



AN INVESTIGATION INTO SEX ESTIMATION ON THE BASIS OF BITE MARKS USING MORPHOMETRIC ANALYSIS

Priyanka KAPOOR, Rakesh Kumar GARG

Department of Forensic Science, Punjabi University, Patiala, India

Abstract

In the present investigation, the height of an arch and incisor-incisor and inter-canine distance of the north Indian population were studied odontometrically as a basis for the determination of sex. Amongst all teeth, the mandibular canines are found to exhibit greatest sexual dimorphism. The present study was conducted on 80 subjects (male:female 40:40) in the age group 18–26 years (as the attrition rate is minimum), in order to establish the significance of morphometric measurements of the parameters (from self inflicted bites on skin) as a criterion for sex estimation. The study quantifies the existence of a statistically highly significant sexual dimorphism in morphometric measurements for inter-canine distance (maxillary $p < 0.006$, mandibular $p < 0.0004$) as compared to incisor-incisor distance (maxillary $p < 0.037$, mandibular $p < 0.035$) and insignificant for height of an arch ($p < 0.9$). These studies indicate that morphometrically intercanine distance can be a useful parameter for estimation of the sex as compared to the other parameters. This study can be used as a basis for sex estimation from dismembered bodies.

Key words

Bitemarks; Morphometric measurement; Sexual dimorphism; Maxillary; Mandibular; Investigation into sex estimation on the basis of bite marks using morphometric analysis.

Received 4 July 2011; accepted 23 August 2011

1. Introduction

Biting is used by human beings both as an offensive and defensive tool. Teeth are often used as weapons when one person attacks another or when a victim tries to ward off an assailant. It is relatively simple to record the evidence from the injury and the teeth for comparison of the shapes, sizes and pattern that are present. However, the comparative analysis itself is often very difficult, since human skin is curved, elastic, distortable and undergoes oedema.

Bite marks are individual characteristics; hence they have been called “dental fingerprints” [6]. Several characteristics such as missing teeth, gaps between teeth, malposed teeth or rotated teeth, tooth width, tooth thickness, jaw width etc. can also be used in establishing the identity of an individual. During the

process of bite mark analysis, the distinct characteristics of a suspected biter’s dentition are compared with the pattern observed for bite marks on any object or skin. Metric analysis, pattern association, and a combination of the two methods have been used in the past to analyze bite marks with varying degrees of success [3, 6, 12]. Acetate overlays and computer-generated comparisons are regarded as the most objective method of bite mark analysis [1, 8, 13].

Most often the bite mark injuries are present on skin. But skin is a poor registration material due to its highly viscoelastic nature, variability in terms of anatomical location, underlying musculature or fat, curvature, and looseness or adherence to underlying tissues.

The mandibular canines have a mean age of eruption of 10.87 years [10] and are less affected than other

teeth by periodontal diseases. These are the last teeth to be extracted with respect to age and are generally found during biting. Canines are also more likely to survive severe trauma such as air disasters, hurricanes or conflagration. These findings indicate that mandibular canines can be considered as the “key teeth” for personal identification [7]. Tooth size standards based on odontometric investigations can be used in age and sex estimation [2].

Mandibular canine index and maxillary central incisors measurements based on morphometric analysis can be used for sexual dimorphism in the North Indian population [9, 10]. Most of the work has been done on tooth size and root length. Moss et al. found that African American tooth crown and root dimensions and volumes were significantly different from those of American Whites only sporadically after studying the mesio-distal, bucco-lingual dimensions of the crowns and individual root lengths by a unique mercury displacement method. They also studied the mean angular divergence of the roots from a mid-coronal vertical plane, while the robustness of these roots was described as the ratio of the root width to the root length. Kieser et al. [11] investigated the question of the uniqueness of the anterior dentition analysing the sizes of incisor, and canine occlusal surfaces and shape variation using geometric morphometric techniques based on landmark and semilandmark data. In this, procrustes superimposition of the two individuals located most closely (0.0444) and the two most separated (0.1567) along the first axis of relative warp analysis showed that individuals are not only differentiated by the relative position of their teeth but also by their arch shape. The interarch tooth size relationships of 3 populations (black, Hispanic, and white) were studied by Smith et al. [14] to evaluate Bolton’s interarch ratios across populations and genders. The results showed significant ($p < 0.05$) ethnic group differences in all 6 arch segment lengths and in all 3 interarch ratios (anterior, posterior, and overall arch segments). The arch segments of males were significantly larger than females; the overall and posterior ratios were also significantly larger in males than in females [14].

