

ÉTUDE DU DIMORPHISME SEXUEL DES SUJETS BÉNINOIS A PARTIR DE MODELES D'ANALYSE DISCRIMINANTE DE MENSURATION AU SCANNER DES SINUS FRONTAUX ET MAXILLAIRES
STUDY OF THE SEXUAL DIMORPHISM OF BENINESE SUBJECTS BASED ON MODELS OF DISCRIMINATING ANALYSIS OF CT SCAN MEASUREMENTS OF THE FRONTAL AND MAXILLARY SINUSES.

YEKPE AHOUANSON P¹, SAVI de TOVE KM², ADJADOHOUN SBMG¹, BIGOT CEP³, SAVI de TOVE JL², ADJOVI B¹, BIAOU O¹, BOCO V¹

1 : Service de Radiologie et d'Imagerie Médicale, Centre National Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, (CNHU/HKM) Cotonou, Bénin

2 : Service d'Imagerie médicale, Centre Hospitalier Universitaire Départemental Borgou, Parakou, Bénin

3 : Service de médecine interne/unité de médecine légale, Centre National Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU/HKM) Cotonou, Bénin

Auteur correspondant : YEKPE AHOUANSON Patricia Service de Radiologie et d'Imagerie Médicale du CNHU-HKM de Cotonou, 01BP386 Cotonou Bénin Email: yfrida_pat@yahoo.fr Tel: 00 229 95426981

RESUME

Introduction : Les sinus frontaux et maxillaires sont des structures osseuses qui peuvent participer à l'identification du sexe d'un individu en médecine légale lorsqu'un crâne ou un corps possédant une partie de la tête n'est pas retrouvé dans son entièreté. Cet aspect particulier de ces structures n'est valable que s'ils sont étudiés dans chaque population. C'est dans cette optique que cette étude qui vise à évaluer l'apport du scanner des sinus frontaux et maxillaires dans la détermination du genre a été effectuée au Bénin. **Matériel et Méthodes :** Il s'agit d'une étude transversale descriptive et analytique à collecte prospective qui s'est déroulée sur une période de 7 mois (du 1^{er} Janvier au 31 Juillet 2019) dans l'unité de scanographie du CNHU-HKM de Cotonou (Bénin). Nous avons procédé à un recensement exhaustif des scanners crânio encéphaliques sans anomalie des sinus frontaux et maxillaires des sujets âgés d'au moins 18 ans. Des coupes axiales et des reconstructions multiplanaires en fenêtre osseuse ont permis une étude morphologique (degré de pneumatisation des sinus frontaux) et morphométrique (mesure dans les trois dimensions des diamètres antéro-postérieur ou DAP, médio-latéral ou DML et cranio-caudal ou DCC). Des analyses discriminantes multifactorielles ont été réalisées et ont permis d'obtenir des modèles mathématiques permettant de prédire le sexe à partir des 3 diamètres de chaque sinus. **Résultats :** Sur 1600 scanners crânio-faciaux colligés, 200 répondaient à nos critères de sélection. Il y avait 114 hommes et 86 femmes soit une sex-ratio de 1,31. L'âge médian était de 51 ans pour des extrêmes de 18 ans et 90 ans. Une hyperpneumatization des sinus frontaux était retrouvée chez 39% des sujets. Le dimorphisme sexuel n'était pas très prononcé. Il existait une différence significative pour le DCC et le DML des sinus frontaux à droite et pour le DCC des sinus maxillaires à gauche. Les fonctions discriminantes obtenues classaient mieux les hommes que les femmes avec une précision pouvant atteindre les 68 %. **Conclusion :** Les sinus frontaux et maxillaires peuvent participer à la détermination du genre du sujet béninois avec une précision pouvant atteindre les 68%.

Mots clés : Sinus para nasaux, Scanner Cérébraux, Identification médico-légale, Sexe, Bénin

