

Dorota Lorkiewicz-Muszyńska<sup>1</sup>, Mariusz Glapiński<sup>2</sup>, Czesław Żaba<sup>1</sup>, Marzena Łabęcka<sup>1</sup>

## Analiza porównawcza śladów zębów i cech zębów z wykorzystaniem metod 2D i 3D

### Comparison of bite marks and teeth features using 2D and 3D methods

<sup>1</sup> Z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Kierownik: p.o. dr n. med. C. Żaba

<sup>2</sup> Z Kliniki Rehabilitacji Narządu Żucia Uniwersytetu Medycznego

im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Kierownik: dr hab. med. P. Piotrowski

Ślady zębów mają złożony charakter. Mogą one występować nie tylko na ciele lub zwłokach człowieka, ale także na produktach spożywczych i przedmiotach. Właściwe rozpoznanie i zabezpieczenie śladów zębów w postaci ugryzień jest warunkiem przeprowadzenia badań identyfikacji sprawcy.

Cel pracy Autorzy przeprowadzili badania w celu ustalenia:

1) Czy na różnych materiałach ślady zębów odwzorowują się z różną dokładnością?

2) Czy zastosowana metoda 3D może być pomocna w procesie identyfikacji osoby w oparciu o ujawnione ślady zębów.

3) Czy zastosowanie metody 3D umożliwia wyeliminowanie wtórnych zniekształceń śladów powstałych podczas zabezpieczenia śladów w technice 2D.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż na różnych materiałach ślady zębów odwzorowują się z różną dokładnością. Zastosowana przez autorów metoda 3D może z powodzeniem być pomocna w procesie identyfikacji osoby w oparciu o ujawnione ślady zębów. Zastosowanie metody 3D umożliwia wyeliminowanie wtórnych zniekształceń śladów powstałych podczas zabezpieczenia śladów w technice 2D.

The nature of bite marks is complex. They are found at the scene of crime on different materials and surfaces – not only on human body and corpse, but also on food products and material objects. Human bites on skin are sometimes difficult to interpret and to analyze because of the specific character of skin – elastic and distortable – and

because different areas of human body have different surfaces and curvatures. A bite mark left at the scene of crime can be a highly helpful way to lead investigators to criminals.

The study was performed to establish:

1) whether bite marks exhibit variations in the accuracy of impressions on different materials,

2) whether it is possible to use the 3D method in the process of identifying an individual based on the comparison of bite marks revealed at the scene, and 3D scans of dental casts,

3) whether application of the 3D method allows for elimination of secondary photographic distortion of bite marks.

The authors carried out experiments on simulated cases. Five volunteers bit various materials with different surfaces. Experimental bite marks were collected with emphasis on differentiations of materials. Subsequently, dental impressions were taken from five volunteers in order to prepare five sets of dental casts (the maxilla and mandible). The biting edges of teeth were impressed in wax to create an imprint. The samples of dental casts, corresponding wax bite impressions and bite marks from different materials were scanned with 2D and 3D scanners and photographs were taken. All of these were examined in detail and then compared using different methods (2D and 3D). Result:

1) Bite marks exhibit variations in accuracy of impression on different materials. The most legible reproduction of bite marks was seen on cheese.

2) In comparison of bite marks, the 3D method and 3D scans of dental casts are highly accurate.

3) The 3D method helps to eliminate secondary photographic distortion of bite marks.

Słowa kluczowe:

ślady zębów, zęby, identyfikacja

Key words:

bite marks, teeth, identification

## WSTĘP

Zęby, poza podstawową funkcją związaną z rozdrabnianiem pokarmów używane są niejednokrotnie przez człowieka jako rodzaj broni, kiedy jedna osoba atakuje drugą lub ofiara próbuje obronić się przed napastnikiem. Ugryzienie jest procesem dynamicznym i składa się na nie kilka układów: wzajemna relacja zębów szczęki i żuchwy, siła mięśni, a w przypadku gdy gryziony jest człowiek to również reakcje osoby gryzionej [1, 2, 3]. Ta złożoność procesu gryzienia sprawia, iż ślady pozostawione przez jedną osobę mogą się różnić, stopniem odwzorowania, co wynika z odmiennej dynamiki każdego epizodu gryzienia [3]. Wiele przypadków dotyczących analizy śladów ugryzień na ciele jest związana z przemocą na tle seksualnym, gdzie ślady zębów występują najczęściej w okolicy gruczołów piersiowych i okolic narządów rodnych. Często też współistnieją w ujawnionych przypadkach przemocy stosowanej względem dzieci. Niejednokrotnie zostają ujawnione na różnego typu produktach spożywczych (żółty ser, masło, owoce, warzywa, czekolada, ciastka) lub innych przedmiotach (papier, banderola na szyjce butelki) [1, 4, 5]. Na różnych materiałach ślady zębów odwzorowują się z różną dokładnością. W praktyce medyczno-sądowej spotykamy się czasami z koniecznością identyfikacji sprawcy w oparciu o ślady zębów pozostawione w miejscu przestępstwa. Pojęcie „ślady ugryzień” oznacza odwzorowanie zębów na powierzchni materiału, powstałe w mechanizmie gryzienia.

