



ARTICLE ORIGINAL / RESEARCH ARTICLE

Applicabilité de l'estimation de l'âge par la méthode de Suchey et Brooks en reconstructions 3D surfaciques à la tomодensitométrie

Applicability of Suchey and Brooks age estimation in 3D surface reconstructions to computed tomography

ESSONO Annabelle², SOUHO Bénédicte², IDRIS Abdoulaye Acyl^{2*}, DAGBE Massaga^{3,4}, SONHAYE Lantam^{1,2}, AMADOU Abdoulatif^{3,4}, ADJENOU Victor^{1,2}

¹ : Faculté des Sciences de la Santé, Université de Lomé (Lomé, TOGO)

² : Service de Radiologie du Centre Hospitalier Universitaire Campus (Lomé, TOGO)

³ : Faculté des Sciences de la Santé, Université de Kara (Kara, TOGO)

⁴ : Service de Radiologie et Imagerie médicale du Centre Hospitalier Universitaire de Kara (Kara, TOGO)

Mots-clés :

Symphyse pubienne,
âge osseux,
tomодensitométrie,
Lomé.

Keywords :

Pubic symphysis; bone age;
computed tomography;
Lomé

*Auteur

correspondant

IDRIS Abdoulaye Acyl,
Faculté des Sciences de la
Santé, Université de Lomé,
Service de Radiologie du CHU
campus de Lomé ; 18BP216
Lomé email :
idrissacyl92@gmail.com

Reçu le : 20 avril 2024

Accepté le : 17 novembre
2024

RÉSUMÉ

Objectif : Evaluer l'applicabilité de la méthode de Suchey et Brooks pour estimer l'âge des individus adultes dans la population togolaise à l'aide de la reconstruction 3D surfacique à la tomодensitométrie.

Matériel et méthodes : Étude transversale descriptive sur une période de trois mois de mars à mai 2023 chez des adultes togolais. Les surfaces symphysaires droites ont été isolées et éditées à l'aide de la fonction « Scalpel ».

Résultats : Notre échantillon comprenait 72 surfaces symphysaires pubiennes droites et virtuelles dont 31 hommes (43,06%) et 41 femmes (56,94%), soit un sex-ratio H/F de 0,76 ; l'âge moyen était de 47,56 ans avec un minimum de 18 ans et un maximum de 80 ans. L'écart-type étant de 16,65. Le test de Mann-Whitney indique un lien significativement positif entre l'âge chronologique et l'âge estimé selon les phases de changement morphologique de la symphyse pubienne pour les deux sexes (homme : $p < 0,001$; femme : $p < 0,002$). L'estimation de l'âge osseux par la méthode de Suchey et Brooks dans la population togolaise est correcte dans 81,94% des cas soit 83,87% chez les hommes et 80,49% chez les femmes. L'âge avait été sous-estimé dans 13,89% des cas (12,90% pour les hommes et 14,63% pour les femmes) et surestimé dans 4,16% des cas (3,23% pour les hommes et 4,88% pour les femmes). On notait une différence importante de moyennes d'âge entre les sujets de l'étude de Suchey et Brooks et les nôtres ; l'écart type était progressivement croissant. Nous avons répertorié l'aspect de la symphyse pubienne droite à chaque stade selon le sexe. Nous avons ensuite établi un atlas initial d'estimation de l'âge osseux à l'aide de la reconstruction tomодensitométrie 3D surfaciques.

Conclusion : La méthode de Suchey et Brooks est reproductible avec la tomодensitométrie en reconstruction 3D surfacique pour l'estimation de l'âge osseux de l'adulte dans la population togolaise. Une étude sur un échantillon plus important est souhaitable pour établir un atlas.

ABSTRACT

Objective: to evaluate the applicability of the Suchey and Brooks method for estimating the age of adult individuals in the Togolese population using 3D surface CT reconstructions.



Material and methods: Descriptive cross-sectional study over a three-month period from March to May 2023 in Togolese adults. Right symphyseal surfaces were isolated and edited using the "Scalpel" function.

Results: Our sample included 72 straight, virtual pubic symphyseal surfaces, of which 31 were male (43.06%) and 41 female (56.94%), giving an M/F sex ratio of 0.76; mean age was 47.56 years, with a minimum of 18 years and a maximum of 80 years, with a standard deviation of 16.65. The Mann-Whitney test indicated a significantly positive relationship between chronological age and estimated age according to phases of morphological change of the pubic symphysis for both sexes (male : $p < 0.001$; female: $p < 0.002$). Estimation of bone age using the Suchey and Brooks method in the Togolese population was correct in 81.94% of cases, i.e. 83.87% in men and 80.49% in women. Age was underestimated in 13.89% of cases (12.90% for men and 14.63% for women) and overestimated in 4.16% of cases (3.23% for men and 4.88% for women). There was a significant difference in mean age between the subjects in the Suchey and Brooks study and our own; the standard deviation increased progressively. We recorded the appearance of the right pubic symphysis in the Togolese population studied at each stage according to sex, and established an initial atlas for estimating the bone age of the Togolese population using 3D CT surface reconstructions of the right symphyseal surfaces.