ABSTRACT

Introduction: The frontal and maxillary sinuses are bony structures that can assist in the identification of an individual's sex in forensic medicine when a skull or body with part of the head is not found in its entirety. This particular aspect of these structures is only valid if they are studied in each population. With this in mind, this study, which aims to evaluate the contribution of the frontal and maxillary sinus scanner in determining gender, was carried out in Benin. **Materials and Methods:** This was a cross-sectional descriptive and analytical study with prospective collection which took place over a period of 7 months (from 1st January to 31st July 2019) in the scanning unit of the CNHU-HKM in Cotonou (Benin). We carried out an exhaustive census of cranioencephalic scans without

frontal and maxillary sinus anomalies of subjects aged at least 18 years. Axial sections and multiplanar bone window reconstructions were used for a morphological (degree of pneumatization of the frontal sinuses) and morphometric study (three-dimensional measurement of the anteroposterior or DAP, medio-lateral or DML and cranio-caudal or DCC diameters). Multi-factorial discriminant analyses were carried out and made it possible to obtain mathematical models allowing sex to be predicted from the 3 diameters of each sinus. **Results:** Out of 1600 craniofacial scans collected, 200 met our selection criteria. There were 114 men and 86 women, a sex ratio of 1.31. The median age was 51 years for extremes of 18 and 90 years. Hyperpneumatization of the frontal sinuses was found in 39% of the subjects. Sexual dimorphism was not very pronounced. There was a significant difference in the DCC and DML of the frontal sinuses on the right and the DCC of the maxillary sinuses on the left. The discriminating functions obtained ranked men better than women with an accuracy of up to 68%. **Conclusion:** The frontal and maxillary sinuses can participate in the gender determination of the Beninese subject with an accuracy of up to 68%.

Keywords: Paranasal sinuses, Cerebral Scanner, Forensic identification, Sex, Benin

INTRODUCTION

En médecine légale, l'identification du sexe peut se faire avec le crâne avec une précision globale pouvant atteindre les 80% [1]. De nombreuses études se sont intéressées à la pneumatisation du crâne et ont prouvé que les sinus frontaux et les sinus maxillaires pouvaient contribuer à la détermination du sexe d'un individu [2-6]. Chaque population présente des caractéristiques morphologiques et morphométriques qui lui sont propres et qui la différencie des autres. Vu ces différences, il est nécessaire de pouvoir évaluer la possibilité d'utiliser les sinus frontaux et les sinus maxillaires dans la détermination du sexe. Ces sinus atteignent leur taille maximale autour de 18 ans voir 20 ans pour les sinus maxillaires. Cela explique que toutes les études effectuées sur la détermination du sexe ont été faites dans des populations d'adultes. Dans nos régions, très peu d'études sont effectuées sur cet aspect discriminant des sinus frontaux et maxillaires [7]. C'est dans ce cadre que nous avons voulu évaluer l'apport de l'étude scanographique des sinus frontaux et maxillaires dans la détermination du sexe au Bénin.

MATERIEL ET METHODE

Il s'est agi d'une étude transversale descriptive et analytique à collecte prospective qui s'est déroulée sur une période de 7 mois (du 1^{er} Janvier au 31 Juillet 2019) dans l'unité de scanographie du Centre National Hospitalier et Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM) de Cotonou au Bénin. Nous avons procédé à un recensement exhaustif des scanners cranio encéphaliques des sinus frontaux et maxillaires, d'indications variables chez des sujets

âgés d'au moins 18 ans réalisés au cours de la période d'étude. Les scanners ne couvrant pas l'entièreté des sinus frontaux et maxillaires ont été exclus. Les scanners révélant un processus pathologique (processus inflammatoire, tumeur, traumatisme, séquelles post-traumatiques) ou présentant une agénésie des structures anatomiques étudiées n'ont pas été inclus. Les images scanographiques ont été obtenues sur un scanner Siemens Emotion Somatom 16 barrettes et étudiées grâce au logiciel Merge eFilm Workstation (MEW) 4.2.0. L'analyse des images a été réalisée en fenêtre osseuse sur des coupes axiales et sur des reconstructions multiplanaires (MPR).

L'étude morphologique des sinus a consisté à distinguer les sinus frontaux présentant une hyperpneumatization de ceux dont la pneumatization était normale. La morphométrie a été obtenue grâce à l'outil règle du logiciel MEW. Les mensurations des sinus frontaux et maxillaires réalisées, étaient le diamètre antéro-postérieur (DAP) correspondant au plus grand diamètre à l'échelle visuelle entre les parois antérieure et postérieure ; le diamètre cranio-caudal (DCC) entre les parois supérieure et inférieure et le diamètre médio-latéral (DML) entre les parois médiale et latérale (figures 1, 2). L'analyse des données a été effectuée grâce au logiciel SPSS version 25. La comparaison des fréquences a été réalisée par un test de Chi² ou un test exact de Fischer. La comparaison des moyennes a été faite grâce au test de Student. Nous avons réalisé des analyses discriminantes multifactorielles pour identifier un modèle mathématique (fonction discriminante) permettant de prédire le sexe à partir des trois diamètres des sinus

(DCC, DML, DAP). Les performances des modèles ont été évaluées grâce à une matrice de confusion. Pour

chacune des fonctions le pourcentage d'hommes et de femmes, bien classés a été calculé.

