

# Skeletal and dento-alveolar norms: Conventional and based on true vertical in a Lebanese population

## Normes squelettiques et dentoalvéolaires conventionnelles et basées sur la verticale vraie chez une population libanaise

Emilie EL HAYECK<sup>a,\*</sup>, Nayla BASSIL-NASSIF<sup>a</sup>, Carole MOUHANNA-FATTAL<sup>b</sup>,  
Joseph BOUSERHAL<sup>a,c,d</sup>

<sup>a</sup>Department of Orthodontics, School of Dental Medicine, Saint-Joseph University, Beirut, Lebanon

<sup>b</sup>Mansourieh, Lebanon

<sup>c</sup>Department of Orthodontics, School of Dentistry, Beirut Arab University, Beirut, Lebanon

<sup>d</sup>Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Goldman School of Dental Medicine, Boston University, Boston, USA

Available online: XXX / Disponible en ligne : XXX

### Summary

*Objective: The aims of this study were to determine the cephalometric norms in a Lebanese population of young adults, to find the differences in cranio-facial morphology between males and females and to establish the equivalency between conventional measurements and those based on the true horizontal.*

*Materials and method: Ninety subjects divided into 43 women and 47 men, aged from 18 to 30 years, were selected based on specific criteria. The lateral cephalograms were taken in the natural head position. Downs, Steiner, Tweed, Ricketts, Epker and Fish, Coben, McNamara and Jacobson analyses were applied by orienting radiographs according to the Frankfurt anatomic plane, and Scheideman, Cooke, Arnett, and Viazis analyses were performed by orienting the radiographs according to the true vertical.*

*Results and conclusion: The specific skeletal and dento-alveolar measurements from this sample are reported in nine grids. Differences between males and females were found especially*

### Résumé

*Objectifs : Les objectifs de cette étude étaient de déterminer les normes céphalométriques dans une population libanaise de jeunes adultes, de déceler les différences de morphologie crânienne entre les hommes et les femmes et d'établir l'équivalence entre les mesures conventionnelles et celles basées sur l'horizontale vraie.*

*Matériel et méthodes : Quatre-vingt-dix sujets divisés entre 43 femmes et 47 hommes, âgés de 18 à 30 ans, ont été sélectionnés sur la base de critères spécifiques. Les céphalogrammes de profil ont été réalisés dans la position naturelle de la tête. Les analyses de Downs, Steiner, Tweed, Ricketts, Epker et Fish, Coben, McNamara et Jacobson ont été appliquées en orientant les radiographies dans le plan anatomique de Francfort et les analyses de Scheideman, Cooke, Arnett et Viazis ont été réalisées selon la verticale vraie.*

*Résultats et conclusions : Les mesures spécifiques squelettiques et dentoalvéolaires de cet échantillon ont été reportées sous forme de neuf grilles. Les différences entre les hommes*

.....  
\* Correspondence and reprints / Correspondance et tirés à part :

Emilie EL HAYECK, Saint-Joseph University, Department of Orthodontics, School of Dental Medicine, Beirut, Lebanon.

e-mail address / Adresse e-mail : emihayeck@hotmail.com (Emilie EL HAYECK)

*at the B and Pog points, which were more posterior in men, who also presented a greater lower facial height in relation to total facial height. Women had more protrusive upper incisors when measured in the maxillary plane.*

© 2017 CEO. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved

## Key-words

- Skeletal norms.
- Dento-alveolar norms.
- Natural head position.
- True vertical.
- True horizontal.

## Introduction

Cephalometric analyses are valuable for diagnosis and orthodontic treatment planning. However, no study has been done to establish adult cephalometric norms in the Lebanese population. In 1996, Saleh [1] performed a study on skeletal growth in a sample of children aged from 9 to 15 years. Many orthodontists treating Lebanese patients have become accustomed to using Caucasian cephalometric norms despite the fact that several investigators showed the existence of variations between races and even between ethnic groups within the same race [2–13].

Regarding physical anthropology, the Lebanese population seems to belong mainly to two types: an Armenoid type, made up of brachycephalic subjects that represent the Assyroid or southern variety of the Anatolian race; and another frequently dolicocephalic ethnic type, namely the Arabic and Semitic races, found on the eastern and southern shores of the Mediterranean [14–16].

Cephalometric analyses are divided into two categories: a first category grouping together conventional analyses [17–28] based on the Frankfurt orientation and intracranial lines as references and a second category of analyses [29–33] based on the natural head position (NHP) for orientation and on the true horizontal (TH) as reference. Conventional analyses are still used in daily routine. However, NHP shows subjects in their natural posture and its reproducibility has been proved while TH is considered to offer a superior reference plane [34–41].

The aims of this study were:

— to determine cephalometric norms specific to a sample of young Lebanese adults. These norms are designed to serve as

*et les femmes étaient retrouvées surtout au niveau des points B et Pog qui sont situés plus postérieurement chez les hommes. Ces derniers présentent une hauteur du tiers facial inférieure par rapport à la hauteur faciale totale. Les femmes présentaient des incisives supérieures dont l'inclinaison sur le plan maxillaire était plus grande.*

© 2017 CEO. Édité par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

## Mots-clés

- Normes squelettiques.
- Normes dentoalvéolaires.
- Position naturelle de la tête.
- Verticale vraie.
- Horizontale vraie.

## Introduction

Les analyses céphalométriques sont d'une grande utilité pour établir le diagnostic et le plan de traitement orthodontiques. Cependant, aucune étude n'a été réalisée pour déterminer les normes céphalométriques chez les adultes dans la population libanaise. En 1996, Saleh [1] a effectué une étude sur la croissance squelettique dans un échantillon d'enfants âgés de 9 à 15 ans. Beaucoup d'orthodontistes traitant les patients libanais se sont accoutumés à employer les normes céphalométriques caucasiennes malgré les résultats de plusieurs chercheurs montrant l'existence de variations entre les races et même entre les groupes ethniques au sein d'une même race [2–13].

Concernant l'anthropologie physique, la population libanaise semble appartenir principalement à deux types : un type arménoïde composé d'individus brachycéphaliques qui représentent la variété méridionale de la race anatolienne connue sous le nom d'assyroïde et un type orientoméditerranéen qui est le prolongement du dolichocéphalisme fréquent sur les deux rives de la Méditerranée et caractéristique des races arabe et sémitique [14–16].

Les analyses céphalométriques se divisent en deux catégories. Une première regroupe les analyses conventionnelles [17–28] se basant sur le plan de Francfort pour l'orientation et sur les lignes intracrâniennes pour la référence. Une deuxième catégorie regroupe les analyses [29–33] se basant sur la position d'équilibre naturelle de la tête (PNT) pour l'orientation et sur l'horizontale vraie (HV) pour la référence. Les analyses conventionnelles sont toujours utilisées aujourd'hui en pratique routinière. Cependant, la PNT représente les individus avec leur apparence naturelle et sa reproductibilité a été démontrée. Par ailleurs, selon de nombreux auteurs, l'HV offre un plan de référence supérieur [34–41].