Conclusion: Suchey and Brooks' method can be reproduced with 3D surface reconstruction CT for estimating adult bone age in the Togolese population, but a study on a larger sample would be desirable to establish an atlas.

1. Introduction

L'estimation de l'âge consiste à comparer l'état de développement d'un système donné dans un ensemble de personnes d'âge chronologique connu ou inconnu, avec des graphiques standards compilés à partir d'un grand nombre de personnes d'âge connu [1].

À l'âge adulte, seules deux approches se sont révélées utiles : l'évaluation microscopique de l'os par méthodes histologiques, et l'évaluation des changements morphologiques associés à la dégénérescence des os et des dents [2].

En anthropologie médico-légale, l'estimation de l'âge à partir d'indicateurs osseux est principalement requise pour établir un profil biologique et faciliter l'identification individuelle [3–5]. La symphyse pubienne représente l'une des structures squelettiques les plus étudiées en raison de sa maturation tardive [6]. Le système Suchey-Brooks (SB) est le plus couramment utilisé et testé car basé sur ses caractéristiques morphologiques [7–9]. La face symphysaire pubienne sur des pièces osseuses sèches de sujets américains est classée en six phases selon les caractéristiques ostéologiques liées à l'âge communes aux hommes et aux femmes, l'âge moyen et l'écart type de chaque phase sont donnés par sexe ; des moulages de cas modèles de chaque phase ont été mis à disposition améliorant la clarté de la méthodologie [7]. Une étude faite en France par Telmon et collaborateurs soutenait que la perte d'information liée aux reconstructions 3D tomodensitométriques comparativement à l'os sec entraîne une erreur tout à fait acceptable dans l'attribution des stades avec comme avantage le gain de temps et la capacité de stockage des données [10]. Aucune étude n'a été faite en Afrique francophone, notamment au Togo. Nous avons donc

entrepris cette étude avec pour objectif principal d'évaluer l'applicabilité de cette méthode pour l'estimation de l'âge d'individus adultes dans un échantillon de la population togolaise, et comme objectifs secondaires de relever les différences de la précision de la classification obtenue pour les hommes et les femmes.

2. Matériels et Méthodes

Il s'agissait d'une étude transversale descriptive et analytique portant sur 72 patients colligés sur une période de 03 mois, du 1er mars au 31 mai 2023. L'unité de radiologie et imagerie médicale de la Clinique Polyclinique Wossinu et Gbogbo (PWG) avait servi de cadre pour notre étude ; C'est un centre hospitalier privé de la ville de Lomé.

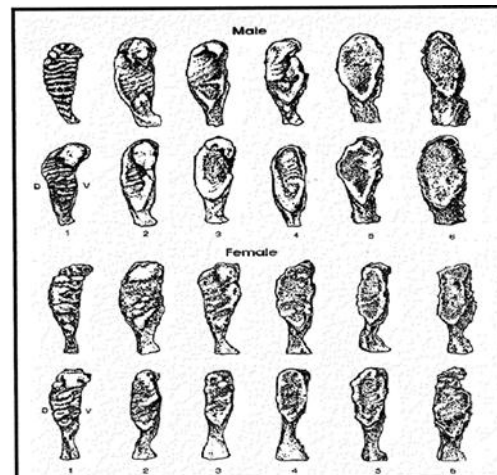


Figure 1 : Système original de Suchey et Brooks [11]

Nous avons inclus dans l'étude tous les sujets de nationalité togolaise avec un âge chronologique précis

(date de naissance complète) supérieur ou égal à 18 ans, ne présentant aucune pathologie ayant endommagé la structure osseuse de la symphyse pubienne. Les examens ont été réalisés à l'aide d'un scanner de marque SIEMENS modèle Somatom scope 16 CT avec une collimation de 16 x 1,5 mm. La résolution des images était de 512 x 512 pixels et un filtre de type « tissu mou » a été utilisé. Les reconstructions axiales ont été effectuées tous les 2 mm.

