar statystycznych miało na celu uchwycenie nieprostoliniowego charakteru zależności oraz ustalenie faktycznej siły związku między cechami morfologicznymi zębów a wiekiem. Istotność statystyczną oceniano za pomocą testów parametrycznych *t*-Studenta i *F* Snedecora, przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,05$.

W postępowaniu statystycznym traktowano punktową ocenę zaawansowania zmian cech opisowych formalnie tak, jak

wyniki pomiarów na skali interwałowej (uśredniano, korelowano z wiekiem, i pomiędzy sobą według momentu iloczynowego itd.). Wykorzystanie do analizy statystycznej współczynnika korelacji Pearsona było podyktowane koniecznością uzyskania wyników porównywalnych z wynikami twórcy metody (Gustafsona). Zastosowanie innych mierników współzależności, stosowanych do skal nominalnych czy porządkowych — np. współczynnika korelacji Spearmana (co z metodycznego punktu widzenia wydaje się bardziej poprawne), nie jest jednak celowe. Współczynniki korelacji Spearmana mogą być co najwyżej większe niż te, które uzyska się z analizy według momentu iloczynowego Pearsona.

Na podstawie badania współzależności cech ustalano równania regresji [JASICKI i in. 1962, OKTABA 1966].

Wyniki

Materiał prosektoryjny

Starcie koron — A

W badanym materiale, dla wszystkich grup zębów (siekacze, kły, przedtrzonowce), istnieje wyraźny związek starcia koron z wiekiem. Jednakże związek ten, mierzony współczynnikami korelacji według momentu iloczynowego, jest w porównaniu z danymi dla innych cech stosunkowo słaby (tab. 3). Wyższe są wartości stosunków korelacyjnych, które podano w tej tabeli. Wskazuje to na krzywoliniowy charakter zależności pomiędzy starciem koron (oznaczonym w kategoriach według Gustafsona) a wiekiem (rys. 2). Początkowo tempo atrycji jest dość wysokie, a w miarę upływu lat życia słabnie. Obserwacje na poszczegól-

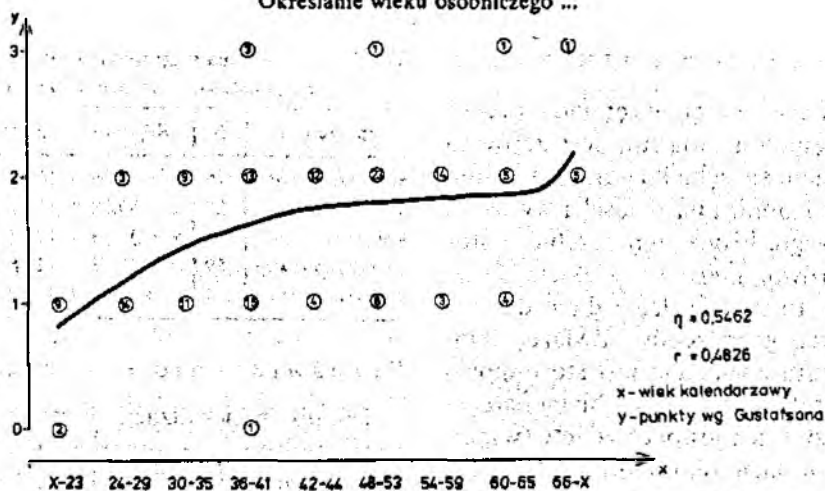
Tabela 3. Współczynniki korelacji r między wiekiem a cechami zębów A, P, S, C, R, T, K . Dla cechy A (starcie koron) podany stosunek korelacyjny

Grupa zębów		A	P	S	C	R	T	K^*	K^{**}
siekacze górne	16 r	0,49	0,71	0,85	0,69	0,84	0,72	0,69	-0,81
	E_r	0,20	0,13	0,07	0,13	0,07	0,12	0,13	0,09
		0,66							
siekacze dolne	15 r	0,66	0,65	0,58	0,70	0,69	0,79	0,84	-0,81
	E_r	0,12	0,12	0,13	0,10	0,11	0,08	0,06	0,07
		0,91							
kły	61 r	0,50	0,76	0,64	0,77	0,72	0,58	0,68	-0,78
	E_r	0,10	0,05	0,08	0,05	0,06	0,09	0,07	0,05
		0,56							
przedtrzonowce	r	0,38	0,78	0,66	0,75	0,72	0,65	0,72	-0,74
	59 E_r	0,11	0,05	0,07	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06
		0,47							
wszystkie zęby	r	0,48	0,75	0,64	0,72	0,72	0,69	0,71	-0,79
	E_r	0,06	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
		0,55							

A - starcie korony, P - zmiany w przyzębiu, S - zębina wtórna, C - apozycja cementu, R - resorpcja korzenia, T - przeświecanie korzenia, K - szerokość kanału

* - wartości r po dostosowaniu szerokości kanału do skali Gustafsona

** - wartości r z bezpośrednich pomiarów szerokości kanału

Rys. 2. Krzywa starcia koron dla wszystkich zębów ($N = 161$) w kolejnych grupach wieku

nych grupach zębów są zgodne, toteż podobny do opisanego obraz otrzymujemy dla całości materiału. Zależność ma więc charakter krzywoliniowy, jednak nie jest zbyt silna z powodu indywidualnych różnic w zaawansowaniu starcia z wiekiem.