Les objectifs de cette étude étaient :

— de déterminer les normes céphalométriques spécifiques à un échantillon de jeunes adultes libanais qui serviront de

guidelines for orthodontic diagnosis as well as for orthognathic surgery;

- to detect differences in cranio-facial morphology between males and females;
- to establish measurements based on TH equivalent to conventional measurements already in use.

## Material and methods

### The sample

The present study was based on 90 lateral cephalograms of young adults, obtained from a database at the campus of Medical Sciences at Saint-Joseph University in Beirut. The sample consisted of 90 individuals divided into 43 women and 47 men, aged from 18 to 30 years.

The criteria followed in sample selection were:

- maternal and paternal grandparents of Lebanese origin;
- class I canine and molar relationship;
- all teeth present, third molars excluded;
- no crowding or little dental disharmony (< 3 mm);
- no history of orthodontic, plastic or maxillofacial surgery treatment.

The geographical origins of the subjects selected are represented in *fig. 1* showing the districts of Lebanon.

### Radiographic technique

A lateral cephalometric radiograph was taken for every individual in the department of Radiology at the School of Dental Medicine in Saint-Joseph University according to the following criteria:

- teeth in maximal intercuspitation;
- lips in relaxed position;

repères pour établir le diagnostic orthodontique de même que pour préparer la chirurgie orthognathique ;

- de déceler les différences de morphologie cranio-faciale entre les hommes et les femmes ;
- d'établir des mesures équivalentes basées sur la HV par rapport aux mesures conventionnelles déjà utilisées.

## Matériel et méthodes

### L'échantillon

La présente étude a été basée sur 90 céphalogrammes de profil de jeunes adultes, obtenus sur une base de données au campus des Sciences Médicales de l'université Saint-Joseph à Beyrouth. L'échantillon consistait en 90 sujets répartis en 43 femmes et 47 hommes, âgés de 18 à 30 ans.

Les critères suivis pour la sélection de l'échantillon étaient :

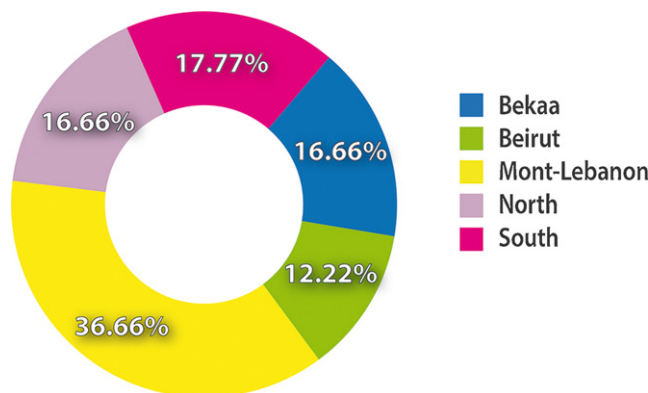
- grands-parents maternels et paternels d'origine libanaise ;
- relation canine et molaire de classe I ;
- toutes les dents présentes, sans tenir compte des troisièmes molaires ;
- pas d'encombrement ou peu de dysharmonie dentaire (< 3 mm) ;
- pas d'antécédents de traitement orthodontique ou de chirurgie cosmétique ou maxillo-faciale.

L'origine géographique de l'échantillon est représentée dans la *fig. 1* montrant la répartition par district.

### Technique radiographique

Une radiographie de profil céphalométrique a été réalisée pour chaque individu au département de radiologie à la faculté de médecine dentaire de l'université Saint-Joseph selon les critères suivants :

- les dents sont en intercuspitation maximale ;
- les lèvres sont en position de repos ;



**Fig. 1:** Distribution by regions.  
**Fig. 1 :** Distribution par régions.

— the head oriented according to the NHP, a technique devised by Moorrees and Kean [34].

In order to obtain the true vertical (TV), a spirit level was used to position a metal wire in front of, and bonded to, the radiographic cassette. To obtain NHP, each subject looked to his/her reflection at eye-level in a mirror placed at a distance of 90 cm, on a level with the bipupilar line.

All radiographs were taken by the same operator using an X-ray machine: « Laser-1000 Service Manual Dental Cephalometric Attachment for the Panoramic Corporation PC-1000 », at a voltage of 70–90 kVp  $\pm$  12% and an intensity of 10 mA  $\pm$  10%. The focus object distance was 1.5 m, and the film was placed close to the cheek in order to limit enlargement but could be modified according to the volume of the head. A cephalometer was used with ear-posts.

### Tracing and landmarks

The tracings were made once by one operator. The landmarks were chosen a first time by orienting the tracing according to the TV and a second time by orienting the same tracing according to the Frankfurt horizontal plane.

The landmarks used in this study are given in Table I and fig. 2.

Skeletal and dento-alveolar measurements of the most commonly used cephalometric analyses were made. Downs, Steiner, Tweed, Ricketts, McNamara, Coben, Epker and Fish, and Jacobson analyses were performed by orienting

— la tête est orientée selon la PNT, technique introduite par Moorees et Kean [34].

Pour obtenir la verticale vraie (VV), un fil métallique positionné avec un niveau à bulle est collé à la cassette radiographique. Pour obtenir la PTN, chaque sujet a dû regarder le reflet de ses propres yeux dans un miroir placé à une distance de 90 cm devant lui/elle, au niveau de la ligne bipupillaire.

Toutes les radiographies ont été réalisées par le même opérateur en utilisant un appareil de radiographie « laser-1000 Service Manual Dental Cephalometric Attachment for the Panoramic Corporation PC-1000 » avec une tension de 70–90 kVp  $\pm$  12 % et une intensité de 10 mA  $\pm$  10 %. La distance focale/objet est de 1,5 m et le film est placé à côté de la joue afin d'obtenir un agrandissement moindre mais qui peut être modulé en fonction de la taille de la tête. Un céphalostat équipé d'olives auriculaires est utilisé.

### Tracés et repères

Les tracés ont été réalisés une fois par un seul opérateur. Les repères ont été choisis la première fois en orientant le tracé selon la VV et une seconde fois en orientant le même tracé selon le plan de Francfort horizontal.

Les repères utilisés dans cette étude sont rapportés dans le Tableau I et la fig. 2.

Les valeurs squelettiques et dentoalvéolaires des analyses céphalométriques les plus fréquemment utilisées ont été déterminées. Les analyses de Downs, Steiner, Tweed, Ricketts, McNamara, Coben, Epker et Fish, et Jacobson ont

**Table I**

Landmark definitions.