Since very limited work has been reported in the literature related to sex estimation from bite marks, so the present study focuses on sexual dimorphism of bite marks based on the values of the height of an arch, maxillary and mandibular incisor-incisor distance, and maxillary and mandibular inter canine distance in the North Indian population. The study has been conducted with a special emphasis on the fact that, in general, for bite marks found during crime the most accountable portion is incisors and canines. It is ex-

pected that the study will provide useful information to the Forensic odontologists working in the field for the estimation of sex from bitemarks, particularly in cases of dismembered bodies.

2. Materials and methods

2.1. Selection criteria

Eighty subjects (40 males, 40 females) aged 18–28 years were selected for the study, because attrition is considered to be minimal in this age group. Consent of the subjects was obtained, and they were requested to give self inflicted bites on their arm. The subjects selected were observed for some individual characteristics in dentition such as missing teeth, gaps between teeth, malposed, rotated teeth (if any) etc., which form the basis of uniqueness.

When photographing bite marks, care was taken to place two scales next to each other at an angle, one vertical and one horizontal, for standardization of bite marks.

2.2. Odontometry

Measurements were taken and photographed, with two scales kept at an angle to each other as shown in Figures 1, 2, 3, 4, 5, 6. The following parameters were measured and computed:

- maximum breadth of an arch, i.e. jaw width – distance between two canines of the same jaw (the canine is chosen as a reference because these are the most sideward placed points most commonly present in bite marks) as shown in Figure 1 and 2;
- distance between distal line angles of two incisors were measured as shown in Figure 3 and 4;
- maximum height of an arch – straight distance between highest point of upper jaw and lowest point of lower jaw on bite mark as shown in Figure 5 and 6.

2.3. Statistical analysis

The observations obtained were subjected to statistical analysis in order to draw conclusions about Sexual Dimorphism differences for all the parameters (height of an arch, incisor-incisor distance, maxillary and mandibular inter-canine distances) using statistical evaluation. Mean, standard deviation, variance, t-test. The p -value was calculated using software on the following website (www.danielsoper.com/statcalc/calc08.aspx).

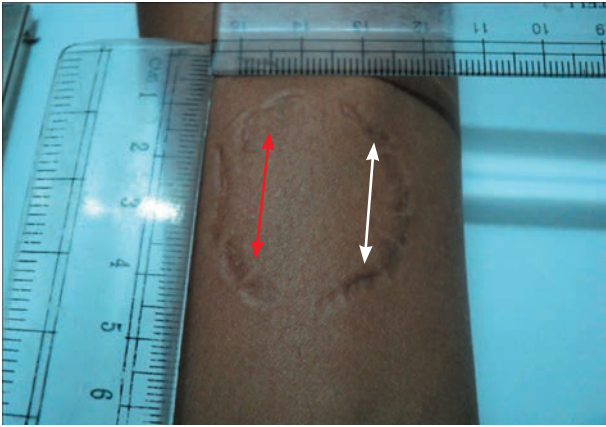


Fig. 1. Showing mandibular (red arrow), maxillary (white arrow) intercanine distance in a female.

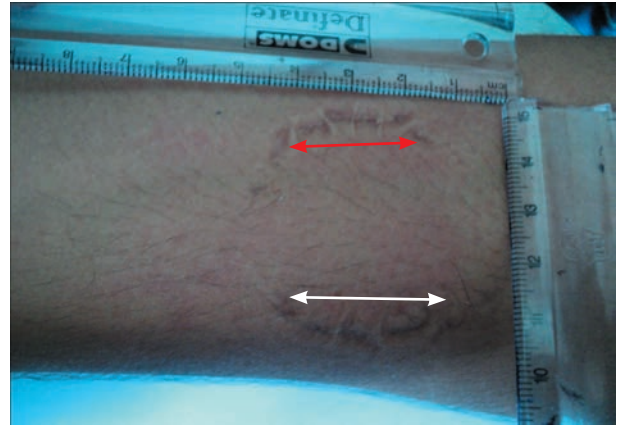


Fig. 2. Showing maxillary intercanine distance (white arrow) in a male and mandibular (red arrow).