Ślady ugryzień mają złożony charakter i na różnych materiałach odwzorowują się ze zróżnicowaną dokładnością [4, 8]. W dużym stopniu rodzaj odwzorowania zależy od cech materiału, na którym ślady zostały pozostawione. W mechanizmie gryzienia dochodzi do odwzorowania śladów zębów w formie nagryzień, odgryzień, otarć, podbiegnięć krwawych. Są one odwzorowaniem siekaczy, kłów

i zębów przedtrzonowych, które biorą udział w mechanizmie gryzienia. Zęby trzonowe, biorące udział w mechanizmie żucia, nie odwzorowują się w procesie gryzienia. Nagryzienia powodują przerwanie ciągłości powierzchni lecz nie powodują oddzielenia fragmentu gryzionego materiału. Ślady przybierają postać zagłębień odwzorowujących część łuku zębowego z licznymi cechami indywidualnymi zębów kontaktujących się z materiałem. Odgryzienie powoduje przerwanie ciągłości i oddzielenie części materiału i odwzorowanie łuku i cech zębów. Czasem są to ślady powstałe w mechanizmie przesuwania zębów po powierzchni materiału. Najczęściej są to ślady pozostawione przez zęby żuchwy, ale również mogą w ten sposób zostać odwzorowane zęby szczęki. Można się również spotkać z odwzorowaniem mieszanym – kiedy zęby szczęki zadziałają niczym kotwica, a zęby żuchwy, części ruchomej, w mechanizmie przesuwania po powierzchni pozostawiają zarysowania i otarcia.

Identyfikacja, na podstawie śladów ugryzień, sprowadza się do analizy porównawczej indywidualnych cech zębów osoby podejrzanej ze śladami ugryzień. Analiza śladów ugryzień oparta jest na dwóch założeniach: po pierwsze, że cechy użębienia człowieka są indywidualne w zakresie szeregu cech układu zębów biorących udział w procesie gryzienia, po drugie, że ta indywidualność odwzorowuje się na powierzchni gryzionej [8]. Analiza porównawcza prowadzona jest w układach zębów do zęba i łuku zębowy do łuku zębowego z uwzględnieniem kształtu poszczególnych zębów i kształtu łuku zębowego, rozmiarów zębów i łuku zębowego, uszeregowania i ustawienia zębów w łuku zębowym, wysokości zębów i nierówności w linii zgryzu, a także charakteru zgryzu wszelkich ubytków, elementów dodatkowych w łuku (elementy mostów, koron) czy też występujących anomalii [4, 6, 8].

Do podstawowych czynności zmierzających do zabezpieczenia śladów ugryzień należy sporządzenie dokumentacji fotograficznej, zgodnie z przyjętymi zasadami w kryminalistyce (m.in. ustawienie aparatu pod kątem 90° w stosunku do fotografowanych powierzchni ze śladami, ujęcie śladów ugryzień w centrum obrazu) [2, 3, 9, 10, 11]. Można w tym zakresie wykorzystać również inne metody zabezpieczenia śladów (wykonywanie odlewów, skanowanie, pobieranie wymazów do badań DNA). Podczas wykonywania dokumentacji foto-

graficznej może dojść do zniekształceń zabezpieczanych śladów, z powodu niezastosowania kąta  $90^\circ$  i niewłaściwego ustawienia aparatu podczas wykonywania zdjęć i krzywizn powierzchni materiałów, na których znajdują się ślady ugryzień [2]. Celem zmniejszenia ryzyka zniekształceń, zgodnie z wytycznymi American Board of Forensic Odontology (ABFO), winno stosować się kółkową skalę ABFO No.2 [3, 12]. Pozwala ona na kontrolowanie ustawienia aparatu w odpowiednim ułożeniu i pod kątem  $90^\circ$  w stosunku do powierzchni, na której znajdują się ślady [12]. Niestety minimalne zniekształcenia podczas wykonywania dokumentacji fotograficznej z zachowaniem wszelkich zasad są powszechnym problemem w procesie analizy śladów ugryzień. Wynika to z faktu, iż uszkodzenia powierzchni są usytuowane w przestrzeni 3D i uwarunkowane krzywiznami powierzchni [2].

