



HAL
open science

Estimation de l'âge civil de garçons âgés de 12,5 à 16 ans Prediction of teenager's age from 12,5 to 16 years old

Jean-Claude Pineau, Bertrand Ludes

► **To cite this version:**

Jean-Claude Pineau, Bertrand Ludes. Estimation de l'âge civil de garçons âgés de 12,5 à 16 ans Prediction of teenager's age from 12,5 to 16 years old. *La Revue de Médecine Légale*, 2018, <10.1016/j.medleg.2018.02.001>. <hal-02372089>

HAL Id: hal-02372089

<https://hal.science/hal-02372089v1>

Submitted on 20 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Estimation de l'âge civil de garçons âgés de 12,5 à 16 ans

Prediction of teenager's age from 12,5 to 16 years old

*Jean-Claude Pineau , UMR 5288, CNRS, Faculté de Chirurgie Dentaire, Montrouge 92120, France

**Bertrand Ludes, Institut Médico-Légal, Paris 75012, France.

Auteur correspondant : Jean-Claude Pineau, tel: 06 07 64 60 01

e-mail: jean-claude.pineau@parisdescartesfr

Estimation de l'âge civil d'adolescents âgés de 12,5 à 16 ans

Résumé

Objet: Les estimations d'âge des adolescents mineurs dont l'état civil est incertain doivent être suffisamment précises pour répondre aux demandes judiciaires. Les médecins légistes disposent de méthodes radiologiques très souvent imprécises pouvant entraîner des erreurs judiciaires. La présente étude a pour principal objectif de déterminer avec précision l'âge d'adolescents mineurs à partir de critères simples et reproductibles.

Echantillons et méthodes: Un premier échantillon de référence est composé de 1234 mesures recueillies sur une période de cinq ans à partir de 125 adolescents âgés de 12,5 ans à 16 ans. Un second échantillon de validation constitué de 269 basketteurs de niveau régional âgés de 12,5 ans à 16 ans a permis de vérifier la pertinence de nos estimations. Les critères retenus portent sur la stature et le stade pubertaire. Le degré de maturation biologique a été décomposé selon 4 stades distincts: impubère, pré-pubère, para pubère et pubère. Les estimations d'âge sont obtenues par une régression multiple faisant intervenir la stature et le stade pubertaire.

Résultats: La moyenne des écarts entre l'âge estimé et l'âge réel est de 0,13 mois avec un écart type de 8,9 mois. 75% des adolescents ont une estimation de leur âge avec une précision comprise entre ± 10 mois. De même, 81% des écarts entre l'âge réel et l'âge estimé des basketteurs sont également compris entre ± 10 mois.

Conclusion: Cette méthode d'estimation d'âge chronologique simple et reproductible pourrait être utilisée en routine dans un cadre médico-légal afin de répondre aux demandes judiciaires.

Mots clés: Anthropologie Médico-Légale; Adolescent; Estimation de l'âge; Stature; Stades pubertaires

Abstract

Aim: The estimations of the teenager's age whose civil status is uncertain must be enough accuracy to answer the judicial requests. The forensic scientists use very often inaccurate radiological methods being able judicial errors.

The main objective of this study consist to determine with accuracy the teenager's age from simple and reproducible criteria.

Samples and methods

A first reference sample consists of 1234 measures collected for a period of five years from 125 teenagers aged from 12,5 to 16 years old. A second sample of validation constituted by 269 regional level basketball players aged from 12,5 to 16 years old allowed to verify the relevance of our estimations. The reserved criteria concern the height and the pubertal stages.

The degree of maturation was determined using 4 different stages. The stage below the age of puberty; The pre-pubescent stage; The para-pubescent stage and the pubescent stage.

Ages were estimated using a multiple regression from the height and the pubertal stage.

Results: Mean differences between estimated and actual age was 0,13 month with a standard deviation of 8,9 months. 75 % of the teenagers have an estimation of their age with an accuracy of ± 10 months. Moreover, 81% of the regional level basketball players have also an estimation of their age with an accuracy of ± 10 months.