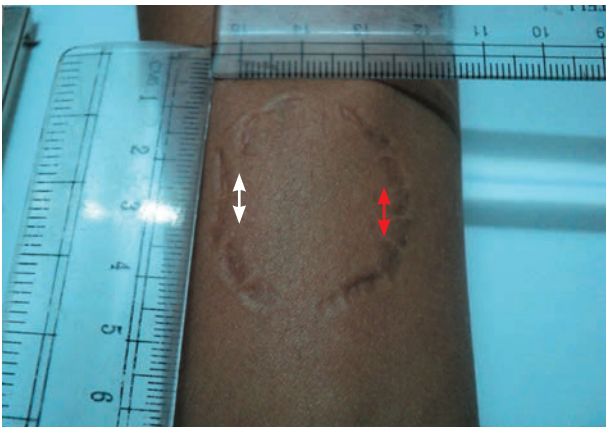


Fig. 3. Showing mandibular (red arrow) incisor-incisor distance and maxillary (white arrow) intercanine in a female.

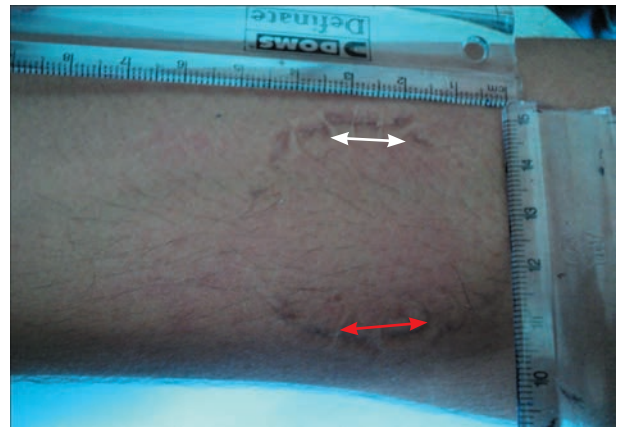


Fig. 4. Showing mandibular (white arrow), maxillary (red arrow) incisor-incisor distance in a male.

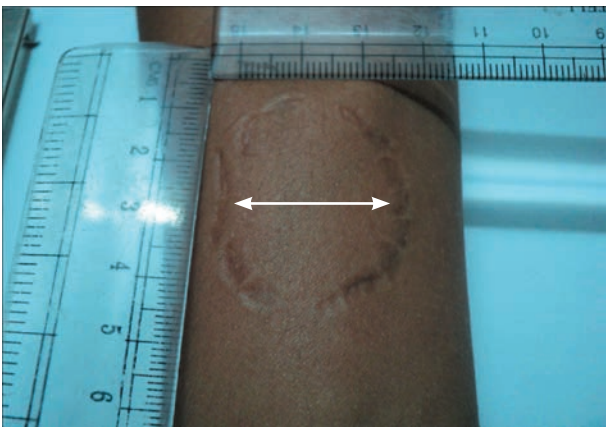


Fig. 5. Showing the length of jaw in a female.

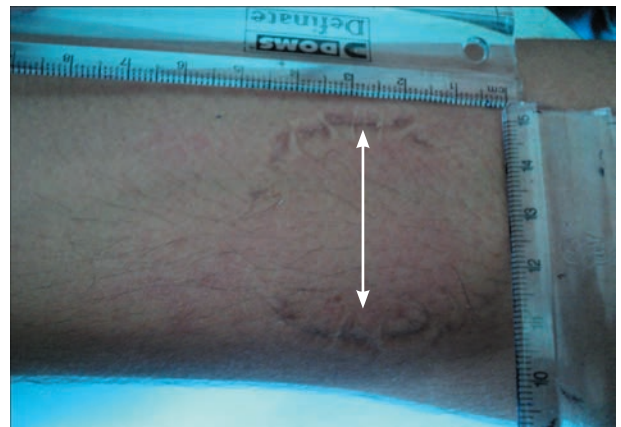


Fig. 6. Showing length of jaw in male.