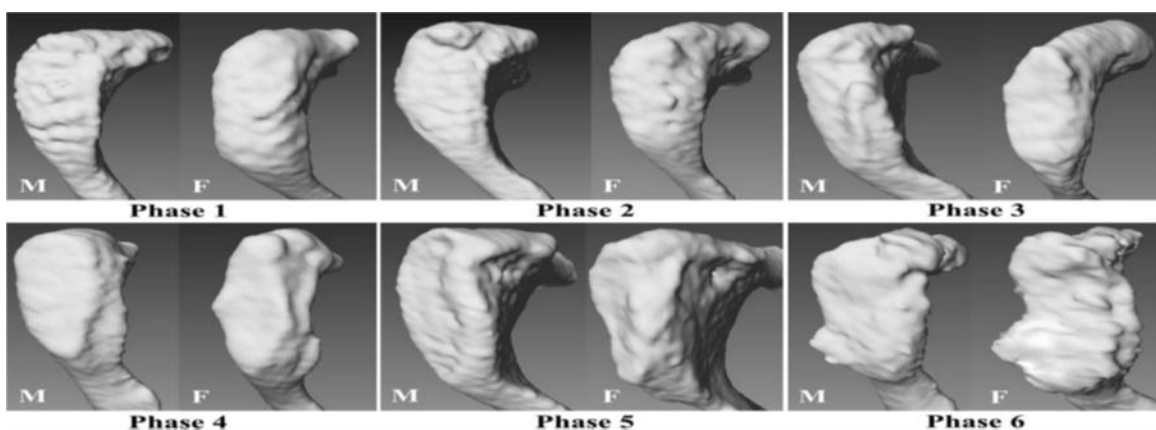
La surface symphysaire droite a été sélectionnée arbitrairement. Les reconstructions en rendu surfacique en 3 D ont été effectuées à l'aide de la fonction 3 D Rendu volumique du logiciel RadiAnt®. Les surfaces symphysaires droites ont été isolées et éditées à l'aide de la fonction « Scalpel ».

Une phase a été attribuée à chaque pubis selon des critères morphologiques du système Suchey-Brooks (figure 1, tableau I) [11].

Tableau I : Description morphologique des stades d'estimation de l'âge selon la méthode originale de Suchey et Brooks [1]

	Surface symphysaire	Noyaux d'ossification	Rempart ventral	Plateau dorsal	Bordure
Stade I	-Organisation transverse marquée	-Noyau supérieur peut être visible	-Aucun	-Aucun	-Aucune
Stade II	-Organisation transverse toujours visible	-Noyaux d'ossification et délimitation des extrémités supérieure et inférieure	-Début de délimitation possible à l'une ou aux deux extrémités	-En cours	-En cours
Stade III	-Organisation transverse possible	-Extrémités complètes	-En cours	-Complet	-En cours
Stade IV	-« Vestiges » de crêtes et de sillons possibles	-Extrémités complètes -Tubercule pubien séparé	-Hiatus possible à l'extrémité supérieure -Ossification ligamentaire possible à l'extrémité inférieure	-Complet -Léger « lipping » possible	-Complète
Stade V	-Légère dépression	-Extrémités complètes -Tubercule pubien séparé	-Ossification ligamentaire	- « Lipping » modéré	-Complète -Erosion modérée
Stade VI	-Dépression -Forme irrégulière	-Extrémités complètes -Tubercule pubien séparé	-Erosion -Ossification erratique	-Erosion -Ossification erratique	-Erosion -Ossification erratique

Figure 2 : Symphyse pubienne représentative de chaque phase pour les deux sexes montrant les caractéristiques morphologiques proposées par Suchey et Brooks [1]



Toutes les images ont été analysées sans connaissance de l'âge du sujet et dans un ordre arbitraire. L'os pouvait être tourné en trois dimensions. Six faces symphysaires des os pubiens représentatives de chaque stade sont illustrées

à la figure 2 et les statistiques descriptives quant à l'âge dans le tableau II. Les paramètres étudiés étaient l'âge chronologique, l'âge osseux, le sexe, les activités physiques et les lésions observées à la TDM.

. Le recueil et l'analyse des données ont été effectués à l'aide du logiciel Epi info 7.2.5.0. Une recherche de lien entre l'âge osseux et l'âge civil a été effectuée

Le test de Mann-Whitney a été effectué pour la recherche de lien statistique. Les valeurs de $p < 0,05$ ont été retenues comme seuil de significativité

Tableau II : Statistiques descriptives de l'échantillon de référence utilisé par Suchey et Brooks [4]

Stade	Individus féminins (n=273)			Individus masculins (n= 739)		
	Age moyen	Ecart-type	[95%]	Age moyen	Ecart-type	[95%]
I	19,4	2,6	15 - 24	18,5	2,1	15 - 23
II	25,0	4,9	19 - 40	23,4	3,6	19 - 34
III	30,7	8,1	21 - 53	28,7	6,5	21 - 46
IV	38,2	10,9	26 - 70	35,2	9,4	23 - 57
V	48,1	14,6	25 - 83	45,6	10,4	27 - 66
VI	60,0	12,4	42 - 87	61,2	12,2	34 - 86

3. Résultats

Durant la période d'étude 72 surfaces symphysaires pubiennes droites, virtuelles ont été étudié dont 31 d'individus masculins (43,06%) et 41 d'individus féminins (56,94%) soit un sex ratio H/F de 0,76. L'âge moyen était de $47,56 \pm 16,65$ [18 - 80] ans. La classe modale de notre échantillon était de 38-47 ans (**Figure 3**).