## CEL PRACY

Autorzy dokonali analizy cech śladów zębów na różnych materiałach celem ustalenia:

1) Czy na różnych materiałach ślady zębów odwzorowują się z różną dokładnością?

2) Czy zastosowana metoda 3D może znaleźć zastosowanie w procesie identyfikacji osoby w oparciu o ujawnione ślady zębów.

3) Czy zastosowanie metody 3D umożliwi wyeliminowanie wtórnych zniekształceń śladów powstałych podczas zabezpieczenia śladów w technice 2D.

## MATERIAŁ I METODY

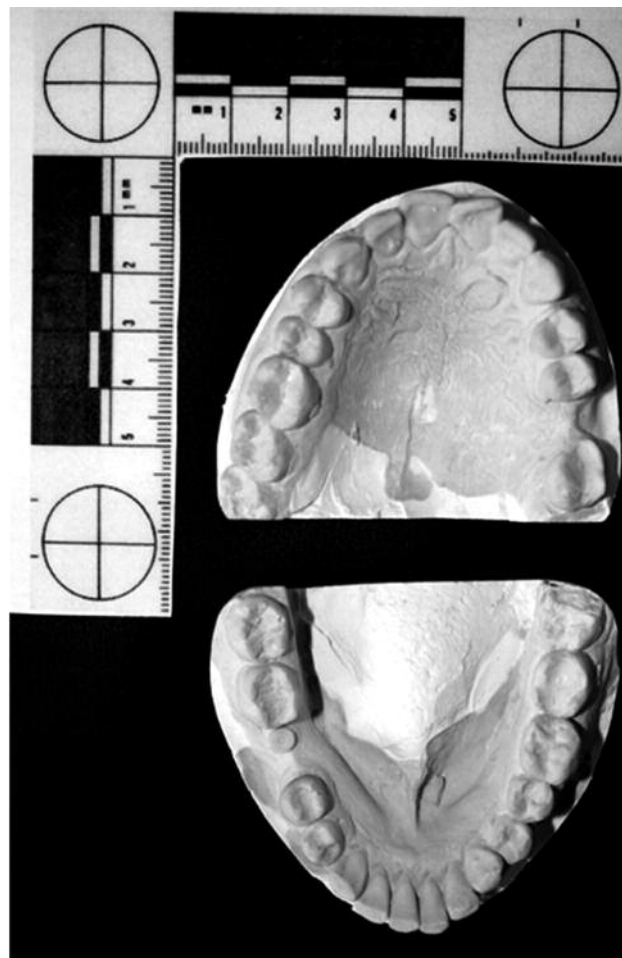
Eksperymentalne ślady zębów zostały pobrane od 5 osób. Osoby biorące udział w eksperymencie pozostawiły ślady ugryzień na czterech rodzajach materiałów, cechujących się zróżnicowaną strukturą, spoiścią, twardością, elastycznością oraz kształtem powierzchni.

Ślady zostały odwzorowane na:

- czekolada – odgryzienie,
- żółty ser – nagryzienie, odgryzienie,
- jabłko – nagryzienie, odgryzienie,
- grapefruit – nagryzienie.

Od osób biorących w badaniu pobrane zostały wyciski anatomiczne, a następnie przygotowano modele gipsowe oraz woskowe rejestraty zwarci-

we. Modele wraz z rejestratami stanowiły materiał badawczy używany w dalszych etapach badania.



Ryc. 1. Zdjęcie wycisków anatomicznych szczęki i żuchwy jednej z osób biorącej udział w eksperymencie.

Fig. 1. Dental casts of the maxilla and mandible of an individual participating in the experiment.

### Identyfikacja śladów zębów z wykorzystaniem metody 2D

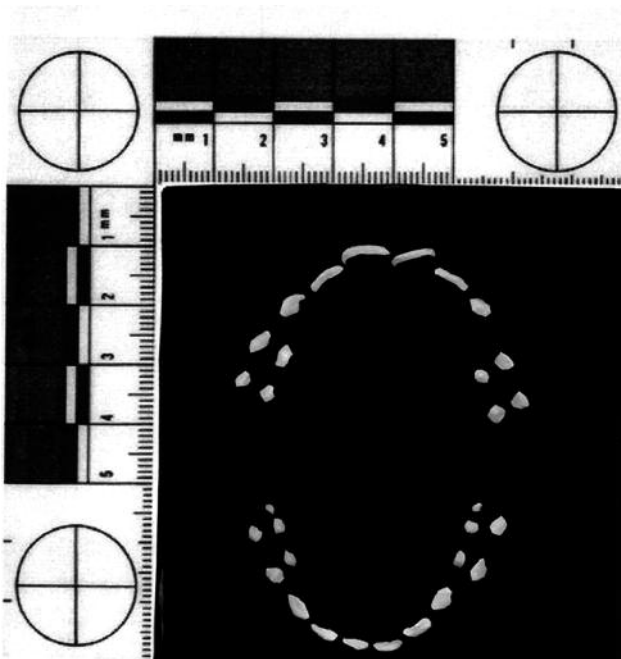
Modele oraz rejestraty zwarciowe zostały poddane skanowaniu z wykorzystaniem skanera płaskiego Epson Perfection 4990 Photo przy rozdzielczości 1200. Podczas skanowania wykorzystano skalówkę ABFO No. 2.