**Tableau I**

Définitions des repères.

| Landmarks/Repères  | Definitions/Définitions   |
|--|---|
| Nasion (N)   | Craniometric point where the midsagittal plane intersects the most anterior point of the nasofrontal suture/ <i>Point craniométrique où le plan mi-sagittal intersecte le point le plus antérieur de la suture nasofrontale</i> |
| Sella turcica (S)  | The center of the sella turcica/ <i>Le centre de la sella turcica</i>   |
| Skeletal porion (Po)/<br><i>Porion squelettique (Po)</i> | The highest point on the skeletal external auditory meatus/ <i>Le point le plus supérieur du méat auditif externe</i>   |
| Point E [23]   | The projection from the most distal point of the head of the condyle perpendicularly to the line SN/ <i>La projection à partir du point le plus distal de la tête du condyle perpendiculaire à la ligne SN</i>                  |
| Point L [23]   | The projection of the most anterior point of the body of the mandible (Pogonion) to the line SN/ <i>La projection à partir du point le plus antérieur du corps mandibulaire (Pogonion) à la ligne SN</i>                        |
| Basion (Ba)  | The most inferior point on the anterior margin of the foramen magnum in the midsagittal plane/ <i>Le point le plus inférieur sur la marge antérieure du trou occipital dans le plan mi-sagittal</i>                             |
| Orbitale (Or)  | The lowest point on the lower margin of each orbit/ <i>Le point le plus inférieur sur la marge inférieure de chaque orbite</i>  |

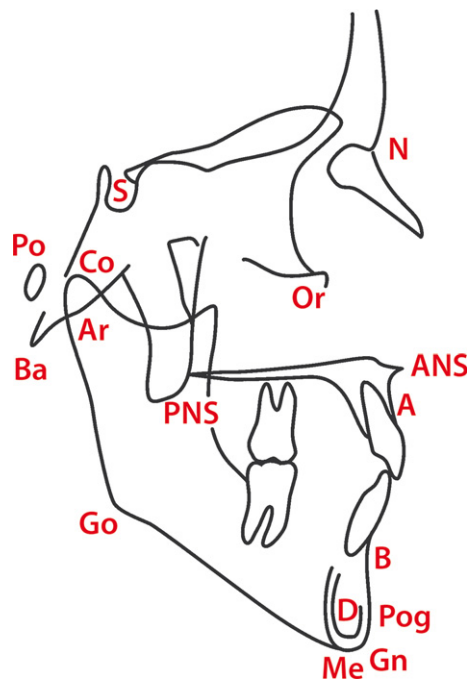
**Table I**

Landmark definitions. (following)

**Tableau I**

Définitions des repères. (suite)

| Landmarks/ <i>Repères</i>  | Definitions/ <i>Définitions</i>  |
|--|--|
| Anterior nasal spine (ANS)/<br><i>Épine nasale antérieure (ANS)</i>    | The tip of the anterior nasal spine/ <i>La pointe de l'épine nasale antérieure</i>   |
| Posterior nasal spine (PNS)/<br><i>Épine nasale postérieure (PNS)</i>  | Most posterior point on the contour of the bony palate/ <i>Le point le plus postérieur sur le contour du palais osseux</i>   |
| Point A  | Deepest point on the curve of the bone between the anterior nasal spine and dental alveolus/ <i>Point le plus profond sur la courbe de l'os entre l'épine nasale antérieure et la crête alvéolaire</i>                                 |
| Maxillary incisal edge (UI)/<br><i>Bord incisal maxillaire (UI)</i>    | The incisal tip of the most anterior maxillary central incisor/ <i>L'extrémité incisive de l'incisive centrale maxillaire la plus antérieure</i>   |
| Mandibular incisal edge (LI)/<br><i>Bord incisal mandibulaire (LI)</i> | The incisal tip of the most labial mandibular central incisor/ <i>L'extrémité incisive de l'incisive centrale mandibulaire la plus vestibulaire</i>  |
| Point Pt   | Most posterior point on the outline of the pterygopalatine fossa/ <i>Le point postérieur du contour de la fosse ptérygopalatine</i>  |
| Point Ptm [25]   | The most superior point on the average of the right and left outlines of the pterygo-maxillary fissure/ <i>Le point le plus supérieur en moyenne sur les contours droit et gauche des fissures ptérygo-maxillaires</i>                 |
| Articulare (Ar)  | Junction of the posterior ramus plane and the superstructure of the skull (temporal bone)/ <i>Jonction du plan postérieur du ramus et de la suprastructure du crâne (os temporal)</i>  |
| Point CC [22]  | Where the basion-nasion plane and the facial axis intersect/ <i>À l'intersection du plan basion-nasion et de l'axe facial</i>  |
| Condylion (Co)   | The most superior and posterior point on the outline of the condylar head/ <i>Le point le plus supérieur et postérieur sur le contour de la tête condylienne</i>   |
| Point DC   | Selected in the centre of the neck of the condyle where the basion-nasion plane crosses it/ <i>Sélectionné au centre du col du condyle à l'endroit où le croise le plan basion-nasion</i>  |
| Point Xi   | The geometric centre of the ramus of the mandible/ <i>Le centre géométrique du ramus mandibulaire</i>  |
| Point Pm   | The inflection point of the outline of the symphysis between pogonion and point B/ <i>Le point d'inflexion du contour de la symphyse entre le pogonion et le point B</i>   |
| Point D  | Estimated on the center of the symphysis/ <i>Estimé au centre de la symphyse</i>   |
| Point B  | Deepest midline point on the mandible between infradentale and pogonion/ <i>Point le plus profond de la ligne médiane mandibulaire entre l'infradentale et le pogonion</i>   |
| Pogonion (Pog)   | Most anterior point on the symphysis of the mandible/ <i>Point le plus antérieur de la symphyse mandibulaire</i>   |
| Point Po' [25]   | The orthogonal projection of pogonion on the mandibular plane as defined by Downs [17]/ <i>La projection orthogonale du pogonion sur le plan mandibulaire selon la définition de Downs[17]</i>   |
| Menton (Me)  | Most inferior point on the symphysis of the mandible/ <i>Le point le plus inférieur de la symphyse mandibulaire</i>  |
| Gnathion (Gn) [40]   | The midpoint between the most anterior and inferior points of the symphysis/ <i>Le point médian entre les points les plus antérieur et inférieur de la symphyse</i>  |
| Constructed gnathion/<br><i>Gnathion construit</i>                     | The intersection between mandibular and facial planes/ <i>L'intersection entre les plans mandibulaire et facial</i>  |
| Gonion (Go) [40]   | The equidistant point between the most posterior and the most inferior points on the mandibular drawing/ <i>Le point équidistant entre les points le plus postérieur et le plus inférieur sur le tracé de la symphyse mandibulaire</i> |



**Fig. 2:** Landmarks on cephalometric tracing.  
**Fig. 2 :** Repères sur un tracé céphalométrique.

the radiographs according to the anatomic Frankfurt plane. Then, Scheideman, Cooke, Arnett and Viazis analyses were applied by orienting the radiographs according to the NHP. We also calculated the angles formed by intracranial planes with the TV.

### Statistical analysis

Analyses and statistical tests were performed on SPSS 2 computer software. Statistical calculations included means, standard deviations and *t*-tests. Differences between genders were considered significant at 5% ( $P \leq 0.05$ ).

Twenty cephalograms, 10 females and 10 males, were randomly selected, retraced and measured again, one month later, by the same operator in order to test for intra-operator error regarding localization of cephalometric landmarks and measurements. The same radiographs were retraced by another operator to estimate inter-operator error. Errors were calculated using Dahlberg's formula:  $Es = \sqrt{\sum d^2 / 2n}$  ( $d$  being the difference between the first and the second measurement and  $n$  the number of radiographs measured a second time). Errors are reported in [Tables II and III](#).