Zmiany w przyzębiu - P

Zmiany te jakkolwiek również indywidualnie zmienne, postępują na ogół bardziej równomiernie niż ścieranie koron. Zależność cechy P od wieku ma charakter prostoliniowy i jest wyraźna we wszystkich grupach zębów (tabela 4). Nieco niższą wartość współczynnika korelacji dla siekaczy dolnych może być spowodowana znaną stomatologom prawidłowością dotyczącą lokalizacji zmian zapalnych w ja-

Tabela 4. Równania regresji dla ustalania wieku na podstawie zmian w przyzębiu

Grupa	N	Równanie regresji	S_{xy}
siekacze górne	16	$x = 25,10 + 14,95 y$	9,73
siekacze dolne	25	$x = 30,56 + 10,18 y$	10,71
kły	61	$x = 28,73 + 11,02 y$	8,29
przedtrzonowce	59	$x = 28,97 + 12,25 y$	7,11
wszystkie zęby	161	$x = 28,94 + 11,49 y$	8,59

(x - wiek, y - stopień zaawansowania cechy)

mie ustnej (zaczynają się one około 90% w obrębie dolnych siekaczy). Przy takiej sile związku uzasadnione jest podanie równań regresji, pozwalających na przewidywanie wieku na podstawie cechy P, choć dokładność przewidywania nie jest wysoka.

Apozycja zębiny wtórnej - S

Zębina wtórna odkłada się wewnątrz komory zęba, tempo jej apozycji jest jednak zależne po części od ubytków zębiny pierwotnej, a więc również przebiegu ścierania korony. Związek cechy S z wiekiem jest we wszystkich grupach zębów wyraźny i prostoliniowy, choć współczynniki korelacji mają wartości niezbyt wysokie, oscylujące wokół 0,6 (tab. 3). Równania regresji dla ustalania wieku na podstawie tej cechy zestawione są w tabeli 5.

Tabela 5. Równania regresji dla ustalania wieku na podstawie apozycji zębiny wtórnej y

Grupa zębów	N	Równanie regresji	S_{xy}
siekacze górne	16	$x = 15,44 + 15,12 y$	7,26
siekacze dolne	25	$x = 28,69 + 11,68 y$	11,41
kły	61	$x = 25,96 + 13,84 y$	9,82
przedtrzonowce	59	$x = 31,15 + 10,66 y$	8,60
wszystkie zęby	161	$x = 28,05 + 11,74 y$	10,02

Apozycja cementu — C

Odbijający się w głębi zębodołu proces apozycji cementu związany jest zarówno z wysuwaniem się zęba ku górze na skutek atrycji jak i obniżania dziąseł i wyrostka zębodołowego. Proces ten przebiega stosunkowo równomiernie z wiekiem. Przy puszczeniu to potwierdzają dane dla poszczególnych grup zębów. Związek apozycji cementu z wiekiem jest stosunkowo silny, prostoliniowy i o podobnym natężeniu we wszystkich grupach zębów (współczynnik korelacji około 0,7). Równania regresji dla ustalania wieku na podstawie tej cechy zawiera tabela 6.

Tabela 6. Równania regresji dla ustalania wieku x na podstawie apozycji cementu y

Grupa zębów	N	Równanie regresji	S_{xy}
siekacze górne	16	$x = 18,41 + 14,32 y$	9,92
siekacze dolne	25	$x = 25,59 + 14,09 y$	10,00
kły	61	$x = 24,24 + 12,93 y$	8,17
przedtrzonowce	59	$x = 22,77 + 13,44 y$	7,57
wszystkie zęby	161	$x = 24,69 + 12,50 y$	8,98

Resorpcja korzenia — R

Cecha ta, jak już wspomniano we wstępie, stoi na pograniczu zmian fizjologicznych i patologii. Resorpcja korzenia zachodzi głęboko w zębodole i nie ma większego, na pozór przynajmniej, związku z innymi opisywanymi w niniejszej pracy cechami. We wszystkich badanych grupach zębów cecha R ma stosunkowo silny związek z wiekiem. Regularność związku cechy R z wiekiem i znaczna siła tej zależności całkowicie upoważniają do uznania resorpcji korzenia za wyznacznik wieku równie dobry jak inne badane w niniejszej pracy cechy. Równania regresji dla ustalania wieku na podstawie tej cechy zawarto w tabeli 7.

Tabela 7. Równania regresji dla ustalania wieku x na podstawie resorpcji korzenia y

Grupa zębów	N	Równanie regresji	S_{xy}
siekacze górne	16	$x = 31,06 + 16,93 y$	7,40
siekacze dolne	25	$x = 39,22 + 13,89 y$	10,14
kły	61	$x = 34,13 + 12,59 y$	8,80
przedtrzonowce	59	$x = 37,73 + 12,15 y$	7,91
wszystkie zęby	161	$x = 35,66 + 13,20 y$	8,98

Przeświecanie korzenia — T

Tempo mineralizacji korzeni zębów charakteryzuje się znaczną zmiennością indywidualną, jednak związek tej cechy z wiekiem jest wyraźny i prostoliniowy, a jego siła wykazuje różnice pomiędzy grupami badanych zębów. Badany dla całego materiału związek ma siłę nieco tylko mniejszą niż apozycja cementu czy resorpcja korzenia (tab. 3). Równania regresji dla określania wieku na podstawie tej cechy zawarte są w tabeli 8.