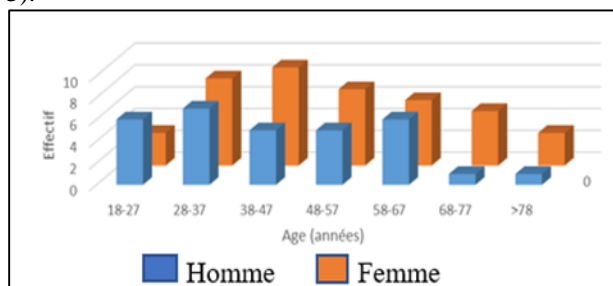


Figure 3 : Répartition selon des tranches d'âge de 10 ans et le sexe.

Les statistiques descriptives incluant l'âge moyen et l'écart type pour chaque phase chez les hommes (écart type de 5,13 à 10,93) et les femmes (écart type de 0,71 à 15,84) sont décrits dans les **tableaux III et IV**.

L'estimation de l'âge osseux utilisant la méthode de Suchey et Brooks dans la population togolaise a été correcte dans 81,94% des cas, soit 83,87% chez les hommes et 80,49% chez les femmes.

Il avait été révélé une sous-estimation de l'âge dans 13,89% des cas avec 12,90% chez les hommes puis 14,63% chez les femmes ; une surestimation avait été notée dans 4,17% des cas avec 3,23% chez les hommes et 4,88% chez les femmes (**tableau V**).

Tableau III : Statistiques des changements morphologiques sur les reconstructions 3D à la TDM des sujets masculins

	N	Age moyen	Ecart-type	Tranche d'âge
Phase I	2	22,00	5,66	18 - 26
Phase II	3	25,33	5,13	21 - 31
Phase III	5	30,80	6,14	25 - 40
Phase IV	12	46,92	10,93	34 - 66
Phase V	8	58,25	10,04	37 - 68
Phase VI	1	80,00	-	-

Tableau IV : Statistiques descriptives des changements morphologiques sur les reconstructions 3D à la TDM des sujets féminins

	N	Age moyen	Ecart-type	Tranche d'âge
Phase I	2	18,50	0,71	18 - 19
Phase II	1	30,00	-	-
Phase III	8	42,00	15,84	26 - 69
Phase IV	12	45,00	9,99	30 - 61
Phase V	14	58,92	13,30	32 - 78
Phase VI	4	68,25	9,42	55 - 75

On notait une différence de moyennes d'âge entre les sujets de l'étude de Suchey et Brooks et la nôtre ; Ceci

est plus marqué chez les sujets masculins ; aussi, l'écart type était progressivement croissant (**tableaux VI et VII**).

Tableau V : Corrélation avec la méthode de Suchey et Brooks selon la phase et la tranche d'âge. ♂ **Mâle**; ♀ **Femelle**.

Phase (tranches d'âge)	N (%) Phase correcte	N (%) Age réel en dessous	N (%) Age réel au-dessus	Total
I (♂18–26 / ♀18–19)	4 (100) (♂100 ; ♀100)	-	-	4 (5,55)
II (♂21–31 / ♀30)	2 (50) (♂66,67)	-	2 (50) (♂33,33 ; ♀100)	4 (5,55)
III (♂25–40 / ♀26–69)	9 (69,23) (♂80 ; ♀62,50)	-	4 (30,77) (♂20 ; ♀37,50)	13 (18,05)
IV (♂34–66 / ♀30–61)	21 (87,50) (♂83,33 / ♀91,67)	1 (4,17) (♀8,33)	2 (8,33) (♂16,67)	24 (33,33)
V (♂37–68 / ♀32–78)	19 (86,36) (♂87,50 / ♀85,71)	2 (9,09) (♂12,50 ; ♀7,14)	1 (4,55) (♀7,14)	22 (30,55)
VI (♂80 / ♀57–75)	4 (80) (♂100 / ♀75)	-	1 (20 : ♀25)	5 (6,94)
Total	59 (81,94) (♂83,87 / ♀80,49)	3 (4,17) (♂3,23 ; ♀4,88)	10 (13,89) (♂12,90 ; ♀14,6)	72 (100)

Tableau VI : Valeurs des moyennes d'âge et écart-type associés à chaque phase chez les sujets de sexe masculin comparés à celles du système Suchey-Brooks