To test the reproducibility of head posture according to NHP, the angle formed by SN with the true vertical was remeasured on the cephalometric radiographs and again after an interval of one week, for several reasons: either bad radiologic quality, dental disocclusion during radiograph execution or illegible soft tissue profile. To avoid error due to the localization of

été exécutées en orientant les radiographies selon le plan de Francfort anatomique. Les analyses de Scheideman, Cooke, Arnett et Viazis ont été appliquées en orientant les radiographies selon la PTN. Les angles formés par les plans intracrâniens avec la VV ont également été calculés.

### Analyse statistique

Les analyses et les tests statistiques ont été effectués sur un logiciel SPSS2. Les calculs statistiques réalisés comprenaient les moyennes, les écarts-types et les tests *t*. Les différences entre les sexes étaient significatives à 5 % ( $p \leq 0,05$ ).

Vingt céphalogrammes (10 femmes et 10 hommes) ont été choisis au hasard, retracés et remesurés un mois plus tard par le même opérateur pour contrôler les mesures et l'erreur intraopérateur relative à la localisation des repères céphalométriques. Les mêmes radiographies ont été retracées par un autre opérateur pour estimer l'erreur interopérateur. Les erreurs ont été calculées en utilisant la formule de Dahlberg :  $Es = \sqrt{\sum d^2 / 2n}$  ( $d$  étant la différence entre la première et la deuxième mesures et  $n$  le nombre de radiographies mesurées une seconde fois). Ces erreurs sont rapportées dans les [Tableaux II et III](#).

La reproductibilité de la position de la tête en PTN, l'angle qui forme SN avec la vraie verticale a été remesuré sur les radiographies céphalométriques répétées à un intervalle d'une semaine pour plusieurs raisons : soit la qualité médiocre des radiographies, soit une désocclusion pendant la prise de la radiographie, soit un profil des tissus mous illisible. Pour éviter

**Table II**

Intra-operator error.

| Variables   | Intra-operator error/ <i>Erreur intra-opérateur</i> | CI 95 %/ <i>IC 95%</i> |
|---|---|------------------------|
| SNA (deg)   | 0.40  | 0.096–0.599            |
| SAr (mm)  | 0.38  | 0.090–0.565            |
| UI./max.occ.pl.(deg)/ <i>IS./pl.occ.max.(deg)</i> | 0.58  | 0.137–0.858            |

**Tableau II**

Erreur intraopérateur.

**Table III**

Inter-operator error.

| Variables   | Inter-operator error/ <i>Erreur inter-opérateur</i> | CI 95 %/ <i>IC 95%</i> |
|---|---|------------------------|
| SNA (deg)   | 0.77  | 0.209–1.148            |
| SAr (mm)  | 0.47  | 0.116–0.697            |
| UI./max.occ.pl.(deg)/ <i>IS./pl.occ.max.(deg)</i> | 0.88  | 0.209–1.306            |

**Tableau III**

Erreur interopérateur.

Sella and Nasion points, two tracings of the same subject were superimposed to reproduce the same localization of one point. This technique was described by Moorrees and Kean [34] and was used by Cooke and Wei [31,35–37]. In order to calculate reproducibility, a coefficient of intra-class correlation was used as well as Dahlberg's formula. Head position error measured at the SN/TV angle was 0.88° and the coefficient of intra-Class correlation was 0.9544 (95% CI: 0.8562–0.9865).

des erreurs dues à la localisation des points Sella et Nasion, deux tracés du même sujet ont été superposés au même niveau de la selle turcique et de la suture frontonasale et une pointe d'aiguille a été utilisée pour reproduire la localisation d'un même point. Cette technique a été décrite par Moorrees et Kean et utilisée par Cooke et Wei [31,35–37]. Afin de calculer la reproductibilité, un coefficient de la corrélation intraclasse a été utilisé de même que la formule de Dahlberg. L'erreur concernant la position de la tête mesurée au niveau de l'angle SN/TV était de 0,88° et le coefficient de la corrélation intraclasse était de 0,9544 (95 % CI : 0,8562–0,9865).

## Results

Skeletal and dental measurements of different cephalometric. The means and standard deviations for men and women are shown in tables IV–XII. These measurements have been established by several authors.

Every author is represented by a color, so that the measurement used by several authors is shown in different colors.

## Discussion

Most existing cephalometric analyses have different normative sample selection criteria making comparisons among them scientifically unreliable. Several clinicians used measurements from various analyses to support their diagnosis,

## Résultats

Les mesures squelettiques et dentaires des différentes analyses céphalométriques sont réparties en sagittales et verticales. Les moyennes et les écarts-types des hommes et des femmes sont donnés dans les Tableaux IV–XII. Ces mesures ont été établies par plusieurs auteurs.

Chaque auteur est représenté par une couleur. Ainsi, une mesure utilisée par plusieurs auteurs est indiquée par plusieurs couleurs.

## Discussion

La majorité des analyses céphalométriques existantes sont basées sur des critères différents pour la sélection d'un échantillon normal, ce qui rend scientifiquement peu fiables les comparaisons entre elles. Plusieurs cliniciens utilisent des

**Table IV**

Conventional skeletal sagittal measurements.

**Tableau IV**

Mesures sagittales squelettiques conventionnelles.