Tabela 8. Równania regresji dla ustalania wieku x na podstawie przeświecania korzenia y

Grupa zębów	N	Równanie regresji	$\pm S_{xy}$
siekacze górne	16	$x = 20,01 + 13,70 y$	9,45
siekacze dolne	25	$x = 20,82 + 15,25 y$	8,74
kły	61	$x = 23,83 + 12,76 y$	10,34
przedtrzonowce	59	$x = 25,26 + 11,84 y$	8,72
wszystkie zęby	161	$x = 23,18 + 12,66 y$	9,37

Podsumowując tę część analizy stwierdzić można, że z wyjątkiem starcia koron, cechy opisowe wyróżnione przez Gustafsona dobrze spełniają wymagania stawiane wyznacznikom wieku biologicznego — zmieniają się z wiekiem liniowo i wysoko z nim korelują, niezależnie od kategorii zęba, a zatem mogą być w ten sam sposób oznaczane i używane do oceny wieku na każdym zębie bez konieczności uwzględniania specyfiki danej grupy zęba. Upraszcza to znacznie i ujednolica stosowanie metody.

Szerokość kanału — *K*

W niniejszej pracy wprowadzono metryczną cechę, która miałaby wyrażać zmiany zachodzące w kanale zęba z wiekiem: szerokość kanału — *K*. Badając związek tej cechy z wiekiem na materiale prosektoryjnym stwierdza się, iż jest on prostoliniowy, o sile nieco wyższej od zdefiniowanych przez Gustafsona cech opisowych (tab. 3, 9, rys. 3). Kierunek zależności jest odwrotny niż w przypadku innych cech co jest zrozumiałe: apozycja zębiny wtórnej wewnątrz kanału postępuje wraz z wiekiem i zmniejsza jego światło.

Tabela 9. Współczynniki korelacji r_{xy} między wiekiem x , a szerokością kanału y

Grupa zębów	<i>N</i>	<i>r</i>	<i>S_r</i>
siekacze górne	16	-0,8057	0,09
siekacze dolne	25	-0,8056	0,07
kły	61	-0,7755	0,05
przedtrzonowce	59	-0,7389	0,06
wszystkie zęby	161	-0,7891	0,03

Tabela 10. Równania regresji dla ustalania wieku x na podstawie szerokości kanału y

Grupa zębów	<i>N</i>	Równanie regresji	<i>S_{xy}</i>
siekacze górne	16	$x = 70,50 - 29,99 y$	7,95
siekacze dolne	25	$x = 76,12 - 38,05 y$	8,26
kły	61	$x = 68,30 - 24,88 y$	7,91
przedtrzonowce	59	$x = 68,64 - 25,72 y$	7,68
wszystkie zęby	161	$x = 70,43 - 27,80 y$	8,07

Można spodziewać się, że szerokość kanału zęba jest indywidualnie zależna od średnicy korzenia. Związek pomiędzy szerokością kanału a szerokością korzenia jest istotny statystycznie ($r = 0,3223$). Należy jednak zauważyć, że obliczony współczynnik determinacji r^2 , wynosi tylko 0,1039, czyli szerokość korzenia zęba wyjaśnia ok. 10% wariacji szerokości

kanalu. Należy dodać, że szerokość korzenia nie koreluje z wiekiem ($r = -0,1184$).

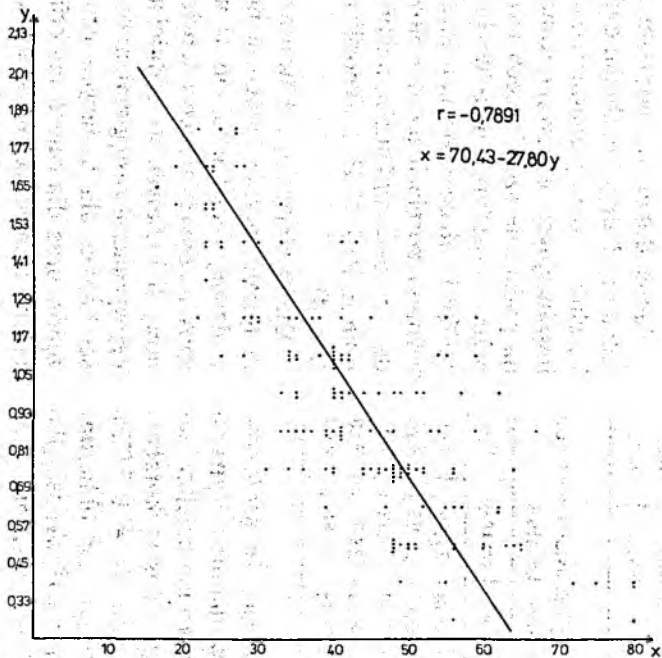
Celem zastosowania cechy *K* jako jednej z cech używanych do oznaczania wieku, dokonano jej kategoryzacji w ten sposób, by była ona zgodna z kategoryzacją cech opisowych Gustafsona, a oznaczenia dokonywane za jej pomocą wykazywały dodatnią korelację z wiekiem. Ponieważ szerokości kanałów są różne w różnych rodzajach zębów (tab. 11) podział na kategorie powinien uwzględniać te różnice.