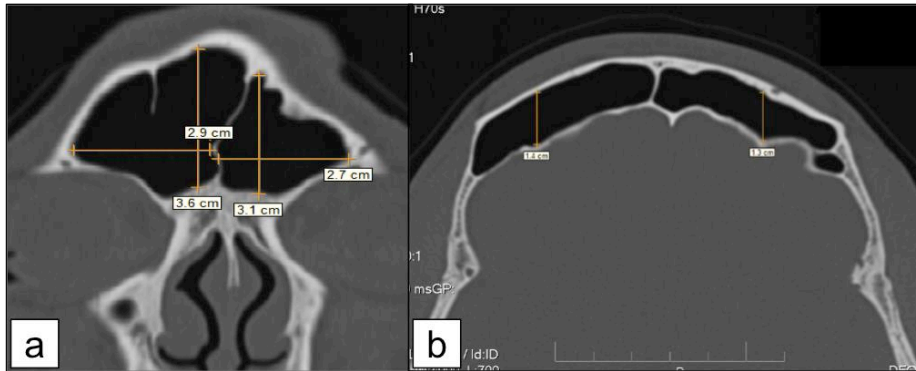


Figure 1 : Reconstruction frontale (a) et coupe axiale (b) montrant respectivement les mensurations des sinus frontaux les DCC et DML et le DAP (Source : Service de scannographie CNHU-HKM)

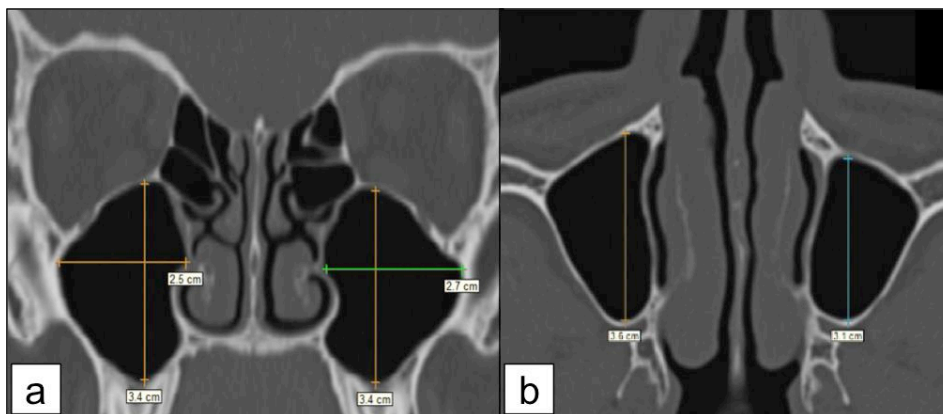


Figure 2 : Reconstruction frontale (a) et coupe axiale (b) montrant les mensurations des sinus maxillaires respectivement DCC et DML, DAP (Source : Service de scannographie CNHU-HKM)

RESULTATS

Sur les 200 scanners crânio-faciaux, il y avait 114 scanners d'hommes et 86 scanners de femmes. L'âge moyen était de 51,43+/-16,628 ans avec des extrêmes de 18 et 90 ans.

Morphologie et mensurations des sinus

La fréquence de l'hyperpneumatization (figure 3) des sinus frontaux était de 38,60% chez les hommes et 39,53 % chez les femmes. Il n'y avait pas de différence statistiquement significative en fonction du sexe ($p= 0,504$). Le tableau I présente la distribution des mensurations des sinus frontaux et maxillaire en fonction du sexe

Tableau I : Mensurations (en mm) des sinus frontaux et maxillaires selon le sexe dans la population