| Measurements/ <i>Mesures</i>   | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | P / p              |
|--|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|--------------------|
|  | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |                    |
| <b>Mandible/<i>Mandibule</i></b>                                       |                                  |               |                                    |               |                    |
| SNB (°) [24,25]  | 79.96                            | 3.17          | 79.17                              | 3.21          | 0.247              |
| SND (°) [24]   | 77.71                            | 3.23          | 77.21                              | 3.56          | 0.484              |
| SNPog (°) [24]   | 81.38                            | 3.32          | 80.52                              | 3.45          | 0.232              |
| S to E (mm) [24]   | 23.10                            | 3.18          | 22.17                              | 2.76          | 0.148              |
| S to L (mm) [24]   | 58.03                            | 8.17          | 51.96                              | 6.79          | < 10 <sup>-3</sup> |
| Frank./Na-Pog (°) [17–19,23]   | 89.72                            | 3.38          | 90.62                              | 3.01          | 0.191              |
| Pog-(N perp.to Frank.) [22]  | -0.28                            | 7.07          | 0.91                               | 5.87          | 0.392              |
| Co-Gn (mm) [22]  | 130.61                           | 5.33          | 119.21                             | 4.49          | < 10 <sup>-3</sup> |
| Ba-Ar/Ba-N (ratio) [26]  | 0.08                             | 0.02          | 0.09                               | 0.02          | 0.015              |
| Ar-Go/Ba-N (ratio) [26]  | 0.07                             | 0.04          | 0.09                               | 0.04          | 0.080              |
| Go-Po'/Ba-N (ratio) [26]   | 0.83                             | 0.07          | 0.83                               | 0.06          | 0.859              |
| Ar-Po'/Ba-N (ratio) [26]   | 0.91                             | 0.07          | 0.92                               | 0.07          | 0.196              |
| Ba-Po'/Ba-N (ratio) [26]   | 0.99                             | 0.07          | 1.02                               | 0.07          | 0.029              |
| <b>Maxilla/<i>Maxillaire</i></b>                                       |                                  |               |                                    |               |                    |
| SNA (°) [24,25]  | 82.56                            | 2.86          | 81.58                              | 3.71          | 0.165              |
| A-(N perp.to Frank.) [22]  | 1.35                             | 3.54          | 1.76                               | 3.07          | 0.566              |
| Co-A (mm) [22]   | 98.30                            | 4.27          | 90.77                              | 3.93          | < 10 <sup>-3</sup> |
| Frank.-(Na-A) (°) [19]   | 91.04                            | 3.16          | 91.92                              | 2.81          | 0.170              |
| Na-A/A-Pog (°) [17,18]   | 3.10                             | 5.25          | 2.33                               | 5.25          | 0.488              |
| (Na-Pog)-A (mm) [19,23]  | 1.52                             | 2.76          | 1.27                               | 2.59          | 0.655              |
| S-Ptm/Ba-N (ratio) [26]  | 0.19                             | 0.03          | 0.19                               | 0.03          | 0.869              |
| Ptm-A/Ba-N (ratio) [26]  | 0.56                             | 0.04          | 0.56                               | 0.03          | 0.691              |
| Ba-A/Ba-N (ratio) [26]   | 0.96                             | 0.19          | 1.02                               | 0.04          | 0.061              |
| <b>Maxillo-mandibular relation/<i>Rapport maxillo-mandibulaire</i></b> |                                  |               |                                    |               |                    |
| ANB (°) [24–26]  | 2.60                             | 2.10          | 2.36                               | 1.87          | 0.578              |
| AoBo (mm) [20,26]  | -0.65                            | 2.92          | 0.79                               | 2.72          | 0.018              |
| AB/Na-Pog (°) [17,18,26]   | -5.69                            | 2.96          | -4.73                              | 3.37          | 0.154              |
| CoGn-CoA (mm) [22,26]  | 32.31                            | 4.95          | 28.43                              | 3.49          | < 10 <sup>-3</sup> |
| CoA/CoGn (ratio) [19]  | 0.75                             | 0.03          | 0.76                               | 0.03          | 0.186              |
| Ba-S/Ba-N (ratio) [26]   | 0.25                             | 0.03          | 0.26                               | 0.02          | 0.061              |
| Ba-N (mm) [26]   | 101.91                           | 4.15          | 94.28                              | 4.47          | < 10 <sup>-3</sup> |



**Table V**

Skeletal sagittal measurements based on TH.

**Tableau V**

Mesures sagittales squelettiques basées sur la HV.

| Measurements/ <i>Mesures</i>   | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | P / p |
|--|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------|
|  | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |       |
| <b>Mandible/<i>Mandibule</i></b>                                       |                                  |               |                                    |               |       |
| NB-TH (°) [32,33]  | 85.23                            | 3.88          | 86.84                              | 4.42          | 0.070 |
| NPog-TH (°) [30,32,33]   | 86.56                            | 3.97          | 88.17                              | 4.41          | 0.072 |
| B-N perp.TH (mm) [32,33]   | 8.81                             | 7.16          | 5.27                               | 7.85          | 0.028 |
| Pog-N perp.TH (mm) [32,33]   | 6.98                             | 8.07          | 3.35                               | 8.55          | 0.041 |
| Chin length bp (mm) [32,33]  | 1.85                             | 1.63          | 1.99                               | 1.40          | 0.671 |
| BNPog (°) [32,33]  | 1.34                             | 0.81          | 1.37                               | 0.95          | 0.865 |
| GoGn/SN (ratio) [32,33]  | 1.10                             | 0.06          | 1.11                               | 0.07          | 0.428 |
| PNS-ANS/ArGn (ratio) [32,33]   | 0.47                             | 0.03          | 0.47                               | 0.03          | 0.817 |
| <b>Maxilla/<i>Maxillaire</i></b>                                       |                                  |               |                                    |               |       |
| NA-TH. (°) [32,33]   | 88.00                            | 3.83          | 89.34                              | 4.70          | 0.141 |
| A-N perp.TH (mm) [32,33]   | 2.18                             | 4.02          | 0.63                               | 4.86          | 0.101 |
| <b>Maxillo-mandibular relation/<i>Rapport maxillo-mandibulaire</i></b> |                                  |               |                                    |               |       |
| AB-TH. (°) [30]  | 98.80                            | 5.60          | 96.80                              | 5.30          | 0.087 |
| “True Wits” ab (mm) [32,33]  | -6.63                            | 4.57          | -4.73                              | 3.99          | 0.040 |

regardless of the patient's age, gender or race. Many conducted studies aimed at establishing cephalometric norms for a specific population, compared using statistical tests the measurements obtained with pre-established norms according to different concepts of normality [9,42–45]. To compare two ethnic groups, it is necessary to submit them simultaneously to the same conditions. Factors that might induce errors are numerous: age range, sex, planes of orientation and reference, and definition of landmarks. We should also ensure the same focal length and object-film distance in order to obtain the same enlargement. For different enlargements, comparison is only possible for angular and relative measurements, according to the law of similarity. However, a literature review reveals that few articles simultaneously analyzed two ethnic groups [3,4,6,8,12]. Our discussion will be limited only to initial values established by their authors without making a statistical comparison. The results are discussed in the following order and format: (male value/female value).

mesures empruntées à diverses analyses pour étayer leur diagnostic, indépendamment de l'âge, du sexe ou de la race du patient. Beaucoup d'études destinées à établir des normes céphalométriques spécifiques d'une population donnée, comparent en utilisant des tests statistiques, les mesures relevées à des normes préétablies selon différents concepts de la normalité [9,42–45]. Pour comparer deux groupes ethniques, il est nécessaire de les exposer simultanément aux mêmes conditions. De nombreux facteurs sont sources d'erreurs potentielles : fourchette des âges, sexe, plans d'orientation et de référence et définition des repères. Il faudrait adopter aussi une longueur focale et une distance focale/objet identiques afin d'obtenir le même agrandissement. Avec des agrandissements différents, il n'est possible de comparer que les seules mesures angulaires et relatives, en fonction de la loi de similitude. Cependant, une revue de la littérature révèle que peu d'articles ont fait une comparaison simultanée de deux groupes ethniques [3,4,6,8,12]. Notre discussion se limitera uniquement aux valeurs initiales établies par leurs auteurs sans faire de comparaison statistique. Les résultats sont discutés dans l'ordre et selon le format suivants (valeurs hommes/valeurs femmes).