Tabela 11. Średnia szerokość kanału w obrębie grup zębowych

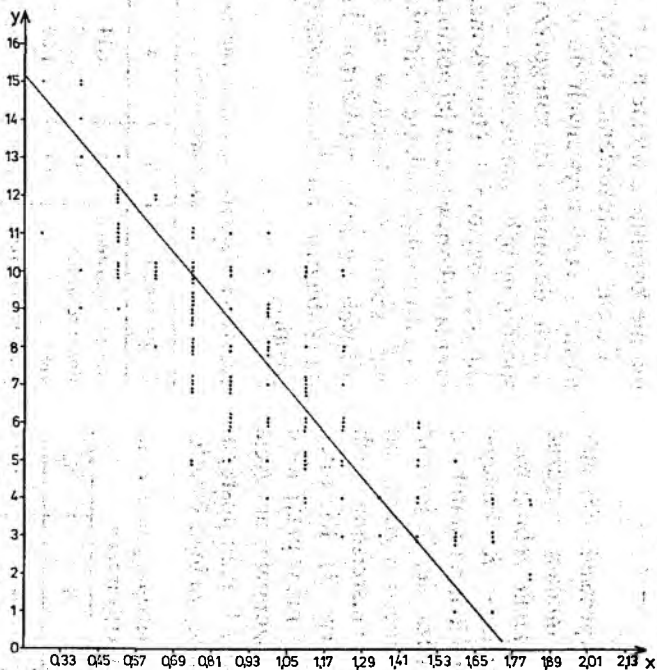
Grupa zębów	<i>N</i>	\bar{x}	<i>s</i>
siekacze górne	16	1,14	0,37
siekacze dolne	25	0,78	0,30
kły	61	1,09	0,40
przedtrzonowce	59	0,89	0,33
wszystkie zęby	161	0,98	0,37

Zanim dokonano podziału szerokości kanału na kategorie, zbadano jak ta cecha koreluje z oceną zaawansowania zmian inwolucyjnych wyrażoną sumą punktów na podstawie sześciu cech wyróżnionych przez Gustafsona. Dla wszystkich grup zębów i całego materiału łącznie współczynniki korelacji prostoliniowej pomiędzy szerokością kanału, a sumą punktów cech *A*, *P*, *S*, *C*, *R*, *T* wynosiły około -0,8 (rys. 4).

Dla każdej grupy zębów oraz dla całego materiału łącznie kategorie nowo wprowadzanej cechy ustalano w następujący sposób. Zakres trzech odchyłeń standardowych dodanych do średniej arytmetycznej wyznaczał zasięg zmienności szerokości kanału dla badanych czterech grup zębów oraz dla całego materiału łącznie. Górną granicę szerokości kanału (kategoria 0) stanowiły zęby o najszerszym



Rys. 3. Linia regresji dla zależności pomiędzy wiekiem x a szerokością kanału.



$$r = -0,8286$$

$$x = 1,75 - 0,10y \pm 0,21$$

Rys. 4. Korelacja pomiędzy szerokością kanału x a punktami z cech APSCRT y

Tabela 12. Kategoria szerokości kanału zęba

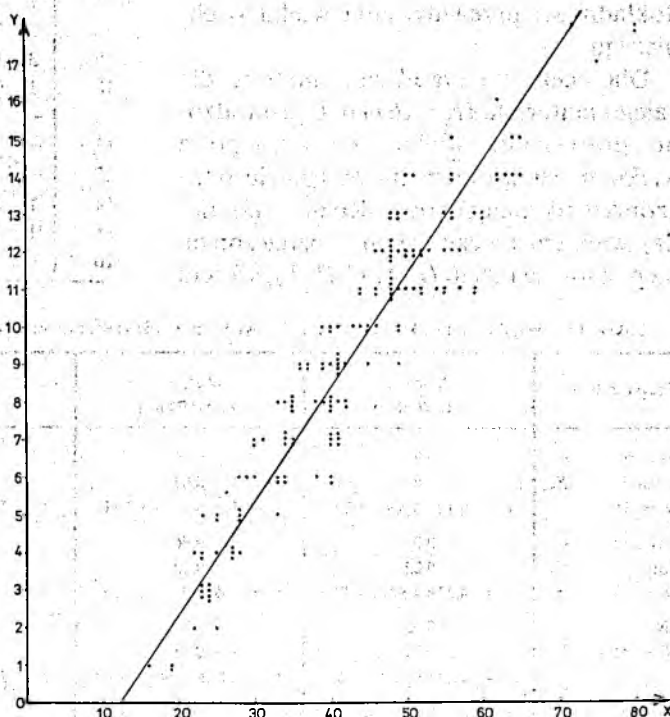
Kategoria	Siekacze górne N = 16	Siekacze dolne N = 25	Kły N = 61	Przedtrzonowce N = 50	Cały materiał N = 161
K ₀	1,69-2,24	1,27-1,68	1,72-2,29	1,42-1,88	1,57-2,08
K ₁	1,13-1,68	0,85-1,26	1,15-1,71	0,95-1,41	1,05-1,56
K ₂	0,57-1,12	0,43-0,84	0,58-1,14	0,48-0,94	0,53-1,04
K ₃	0,00-0,56	0,00-0,42	0,00-0,57	0,00-0,47	0,00-0,52