Z wykorzystaniem programu graficznego Corel-Draw X3 z odlewów szczęki i żuchwy pobrano zarysy krawędzi siecznych i guzków powierzchni żucia zębów w zakresie od centralnego siekacza do drugiego zęba przedtrzonowego dla poszczególnych

układów zębów. Dokonano lustrzanego odbicia pobranych cech układu zębów. Porównano je z odwzorowaniem zębów na rejestratach zwarciovych pobranych od osób uczestniczących w eksperymencie.

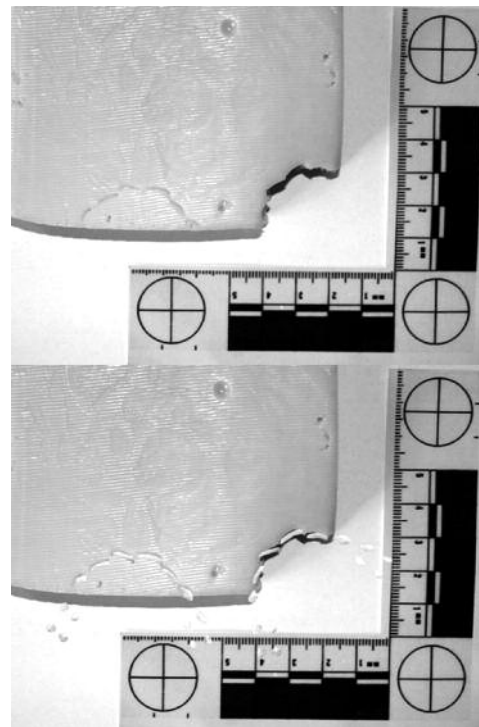
Została wykonana dokumentacja fotograficzna śladów zębów z wykorzystaniem aparatu fotograficznego lustrzanki cyfrowej Canon 20D. Podczas fotografowania wykorzystano skalówkę ABFO No. 2. Skalówkę umieszczano każdorazowo na słupkach modeliny. Słupki zostały przygotowane z uwzględnieniem odpowiedniej ich wysokości, tak aby umieszczona na nich skalówka znajdowała się na wysokości fotografowanych śladów ugryzień. Zdjęcia wykonywano w rzucie pionowym, pod kątem 90°. Zdjęcia materiałów ze śladami ugryzień zostały przeniesione do pamięci komputera. Pobrane wcześniej cechy analizowanych zębów porównano

ze śladami zębów zabezpieczonych na wybranych materiałach. Z wykorzystaniem programu graficznego CorelDraw X3 dokonano analizy porównawczej cech zębów osób biorących udział w eksperymencie oraz cech śladów ugryzień na poszczególnych materiałach, poprzez wzajemne nałożenie obrazów. Utworzono strony wielowarstwowe, importując na warstwę 1 powiększone zdjęcia materiałów ze śladami ugryzień. Na warstwę 2 skopiowano pobrane z odlewów zarysy krawędzi siecznych i powierzchni żucia zębów w zakresie od centralnego siekacza do drugiego zęba przedtrzonowego dla poszczególnych układów zębów. Analizie poddano cechy w zakresie szerokości i kształtu łuku zębowego szczęki i żuchwy, szerokości i kształtu odwzorowania układu linii brzegów siecznych i guzków poszczególnych zębów, układu zębów w łuku.



Ryc. 2. *Pobrane brzegi sieczne i guzki zębów szczęki i żuchwy jednej z osób biorącej udział w eksperymencie.*

Fig. 2. *The cutting edges of the anterior teeth and cusps of premolar teeth taken from the maxilla and mandible of a person participating in the experiment.*



Ryc. 3. *Porównanie cech brzegów siecznych przednich zębów szczęki jednej z osób biorącej udział w eksperymencie i śladów ugryzień na żółtym serze – metoda 2D.*

Fig. 3. *Comparison of features of the anterior teeth and cusps of premolar teeth of the maxilla of an individual participating in the experiment and traces of bite marks on cheese – the 2D method.*