**Table VI**

Conventional skeletal vertical measurements.

| Measurements/ <i>Mesures</i>   | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | p                 |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------------------|
|                                | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |                   |
| FMA (°) [17,18,19,22]          | 19.63                            | 5             | 20.09                              | 4.79          | 0.654             |
| AxeY-Frank (°) [17,18]         | 58.72                            | 3.48          | 57.42                              | 2.98          | 0.060             |
| HFP/HFA (ratio) [25]           | 0.78                             | 0.08          | 0.77                               | 0.08          | 0.706             |
| GoGn-SN (°) [24]               | 29.15                            | 5.35          | 31.30                              | 4.76          | 0.049             |
| BaNa/axe facial (°) [19,22,23] | 90.91                            | 3.84          | 91.08                              | 3.46          | 0.830             |
| ANS-Xi-Pm (°) [23]             | 43.27                            | 4.48          | 41.24                              | 3.89          | 0.025             |
| DC-Xi-Pm (°) [23]              | 37.35                            | 5.32          | 36.26                              | 5.04          | 0.320             |
| ANS to Me (mm) [22]            | 73.31                            | 5.17          | 64.30                              | 4.50          | <10 <sup>-3</sup> |
| S-Ar/N-Me (ratio) [26]         | 0.27                             | 0.03          | 0.27                               | 0.03          | 0.572             |
| Ar-Go/N-Me (ratio) [26]        | 0.43                             | 0.04          | 0.41                               | 0.05          | 0.01              |
| S-Go/N-Me (ratio) [26]         | 0.70                             | 0.05          | 0.69                               | 0.06          | 0.237             |
| N-ANS/N-Me (ratio) [26]        | 0.44                             | 0.02          | 0.46                               | 0.04          | <10 <sup>-3</sup> |
| ANS-Me/N-Me (ratio) [26]       | 0.55                             | 0.02          | 0.54                               | 0.04          | 0.023             |
| ANS-UI/N-Me (ratio) [26]       | 0.23                             | 0.02          | 0.22                               | 0.02          | 0.021             |
| LI-Me/N-Me (ratio) [26]        | 0.34                             | 0.01          | 0.33                               | 0.01          | 0.004             |

**Skeletal norms****Sagittal direction****Positions and lengths of the maxilla and mandible**

In our study, the facial angle (Frank/Na-Pog) used by Ricketts [22], Downs [17] and Epker and Fish [19] to express the degree of retrusion or protrusion of the chin is (89.72°/90.62°,  $P = 0.191$ ). These values are similar to those of authors who established them. Cooke and Wei [31] and Viazis [32,33], basing their analyses on NHP, used the NPog-TH angle as an equivalent to the facial angle. They considered that the conventional angle describes the internal facial architecture, whereas this method describes, as it appears when the head is in a natural position.

Downs used the angle of convexity (Na-A/A-Pog) to measure the protrusion of the maxillary part of the face relative to the overall profile. According to Downs, this angle should be  $0^\circ \pm 5.09^\circ$ . In our study, the mean value is  $(3.10^\circ \pm 5.25^\circ / 2.33^\circ \pm 5.25^\circ)$ . In order to determine this convexity, Ricketts and Epker and Fish used the linear measurements between point A and the facial plane (Na-Pog). Epker and Fish found a mean value of  $1 \pm 2$  mm. In our study, the result is similar ( $1.52 \pm 2.76$  mm/ $1.27 \pm 2.59$  mm).

**Tableau VI**

Mesures verticales squelettiques conventionnelles.

**Normes squelettiques****Sens sagittal****Positions et longueurs du maxillaire et de la mandibule**

Dans notre étude, l'angle facial (Frank/Na-Pog) utilisé par Ricketts [22], Downs [17] et Epker et Fish [19] pour exprimer le degré de protrusion ou de rétrusion est de (89,72°/90,62°,  $p = 0,191$ ). Ces valeurs sont similaires à celles des auteurs qui les ont établies. Cooke et Wei [31] et Viazis [32,33] ont basé leurs analyses sur la PNT en employant l'angle NPog-TH comme équivalence de l'angle facial. Ils considèrent que l'angle conventionnel décrit l'architecture faciale interne alors que cette étude décrit l'architecture faciale telle qu'elle paraît lorsque la tête se trouve dans sa position naturelle.

Downs a utilisé l'angle de convexité (Na-A/A-Pog) pour mesurer la protrusion de la partie maxillaire du visage dans le profil global. Selon Downs, cet angle devrait être de  $0^\circ \pm 5,09^\circ$ . Dans notre étude, la valeur moyenne est de  $(3,10^\circ \pm 5,25^\circ / 2,33^\circ \pm 5,25^\circ)$ . Pour déterminer cette convexité, Ricketts et Epker et Fish ont utilisé les mesures linéaires entre le point A et le plan facial (NaPog). Epker et Fish ont trouvé une valeur moyenne de  $1 \pm 2$  mm. Dans notre étude, le résultat est similaire ( $1,52 \pm 2,76$  mm/ $1,27 \pm 2,59$  mm).

**Table VII**

Skeletal vertical measurements based on TH.

**Tableau VII**

Mesures verticales squelettiques basées sur la HV.

| Measurements/ <i>Mesures</i> | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | P / <i>p</i>       |
|------------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|--------------------|
|                              | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |                    |
| Axe Y-TH (°) [31]            | 61.90                            | 3.67          | 59.98                              | 4.56          | 0.029              |
| GoGn-TH (°) [32,33]          | 23.85                            | 5.30          | 23.44                              | 5.46          | 0.719              |
| GoMe-TH (°) [29,32,33]       | 25.69                            | 5.28          | 25.34                              | 5.47          | 0.755              |
| (PNS-ANS)-TH [32,33]         | 3.81                             | 4.53          | 3.92                               | 4.88          | 0.912              |
| SN-SAr (°) [31-33]           | 124.5                            | 4.81          | 126.64                             | 4.85          | 0.039              |
| SAr-ArGo (°) [31]            | 142.70                           | 6.02          | 140.33                             | 5.73          | 0.059              |
| ArGo-GoMe [29,31-33]         | 122.72                           | 4.75          | 125.00                             | 4.12          | 0.018              |
| Sum (°) [32,33]              | 389.91                           | 5.41          | 392.01                             | 4.35          | 0.047              |
| ArGoN/NgoMe [32,33]          | 0.70                             | 0.07          | 0.72                               | 0.06          | 0.129              |
| SAr/ArGo (ratio) [32,33]     | 0.73                             | 0.09          | 0.75                               | 0.09          | 0.203              |
| SGo/NMe (ratio) [32,33]      | 0.67                             | 0.04          | 0.65                               | 0.04          | 0.10               |
| ANS-Me/N-Me [29,32,33]       | 0.56                             | 0.03          | 0.54                               | 0.02          | < 10 <sup>-3</sup> |
| Pog(TH) (mm) [32,33]         | 15.01                            | 2.08          | 14.45                              | 1.70          | 0.171              |
| BPog-MeTH (°) [32,33]        | 81.75                            | 5.49          | 81.14                              | 5.94          | 0.611              |

The values found for conventional SNA and SNB measurements are very close to those of Tweed [25] and Steiner [24] (Table IV). These angles were extensively criticized for their insufficiency in their representation of jaw position, because they are based on intracranial reference structures presenting biological variations [32]. According to Björk, these angles depend on the inclination of the SN plane. Legan and Burstone [21,27] used a constructed horizontal plane, which is a line passing by the Nasion point and making an angle of 7° with SN. This constructed horizontal plane has a tendency to be parallel to the TH (Table XII). However, in cases where the SN structure is excessively angulated, even the constructed horizontal would not be able to be close to the TH. Many clinicians tend to correct SNA and SNB angles with the constructed horizontal plane and to compare the values found after the correction with the mean values of SNA and SNB, while they should be compared with those of NA-TH and NB-TH. To avoid this correction, these latter angles can be used directly if the TH is already present on the cephalogram.