kanale, odpowiadające najmłodszym osobnikom, dolną granicę (kategoria 3) — zęby o najwęższym kanale, a więc osobnicy najstarsi. Całość tak uzyskanego zakresu zmienności dzielono na cztery równe części uzyskując tym samym przedział szerokości kanału. Tabela 12 przedstawia granice tak wyznaczonych kategorii cechy K dla poszczególnych grup zębów oraz łącznie dla całego materiału.

Współczynniki korelacji wieku i tak skategoryzowanej cechy uległy nieznaczniemu obniżeniu. Wskazują one jednak wyraźny związek z wiekiem kalendarzowym, porównywalny ze związkiem innych cech „tradycyjnych” (tab. 3). Szerokość kanału jest więc praktycznie dodatkową cechą zęba dającą się wykorzystywać w celach identyfikacyjnych.

W zależności od rodzaju oznaczanego materiału zębowego można na nim dokonywać określeń wszystkich lub tylko niektórych cech spośród całego analizowanego tu zestawu (A, P, S, C, R, T, K). W związku z tym warto przeanalizować siłę korelacji rozmaitych zestawów cech z wiekiem. Tabela 14 zawiera odpowiednie da-

ne, na podstawie których można prześledzić jak wybrane zestawy cech korelują z wiekiem oraz jak nowo wprowadzona metryczna cecha K wpływa na wartość współczynnika korelacji. Wynika z niej, że siła związku pomiędzy sumami oznaczeń punktowych a wiekiem jest generalnie wyższa niż pomiędzy pojedynczymi cechami a wiekiem. Jest ona we wszystkich



Rys. 5. Linia regresji dla zależności pomiędzy wiekiem x a punktami z cech APSRTK y

Tabela 13. Współczynniki korelacji r_{xy} między wiekiem a szerokością kanału

Grupa zębów	N	r (z bezpośrednich pomiarów)	$\pm S_r$	(po kategoryzacji cechy K)	$\pm S_r$
siekacze górne	16	-0,8057	0,09	0,6867	0,13
siekacze dolne	25	-0,8056	0,07	0,8442	0,06
kły	61	-0,7755	0,05	0,6785	0,07
przedtrzonowce	59	-0,7389	0,06	0,7179	0,06
wszystkie zęby	161	-0,7891	0,03	0,7127	0,04

przypadkach bardzo wysoka, co daje równania regresji o stosunkowo wysokiej dokładności przewidywania wieku osobniczego.

Dla oceny wiarygodności metody dla całego materiału ($N = 161$) przeprowadzono porównanie wieku rzeczywistego z wiekiem oznaczonym na podstawie obliczonych równań regresji. Różnice pomiędzy wiekiem rzeczywistym a oznaczonym na podstawie pięciu (P, S, C, R, T), sześciu

(A, P, S, C, R, T lub P, S, C, R, T, K) i siedmiu cech (A, P, S, C, R, T, K) były niewielkie co wynika z wysokich współczynników korelacji (tab. 15, 16).

Tabela 15. Rozkład różnic między wiekiem rzeczywistym i odtworzonym z wykorzystaniem różnych zestawów cech zębów

Różnice w latach	APSCRT		APSCRTK		PSCRTK		PSCRT	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0	17	10,56	10	6,21	19	11,80	15	9,32
1	42	26,09	36	22,36	32	19,88	29	18,01
2	23	14,29	18	11,18	18	11,18	29	18,01
3	21	13,04	26	16,15	25	15,53	22	13,67
4	12	7,45	21	13,04	17	10,56	19	11,80
5	18	11,18	15	9,32	7	4,35	10	6,21
6	10	6,21	17	10,56	13	8,07	16	9,94
7	7	4,35	4	2,49	12	7,45	6	3,73
8	5	3,11	9	5,59	8	4,97	8	4,97
9	3	1,86	1	0,62	4	2,49	1	0,62
10	1	0,62	2	1,24	1	0,62	1	0,62
11	-	-	-	-	3	1,86	3	1,86
12	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1	0,62	1	0,62	1	0,62	-	-
15	1	0,62	1	0,62	-	-	2	1,24
16	-	-	-	-	1	0,62	-	-

Tabela 14. Współczynniki korelacji r między wiekiem i różnymi zestawami cech zębów wraz z równaniami regresji