3. Results and discussion

The present study was carried out to establish the significance of determining sexual dimorphism in human tooth characteristics, viz. the intercanine distance (both for the upper and the lower jaw), distal line angle of two incisors (mandibular and maxillary), and jaw length between males and females from bite marks on human skin. It is evident from Table I and II that for arch widths (inter-canine distance) in both maxillary and mandibular regions, the average is greater in males as compared to females. The average maxillary intercanine distance was 0.24 cm greater for males than for females; the mandibular segment was 0.33 cm larger in males. These are statistically significant differences (maxillary $p < 0.006$, mandibular $p < 0.0004$) and could be valuable for identifying the sex. These

findings are consistent with those from work done by other scientists [5, 10].

Analysing the data for distance between distal line angles of two incisors from Table III and IV (taking individual characteristics such as gap or malposed teeth into account), the average of the maxillary segment was 0.12 cm greater for males than for females; the mandibular segment was 0.10 cm larger in males. This reduction in distance from incisor to incisor both in the maxilla and the mandible is established to have statistical significance (maxillary $p < 0.037$, mandibular $p < 0.035$), which is consistent with the work done by other authors [9] in which measurements of the mesiodistal width of the right & left maxillary central incisors were taken from a study cast with a vernier calliper.

TABLE I. SHOWING MORPHOMETRIC MEASUREMENT [CM] FOR MAXILLARY INTERCANINE DISTANCE IN MALES AND FEMALES ($N = 80$)

Measurement	Sex	Average mean	SD	Coefficient of variation	Variance	t -stat	Degree of freedom	p -value	Significance
Maxillary intercanine distance	Female 40	2.803	0.358	18.103	0.1285	2.84	77.44		Highly significant
	Male 40	3.04	0.39	21.205	0.1522				

TABLE II. SHOWING MORPHOMETRIC MEASUREMENT [CM] FOR MANDIBULAR INTERCANINE DISTANCE IN MALES AND FEMALES ($N = 80$)

Measurement	Sex	Average mean	SD	Coefficient of variation	Variance	t -stat	Degree of freedom	p -value	Significance
Mandibular intercanine distance	Female 40	3.269	0.421	10.684	0.1769	3.68	77.033		Highly significant
	Male 40	3.598	0.376	10.265	0.1413				

TABLE III. SHOWING MORPHOMETRIC MEASUREMENT [CM] FOR MAXILLARY INCISOR-INCISOR DISTANCE IN MALES AND FEMALES ($N = 80$)

Measurement	Sex	Average mean	SD	Coefficient of variation	Variance	t -stat	Degree of freedom	p -value	Significance
Maxillary incisor-incisor distance	Female 40	1.138	0.206	18.10303	0.042	2.12	73.51	0.037	Highly significant
	Male 40	1.25	0.265	21.20474	0.07				

TABLE IV. SHOWING MORPHOMETRIC MEASUREMENT [CM] FOR MANDIBULAR INCISOR-INCISOR DISTANCE IN MALES AND FEMALES ($N = 80$)

Measurement	Sex	Average Mean	SD	Coefficient of variation	Variance	t -stat	Degree of freedom	p -value	Significance
Mandibular incisor-incisor distance	Female 40	1.71	0.181	10.57784	0.033	2.151	73.64	0.035	Highly significant
	Male 40	1.81	0.232	12.8081	0.054				

TABLE V. SHOWING THE MORPHOMETRIC MEASUREMENT [CM] FOR LENGTH OF JAW IN MALES AND FEMALES (N = 80)

Measurement	Sex	Average mean	SD	Coefficient of variation	Variance	t-stat	Degree of freedom	p-value	Significance
Jaw length	Female 40	3.1764	1.78	16.75	3.17	0.05	69.5	0.96	Not significant
	Male 40	3.194	1.12	15.04	1.274				

The height of an arch from bite marks of males and females did not give statistically significant results ($p < 0.9$), as is evident from the values in Table V, where the average was 0.02 cm larger in males. Hence it cannot be used as a good criterion for sex estimation.