In order to evaluate the position of the maxilla and mandible relative to the cranial base, McNamara used the linear distances from points A and Pog to the perpendicular Nasion, which is constructed in the Frankfurt plane (Table IV).

Les valeurs observées pour les mesures conventionnelles, SNA et SNB, sont très proches de celles relevées par Tweed [25] et Steiner [24] (Tableau IV). Ces angles ont été très largement critiqués pour leur représentation inadéquate de la position des mâchoires puisqu'ils sont basés sur des structures de référence intracrâniennes qui présentent des variations biologiques [32]. Selon Björk, ces angles dépendent de l'inclinaison du plan SN. Legan et Burstone [21,27] ont utilisé un plan horizontal construit, qui est une ligne passant par le point Nasion et formant un angle de 7° avec SN. Ce plan horizontal construit tend à être parallèle à la HV (Tableau XII). Cependant, dans certains cas, où la structure SN est excessivement angulée, même l'horizontale construite ne pourrait pas se rapprocher de la HV. Beaucoup de cliniciens ont tendance à corriger les angles SNA et SNB avec le plan horizontal construit et à comparer les valeurs observées après la correction avec les valeurs moyennes de SNA et SNB alors qu'elles devraient être comparées à celles de NA-HV et NB-HV. Pour éviter cette correction, ces dernières peuvent être utilisées directement si la HV est déjà présente sur le céphalogramme. Pour évaluer la position du maxillaire et de la mandibule relative à la base crânienne, McNamara a utilisé des mesures linéaires à partir des points A et Pog jusqu'à la perpendiculaire au plan de Francfort menée du point Nasion (Tableau IV).

**Table VIII**

Conventional dento-alveolar sagittal measurements.

**Tableau VIII**

Mesures sagittales dentoalvéolaires conventionnelles.

| Measurements/ <i>Mesures</i>      | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | P / p |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------|
|                                   | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |       |
| Interincisal angle (°) [17–19,24] | 131.31                           | 7.73          | 130                                | 12.05         | 0.538 |
| IMPA (°) [17,18,25]               | 97.60                            | 6.02          | 95.77                              | 8.33          | 0.233 |
| FMIA (°) [25]                     | 62.37                            | 8.02          | 63.88                              | 8.47          | 0.387 |
| IFPA (°) [25]                     | 110.82                           | 6.99          | 113.27                             | 6.22          | 0.084 |
| UI-NA (°) [24]                    | 20.34                            | 6.37          | 21.80                              | 6.20          | 0.274 |
| UI to NA (mm) [24]                | 3.66                             | 2.83          | 4.08                               | 2.12          | 0.429 |
| LI-NB (°) [24]                    | 25.62                            | 5.79          | 25.67                              | 7.64          | 0.968 |
| LI to NB (mm) [24]                | 4.23                             | 2.91          | 4.22                               | 2.90          | 0.983 |
| LI-GoGn (°) [24]                  | 96.51                            | 5.83          | 95.85                              | 7.97          | 0.652 |
| UI/A-Pog (mm) [17,18]             | 4.86                             | 2.13          | 5.03                               | 2.58          | 0.729 |
| LI-occ.pl. (°) [17,18]            | 68.43                            | 5.79          | 69.29                              | 8.74          | 0.570 |
| LI/A-Pog (mm) [19,22,23]          | 1.99                             | 2.16          | 2.17                               | 2.50          | 0.708 |
| LI/A-Pog (°) [19,23]              | 25.60                            | 4.77          | 25.91                              | 5.63          | 0.777 |
| Upper molar-PTV. (mm) [23]        | 22.56                            | 3.78          | 19.94                              | 3.10          | 0.001 |
| UI-A ver.perp.to Frank (mm) [22]  | 5.46                             | 2.25          | 5.99                               | 1.68          | 0.211 |

Viazis [32,33] and Proffit and White [47] proposed using the TH to assess maxillary and mandibular anteroposterior relationships using linear measurements. According to Viazis, the distances relative to the perpendicular to the TH passing through N should be 1 mm in front for A and 3 and 1 mm behind for B and Pog, respectively. In the present study, the three points are located behind the perpendicular-N, and the B and Pog points are more posterior in males (Table V). These findings are coherent with the results found in our previous study on soft tissue norms [48]. Viazis also used the angular values measured between TH and NA, TH and NB and TH and NPog, i.e. 90°, 87° and 89°, respectively. The values observed in this study are reported in Table V.

The angular measurements NA-TH, NB-TH, NPog-TH, and the linear measurements A-VER, B-VER, Pog-VER have been described as being more reliable than SNA, SNB, and SNPog angles, since these measurements do not depend any longer on the S point situated inside the skull but on the Nasion situated on the profile. These measurements taking the TH as reference reflect better the position of the jaws relative to Nasion and to the real appearance of the subject.

Viazis [32,33], Proffit et White [47] ont proposé l'utilisation de la HV pour évaluer les relations antéropostérieures maxillaire et mandibulaire avec les mesures linéaires. Selon Viazis, par rapport à la perpendiculaire à la HV passant par N, les distances devraient être de 1 mm en avant pour A, de 3 et 1 mm en arrière pour B et Pog respectivement. Dans la présente étude, les trois points sont situés derrière la perpendiculaire-N, et les points B et Pog sont plus postérieurs chez les hommes (Tableau V). Ces observations s'accordent avec les résultats relevés déjà dans notre étude sur les normes des tissus mous [48]. Viazis aussi a utilisé les mesures angulaires calculées entre HV et NA, HV et NB, et HV et NPog, soit respectivement 90°, 87° et 89° ± 3°. Les valeurs rapportées dans cette étude sont reportées au Tableau V.

Les mesures angulaires NA-HV, NB-H et, NPog-HV, et les mesures linéaires A-VER, B-VER et Pog-VER ont été décrites comme étant plus fiables que les angles SNA, SNB et SNPog, puisque ces mesures ne dépendent plus du point S situé à l'intérieur du crâne mais du Nasion situé sur le profil. Puisque ces mesures ont pour référence la HV, elles reflètent mieux la position des mâchoires par rapport au Nasion et à l'aspect réel du sujet.

**Table IX**

Dento-alveolar sagittal measurements based on TH.