### **Identyfikacja śladów zębów z wykorzystaniem metody 3D**

Modele gipsowe oraz materiały ze śladami zębów zostały poddane skanowaniu celem otrzymania modeli 3D. Skanowania dokonano z wykorzystaniem skanera optycznego Atos II firmy Gom. Rozdzielczość kamer wynosiła 1,4 mega pikseli. Odległość punktów podczas skanowania wynosiła 0,18 mm. Modele 3D odlewów gipsowych nałożono na ślady ugryzień widoczne na modelach 3D dopasowując krawędzie sieczne siekaczy i kłów oraz guzki zębów przedtrzonowych szczęki i żuchwy do zabezpieczonych śladów ugryzień w skali 1:1. Analizie poddano cechy w zakresie szerokości i kształtu łuku zębowego szczęki i żuchwy, szerokości i kształtu odwzorowania układu linii brzegów siecznych i guzków poszczególnych zębów, układu zębów w łuku.

## **WYNIKI**

Ślady ugryzień odwzorowały się w zróżnicowanym stopniu na różnych materiałach. Najbardziej wiernie i czytelnie ślady ugryzień odwzorowały się na żółtym serze. Mniej czytelnie ślady odwzorowały się na jabłku, grapefrucie. Obserwowano w przypadku tych materiałów wystąpienie pierwotnych zniekształceń będących wynikiem właściwości tych materiałów. W przypadku jabłka i grapefruta przerwanie ciągłości skórki owoców miejscami było nierówne i nieznacznie zniekształciło odwzorowanie śladów ugryzień. W przypadku czekolady w początkowym etapie gryzienia dochodziło do zagłębiania się zębów w materiale, który następnie łamał się w kolejnym etapie procesu gryzienia. Zniekształcenia pierwotne śladów powstawały w większości przypadków.

Metodą 2D dokonano łącznie 300 prób dopasowania każdego układu zębów (osobno szczęki i żuchwy), z czego 60 układów stanowiły zestawienia zębów osób, które w przeprowadzonym eksperymencie pozostawiły ślady na badanych materiałach.

Metodą 3D dokonano łącznie 300 prób dopasowania każdego z układu zębów (osobno szczęki i żuchwy) do śladów ugryzień, z czego 60 układów stanowiły zestawienia zębów osób, które w przeprowadzonym eksperymencie pozostawiły ślady na badanych materiałach.

W wyniku analizy porównawczej (zarówno metodą 2D i 3D) cech zębów i śladów ugryzień na materiale badawczym w postaci żółtego sera, jednoznacznie pozytywnie udało się zidentyfikować wszystkie pięć osób, które ślady na materiale badanym pozostawiły. Jednoznacznej identyfikacji dokonano w przypadku każdej z osób, zarówno w oparciu o analizę cech zębów szczęki jak i żuchwy. Negatywne wyniki otrzymano, kiedy porównano cechy zębów każdej z badanych osób ze śladami pozostawionymi na materiale przez pozostałe osoby biorące udział w eksperymencie.

W wyniku analizy porównawczej (zarówno metodą 2D i 3D) cech zębów i śladów ugryzień na materiale badawczym w postaci jabłka, pozytywnie udało się zidentyfikować wszystkie pięć osób, które ślady na materiale badanym pozostawiły. Jednoznacznej identyfikacji dokonano w przypadku dwóch z osób, zarówno w oparciu o analizę cech zębów szczęki jak i żuchwy. Trzy osoby zostały zidentyfikowane pozytywnie, lecz z pewnym tylko prawdopodobieństwem. Negatywne wyniki otrzymano, kiedy porównano cechy zębów każdej z badanych osób ze śladami pozostawionymi na materiale przez pozostałe osoby biorące udział w eksperymencie.

W wyniku analizy porównawczej (zarówno metodą 2D i 3D) cech zębów i śladów ugryzień na materiale badawczym w postaci grapefruta, pozytywnie udało się zidentyfikować wszystkie pięć osób, które ślady na materiale badanym pozostawiły. Osoby zostały zidentyfikowane pozytywnie, lecz z pewnym tylko prawdopodobieństwem. W dwóch przypadkach identyfikacja możliwa była tylko w oparciu o ślady zębów szczęki, natomiast ślady zębów żuchwy nie wykazały wystarczającej ilości cech do wyciągnięcia końcowych wniosków. Negatywne wyniki otrzymano, kiedy porównano cechy zębów każdej z badanych osób ze śladami pozostawionymi na materiale przez pozostałe osoby biorące udział w eksperymencie.