This preliminary study suggests that the maxillary and mandibular intercanine distances and incisor-incisor distance could be used for sex estimation from bitemarks, while length of jaw is not significant. This information derived from the present investigation will be helpful in solving forensic cases. Further work on other parameters for sex estimation from bitemarks is in progress.

Acknowledgement

The authors are thankful to all the volunteers who were kind enough to provide self inflicted bite samples and a special thanks to Mr. Vipin Gupta for his help in statistical analysis of the data.

References

1. Aboshi H., Taylor J. A., Takei T. [et al.], Comparison of bite marks in foodstuffs by computer imaging: a case report, *Journal of Forensic Odontostomatology* 1994, 12, 41–44.
2. Black G. V., descriptive anatomy of human teeth, S.S. White Dental Mfg Co., Philadelphia 1902.
3. Bernitz H., Piper S. E., Solheim T. [et al.], Comparison of bite marks left in foodstuffs with models of the suspects' dentitions as a means of identifying a perpetrator, *Journal of Forensic Odontostomatology* 2000, 18, 27–31.
4. Bernitz H., Owen J. H., Heerden W. F. P. V. [et al.], An integrated technique for the analysis of skin bite marks, *American Academy of Forensic Sciences* 2008, 53, 194–198.
5. Boaz K., Gupta C., Dimorphism in human maxillary and mandibular canines in establishment of gender, *Journal Forensic Dental Sciences* 2009, 1, 42–44.
6. Bowers C. M., Bell G. L., Manual of forensic odontology, Printing Specialists, Montpelier, Vermont 1995.
7. Dahberg A. A., Dental traits as identification tools, *Dental Progress* 1963, 3, 155–160.

8. Drinnan A. J., Melton M. J., Court presentation of bite-mark evidence, *International Dental Journal* 1985, 35, 316–321.
9. Kaushal S., Patnaik V. V. G., Agnihotri G. [et al.], Maxillary central incisor morphometry in north Indians – A dimorphic study, *Journal of the Punjab Academy of Forensic Medicine & Toxicology* 2005, 5, 13–17.
10. Kaushal S., Patnaik V. V. G., Sood V. [et al.], Sex determination in north Indians using Mandibular canine index, *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine* 2004, 26, 45–49.
11. Kieser J. A., Bernal V., Waddell J. N. [et al.], The uniqueness of the human anterior dentition: A geometric morphometric analysis, *Journal of Forensic Sciences* 2007, 52, 671–677.
12. MacDonald D. G., Laird W. R. E., Bite marks in a murder case, *International journal of Forensic dentistry* 1997, 3, 24–27.
13. McNamee A. H., Sweet D., Pretty I., A comparative reliability analysis of computer-generated bite mark overlays, *Journal of Forensic Sciences* 2005, 50, 400–405.
14. Smith S. S., Buschang P. H., Watanabe E., Interarch tooth size relationships of 3 populations: “does Bolton’s analysis apply?”, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2000, 117, 169–174.
15. Whittaker D. K., Mac Donald D. G., A color atlas of forensic dentistry, Mosby 1989.

Corresponding author

Dr. Rakesh Kumar Garg
 Department of Forensic Science
 Punjabi University, Patiala, India
 e-mail: rkgvpbi11@yahoo.com

USTALANIE PŁCI NA PODSTAWIE ANALIZY MORFOMETRYCZNEJ ŚLADÓW PO UGRYZIENIU

1. Wprowadzenie

Szczęka i zęby są często używane jako broń podczas ataku jednej osoby na drugą bądź zostają wykorzystane przez ofiarę jako forma obrony przed napastnikiem. Zabezpieczenie odwzorowania śladu po ugryzieniu na skórze nie nastręcza większych trudności, podobnie jak uzyskanie odwzorowania uzębienia od podejrzanego. Jednakże analiza porównawcza tego typu śladów jest często bardzo skomplikowana ze względu na pewne uwarunkowania ludzkiej skóry, takie, jak pofałdowanie, elastyczność czy zmiany zachodzące w obręku powstałym wskutek ugryzienia.