Conclusion: The prediction of teenager's age from simple and reproducible criteria could be used in routine in a forensic frame to answer the judicial requests.

Keywords: Forensic Anthropology; Teenager; Age estimate; Height; Pubertal stages.

Introduction

La détermination de l'âge d'un garçon mineur est une des problématiques fréquemment rencontrées en anthropologie médico-légale. En pratique sur le vivant, l'estimation de l'âge intervient très souvent sur des individus soumis à une procédure judiciaire et dont l'identité est inconnue.

La détermination de l'âge d'un individu mineur pose un véritable problème au médecin légiste du fait de l'imprécision des techniques d'estimation d'âge dont il dispose actuellement [1-3]. Les critères d'évaluation portent sur un examen clinique d'un individu ne portant pas atteinte à l'intégrité corporelle. La plupart du temps les magistrats du parquet ou les juges ordonnent par l'intermédiaire d'un médecin un examen de radiographie de la main et du poignet des adolescents dont l'état-civil est incertain. A ce jour, la détermination de l'âge osseux est la méthode la plus courante qui repose sur la radiographie de la main et du poignet gauche. Les clichés radiologiques sont comparés à ceux de l'atlas de Greulich et Pyle. Cet atlas, conçu en 1935 à partir d'une population née aux Etats Unis et d'origine européenne, était destiné à détecter chez des enfants et des adolescents certaines pathologies et en particulier des retards de croissance. Toutefois, cette méthode d'évaluation de l'âge d'un adolescent mineur fiable à plus ou moins 18 mois reste encore trop imprécise [4,5]. De plus, il existe une variabilité intra et inter observateurs importante dans l'utilisation de l'atlas de Greulich et Pyle [6].

D'autres méthodes de radiologie sont également utilisées pour estimer l'âge civil des adolescents. La méthode de Sauvegrain qui repose sur la radiographie du coude concerne plus particulièrement les tranches d'âge de 11-15 ans chez les garçons [7] et la méthode de Risser [8] basée sur l'ossification de la crête iliaque sur les garçons âgés de 13 à 16 ans. Les méthodes de radiographie dentaires présentent également des limites quant à la prédiction de

l'âge des adolescents et notamment au voisinage de 14-15ans [9-12]. Le rôle du médecin, conscient des conséquences de son verdict, consiste à donner une fourchette d'estimation de l'âge civil avec un certain facteur d'imprécision [13].

Par ailleurs, l'âge d'un garçon mineur ayant commis un délit doit être rapidement établi afin de ne pas dépasser le délai de 24 heures de garde à vue. De plus, aucun critère ne peut être relevé par un médecin sans l'accord de l'intéressé [14].

L'objectif de cette recherche consiste à établir une prédiction fiable de l'âge civil d'adolescents à partir d'une simplification de l'examen médical qui puisse répondre aux demandes judiciaires dans des délais rapides.

Dans cette perspective, nous avons déterminé une estimation de l'âge d'adolescents à partir d'un échantillon de garçons sédentaires dont les dimensions corporelles ont été relevées au cours de leur croissance de façon longitudinale et transversale. De plus, nous avons effectué une validation de nos estimations d'âge sur une population de garçons sportifs.

Echantillonnage et méthodes

Dans le cadre d'un programme ANR, nous avons développé de nouvelles courbes de croissance en fonction de l'âge chronologique et de la maturation à partir d'une étude longitudinale portant sur 125 garçons âgés de 12,5 à 17 ans et demi. L'étude longitudinale s'est déroulée sur une période consécutive de 5 ans. Cette étude a été effectuée pendant la durée scolaire dans 3 écoles de la région soissonnaise dans le département de l'aine en accord avec le chef d'établissement, le médecin scolaire et les responsables académiques des autorités du département de l'aine. Pour assurer la durabilité de la collecte de données d'étude plus de cinq ans, tous les participants et parents ont accordé leur consentement oral et écrit pour participer à cette étude. La permission du conseil médical et des autorités de l'éducation nationale de l'aine ont également été établis conformément à la Déclaration de Helsinki.