Grupa zębów		Wiek x APSCRT y	Wiek x APSCRTK y	Wiek x PSCRTK y	Wiek x PSCRT y
siekacze górne	r	0,97	0,96	0,96	0,96
$N = 16$	E_r	0,02	0,02	0,02	0,02
		$x = 9,12 + 4,35y \pm 3,29$	$x = 8,41 + 3,60y \pm 3,84$	$x = 11,95 + 3,86y \pm 3,84$	$x = 14,04 + 4,63y \pm 3,84$
siekacze dolne	r	0,95	0,96	0,96	0,95
$N = 25$	E_r	0,02	0,02	0,02	0,02
		$x = 4,22 + 4,82y \pm 4,37$	$x = 7,49 + 3,76y \pm 3,95$	$x = 12,67 + 4,02y \pm 3,94$	$x = 12,78 + 4,98y \pm 4,51$
kły	r	0,95	0,95	0,93	0,94
$N = 61$	E_r	0,01	0,01	0,02	0,02
		$x = 12,35 + 4,09y \pm 3,96$	$x = 11,18 + 3,46y \pm 4,08$	$x = 14,91 + 3,71y \pm 4,72$	$x = 16,45 + 4,53y \pm 4,47$
przedtrzonowce	r	0,94	0,93	0,92	0,93
$N = 59$	E_r	0,02	0,02	0,02	0,02
		$x = 14,50 + 3,77y \pm 3,90$	$x = 15,34 + 3,10y \pm 4,24$	$x = 18,21 + 3,29y \pm 4,47$	$x = 17,87 + 4,07y \pm 4,24$
wszystkie zęby	r	0,95	0,94	0,94	0,94
$N = 161$	E_r	0,01	0,01	0,01	0,01
		$x = 11,74 + 4,09y \pm 4,04$	$x = 12,41 + 3,32y \pm 4,56$	$x = 15,55 + 3,59y \pm 4,56$	$x = 16,18 + 4,42y \pm 4,56$

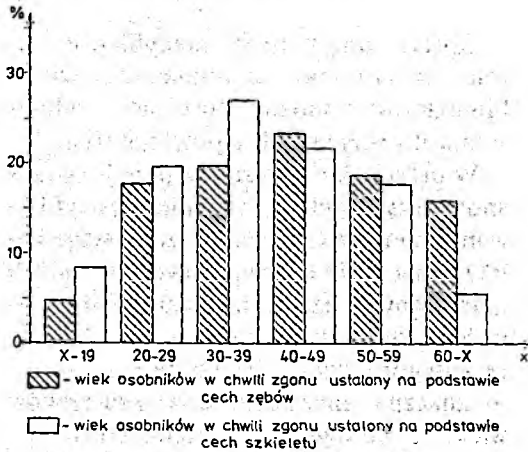
Tabela 16. Rozkład wieku rzeczywistego i odtworzonego z wykorzystaniem różnych zestawów cech zębów

Wiek	APSCRT				APSCRTK				PSCRTK				PSCRT			
	wiek		wiek		wiek		wiek		wiek		wiek		wiek			
	rzeczywisty	otrzymany	rzeczywisty	otrzymany	rzeczywisty	otrzymany	rzeczywisty	otrzymany	rzeczywisty	otrzymany	rzeczywisty	otrzymany				
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
25	19	11,88	16	9,94	19	11,80	12	7,45	19	11,80	13	8,07	19	11,80	18	11,18
34	23	14,29	25	15,53	23	14,29	25	15,53	23	14,29	32	19,88	23	14,29	35	21,74
43	42	26,09	36	22,36	42	26,09	44	27,33	42	26,09	32	19,88	42	26,09	33	20,50
52	43	26,71	58	36,02	43	26,71	51	31,68	43	26,71	51	31,68	43	26,71	44	27,33
61	20	12,42	19	11,80	20	12,42	20	12,42	20	12,42	22	13,66	20	12,42	22	13,66
x	14	8,69	7	4,35	14	8,69	9	5,59	14	8,69	11	6,83	14	8,69	9	5,59

Stosowanie metody do materiału wykopaliskowego

Celem sprawdzenia możliwości stosowania metody do oznaczeń wieku materiału wykopaliskowego posłużono się ią pochodzącą z datowanego na V-XVII wiek cmentarzyska przykościelnego w Ślaboszewie [PIONTEK 1977]. Szkielety pochodzące z tego cmentarzyska były wiek oznaczony metodami po-technie stosowanymi w antropologii (SADI, NEMESKERI 1970).

Ze szkieletów tych pobrano zęby, a następnie wykonano oznaczenia metodą Stafsona. Wyniki tych oznaczeń przedstawiono w postaci rozkładu wieku w chwili śmierci. Rozkład ten zgodny jest z rozkładem wieku uzyskanym przy pomocy oznaczeń morfologicznych (rys. 6). Dla wszystkich szkieletów takie oznaczenie było możliwe. Niekompletność szkieletów wpłynęła również na różnicę dokładności oznaczeń wieku. W niniejszej pracy, oznaczony na szkieletach w postaci przedziału wiek należało sprowadzić do jednej wartości liczbowej. Była to wartość środkowa podanego przedziału. Te właśnie wartości dla poszczegól-