Ślady po ugryzieniu posiadają cechy indywidualne, stąd często nazywane są „dentystycznym odciskiem palca” [6]. Pewne charakterystyczne cechy uzębienia, takie jak ubytki zębów, szpary między zębami, niewłaściwe położenie zębów lub ich skrzywienie, a także szerokość i grubość zęba czy też szerokość szczęki sprawiają, że możliwe jest przeprowadzenie identyfikacji indywidualnej. W badaniach porównawczych śladów powstałych po ugryzieniu wyraźny odcisk porównawczy uzębienia podejrzanego porównuje się ze wzorem uzębienia pozostawionym na dowolnym obiekcie bądź skórze. W przeszłości w badaniach śladów po ugryzieniu wykorzystywano analizę metryczną, porównanie wzorów przez ich nałożenie na siebie bądź kombinację tych dwóch metod. Jednak nie zawsze uzyskiwano satysfakcjonujące rezultaty [3, 6, 12]. Obecnie do najbardziej obiektywnych metod analizy śladów po ugryzieniu zalicza się stosowanie przezroczystych foli octanowych (nakładek octanowych) oraz komputerowo prowadzone badania porównawcze [1, 8, 13].

W większości przypadków ślady po ugryzieniu pozostawiane są na skórze. Jednakże skóra, ze względu na dużą elastyczność, jej różny charakter w zależności od miejsca na ciele, wpływ muskulatury bądź tłuszczu zalegającego w warstwie podskórnej, krzywiznę, a także luźny bądź zbity charakter tkanek podskórnych sprawia, że skóra należy do podłoża, na których słabo odwzorowują się ślady zębów.

Kły żuchwy wyrzynają się średnio w wieku 10,87 lat [10] i są mniej narażone na choroby niż pozostałe zęby. Poza tym wraz z wiekiem tracimy zęby, a kły żuchwy usuwane są jako ostatnie i zwykle ulegają odcisnięciu podczas gryzienia. Kły mają także większe prawdopodobieństwo przetrwania podczas poważnych katastrof, takich jak katastrofy lotnicze, huragany czy pożar. Dlatego też kły żuchwy mogą być uważane za zęby odgrywające kluczową rolę przy badaniach indywidualnych [7]. Po-

nadto na podstawie licznych pomiarów ustalono zakresy rozmiarów, jakie mogą mieć poszczególne zęby i dowiedziono, iż na podstawie analizy ich śladów możliwe jest określenie wieku lub płci napastnika [2].

Wykonanie stosownych pomiarów kła oraz siekacza przyśrodkowego w oparciu o analizę morfometryczną można z powodzeniem wykorzystać w określaniu dymorfizmu płciowego populacji północnych Indii [9, 10]. Większość prac, jaka ukazała się dotychczas na ten temat, dotyczy rozmiaru zębów i długości ich korzeni. Moss i inni wykazali, że korona zęba, wymiary korzenia oraz ich objętość u czarnoskórych Amerykanów tylko w sporadycznych przypadkach są znacząco różne niż u białych Amerykanów. Autorzy ustalili to, analizując wymiary koron oraz długości korzeni zębów środkowodystalnych i policzkowo-językowych, stosując unikalną metodę wypierania rtęci. Mierzyli oni również średnią kątową rozbieżność korzeni w stosunku do śródkoronnej płaszczyzny pionowej przy założeniu, że budowa tych korzeni została opisana jako stosunek pomiędzy szerokością i długością korzenia.

Kieser i inni [11] w swych badaniach próbowali odpowiedzieć na pytanie dotyczące unikatowości przedniego uzębienia. Badania prowadzili na podstawie analizy rozmiaru siekacza oraz powierzchni zgryzowej kła, a także różnic ich kształtu, wykorzystując techniki geometryczno-morfometryczne. Superprojekcja dwóch obiektów położonych najbliżej (0,0444) oraz dwóch najbardziej oddalonych (0,1567) wzdłuż pierwszej osi dokonana metodą *relative warp analysis* (metoda analizy wariacji morfometrycznej wewnątrz populacji) pokazała, że poszczególne osoby różnią się nie tylko względnym położeniem ich zębów, lecz również kształtem łuku. Różnice w rozmiarach międzyłuków zębowych zmierzone dla 3 populacji (Murzynów, Latynosów i białych) były przedmiotem badań Smitha i innych [14]. Badania prowadzono, wyznaczając wskaźnik Boltana w obrębie każdej z analizowanych populacji, jak i dla każdej z płci. Uzyskane wyniki wskazują na istnienie istotnych różnic pomiędzy porównywanymi grupami etnicznymi ($p < 0,05$) we wszystkich 6 mierzonych długościach odcinków łuku i we wszystkich 3 wyznaczonych stosunkach długości łuków (przednich, tylnych i całkowitych odcinkach łuku). Odcinki łuku mężczyzn były znacząco dłuższe niż kobiet, jak też obliczone proporcje całkowite i tylne okazały się większe u mężczyzn niż u kobiet [14].