Les garçons proviennent de différents milieux socioprofessionnels: Travailleurs et salariés; ouvriers qualifiés; et cadre moyen. De plus, nous avons précisé l'ethnie des sujets. Seulement 2% sont des immigrés provenant de l'Afrique du Nord. Ainsi, l'échantillon peut être considéré comme étant très homogène avec une large majorité de garçons caucasien.

Nous avons respecté les critères d'inclusions concernent les individus en bonne santé et les tranches d'âge spécifique à cette étude dans les écoles de la région soissonnaise. Les critères d'exclusion concernent les garçons qui présentent une stature pour l'âge exprimée en Zscore inférieure ou supérieure à 3 déviations standards.

Les données longitudinales ont été recueillies deux fois par an. La base de données comprend 1234 relevés de mesures qui portent sur la stature, l'âge chronologique et la maturation biologique. La maturation est basée sur une évaluation des stades pubertaires sexuels secondaires à partir d'une simplification des stades pubertaires de Tanner[15]. Cet examen "démédicalisé" porte sur le développement de la pilosité du visage, la pilosité axillaire, la mue de la voix et la pilosité des jambes selon le Tableau 1.

Tableau 1: Grille de détermination des stades pubertaires

| | Stade 1 impubère | Stade 2 prépubère | Stade 3 parapubère | Stade 4 pubère |
|---|--|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Pilosité axillaire et Pilosité des jambes | Pas de poil | Duvet sous l'aisselle | Début des poils | Poils abondants |
| Pilosité du visage et Mue de la voix | Pas de duvet au visage et voix douce | Duvet et voix qui mue | Moustache et voix \pm grave | Se rase et Voix grave |

Le degré de maturation a ainsi été déterminé selon 4 stades pubertaires distincts. Le stade impubère (ST1) (Stade 0 de Tanner) juste avant le début de la puberté, le stade pré pubère

(ST2) correspondant aux stades 1 et 2 de Tanner, le stade parapubère (ST3) (stade 3 de Tanner) et le stade pubère (ST4) (Stade 4 et 5 de Tanner). Lorsqu'il ya concordance entre la pilosité du visage et axillaire, on retient le stade indiqué. En cas de conflit (ou de décalage entre ces stades), on retient le stade supérieur. En pratique, la majorité des stades ne portent jamais sur plus de 2 stades consécutifs.

En fonction d'une observation qualitative de l'adolescent, le médecin doit cocher les cases correspondants aux quatre stades pubertaires distincts que nous avons retenus : le stade 1: impubère; le stade 2 pré pubère; le stade 3 para pubère; et le stade 4 pubère.

La stature a été mesurée en position debout standard. Deux mesures ont été relevées et une troisième lorsque les deux mesures diffèrent de plus de 4 mm. Toutes les mesures ont été prises par le même opérateur tout au long de l'étude.

L'âge au pic de croissance se situe entre 13,5 ans et 15,5 ans selon le degré de maturation pubertaire. Pour cette raison, nous avons retenu les garçons dont l'âge est compris entre 12,5 ans et 16 ans afin de couvrir au mieux ces différents pics de croissance selon le degré de maturation pubertaire.

Nous avons élaboré notre modèle d'estimation de l'âge chronologique à partir de cet échantillon de garçons sédentaires. Le second échantillon de validation est constitué de 269 basketteurs de niveau régional âgés de 12,5 ans à 16 ans qui sont issus des différentes régions de France. Les estimations d'âge ont été obtenues à partir du modèle établi sur le premier échantillon de référence composé de 1234 relevés de mesures.

Méthodes statistiques

L'analyse statistique a été effectuée pour l'ensemble des mesures retenues: âge (mois), stature (cm) et stade pubertaire selon les critères suivants:

1: impubère; 2 prépubère; 3 parapubère et 4 pubère.