W wyniku analizy porównawczej (zarówno metodą 2D i 3D) cech zębów i śladów ugryzień na materiale badawczym w postaci czekolady, pozytywnie udało się zidentyfikować wszystkie pięć osób, które ślady na materiale badanym pozostawiły. Osoby zostały zidentyfikowane pozytywnie, lecz z pewnym tylko prawdopodobieństwem. W czterech przypadkach identyfikacja możliwa była tylko w oparciu o ślady zębów szczęki, natomiast ślady zębów

zuchwy nie wykazały wystarczającej ilości cech do wyciągnięcia końcowych wniosków. Negatywne wyniki otrzymano, kiedy porównano cechy zębów każdej z badanych osób ze śladami pozostawionymi na materiale przez pozostałe osoby biorące udział w eksperymencie.

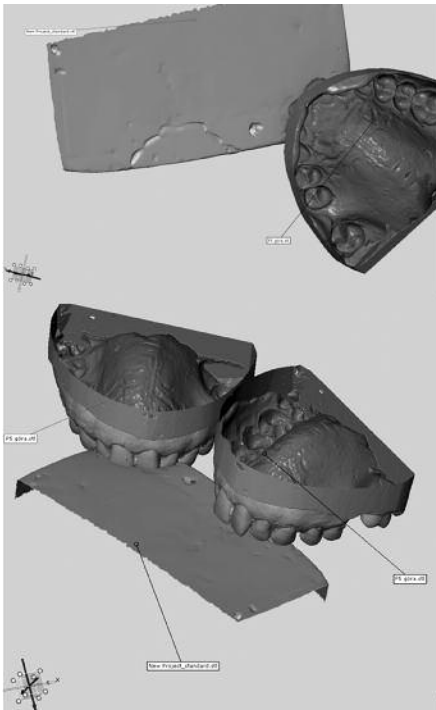
Możliwość manewrowania bryłami w przestrzeni 3D poszerzyła analizę śladów ugryzień i łuku zębowego szczęki i zuchwy, pod różnymi kątami i z uwzględnieniem zróżnicowanego zagłębienia zębów w materiale.

Na rycinie 3 przedstawiono zdjęcie śladów ugryzień zabezpieczonych na żółtym serze oraz przedstawiono wynik nałożenia zarysu krawędzi siecznych zębów szczęki na ślady ugryzień metodą 2D z wykorzystaniem programu graficznego CorelDraw X3. W związku z dokładnym odwzorowaniem śladów ugryzień możliwa była szczegółowa analiza w szerokim

zakresie badanych cech łuku zębowego i poszczególnych zębów z cechami śladów ugryzień. Na rycinie 4 przedstawiono te same cechy odwzorowania śladów na żółtym serze i analizę porównawczą w zakresie cech zębów ze śladami metodą 3D.

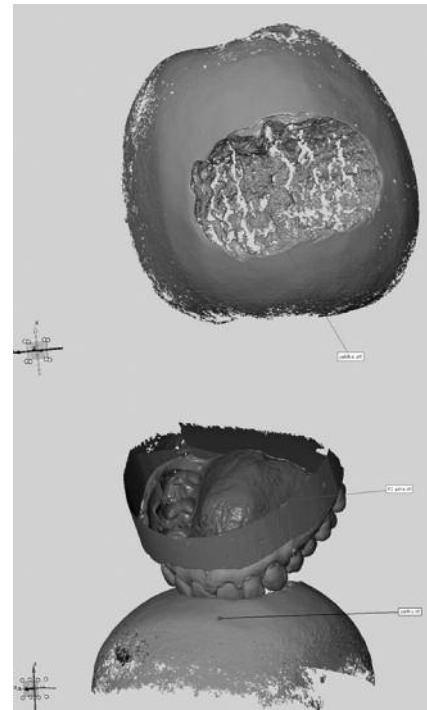
Na rycinie 5 przedstawiono cechy odwzorowania śladów na jabłku i analizę porównawczą w zakresie cech zębów ze śladami metodą 3D.

Ślady ugryzień zabezpieczone w wyniku skanowania 3D były wyraźne i czytelne. W przypadku zabezpieczenia śladów ugryzień poprzez skanowanie 3D analiza porównawcza dotyczyła badań w przestrzeni, co umożliwiło analizowanie cech pod różnym kątem i na zróżnicowanym zagłębieniu zębów w materiał z zabezpieczonymi śladami. Znacznie poszerzyło to możliwości analizy porównawczej metodą 2D i wyeliminowało zniekształcenia śladów ugryzień powstałe podczas fotografowania.



Ryc. 4. Porównanie cech brzegów siecznych przednich zębów szczęki jednej z osób biorącej udział w eksperymencie i śladów ugryzień na żółtym serze metoda 3D.

Fig. 4. Comparison of features of the anterior teeth of the maxilla of an individual participating in the experiment and traces of bite marks on cheese – the 3D method.