W literaturze przedmiotu można znaleźć stosunkowo niewielką liczbę prac poświęconych ustalaniu płci na podstawie analizy śladów ugryzienia. Dlatego też w niniejszym artykule autorzy przedstawiają rezultaty badań

dotyczące dymorfizmu płciowego śladów ugryzienia na przykładzie analizy populacji osób zamieszkujących Indie północne. Wnioski sformułowano w oparciu o pomiary dotyczące wysokości łuku, odległości pomiędzy siekaczami w szczęce dolnej i górnej oraz odległości pomiędzy kłami żuchwy oraz kłami szczęki górnej. Badania były prowadzone przy założeniu, że zwykle za powstanie śladów po ugryzieniu znajdujących na miejscu zdarzenia najbardziej odpowiedzialne są siekacze i kły. Autorzy oczekują, że przeprowadzone przez nich badania dostarczą użytecznych informacji odontologom sądowym zajmującym się określaniem płci sprawcy na podstawie analizy śladów ugryzienia, szczególnie w sprawach, w których ciało ofiary zostało rozczłonkowane.

2. Materiały i metody

2.1. Kryteria wyboru

W badaniach wzięło udział 80 ochotników (w tym 40 mężczyzn i 40 kobiet) między 18 a 28 rokiem życia. Wiek uczestników stanowił istotne kryterium, gdyż uważa się, iż proces ścierania się zębów w tej grupie wiekowej jest minimalny. Po uzyskaniu od uczestników zgody na przeprowadzenie badań poproszono ich o bolesne ugryzienie się we własne ramię. Każdy z uczestników eksperymentu został scharakteryzowany na podstawie cech indywidualnych jego uzębienia, takich, jak brakujące zęby, przerwy bądź odstępy między zębami, niewłaściwe położenie zębów, ich skrzywienie itp. Te cechy pozwalały na opisanie każdego z uczestników w sposób indywidualny.

W trakcie fotografowania śladów zachowano szczególną ostrożność, aby utrzymać jednolitą formę fotografowanych śladów po ugryzieniu. Dlatego też posługiwano się jednocześnie dwiema podziałkami ustawionymi względem siebie pod kątem, tj. jedną położoną wertykalnie, a drugą horyzontalnie.

2.2. Odontometria

Pomiary zostały wykonane z zastosowaniem dwóch podziałek ustawionych względem siebie pod kątem prostym (ryciny 1, 2, 3, 4, 5, 6). W trakcie prowadzonych badań zmierzono i wyliczono następujące parametry:

- maksymalną szerokość łuku, tj. szerokość szczęki – odległość pomiędzy dwoma kłami tej samej szczęki (kły zostały wybrane jako punkty odniesienia ze względu na fakt, iż są najdalej położonymi punktami szczęki, które zwykle są widoczne w śladach po ugryzieniu) – rycina 1 i 2;
- odległość pomiędzy dystalną linią kątów dwóch siekaczy, którą wyznaczono w sposób zaprezentowany na rycinie 3 i 4;

- maksymalną wysokość łuku – odległość pomiędzy najwyższym punktem szczęki górnej a najniższym punktem szczęki dolnej, którą mierzono w linii prostej na śladzie po ugryzieniu, jak to pokazano na rycinie 5 i 6.