La normalité des données a été vérifiée par le test de Kolmogorov-Smirnov. Une équation de régression multiple donnant une estimation de l'âge des adolescents en fonction de la stature et du stade pubertaire a été établie à partir de l'échantillon de référence. Les coefficients de corrélation multiple et de régression multiple ont été calculés. Le test "t" de Student a permis d'établir l'importance de la contribution de chaque variable dans l'estimation de l'âge.

Les écarts entre l'âge chronologique estimé et l'âge réel présentent une distribution Gaussienne que nous avons vérifié à partir du test du χ^2 . Le test "t" apparié de Student a été utilisé pour comparer les écarts moyens entre l'âge réel et l'âge estimé selon la régression multiple précédente.

Pour tous les tests, $p < 0,05$ est le seuil de signification. Les analyses statistiques ont été effectuée en utilisant le logiciel Statistica (version 6; Statsoft, Tulsa, Okla, USA).

Résultats

La statistique descriptive de l'échantillon de référence et de l'échantillon de validation est regroupée dans le Tableau 2. Nous avons précisé la répartition en % de garçons en fonction du stade pubertaire.

L'équation de régression multiple donnant une estimation de l'âge chronologique en fonction de la stature et de la maturation pubertaire est la suivante:

$$\text{Age estimé (en mois)} = 9,7 \text{ puberté} + 0,29 \text{ stature (cm)} + 93.$$

avec $R = 0,63$; $SEE = 8,1$ mois et $p < 0,01$.

Tableau 2: Statistique descriptive de l'échantillon de référence et de validation.

| Variables | Echantillon de référence n=1234 m ± σ | Echantillon de validation n=269 m ± σ |
|-------------------|---|---|
| Age (mois) | 165,9 ± 10,5 | 165,7 ± 10,1 |
| Stature (cm) | 163,1 ± 10,2 | 178,7 ± 13,1 |
| Stade pubertaires | | |
| Effectifs en % | | |
| Impubère | 5,2 | 20,8 |
| Prépubère | 41,0 | 30,1 |
| Parapubère | 36,7 | 34,2 |
| Pubère | 17,1 | 14,9 |

Les différences entre l'âge estimé et l'âge réel ont été obtenues en soustrayant l'âge estimé de l'âge réel. Une valeur négative traduit une sous-estimation de l'âge estimé et à l'inverse une valeur positive traduit une surestimation de l'âge estimé.

Les valeurs moyennes et écarts types de ces différences pour l'échantillon de référence et de validation sont regroupées dans le Tableau 3.

Tableau 3: Moyennes et écarts-types des écarts entre l'âge estimé et l'âge réel des garçons pour les deux échantillons.

| Echantillons | Écarts entre âge estimé et âge réel (en mois) Moyenne ± écart type | "t" de Student | P |
|---------------------|---|----------------|-------|
| Référence (n=1 234) | 0,13 ± 8,9 | 0,5 | 0,6 |
| Validation (n=269) | 1,97 ± 7,7 | 4,1 | <0,05 |

De plus nous avons représenté graphiquement la distribution des écarts entre l'âge estimé et l'âge réel pour la population de référence (Figure 1) et l'échantillon de validation (Figure 2).

Dans les deux cas, les distributions des écarts suit une loi normale $\chi^2_7 = 8,9$ p=0,26 avec la population de référence et $\chi^2_4 = 4,6$ p=0,33 avec l'échantillon de validation.