Phase	Suchey Brooks (n=739)			Notre étude (n=31)			
	Moyenne	Ecart-type	95% IC	Moyenne	Ecart-type	95% IC	Différence
I	18,5	2,1	14 – 24	22,0	5,7	29,21 – 73,21	- 3,5
II	23,4	3,6	17 – 36	25,3	5,1	12,63 – 37,97	-1,9
III	28,7	6,5	20 – 48	30,8	6,1	23,23 – 38,37	-2,1
IV	35,2	9,4	22 – 71	46,9	10,9	39,97 – 53,83	-11,7
V	46,6	10,4	22 – 80	58,3	10,0	49,94 – 66,66	-11,7
VI	61,2	12,2	34 – 86	80	-	-	-18,8

Tableau VII : Valeurs des moyennes d'âge et écart-type associés à chaque phase chez les sujets de sexe féminin comparés à celles du système Suchey-Brooks

Phase	Suchey Brooks (n=273)			Notre étude (n= 41)			
	Moyenne	Ecart-type	95% IC	Moyenne	Ecart-type	95% IC	Différence
I	19,4	2,6	15 – 24	18,5	0,7	17,53 – 19,47	0,9
II	25,0	4,9	19 – 40	30,0	-	-	- 5
III	30,7	8,1	21 – 53	42,0	15,8	31,05 – 52,94	- 11,3
IV	38,2	10,9	26 – 70	45,0	9,9	39,39 – 50,60	- 6,8
V	48,1	14,6	25 – 83	58,9	13,3	51,93 – 65,87	-10,8
VI	60,0	12,4	42 – 87	68,3	9,4	59,09 – 77,51	- 8,3

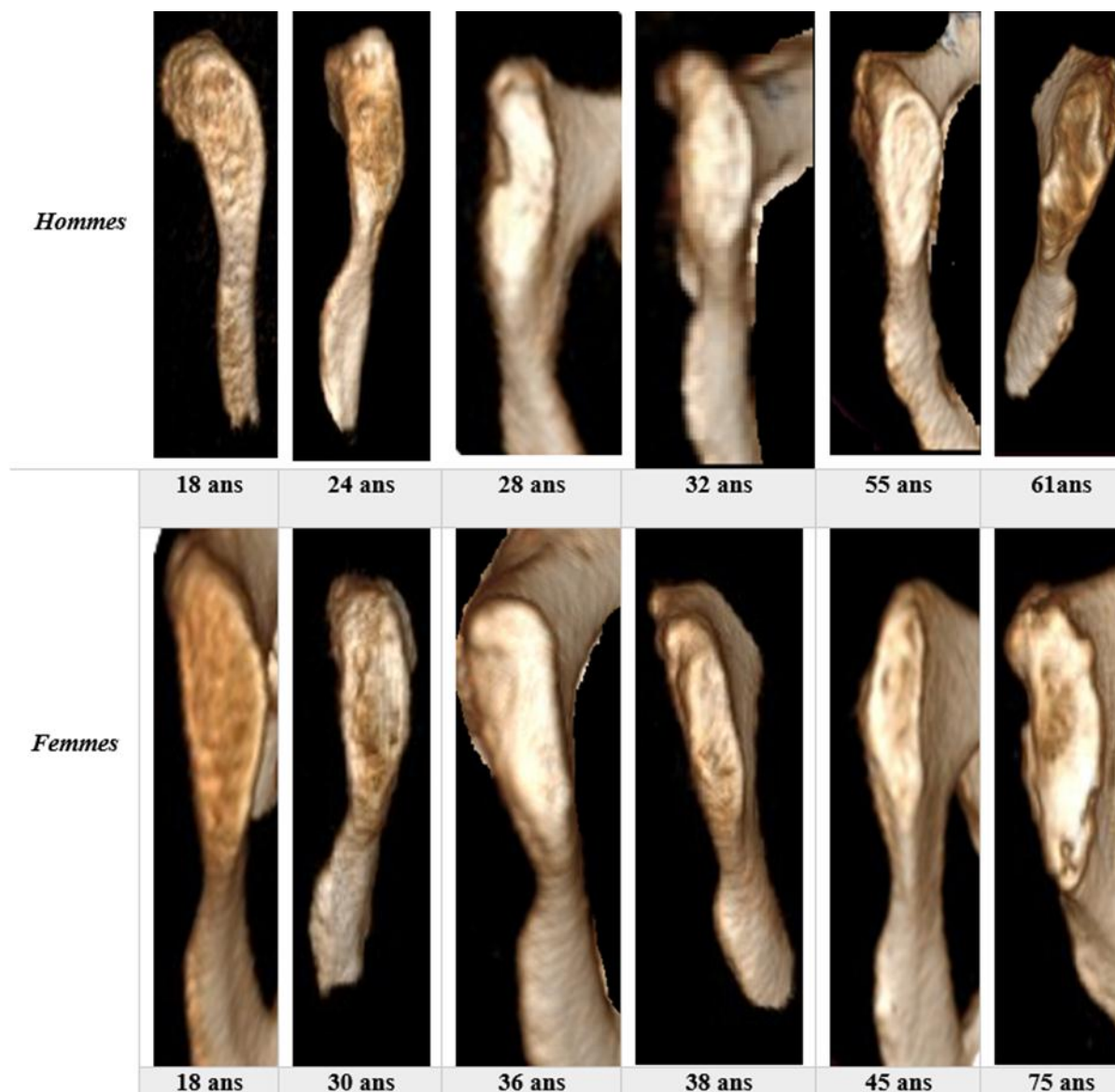


Figure 4 : Atlas d'estimation de l'âge osseux de la population togolaise par les reconstructions surfaciques 3D en tomodensitométrie des surfaces symphysaires droites