	Hommes		Femmes		p-value
	Min-Max	M ± ET	Min-Max	M ± ET	
Sinus frontal gauche					
DCC*	6-63	23,71 ± 10,29	7-51	22,17 ± 09,13	0,068
DML**	6-44	23,59 ± 09,21	8-50	22,14 ± 09,80	0,053
DAP***	4-26	10,74 ± 04,16	5-46	10,94 ± 08,42	0,822
Sinus frontal droit					
DCC*	7-54	23,17 ± 09,89	5-51	21,15 ± 09,99	0,012
DML**	4-46	23,76 ± 08,18	7-42	21,45 ± 07,13	0,0001
DAP***	3-36	09,56 ± 05,23	4-42	09,28 ± 06,45	0,518
Sinus maxillaire gauche					
DCC*	13-53	23,17 ± 9,89	20-43	21,15 ± 9,99	0,049
DML**	11-40	23,76 ± 9,89	16-40	21,45 ± 7,13	0,444
DAP***	11-46	09,56 ± 5,23	26-46	9,28 ± 6,45	0,347
Sinus maxillaire droit					
DCC*	20-43	33,86 ± 5,47	5-51	20,59 ± 3,81	0,084
DML**	16-40	25,91 ± 5,94	7-42	17,97 ± 07,1	0,781
DAP***	16-40	37,53 ± 4,54	7-39	24,01 ± 6,65	0,876

*DCC (Diamètre crano-caudal), **DML (Diamètre médio latéral) ***DAP (Diamètre antéro-postérieur), M (moyenne) ET (écart-type)

Des différences statistiquement significatives étaient observées au niveau de la DCC et de la DML du sinus frontal droit.

Seul le DCC du sinus maxillaire gauche présentait une différence statistiquement significative entre les 2 sexes.

Analyse discriminante

Les différents diamètres des sinus frontaux et maxillaires présentant peu de différence entre les 2 sexes, il n'était pas pertinent de procéder à des analyses discriminantes avec un facteur. Des analyses discriminantes multifactorielles ont été réalisées. Elles ont permis d'obtenir des équations quadratiques (modèles mathématiques) permettant de prédire le sexe à partir des 3 diamètres de chaque sinus (DCC, DML, DAP). Le tableau II présente les équations et les proportions d'individus bien classés dans l'échantillon de façon globale et dans chaque groupe (hommes, femmes).

Tableau II : Résultats de l'analyse discriminante réalisée pour les sinus frontaux et maxillaires et de la matrice de confusion

Analyse discriminante	Prédications exactes		
	Min-Max	Model	Total(%)
Sinus frontal gauche			
$F = -0,92DCC + 0,61DML - 0,050DAP - 0,008DCC \times DML + 0,0002DCC \times DAP - 0,015DAP \times DML + 0,005DCC^2 + 0,004DML^2 + 0,012DAP^2 + 1,710$	92 (80,7%)	44(51,2%)	136(68%)
Sinus frontal droit			
$F = 0,68DCC - 0,79DML - 0,514DAP - 0,006DCC \times DML + 0,005DCC \times DAP - 0,005DAP \times DML + 0,001DCC^2 + 0,005DML^2 + 0,013DAP^2 + 3,557$	87(76,3%)	45(52%)	132(66%)
Sinus maxillaire gauche			
$F = 0,597DCC + 0,534DML + 0,762DAP - 0,013DCC \times DML - 0,019DCC \times DAP - 0,015DAP \times DML + 0,005DCC^2 - 0,013DML^2 - 0,007DAP^2 - 27,850$	89(78,1%)	43(50%)	132(66%)
Sinus maxillaire droit			
$F = 0,834DCC + 0,526DML - 0,909DAP - 0,028DCC \times DML - 0,023DCC \times DAP - 0,018DAP \times DML + 0,010DCC^2 - 0,004DML^2 - 0,009DAP^2 - 35,570$	92(80,7%)	44(51,2%)	136(68%)

*DCC (Diamètre cranio-caudal), **DML (Diamètre médio latéral) ***DAP (Diamètre antéro-postérieur)

Les 4 équations permettent de bien classer les individus dans 66 à 68% des cas. Les prédictions faites chez les hommes sont plus souvent justes (76 à 80%). Chez les femmes elles aboutissent à des erreurs près de 1 fois sur deux.

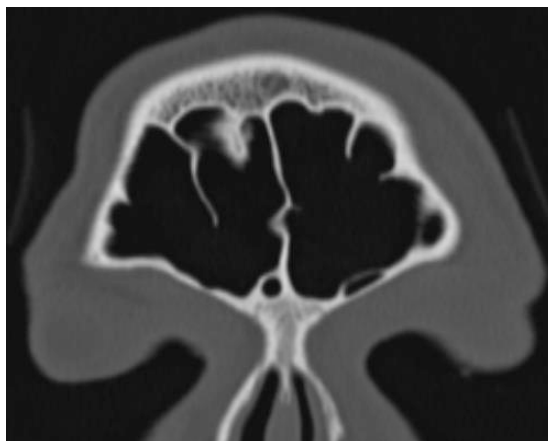


Figure 3 : Reconstruction frontale illustrant une hyperpneumatisation des sinus frontaux (Source : Service de scannerographie CNHU-HKM)