Figure 1: Distribution des écarts entre l'âge estimé et l'âge réel (en mois) de l'échantillon de référence

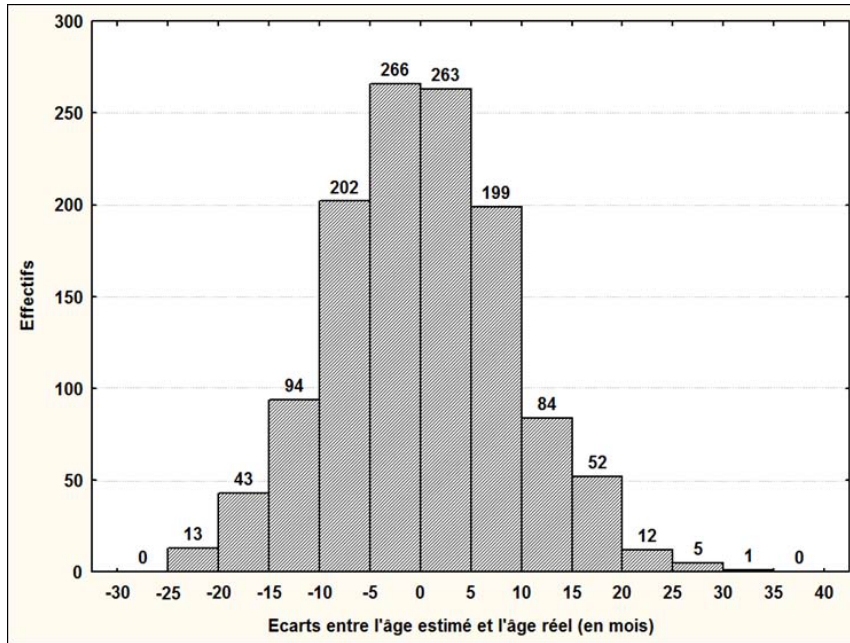
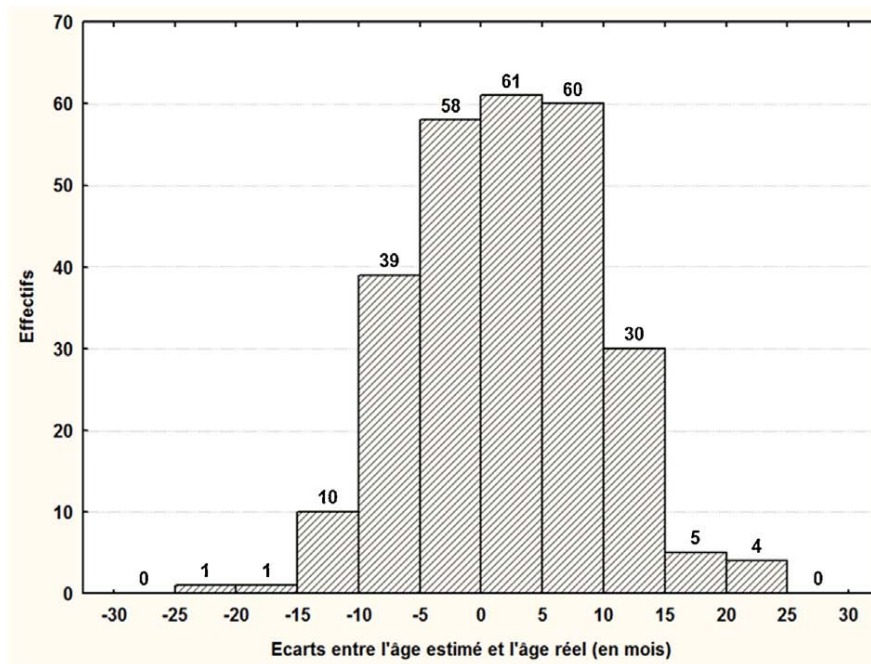


Figure 2: Distribution des écarts entre l'âge estimé et l'âge réel (en mois) de l'échantillon de validation



Dans l'échantillon de référence, la moyenne des écarts entre l'âge estimé et l'âge réel est nulle ($p=0,99$) et l'écart-type relativement faible ($\sigma=7,6$ mois). On observe que 75% des estimations d'âge sont comprises entre ± 10 mois et 90% sont comprises entre ± 15 mois.

De la même façon avec l'échantillon de validation, malgré un écart moyen significatif de 1,97 mois entre l'âge estimé et l'âge réel, 81% des estimations d'âge sont comprises entre ± 10 mois.