4. Discussion

Notre étude a concerné 72 surfaces symphysaires ; un échantillon qui pourrait paraître faible. Les études similaires présentaient une taille d'échantillon variée : entre autres, 44 et 74 respectivement par Wink [14] et Pasquier[12] et al aux Etats unis, 204 et 390 respectivement par Hall [13] et Lottering [15] et al en Australie, 680 par Savall [16] et al en France et 184 par Joubert [2] et al en Afrique du Sud.

Tout comme dans notre étude, le recrutement des patients se faisait de façon rétrospective en utilisant des bases de

données de patients pré-enregistrés, notamment l'âge en années précis ou avec date de naissance ou de décès exacte. Tout patient avec un âge imprécis était exclu [2] [14] [16]. Ceci suggérerait que l'estimation de l'âge osseux devrait se faire sur la base d'un âge chronologique précis afin de minorer les risques d'erreur.

Dans notre étude (figure 3), l'âge moyen des sujets ($47,54 \pm 16,62$ [18 - 80] ans) était supérieur à celui de l'étude de Suchey et Brooks ($40,7 \pm 18,2$ [15 - 92] ans) [7]. Ce constat est similaire à celui d'une étude faite en France par Savall et al en 2017 : ($46,7 \pm 19,2$ [15 - 92] ans) [1]. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les enfants n'étaient inclus dans notre étude.

Dans notre échantillon qui comprenait 72 surfaces symphysaires pubiennes droites, virtuelles, on notait 43,06% d'hommes soit un sex-ratio H/F de 0,76. Il a été noté une prédominance masculine dans les séries de Anezka et al en 2022 [18] qui ont retrouvé 59,6% d'hommes. Par contre, dans la série de Wink et al en 2014 [14] et de Matthews et al en 2018 [19], la prédominance féminine a été notée comme dans notre étude, avec respectivement des taux de 54,5% et 51,2% de femmes. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que le Togo a une population majoritairement féminine, de l'ordre de 51% en 2022 [20].

Une évaluation de la méthode de Suchey et Brooks a été menée dans notre échantillon au sein de la population togolaise en testant la corrélation entre l'âge réel et l'âge estimé. Les résultats du test de Mann-Whitney ont montré qu'il existe un lien significativement positif entre l'âge réel et l'âge estimé pour les femmes ($p < 0.002$) et pour les hommes ($p < 0.001$). Constat similaire fait par plusieurs études européennes, mais aussi une étude faite en Afrique du Sud en 2019 par Joubert et coll. : femmes ($p < 0.001$) et hommes ($p < 0.001$) [2].

Dans notre étude, l'analyse des images tridimensionnelles de la symphyse pubienne pour estimer l'âge a donné des résultats prometteurs avec des classifications qui donnaient l'âge réel du patient dans 81,94 % des cas. Les tranches d'âge attribuées correspondaient à l'âge réel des hommes 83,87% du temps et à l'âge réel des femmes 80,49 % du temps (Tableau V).

Tout comme Nermin Sarajlic et al en Bosnie en 2012 qui a signalé 94,7% d'estimation correcte dans l'ensemble [21], Joubert et al en Afrique du Sud en 2019 qui ont décrit une estimation correcte plus élevée chez les femmes à 98,8% contre 67,7% chez les hommes [2] et Wink et al aux Etats-Unis en 2014, 87,5% chez les femmes et 70% chez les hommes. [14]

Par contre, tout comme dans notre étude, Marija Djuric et al dans les Balkans en 2007 ont parlé d'une estimation correcte plus élevée chez les hommes, soit respectivement de 89,74% contre 72,0% chez les femmes [2,22]. On note des constats contradictoires dans la littérature, toutefois l'estimation de l'âge chez les sujets féminins devrait être plus prudente du fait des modifications plus variées selon les différents stades liés à la parité, les changements hormonaux et l'ostéoporose. [23–26]

Cette méthode avait également une tendance à être de moins en moins précise dès la phase III avec un écart-type grandissant et ceci de façon plus marquée chez les femmes (9,42 à 15,84 chez les femmes et 6,14 à 10,93 chez les hommes). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Telmon et al. en 2005 [10] ainsi qu'une étude faite en Malaisie en 2019 [27], où les désaccords se sont produits dans les phases III à VI. Brooks et Suchey [7]

ont indiqué une large gamme de variabilité dans les phases III à VI, signe que la méthode est moins précise plus l'individu est âgé. [2]