Ryc. 5. Porównanie cech brzegów siecznych przednich zębów szczęki jednej z osób biorącej udział w eksperymencie i śladów ugryzień na jabłku metodą 3D.

Fig. 5. Comparison of features of the anterior teeth of the maxilla of an individual participating in the experiment and traces of bite marks on an apple – the 3D method.

## DYSKUSJA

Złożoność procesu gryzienia sprawia, iż ślady pozostawione przez jedną osobę mogą się różnić, co do stopnia odwzorowania, co wynika z odmiennej dynamiki każdego epizodu gryzienia [3, 13]. Kąt i ułożenie łuku zębowego szczęki i żuchwy w ruchu w stosunku do powierzchni gryzionej może znacznie się różnić i odwzorowanie zębów może mieć charakter nagryzienia, odgryzienia, otarć powierzchni gryzionej. W związku z tym każdy kontakt zębów z powierzchnią gryzioną stanowi inny, unikalny przypadek ugryzienia [2, 3]. Ponadto stopień odwzorowania śladów ugryzień w dużym stopniu zależy od właściwości materiału gryzonego (kształt, struktura, elastyczność itp.). Niejednokrotnie podczas pracochłonnego procesu analizy i identyfikacji śladów ugryzień napotykamy na szereg utrudnień, które należy uwzględnić podczas badań. Przede wszystkim należy uwzględnić fakt, iż możemy mieć do czynienia z pierwotnymi i wtórnymi zniekształceniami śladów ugryzień [2, 3]. Do powstania zniekształceń pierwotnych przyczyniają się dwa główne czynniki – dynamika i siła użyta w procesie gryzienia oraz właściwości materiału gryzonego. Do powstania zniekształceń wtórnych przyczyniają się m.in. takie czynniki jak czas, jaki upłynął od chwili ugryzienia do chwili ujawnienia śladów, czy też zniekształcenia powstałe podczas zabezpieczania śladów [2]. Właściwe rozpoznanie i zabezpieczenie śladów zębów w postaci ugryzień jest warunkiem przeprowadzenia badań identyfikacji sprawcy [14]. Ich rozpoznanie niejednokrotnie jest trudne i może zostać przeoczone. Z uwagi na szybko zachodzące procesy zmian pośmiertnych zwłok ludzkich czy też zmian gnilnych produktów spożywczych, czas odgrywa tu ogromną rolę. Nierozpoznanie śladów zębów w odpowiednim czasie może doprowadzić do znacznych zniekształceń wtórnych, zatarcia śladów w stopniu znacznie obniżającym ich wartość i przydatność w procesie identyfikacji, do nieodwracalnego zniszczenia włącznie. Problem ten dotyczy śladów zębów na produktach spożywczych, gdzie procesy gnicia, grzyby pleśniowe mogą w znacznym stopniu zatrzeć czytelność śladów lub doprowadzić do ich całkowitego zniszczenia. Podczas wykonywania dokumentacji fotograficznej może dojść do zniekształceń zabezpieczanych śladów, z powodu nieodpowiedniego kąta i ustawienia apa-

ratu podczas wykonywania zdjęć i krzywizn powierzchni materiałów, na których znajdują się ślady ugryzień [2, 3]. Pomimo postępowania ściśle z wszelkimi wytycznymi co do zabezpieczania śladów ugryzień, niestety minimalne zniekształcenia podczas wykonywania dokumentacji fotograficznej są powszechnym problemem w procesie analizy śladów ugryzień [2, 3]. Wynika to z faktu, iż uszkodzenia powierzchni są usytuowane w przestrzeni 3D i uwarunkowane krzywiznami powierzchni. Poszerzenie więc badań z wykorzystaniem metod 2D – w oparciu o dokumentację fotograficzną, o badania metodą 3D – w oparciu o przestrzenne skany modeli gipsowych zębów i materiałów ze śladami ugryzień, umożliwia wyeliminowanie problemów związanych ze zniekształceniami powstałymi podczas wykonywania dokumentacji fotograficznej. Możliwość manewrowania bryłami w przestrzeni 3D poszerza zakres analizy i oceny śladów ugryzień i łuku zębowego szczęki i żuchwy pod różnymi kątami i z uwzględnieniem zróżnicowanego zagłębienia zębów w materiale [15]. Metoda 3D możliwa jest do wykorzystania w przypadkach, gdzie w wyniku gryzienia doszło do przerwania ciągłości materiału, a ślady mają charakter nagryzień i odgryzień. Nie będzie przydatna w przypadku śladów ugryzień na skórze o charakterze podbiegnięć krwawych i/lub otarć naskórka.

## WNIOSKI

1) Pozornie oczywistym wydaje się, iż na różnych materiałach ślady zębów odwzorowują się z różną dokładnością, a zróżnicowanie to ma istotny wpływ na możliwości i zakres prowadzonych badań porównawczych.