Discussion

Les estimations d'âge chronologique de garçons mineurs sont très souvent demandées par les magistrats du parquet ou les juges des adolescents dont l'état civil est incertain. Sur le plan scientifique et médical, les estimations d'âge se fondent sur des critères biologiques. La méthode de Greulich et Pyle reste la plus utilisée: il s'agit d'une méthode qualitative d'évaluation de l'âge osseux effectuée sur une radiographie de face de la main et du poignet gauches, comparée à l'atlas de référence de Greulich et Pyle réalisé sur des enfants et adolescents des deux sexes pour chaque classe d'âge. L'utilisation de la méthode de Greulich et Pyle dans un cadre médico-légal doit tenir compte de la variabilité individuelle qui reste aussi fonction de l'âge des mineurs [16].

De nombreuses études ont utilisées cette méthode à des fins d'estimation d'âge chez des adolescents [17-22]. Dans la plupart des cas, les précisions d'estimations d'âge chez les adolescents entre 13 et 16 ans sont de ± 2.8 ans (IC95%). Il apparaît que l'atlas de Greulich et Pyle reste inapproprié par rapport aux populations étudiées avec une sous-estimation de l'âge avant la puberté et une surestimation de l'âge après la puberté [23].

La méthode de Greulich et Pyle reste donc imparfaite mais demeure cependant la méthode de référence pour estimer l'âge osseux quelle que soit l'origine géographique de la population [24].

Face à une réquisition pour déterminer l'âge osseux à des fins médico-légales, les recommandations du Comité Consultatif National d'Éthique [25] doivent être appliquées pour donner une estimation d'âge qui n'est jamais inférieure à plus ou moins un an. Ainsi l'âge osseux ne permet pas d'obtenir une bonne estimation de l'âge chronologique. Les demandes judiciaires concernant l'âge des adolescents et leurs implications à travers les suites pénales, les reconduites à la frontière imposent une réponse médicale précise dans un délai relativement court de 48 heures correspondant à la garde à vue d'un mineur [26].

Le problème se pose régulièrement dans le cadre de l'urgence lors d'une interpellation quand les adolescents n'ont pas de document d'identité fiable. Par ailleurs, les examens radiologiques pour estimer l'âge osseux ont été réalisés dans un but médical et pas juridique. Ces examens bien que peu irradiants sont effectués sans consentement de l'adolescent examiné. Le Comité Consultatif National d'Éthique dans l'avis n°88 a soulevé ces questions et préconise l'utilisation d'une fourchette d'estimation d'âge large plutôt qu'une valeur médiane imprécise au juge.

Récemment, le Haut Conseil de la Santé Publique [27] a établi un certain nombre de recommandations relatives à l'évaluation de la minorité d'un jeune étranger isolé. Il indique que la problématique est de répondre à une requête judiciaire. Il rappelle que la détermination de l'âge d'un adolescent est imprécise, les conditions médicales nécessitent un consentement éclairé de l'adolescent et que la détermination des caractères sexuelles secondaires (organes génitaux) n'est pas éthiquement concevable. Il confirme cependant que l'âge osseux par la méthode de Greulich et Pyle peut être utilisé chez le jeune adolescent.

Dans leur conclusion, le Haut Conseil de la Santé Publique indique qu'il n'existe pas de nouvelles données scientifiques permettant de déterminer avec précision l'âge d'un adolescent.