De plus, à tous les stades, les moyennes d'âge des patients étaient en général plus élevées que celles de la méthode de Suchey et Brooks et de façon moins marquée chez les femmes. Ceci suggérerait que la dégénérescence osseuse est moins rapide chez les sujets togolais en général, mais encore plus chez les hommes en comparaison avec l'échantillon original. Résultat similaire à celui d'études précédentes qui décrivent un aspect plus vieux de la symphyse pubienne chez la femme. Ce qui s'expliquerait par les effets de la parité et des hormones. [28–30]

Aussi, on a noté un faible taux de sous-estimation, mais également de surestimation de l'âge avec respectivement 4,17% et 13,89%, présents dans les deux sexes.

Il en est de même pour Nermin et coll en Bosnie en 2012 qui décrivent le fait qu'à chaque phase, l'âge pouvait être surestimé ou sous-estimé. Ceci s'expliquerait par le fait que l'évolution morphologique varie d'une population à l'autre [2,21].

Le recueil ordonné de figures ou schémas, conçu pour représenter un ensemble donné et exposer un ou plusieurs thèmes. Il est fait d'un ensemble de planches de même destination jointes à un ouvrage ou à un document. Les atlas sont aujourd'hui des produits éditoriaux extrêmement différenciés. La réalisation d'un atlas va donc nécessiter une certaine rigueur avec une multitude d'images.

La méthode de Brooks et Suchey a mis sur pied différents stades selon les caractéristiques présentes aussi bien chez les hommes que chez les femmes. Bien que celle-ci décrive des spécificités féminines, notamment du versant dorsal de la surface symphysaire. [7] [30]

L'atlas proposé dans notre travail a également mis en exergue les caractéristiques morphologiques selon les différents stades de la méthode de Suchey et Brooks communs chez les femmes et les hommes.

Cet atlas pourrait servir de base à un atlas plus important après une étude multicentrique (**figure 4**).

5. Conclusion

L'observation des changements de la symphyse pubienne est encore l'une des méthodes d'estimation de l'âge les plus répandues, même si les fourchettes d'âge sont larges et les changements très variables chez les âges plus avancés. Cette étude montre que l'utilisation de la méthode de Suchey et Brooks sur une population togolaise par des reconstructions 3D surfaciques à la tomodynamométrie est acceptable compte tenu de la corrélation positive avec l'âge réel, tout en restant prudent chez les sujets âgés de plus de 40 ans.

L'estimation était correcte le plus souvent chez les hommes, elle est donc moins précise chez les femmes qui présenteraient une dégénérescence osseuse plus marquée. Un atlas préliminaire de l'aspect des surfaces symphysaires propre aux sujets togolais selon les différentes phases de la méthode de Suchey et Brooks a été proposé. Il pourrait servir de base pour des études de plus grande ampleur.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