Rys. 6. Procentowy rozkład osobników ze Ślaboszewa w kategoriach wieku

nych szkieletów wykorzystano do obliczeń korelacji z wiekiem zębowym, ustalonym na podstawie tradycyjnego zestawu cech (A, P, S, C, R, T) i własnego równania regresji ($x = 11,74 + 4,09 y$). Możliwość uwzględnienia tak wielu cech zębów serii ze Ślaboszewa wynika ze stosunkowo krótkiego okresu zalegania szkieletów w ziemi (600-300 lat) i korzystnych warunków glebowych (kulminacja piaszczysto-wzirowego wzgórza). W przypadku gdy

można było zbadać dwa lub więcej zębów tego samego osobnika, ustalano wiek na podstawie każdego zęba osobno, a do obliczeń korelacji brano średnią wartość wieku otrzymaną z kilku zębów pochodzących z tego samego szkieletu. Korelację można było obliczyć dla 107 osobników otrzymując współczynnik korelacji prostoliniowej $r = 0,6424$. Średnia wieku na podstawie cech zębów wynosi 43,12 lat, a na podstawie cech morfologicznych jest niższa i wynosi 38,17 lat.

Podsumowanie

Opracowaną w pracy modyfikację metody oznaczania indywidualnego wieku biologicznego można stosować w odniesieniu do rozmaitych typów materiału.

W przypadku materiałów przed- i wczesnohistorycznych stosowanie zmodyfikowanej metody Gustafsona zachowuje zalety oznaczenia wieku zębowego w sposób „klasyczny”, rozciągając zakres stosowalności na wszystkie, a więc również dziecięce kategorie wieku. Zalety te to:

— znaczna niezależność wyznaczników wieku zębowego od zmiennego tempa procesów rozwojowych, w tym także inwolucyjnych kośćca — stabilność kryteriów oceny wieku;

— niewielkie rozmiary i twardość tkanek zębów pozwalające na dokonywanie stosunkowo kompletnych obserwacji w porównaniu z często ulegającymi zniszczeniu diagnostycznymi fragmentami szkieletu;

— stosunkowo wysoka dokładność oznaczeń wieku, która ulega jeszcze większemu uściśleniu gdy dysponuje się kilkoma zębami od tego samego osobnika.

Wprowadzona w niniejszej pracy cecha — szerokość kanału zęba może być oznaczana nawet na źle zachowanych czy

uszkodzonych zębach. W szczególności cechą tą można się posłużyć w przypadku materiałów z cementarzysk ciepłopalnych. Zagadnieniu temu poświęcone będzie odrębne opracowanie.

Piśmiennictwo

- ACSADI G., J. NEMESKERI, 1970, *History of human life span and mortality*, Akadémiai Kiado, Budapest.
- BACHRATY A., L. BACHRATA, 1975, *Possibilities of age determination according to the development on the mixed and permanent dentition*, *Facultatis Medicæ Universitatis Brunensis Purkynianæ. Scripta Medica*, 48, 171-178.
- BARDACH J., 1968, *Stomatologia dla studentów medycyny*, Warszawa.
- BIĘDOWA J., 1965, *Oznaczanie wieku na podstawie badania zębów*, *Archiwum Medycyny Sądowej. Psychiatrii Sądowej i Kryminalistyki*, 17, 17-26.
- BOCHENEK A., M. REICHER, 1952-1965, *Anatomia człowieka*, t. I-VII, Warszawa.
- BRABANT M., A. SAHLY, 1962, *La palcostomatologie en France et en Belgique*, *Acta Stomat., Belgica*, 52, 285-355.
- BRAUER J. C., M. A. BAHADOR, 1942, *Variations in calcification and eruption of the deciduous and the permanent teeth*, *J. Amer. Dent. Ass.*, 29, 1373-1387.
- BROTHWELL D. R., 1963, *The macroscopic dental pathology of some earlier human populations*, *Symposium Publications Division Pergamon Press Limited, Dental Anthropology*, 5, 271-288.
- DORION R. B. J., 1973, *Factors in the identification of human skeletal remains*, *J. of the Canadian Dental Association*, 39, 626-629.
- FANNING E. A., 1961, *A longitudinal study of tooth formation and root resorption*, *N. Z. Dent. J.*, 57, 202.
- FUCHS M., 1966, *Stomatologia zachowawcza*, Warszawa.
- GARN S. M., A. B. LEVIS, K. KOSKI, D. L. POLACHECK, 1958, *The sex difference in tooth calcification*, *J. Dent. Resch.*, 37, 561-567.
- GARN S. M., A. B. LEVIS, D. L. POLACHECK, 1959, *Variability of tooth formation*, *J. Dent. Resch.*, 38, 135-148.