Pour toutes ces raisons, la présente étude apporte les réponses aux différentes questions relatives à l'estimation d'âge chronologique d'adolescents en période pubertaire tant sur le plan scientifique que d'un point de vue juridique. En effet, notre méthode d'estimation d'âge chronologique repose sur l'association de la stature, critère quantitatif simple à mesurer, et du stade pubertaire critère qualitatif qui repose uniquement sur une observation visuelle non invasive de l'adolescent. La prédiction de l'âge peut être ainsi obtenue avec précision à partir d'une équation de régression multiple faisant intervenir la stature et le stade pubertaire selon 4 stades différenciés: impubère; pré pubère, para pubère et pubère. En effet, chez les sédentaires la distribution des écarts d'âge entre l'âge estimé et l'âge réel connu à une moyenne de 0,13 et un écart type de 8,9 mois. En d'autre terme, 75% des adolescents âgés de 12,5 ans à 16 ans ont une estimation d'âge comprise entre ± 10 mois et 43% ont une estimation d'âge comprise entre ± 5 mois, en utilisant une méthode simple et reproductible réalisable en moins de 5 minutes. Cette méthode innovante a été testée sur un échantillon de validation composé de basketteurs, en moyenne de même âge, qui présentent une stature bien supérieure ($p < 0,01$) à celle des sédentaires. De plus, l'effectif des basketteurs à maturation retardée est significativement supérieure à celui des sédentaires. Malgré ces différences de stature moyenne et de retard pubertaire, les estimations d'âge des basketteurs sont aussi précises que celles des sédentaires avec une moyenne \pm écart type de $1,97 \pm 7,7$ mois.

Dans plus de 80% des cas, les estimations sont comprises entre ± 10 mois.

Cette méthode d'estimation d'âge présente une amélioration significative de la précision d'estimation d'âge vis à vis des techniques actuelles plus contraignantes. Par ailleurs, cette

méthode répond en grande partie aux différentes exigences requises par les autorités judiciaires du fait des critères simples et non invasifs qu'elle fait intervenir.

Conclusion

La présente étude porte sur la détermination de l'âge chronologique d'adolescents âgés de 12,5 ans à 16 ans à partir d'une méthode simple, reproductible et non invasive faisant intervenir deux critères: la stature (cm) et le stade pubertaire selon 4 stades différenciés à partir d'un examen qualitatif qui porte sur le développement de la pilosité axillaire, la pilosité des jambes, la pilosité du visage et la mue de la voix.

Les estimations d'âge obtenues à partir d'une régression multiple sont précises tant sur la moyenne des écarts que sur la variabilité individuelle de ces écarts. Ils ont été validés sur un échantillon de basketteurs de même âge avec la même précision.

Cette méthode par sa simplicité de mise en œuvre et sa précision pourrait probablement être utilisée prochainement dans un cadre médico-légal pour répondre aux demandes judiciaires.

Conflit d'intérêt: aucun.

References

- [1] Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Standford Press, 2^e édition; 1959.
- [2] Sauvegrain J, Nahum H, Bronstein N. Etude de la maturation osseuse du coude. Ann Radiol 1962; 5(7-8):542-50.
- [3] Bull RK, Edwards PD, Kemp PM, Fry S, Hugues IA. Bone age assessment: a large scale comparison of the Greulich and Pyle, and Tanner and whitehouse (TW2) methods. Arch Dis Child 1999;81(2):172-3.
- [4] Adamsbaum C, Chaumoitre K, Panuel M. La détermination de l'âge osseux à des fins médico-légales, que faire ? J Radiol 2008;89(4):455-6.
- [5] Lalys L. Estimation de l'âge des immatures par la biométrie radiologique des os de la main. Biométrie Humaine et Anthropologie 2013;31(1-2):133-7.
- [6] Colavolpe-Boudignon N. 2006. Variabilité péri-pubertaire de la maturation osseuse de la main et du poignet: comparaison des méthodes d'évaluations. [http:// www.sudoc.fr/110023463](http://www.sudoc.fr/110023463).
- [7] Chaumoitre K, Colavolpe N, Sayegh-Martin Y, Pernoud N, Dutour O, Panuel M. Fiabilité de la détermination de l'âge osseux par la méthode de Sauvegrain et Nahum. J Radiol 2006;87(11):1679-82.
- [8] Risser JC. The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. Clin. Orth. Res 1958; 11:111-9.
- [9] Esenlik E, Atak A, Altun C. Evaluation of dental maturation in children according to sagittal jaw relationship. Eur J Dent 2014;8(1):38-43.
- [10] Tunc ES, Koyuturk AE, Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. Forensic Sci Int 2008;175(1):23-6.