DISCUSSION

Sinus frontaux

L'hyperpneumatisation des sinus frontaux (figure 3) était retrouvée chez 39 % des sujets de notre étude et de manière presque égale chez les hommes et les

femmes. L'étude de Fatu et al [8], en Roumanie retrouvait des sinus frontaux hyperpneumatisés chez 5% des sujets. Tillier [9] en France explique qu'il existerait un lien entre l'adaptation au froid et le déve-

loppement des sinus frontaux et maxillaires. Elle rapporte également dans son travail que des auteurs comme Steegman en Angleterre et Koertvelyessy aux USA ont découvert qu'en milieu tempéré, ou très froid comme chez les esquimaux, la pneumatisation des sinus frontaux est peu ou pas développée [9]. On pourrait en déduire donc que l'hyperpneumatization existe préférentiellement chez les individus vivants dans les pays chauds.

Dans notre étude, les mensurations moyennes semblaient généralement plus grandes chez les hommes que chez les femmes sauf pour les DAP. Cependant, il n'y avait pas de différence statistiquement significative, lorsqu'on les comparait entre elles. Par contre, Sahlstrand-Johnson et al. [10] en Suède, ont obtenu dans leur étude, une différence statistiquement significative entre le DAP des hommes et des femmes. Ces résultats pourraient être liés aux différences qui existent entre nos deux populations. Il existait une différence statistiquement significative lorsqu'on comparait les DCC et les DML du sinus frontal droit entre les deux sexes (Tableau VI). Kiran et al. [2] en Inde avaient aussi retrouvé des résultats identiques aux nôtres. Contrairement à Benghiac et al. [11] en Roumanie, Nethan et al. [5] en Inde qui n'avaient pas retrouvé de différences statistiquement significatives que ce soit au niveau de la DCC ou de la DML. Les caractéristiques morphométriques variant entre les individus, entre les deux genres et entre les différentes races pourraient expliquer ces différences.

La fonction discriminante obtenue à la fin de l'analyse discriminante du sinus frontal gauche classe les individus avec une précision de 66%. Les hommes sont en général mieux classés que les femmes. A droite, la fonction discriminante classe les individus avec une précision de 68%. Kiran et al. [2], ont pu obtenir une précision de 67,59% et la fonction classait mieux les hommes que les femmes. Par contre Benghiac et al. [11], Nethan et al. [5] ont pu mieux classer les femmes avec des précisions globales respectives de précision de 71 % et 62%.

Ces différences de résultats pourraient s'expliquer par la variabilité des caractéristiques morphométriques qui varient dans les différents groupes en

fonction de leur ancestralité ou de leur origine géographique.

Sinus maxillaires

Il existait une différence statistiquement significative entre les deux sexes uniquement pour le DCC, à gauche. Pour Oliveira et Teke, il existe une différence significative pour le DCC mais également pour le DML et le DAP [1,12]. Par contre des auteurs comme Sahlstrand-Johnson et al. [10] n'ont trouvé aucune différence statistiquement significative entre les deux sexes. Les résultats obtenus pourraient s'expliquer par une variabilité des mensurations entre les différentes populations.

La fonction discriminante obtenue à partir des mensurations du sinus maxillaire droit classe les individus, avec une précision de 68 %. Les hommes étaient bien classés avec une précision de 80,7% et les femmes moins bien, avec une précision de 51,2 %. Au niveau du sinus maxillaire gauche, les résultats étaient approximativement les mêmes.

Selon Urooge et al [13] en Inde, la fonction discriminante obtenue a permis de classer l'individu avec 71% de précision. Elle classait mieux les femmes avec une précision de 71% contre 69% chez les hommes. Pour Teke et al. [1], la précision de la fonction discriminante était de moins de 70% et classait les femmes, avec une précision de 69,4% contre 69,2% chez les hommes. Cependant, Bangi et al [14], ont prouvé qu'il était possible de déterminer le sexe à partir du sinus maxillaire avec une précision de 88 % pour les deux sexes, 84 % chez l'homme et 92% chez la femme. Uthman et al [15] en Irak, avaient trouvé que, les sinus maxillaires peuvent être utilisés dans la détermination du genre de l'individu avec une précision de 73,9 %.