2.3. Analiza statystyczna

Uzyskane dane pomiarowe poddano analizie statystycznej w celu stwierdzenia, czy w badanej populacji występuje dymorfizm płciowy. Ocenę statystyczną zastosowano do wszystkich zmierzonych parametrów (wysokość łuku, odległość pomiędzy siekaczami, odległość między kłami w górnej części szczęki i żuchwie). Wyznaczono średnią, odchylenie standardowe, wariancję oraz wykonano analizy hipotez z wykorzystaniem testu t-Studenta. Wartość współczynnika p wyliczono na podstawie programu umieszczonego na stronie internetowej (<http://www.danielsoper.com/statcalc/calc08.aspx>).

3. Wyniki i dyskusja

Przestawione badania zostały wykonane w celu ustalenia cech związanych z dymorfizmem płciowym ludzkiego uzębienia. Przypomnijmy, że analizowano następujące cechy, które mierzono na śladach ugryzienia pozostawianych na ludzkiej skórze: odległość między kłami w obrębie szczęki (zarówno tych górnych jak i dolnych), dystalną linię kąta dwóch siekaczy (żuchwowych i szczękowych), a także długość szczęki. W wyniku przeprowadzonych pomiarów ustalono, że średnia szerokość łuku, tj. odległość między kłami, zarówno w przypadku górnej, jak i dolnej części szczęki, jest większa u mężczyzn niż u kobiet (tabela I i II). Średnia odległość pomiędzy kłami szczęki górnej jest o 0,24 cm większa u mężczyzn niż u kobiet. Natomiast na odcinku żuchwowym odległość ta jest większa o 0,33 cm. Badania pokazują, że istnieją statystycznie istotne różnice tego parametru w odniesieniu do płci (szczeka górna: $p < 0,006$, żuchwa: $p < 0,0004$) i dlatego też parametr ten z powodzeniem może zostać wykorzystany do identyfikacji płci. Otrzymane wyniki są zgodne z badaniami prowadzonymi przez innych autorów [5, 10].

Analizując dane dotyczące odległości pomiędzy dystalną linią kątów dwóch siekaczy (tabela III i IV), mając przy tym na uwadze indywidualne cechy uzębienia, takie, jak ubytki zębów czy wadliwe ustawienie zębów, stwierdzono, że średnia wartość odcinka szczękowego jest o 0,12 cm większa w przypadku mężczyzn niż u kobiet. Natomiast średnia wartość odcinka żuchwowego jest o 0,10 cm większa u mężczyzn. Analiza statystyczna potwierdziła, że zmniejszenie odległości pomiędzy siekaczami zarówno w szczęce górnej, jak i dolnej, jest statystycznie istotne (górna część szczęki: $p < 0,037$, dolna

część szczęki: $p < 0.035$). Otrzymane rezultaty są zgodne z wynikami pracy opublikowanymi przez innych autorów [9], w której to analizowano szerokość mesjodystalną prawego i lewego siekacza przyśrodkowego, badając odlewy protez.

Wysokości łuku zmierzonego u mężczyzn i u kobiet, wyznaczone na śladach po ugryzieniu, nie są statystycznie istotne ($p < 0,9$). Średnia wysokość łuku śladów mężczyzn była większa jedynie o 0,02 cm niż u kobiet (tabela V). Tym samym parametr ten nie może być stosowany jako kryterium do określania płci.

Przedstawione w pracy badania wstępne wskazują, że odległość pomiędzy kłami szczęki górnej oraz żuchwy, a także odległość pomiędzy siekaczami, może być z powodzeniem wykorzystywana do określania płci na podstawie analizy śladów po ugryzieniu, natomiast długość szczęki nie jest parametrem statystycznie istotnym. Informacje uzyskane podczas prowadzonych badań mogą być pomocne w rozwiązywaniu spraw kryminalnych. Dalsze prace związane z analizą innych parametrów śladów po ugryzieniu, a mogące znaleźć zastosowanie w określaniu na ich podstawie płci, są w trakcie realizacji.

Podziękowania

Autorzy dziękują wszystkim ochotnikom biorącym udział w badaniach, którzy wykazali się wyjątkową uprzejmością, pozostawiając na swym ciele bolesne ślady ugryzień. Specjalne podziękowania autorzy składają Panu Vipinowi Gupcie za pomoc w statystycznej analizie wyników.