- [11] Sukhia RH, Fida M, Azam SI. Dental age table for a sample of Pakistani children. *Eur J Orthod* 2012;34(1):77-82.
- [12] Lee SE, Lee SH, Lee JY, Park HK, Kim YK. Age estimation of Korean children based on dental maturity. *Forensic Sci Int* 2008; 178(2-3):125-31.
- [13] Chaussin JL, Chapuis Y. Sur la fiabilité des examens médicaux visant à déterminer l'âge à des fins judiciaires et la possibilité d'amélioration en la matière pour les mineurs étrangers isolés. *Bull. Acad. Natle Méd* 2007;191 (1): 139-42.
- [14] Chariot P. Age osseux: données médicales récentes, réponses à finalité juridique. *AJ Pénal. Pratiques et professions (Dalloz)* 2008;3:128-30.
- [15] Pineau JC, Lalys L. Etude de la croissance longitudinale de l'indice de corpulence (P/T^2) chez des adolescents en fonction de l'âge chronologique et de la maturation biologique. *Biométrie Humaine et Anthropologie* 2013;31(3-4):37-43.
- [16] Chaumoitre K, Colavolpe N, Marciano-Chagnaud S, Dutour O, Boetsch, Panuel M et al. Validité de l'atlas de Greulich et Pyle appliqué à une population actuelle. *J radiol* 2007;88(10):1376.
- [17] Mora S, Boechat MI, Pietka E, Huang HK, Gilsanz V. Skeletal age determination in children of European and African descent: applicability of the Greulich and Pyle standards. *Pediatr Res.* 2001;50(5):624-8.
- [18] Gungor OE, Celikoglu M, Kale B, Gungor AY, Sari Z. The reliability of the Greulich and Pyle atlas when applied to a Southern Turkish population. *Eur J Dent* 2015;9(2):251-4.
- [19] Tisè M, Mazzarini L, Fabrizzi G, Ferrante L, Giorgetti R, Tagliabracci A. Applicability of Greulich and Pyle method for age assessment in forensic practice on an Italian sample. *Int J Legal Med* 2011;125(3): 411-6.

[20] Büken B, Safak AA, Yazici B, Büken E, Mayda AS. Is the assessment of bone age by the Greulich and Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children. *Forensic Sci Int* 2007;173 (2-3):146-53.

[21] Patil ST, Parchand MP, Meshram MM, Kamdi NY. Applicability of Greulich and Pyle skeletal age standards to Indian children. *Forensic Sci Int* 2012;216:200.e1-e4.

[22] Moradi M, Sirous M, Morovatti , Isfahan IR. The reliability of skeletal age determination in an Iranian sample using Greulich and Pyle method. *Forensic Sci Int* 2012;223:372e1-e4.

[23] Hackman L, Black S. The reliability of the Greulich and Pyle atlas when applied to a modern Scottish population. *J Forensic Sci* 2013;58 (1):114-9.

[24] Adamsbaum C, Chateil JF, Panuel M. Appréciation de la maturation osseuse. In *Imagerie Pédiatrique et Fœtale*. Flammarion, Paris, (2007).

[25] Comité Consultatif National d'Ethique. Avis n°88 : sur les méthodes de détermination de l'âge à des fins juridiques. <http://www.ccne-ethique.fr/docs/fr/avis088.pdf>.

[26] Chaussin JL, Chapuis Y. "Sur la fiabilité des examens médicaux visant à déterminer l'âge à des fins judiciaires et la possibilité d'amélioration en la matière pour les mineurs étrangers isolés", rapport 07-01. *Bull Acad Nat Med* 2007;191:139-42.

[27] Haut Conseil de la Santé Publique. Avis relatif à l'évaluation de la minorité d'un jeune étranger isolé. 2014; www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clef=412.