A travers ces études menées dans différentes populations, le sinus maxillaire apporte un pouvoir discriminant non négligeable, avec une précision variant entre 71-88 %. De plus, ces fonctions classaient mieux les femmes que les hommes ; contrairement à la fonction de la présente étude qui classait mieux les hommes que les femmes. Ceci s'expliquerait par l'existence des différences morphologiques entre les

différentes populations d'origines géographiques différentes.

CONCLUSION

Les sinus frontaux et maxillaires présentent un intérêt dans la détermination du sexe d'un individu. Notre étude montre qu'il existe quelques différences anthropométriques au niveau des sinus frontaux et maxillaires des hommes et de des femmes en milieu hospitalier au Bénin. Les modèles discriminants que nous avons pu établir permettent de distinguer les hommes et les femmes vivant au Bénin avec une précision acceptable. Cette précision n'est cependant pas suffisamment forte pour être utilisée de façon isolée en identification médico-légale.

Conflits d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt en relation avec cet article.

REFERENCES

- Teke HY, Duran S, Canturk N, Canturk G. Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans. *Surg Radiol Anat*. 2007;29(1):9–13.
- Kiran CS, Ramaswamy P, Khaitan T. Frontal sinus index - A new tool for sex determination. *J Forensic Radiol Imaging* [Internet]. 2014;2(2):77–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jofri.2014.02.002>
- Lee DH, Shin JH, Lee DC. Three-dimensional morphometric analysis of paranasal sinuses and mastoid air cell system using computed tomography in pediatric population. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* [Internet]. 2012;76(11):1642–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2012.07.037>
- Emirzeoglu M, Sahin B, Bilgic S, Celebi M, Uzun A. Volumetric evaluation of the paranasal sinuses in normal subjects using computer tomography images: A stereological study. *Auris Nasus Larynx*. 2007;34(2):191–5.
- Nethan ST, Chandra S, Sinha S. Frontal Sinus Dimensions: An Aid in Gender Determination. *Acta Sci Dent Sci*. 2018;2(12):02–6.
- Patil N, Karjodkar FR, Sontakke S, Sansare K, Salvi R. Uniqueness of radiographic patterns of the frontal sinus for personal identification. *Imaging Sci Dent*. 2012;42(4):213–7.
- Eboh DEO, Ogbeide OU, Iwighren T. Radiographic anthropometric study of frontal sinus for sex determination in Benin city, South-South Nigeria. *J Forensic Dent Sci* [Internet]. 2017;9(1):31–5. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5450480/?report=reader>
- Fatu C, Puisoru M, Rotaru M, Truta AM. Morphometric evaluation of the frontal sinus in relation to age. *Ann Anat*. 2006;188(3):275–80.
- Tillier A-M. La pneumatisation du massif cranio-facial chez les hommes actuels et fossiles (suite). *Bull Mem Soc Anthropol Paris* [Internet]. 1977;4(3):287–316. Available from: http://www.persee.fr/doc/bmsap_0037-8984_1977_num_4_3_1882%5Cnhttp://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bmsap_0037-8984_1977_num_4_3_1882
- Sahlstrand-Johnson P, Jannert M, Strömbeck A, Abul-Kasim K. Computed tomography measurements of different dimensions of maxillary and frontal sinuses. *BMC Med Imaging* [Internet]. 2011;11(1):8. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2342/11/8>
- Benghiac AG, Thiel BA, Haba D. Reliability of the frontal sinus index for sex determination using CBCT. *Rom J Leg Med*. 2015;23(4):275–8.
- de Queiroz CL, Terada ASSD, Dezem TU, de Araújo LG, Galo R, Oliveira-Santos C, et al. Odredivanje spola odrasloga čovjeka na temelju prikaza maksilarnih sinusa na panoramskoj rendgenskoj snimci. *Acta Stomatol Croat*. 2016;50(3):215–21.
- Urooge A, Patil BA. Sexual dimorphism of maxillary sinus: A morphometric analysis using cone beam computed tomography. *J Clin Diagnostic Res*. 2017;11(3):ZC67–70.
- Bangi BB, Ginpally U, Nadendla LK, Vadla B. 3D evaluation of maxillary sinus using computed tomography: A sexual dimorphic study. *Int J Dent*. 2017;2017.
- Uthman AT, Al-Rawi NH, Al-Timimi JF. Evaluation of foramen magnum in gender determination using helical CT scanning. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2012;41(3):197–202.