6. Références

- Savall F. Estimation de l'âge au décès d'individus français contemporains. Apport d'un échantillon virtuel à la méthode de Brooks et Suchey.
- Joubert LC, Briers N, Meyer A. Evaluation of the Suchey-Brooks age estimation method in a white South African population. *Forensic Science International*. août 2019;301:e14- 9.
- Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaler F, Prieto J, Schuliar Y, et al. The problem of aging human remains and living individuals: A review. *Forensic Science International*. déc 2009;193(1- 3):1- 13.
- Fanton L, Gustin MP, Paultre U, Schrag B, Malicier D. Critical Study of Observation of the Sternal End of the Right 4th Rib. *Journal of Forensic Sciences*. mars 2010;55(2):467- 72.
- Konigsberg LW, Herrmann NP, Wescott DJ, Kimmerle EH. Estimation and Evidence in Forensic Anthropology: Age-at-Death. *J Forensic Sci*. mai 2008;53(3):541- 57.
- Savall F, Rérolle C, Hérin F, Dédouit F, Rougé D, Telmon N, et al. Reliability of the Suchey-Brooks method for a French contemporary population. *Forensic Science International*. sept 2016;266:586.e1-586.e5.
- Brooks S, Suchey JM. Skeletal age determination based on the os pubis: A comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Hum Evol*. juin 1990;5(3):227- 38.
- Todd TW. Age changes in the pubic bone. I. The male white pubis. *Am J Phys Anthropol*. juill 1920;3(3):285- 334.
- Mckern TW, Stewart TD. Skeletal age changes in young american males analysed from the standpoint of age identification: [Internet]. Fort Belvoir, VA: Defense Technical Information Center; 1957 mai [cité 7 juill 2023]. Disponible sur: <http://www.dtic.mil/docs/citations/AD0147240>
- Telmon N, Gaston A, Chemla P, Blanc A, Joffre F, Rougé D. Application of the Suchey-Brooks method to three-dimensional imaging of the pubic symphysis. *J Forensic Sci*. mai 2005;50(3):507- 12.
- Cavallo F, Mohn A, Chiarelli F, Giannini C. Evaluation of Bone Age in Children: A Mini-Review. *Front Pediatr*. 2021;9:580314.
- Pasquier E, De Saint Martin Pernot L, Burdin V, Mounayer C, Le Rest C, Colin D, et al. Determination of age at death: Assessment of an algorithm of age prediction using numerical three-dimensional CT data from pubic bones. *Am J Phys Anthropol*. mars 1999;108(3):261- 8.
- Hall F, Forbes S, Rowbotham S, Blau S. Using PMCT of Individuals of Known Age to Test the Suchey-Brooks Method of Aging in Victoria, Australia. *J Forensic Sci*. nov 2019;64(6):1782- 7.
- Wink AE. Pubic Symphyseal Age Estimation from Three-Dimensional Reconstructions of Pelvic CT Scans of Live Individuals. *J Forensic Sci*. mai 2014;59(3):696- 702.
- Lottering N, MacGregor DM, Meredith M, Alston CL, Gregory LS. Evaluation of the suchey-brooks method of age estimation in an Australian subpopulation using computed tomography of the pubic symphyseal surface. *Am J Phys Anthropol*. mars 2013;150(3):386- 99.
- Savall F, Hérin F, Peyron PA, Rougé D, Baccino E, Saint-Martin P, et al. Age estimation at death using pubic bone analysis of a virtual reference sample. *Int J Legal Med*. mars 2018;132(2):609- 15.
- Sakaue K. Application of the Suchey-Brooks system of pubic age estimation to recent Japanese skeletal material. *AS*. 2006;114(1):59- 64.
- Kotěrová A, Štepanovský M, Buk Z, Brůžek J, Techataweewan N, Velemínská J. The computational age-at-death estimation from 3D surface models of the adult pubic symphysis using data mining methods. *Sci Rep*. 20 juin 2022;12(1):10324.
- Matthews H, Penington A, Clement J, Kilpatrick N, Fan Y, Claes P. Estimating age and synthesising growth in children and adolescents using 3D facial prototypes. *Forensic Science International*. mai 2018;286:61- 9.
- RGPH5 : le Togo compte 8 millions d'habitants, pour 51% de femmes - Togo First [Internet]. [cité 25 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.togofirst.com/fr/gouvernance-economique/0404-11653-rgph5-le-togo-compte-8-millions-d-habitants-pour-51-de-femmes>
- Sarajlić N, Gradašević A. Morphological characteristics of pubic symphysis for age estimation of exhumed persons. *Bosn J of Basic Med Sci*. 20 févr 2012;12(1):51.
- Djurić M, Džonić D, Nikolić S, Popović D, Marinković J. Evaluation of the Suchey-Brooks method for aging skeletons in the Balkans. *J Forensic Sci*. janv 2007;52(1):21- 3.
- Steckel R, Larsen CS, Sciulli P, Walker PL. The Global History of Health. Data Collection Codebook. 2006.
- Berg GE. Pubic Bone Age Estimation in Adult Women. *J Forensic Sci*. mai 2008;53(3):569- 77.
- Hoppa RD. Population variation in osteological aging criteria: an example from the pubic symphysis. *Am J Phys Anthropol*. févr 2000;111(2):185- 91.

26. Warriar V, Kanchan T, Shedge R, Krishan K, Singh S. Computed tomographic age estimation from the pubic symphysis using the Suchey-Brooks method: A Systematic Review and Meta-analysis. *Forensic Science International*. août 2021;325:110811.
27. Hisham S, Abdullah N, Mohamad Noor MH, Franklin D. Quantification of Pubic Symphysis Metamorphosis Based on the Analysis of Clinical MDCT Scans in a Contemporary Malaysian Population. *J Forensic Sci*. nov 2019;64(6):1803- 11.
28. Ubelaker DH, Khosrowshahi H. Estimation of age in forensic anthropology: historical perspective and recent methodological advances. *Forensic Sciences Research*. 2 janv 2019;4(1):1- 9.
29. Putschar WGJ. The structure of the human symphysis pubis with special consideration of parturition and its sequelae. *American J Phys Anthropol*. nov 1976;45(3):589- 94.
30. Bergfelder T, Herrmann B. Estimating fertility on the basis of birth-traumatic changes in the pubic bone. *Journal of Human Evolution*. déc 1980;9(8):611- 3.
31. Blau S, Ubelaker DH, éditeurs. *Handbook of forensic anthropology and archaeology*. Second edition. New York: Routledge, Taylor & Francis Group; 2016.