- GENOVES S., 1969, *Estimation of age and mortality*, (Ed. Brothwell D. R.), Thames and Hudson, London.
- GRAY S. W., F. P. LAMONS, 1959, *Skeletal development and tooth eruption in Atlanta children*, Amer. J. Orthodont., 45, 272-277.
- GUSTAFSON G., 1947, *Microscopic examination of the teeth as a means identification in forensic medicine*, J. Amer. Dent. Assoc., 35, 720-724.
- GUSTAFSON G., 1966, *Forensic odontology*, Staples Press, London.
- GUSTAFSON G., 1950, Age determinations on teeth, J. Amer. Dent. (Assoc., 41, 45-54).
- HUNT E. E., I. GLEISER, 1955, *The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth*, Amer. J. Phys. Anthropol., 13, 479-493.
- JAŃCZUK Z., 1972, 1975, *Zarys kliniczny stomatologii zachowawczej*, Warszawa.
- JASICKI B., S. PANEK, P. SIKORA, E. STOŁYHWO, 1962, *Zarys antropologii*, Warszawa.
- KACZMAREK M., 1983, *Związek między morfologicznym a zębowym kryterium dojrzałości biologicznej (praca doktorska)*, Poznań.
- KERLEY E. R., 1965, *The macroscopic determination of age in human bone*, Amer. J. Phys. Anthropol., 23, 149-164.
- KOMINEK J., E. ROZKOVCOVA, J. VAŠKOVA, 1975, *Age determination of individuals on the basis of the eruption teeth*, Facultatis Medicee Universitatis Brunensis Purkynianae, Scripta Medica, 48, 171-178.
- KRAUS B. S., 1959, *Calcification of the human deciduous teeth*, J. Amer. Dent. Assoc., 59, 1128-1136.
- KRONFELD R., 1935, *Development and calcification of the human deciduous and permanent dentition*, The Bur., 35, 18.
- LOGAN W. H. G., R. KRONFELD, 1933, *Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of fifteen years*, The J. of the Amer. Dent. Assoc., 20, 379-427.
- ŁASIŃSKI W., 1970, *Anatomia głowy dla stomatologów*, Warszawa.
- MAJKOVA-STROGANOVA W. S., D. T. ROCHLIN, 1955, *Kosti i sustawy w rentgenovskim izobraženii - gołova*. Gosudarstwiennoe izdatielstwo medicinskoj literatury. Medgiz., Leningradskoe otделение.
- MALINOWSKI A., J. STRZAŁKO, (red.), 1985, *Antropologia*, Warszawa-Poznań.
- MARTIN R., K. SALLER, 1957, *Lehrbuch der Anthropologie*, t. 3, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- MASSLER M., I. SCHOUR, 1946, *The appositional life span of the enamel and dentin-forming cells*, J. Dent. Resch., 25, 145-150.
- MOLNAR S., 1972, *Tooth wear and culture: a survey of tooth functions among some prehistoric populations*, Current Anthropology, 13, 511.
- MURPHY T., 1959, *The chunging pattern of dentine exposure in human tooth attrition*, Amer. J. Phys. Anthropol., 17, 167-178.
- NOLLA C. M., 1960, *The development of the permanent teeth*, J. Dent. Child., 27, 254-266.
- OKTABA W., 1966, *Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa*, Warszawa.
- PANEK S., 1956, *Dalsze badania nad procesem wyrzynania się uzębienia stałego jako kryterium oceny rozwoju organizmu człowieka*, Materiały i Prace Antropologiczne, 26, 1-50.
- PIONTEK J., 1977, *Średniowieczne cmentarzysko w Stoboszewie koło Mogilna: analiza wymieralności*, Przegląd Antropologiczny, 43, 37-53.
- SKALOUD F., 1975, *Time and sequence of eruption of the permanent dentition*, Facultatis Medicee Universitatis Brunensis Purkynianae, Scripta Medica, 48, 187-190.
- SKALOUD F., 1975, *Time of closing of root apices of permanent teeth*, Facultatis Medicee Universitatis Brunensis Purkynianae, Scripta Medica, 48, 195-196.
- SCHOUR I., M. MASSLER, 1941, *The development of the human dentition*, J. Amer. Dent. Assoc., 28, 1153.
- STRZYŻEWSKI S., 1972, *Proces wyrzynania się uzębienia stałego jako kryterium oceny rozwoju biologicznego dzieci i młodzieży*. Wych. Fiz. i Sport., 4, 39-60.
- VLČEK E., L. MRKLAS, 1975, *Modification of the Gustafson method of determination of age according to teeth on prehistorical and historical osteological material*, Facultatis Medicee Universitatis Brunensis Purkynianae. Scripta Medica, 48, 203-208.
- VLČEK E., J. KOMINEK, P. ANDRIK, B. BILY, 1975, *Proposal of unification in documenting and determining the dental age on skeletal material*, Facultatis Medicee Universitatis Brunensis Purkynianae, Scripta Medica, 48, 299-312.
- ZANDER M. A., B. HÜRZELER, 1958, *Continuous cementum apposition*, J. Dent. Res., 37, 1035.

Summary

The traditional methods of age determination used in anthropology and forensic medicine, which are based on teeth [GUSTAFSON 1950] utilize some properties of dental tissues which cause their changeability with age. Those properties include first of all the attrition of the crown, periodontic changes, apposition of the secondary dentin and root cement, resorption and translucency of the root.

However, the use of the above properties is difficult in the case of fossil material, especially when the teeth are damaged, like for instance burnt. The author comes forward with a proposal to add a new identification trait i.e. the diameter of the root canal. The diameter diminishes with age, undergoes no changes during the fossilization of a tooth and only slight but foreseeable changes when it is burnt. Table 14 presents regression equations which permit age determination based on the sum of points obtained from assigning selected categories of tooth changes to several sets of traits marked as follows: *A* - attrition of the crown, *P* - periodontic changes, *S* - apposition of the secondary dentin, *C* - apposition of the root cement, *R* - resorption of the root, *T* - translucency of the root, and *K* - width of the root canal.