2) Zastosowana przez autorów metoda 3D, w oparciu o skanowane skanerem optycznym odlewy gipsowe zębów i materiały ze śladami ugryzień może znaleźć zastosowanie w pewnych, wybranych przypadkach identyfikacji osoby na podstawie ujawnionych śladów zębów.

3) Metoda 3D możliwa jest do wykorzystania tylko w przypadkach, gdzie w wyniku gryzienia doszło do przerwania ciągłości materiału, a ślady mają charakter nagryzień i odgryzień. Nie będzie przydatna w przypadku śladów ugryzień na skórze, o charakterze podbiegnięć krwawych i/lub otarć naskórka.

4) Zastosowanie metody 3D umożliwia wyeliminowanie wtórnych zniekształceń śladów powstałych podczas zabezpieczenia śladów w technice 2D.

## PIŚMIENNICTWO

1. Thali M. J., Braun M., Markwalder Th. H., Brueschweiler, Zollinger W. U., Malik N. J., Yen K., Dirnhofer R.: Bite mark documentation and analysis: 3D/CAD supported photogrammetry approach. *Forensic Sci Int.* 2003, 135: 115-121.
2. Sheasby D. R., MacDonald D. G.: A forensic classification of distortion in human bite marks. *Forensic Sci. Int.* 2001, 122: 75-78.
3. Martin-de-las-Heras S., Tafura D.: Comparison of simulated human dermal bitemarks possessing three-dimensional attributes to suspected biters using a proprietary three-dimensional comparison. *Forensic Sci. Int.* 2009, 190: 33-37.
4. Żaba Cz., Lorkiewicz-Muszyńska D., Głapiński M., Smoluch K., Świdorski P.: Identyfikacja sprawcy zabójstwa na podstawie śladów zębów na ciele ofiary. *Arch. Med. Sąd. Kryminol.* 2010, 60: 22-26.
5. Bernitz H., Van Heerden W. F. P., Solheim T., Owen J. H.: A technique to capture, analyse, and quantify anterior teeth rotations for application in court cases involving tooth marks. *J Forensic Sci.* 2006, 51:624-629.
6. Al-Talabani N., Al-Moussawy N. D., Baker F. A., Mohammed H. A.: Digital Analysis of Experimental Human Bitemarks: Application of Two New Methods. *J. Forensic Sci.* 2006, 51: 1372-1375.
7. Martin-de-las Heras S., Valenzuela A., Valverde A. J., Torres J. C., Luna-del-Castillo J. D.: Effectiveness of Comparison Overlays Generated with DentalPrint® Software in Bite Mark Analysis. *J. Forensic Sci.* 2007, 52: 151-156.
8. Keiser J. A., Bernal V., Wadell J. N. and Raju S.: The uniqueness of the human anterior dentition: a geometric and morphometric analysis. *J. Forensic Sci.* 2007, 52: 671-677.
9. Bush M. A., Miller R. G., Bush P. J., Dorion R. B. J.: Biomechanical factors in human dermal bitemarks in a cadaver model, *J. Forensic Sci.* 2009, 54: 167-176.
10. Kasprzak J.: Zabezpieczanie śladów zębów na ciele człowieka. *Problemy Kryminalistyki* 1991, 191-192: 12-15.
11. Kasprzak J.: Nietypowe metody identyfikacji człowieka w polskiej praktyce kryminalistycznej. *Prokurator.* 2003, 1(13): 19-30.
12. Hyzer W. G., Krauss T. C.: The bitemarks standard reference scale-ABFO No. 2. *J. Forensic Sci.* 1988, 33: 498-506.
13. Pretty I. A., Sweet D.: The scientific basis for human bitemark analyses – a critical review. *Sci. Justice.* 2001, 41: 85-92.
14. Bernitz H., Owen J. H., Van Heerden W. F. P., Solheim T.: An Integrated Technique for the Analysis of Skin Bite Marks. *J. Forensic Sci.* 2008, 53: 194-198.
15. Sheets H. D., Bush M. A.: Mathematical matching of a dentition to bitemarks: Use and evaluation of affine methods. *Forensic Sci. Int.* 2011, 207: 111-118.

## PODZIĘKOWANIA

Szczególne podziękowania dla Pana Tomasza Danyłuka, z firmy ITA z siedzibą w Poznaniu przy ul. Świerzawskiej 1/57, za wykonanie skanów 3D i pomoc w wykonaniu zestawień obrazów na potrzeby prowadzonych badań.

Adres do korespondencji:  
Dorota Lorkiewicz-Muszyńska  
nr tel. 61 854-64-15  
dlorkiew@ump.edu.pl