**Tableau IX**

Mesures sagittales dentoalvéolaires basées sur la HV.

| Measurements/ <i>Mesures</i> | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | P / p              |
|------------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|--------------------|
|                              | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |                    |
| UI-max.occ.pl.(°) [30]       | 61.06                            | 4.36          | 59.15                              | 5.03          | 0.057              |
| LI- mand.occ.pl.(°) [30]     | 65.85                            | 5.44          | 67.66                              | 8.53          | 0.229              |
| Max.occ.pl.- VER [30]        | 100.49                           | 5.37          | 99.70                              | 4.47          | 0.452              |
| UI-TH (°) [31]               | 107.90                           | 7.03          | 110.76                             | 7.35          | 0.063              |
| LI-TH (°) [31]               | 119.87                           | 7.23          | 118.65                             | 8.58          | 0.466              |
| Occ.fc.pl-TH (°) [32,33]     | 7.42                             | 4.56          | 7.86                               | 5.30          | 0.677              |
| UI- (ANS-PNS) [29,31-33]     | 110.95                           | 6.40          | 113.80                             | 5.75          | 0.029              |
| LI- GoGn (°) [31-33]         | 96.51                            | 5.83          | 95.85                              | 7.97          | 0.652              |
| UI- NA (°) [29]              | 20.34                            | 6.37          | 21.80                              | 6.20          | 0.274              |
| LI- NB (°) [29]              | 25.62                            | 5.79          | 25.67                              | 7.64          | 0.968              |
| UI-VER (mm) [30]             | 16.83                            | 2.98          | 12.78                              | 2.72          | < 10 <sup>-3</sup> |
| LI-VER (mm) [30]             | 19.39                            | 2.89          | 15.26                              | 2.69          | < 10 <sup>-3</sup> |
| Overjet (mm)                 | 2.61                             | 1.03          | 2.53                               | 0.79          | 0.715              |
| UI to A-Pog (mm) [29]        | -4.86                            | 2.13          | -5.03                              | 2.58          | 0.729              |
| LI to A-Pog (mm) [29]        | -1.99                            | 2.16          | -2.17                              | 2.50          | 0.708              |
| UI to N-A (mm) [29]          | -3.66                            | 2.83          | -4.08                              | 2.12          | 0.429              |
| LI to N-B (mm) [29]          | -4.23                            | 2.91          | -4.22                              | 2.90          | 0.983              |
| UI to N-Pog (mm) [29]        | -5.75                            | 2.72          | -5.79                              | 3.53          | 0.957              |
| LI to N-Pog (mm) [29]        | -2.92                            | 2.75          | -2.95                              | 3.44          | 0.966              |
| UI to A-B (mm) [29]          | -6.14                            | 2.48          | -6.46                              | 2.17          | 0.509              |
| LI to A-B (mm) [29]          | -3.42                            | 1.78          | -3.38                              | 2.19          | 0.921              |

**Table X**

Conventional dento-alveolar vertical measurements.

**Tableau X**

Mesures verticales dentoalvéolaires conventionnelles.

| Measurements/ <i>Mesures</i>  | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | P / p |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------|
|                               | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |       |
| occ.pl.-SN (°) [24]           | 13.78                            | 4.66          | 15.31                              | 4.56          | 0.118 |
| occ.pl.-Frank. (°) [17,18,25] | 5.75                             | 4.15          | 5.43                               | 3.65          | 0.695 |
| UI-LI (mm) [26]               | 3.08                             | 1.68          | 2.96                               | 1.44          | 0.719 |
| UI-LI/N-Me (ratio) [26]       | 0.02                             | 0.01          | 0.02                               | 0.01          | 0.503 |

**Table XI**

Dento-alveolar vertical measurements based on TH.

| Measurements/ <i>Mesures</i> | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | P / p              |
|------------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|--------------------|
|                              | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |                    |
| Max.occ.pl.-VER [30]         | 100.49                           | 5.37          | 99.70                              | 4.47          | 0.452              |
| Occ.fc.pl.-TH [32,33]        | 7.42                             | 4.56          | 7.86                               | 5.30          | 0.677              |
| Overbite                     | 3.20                             | 1.72          | 2.94                               | 1.41          | 0.437              |
| AUDH [29]                    | 31.41                            | 3.50          | 27.31                              | 2.87          | < 10 <sup>-3</sup> |
| ALDH [29]                    | 45.42                            | 2.46          | 40.24                              | 2.66          | < 10 <sup>-3</sup> |
| PUDH [29]                    | 26.71                            | 2.75          | 23.21                              | 2.15          | < 10 <sup>-3</sup> |
| PLDH [29]                    | 35.58                            | 2.25          | 30.14                              | 2.25          | < 10 <sup>-3</sup> |

**Tableau XI**

Mesures verticales dentoalvéolaires basées sur la HV.

**Table XII**

Intracranial reference planes/TV.

| Measurements/ <i>Mesures</i>    | Males/ <i>Hommes</i><br>(n = 47) |               | Females/ <i>Femmes</i><br>(n = 43) |               | P / p |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------|
|                                 | Mean/ <i>Moyennes</i>            | SD/ <i>ET</i> | Mean/ <i>Moyennes</i>              | SD/ <i>ET</i> |       |
| SN/TV/SN/VV                     | 84.81                            | 4.21          | 82.67                              | 6.21          | 0.064 |
| FH/TV/FH/VV                     | 93.23                            | 4.03          | 92.56                              | 4.87          | 0.474 |
| Pl. Mx./TV/Pl, Mx./VV           | 93.81                            | 4.53          | 93.91                              | 4.86          | 0.921 |
| Pl. Mnd./TV/Pl, Mnd./VV         | 115.69                           | 5.28          | 115.27                             | 5.28          | 0.704 |
| Pl. occ./TV/Pl, occ./VV         | 98.72                            | 4.27          | 97.95                              | 4.69          | 0.415 |
| Pl. occ. Fc./TV/Pl, occ, Fc./VV | 97.43                            | 4.56          | 97.85                              | 5.28          | 0.684 |

**Tableau XII**

Plans de référence intracrâniens/VV.

Applying the Coben analysis [26], no significant differences between genders, were found regarding the position and depth of the maxilla, and mandibular length (Table IV). However, men present a mandible situated more posteriorly relative to the skull base (Ba-Ar/Ba-N, Ba-Po'/Ba-N) (Table IV). Applying McNamara's analysis [22], men have higher values for maxillary and mandibular effective lengths (Co-A, Co-Gn) (Table IV).

#### **Intermaxillary relationship**

Replacement of the ANB angle by the AB/TH angle [32] helps to avoid the use of the Nasion point, which can vary in the vertical as well as in the sagittal direction and thus affect the value of the ANB angle. The AB/TH angle also avoids the use

En appliquant l'analyse de Coben [26], aucune différence significative n'a été trouvée entre les sexes concernant la position et la profondeur du maxillaire, et la longueur de la mandibule (Tableau IV). Cependant, les hommes présentent une mandibule plus postérieure par rapport à la base crânienne (Ba-Ar/Ba-N, Ba-Po'/Ba-N) (Tableau IV). En utilisant l'analyse de McNamara [22]. Nous trouvons pour les hommes des valeurs plus élevées en ce qui relève des longueurs effectives maxillaire et mandibulaire (Co-A, Co-Gn) (Tableau IV).

#### **Relation intermaxillaire**

Remplacer l'angle ANB par l'angle AB/HV [32] permet d'éviter le recours au point Nasion, qui peut varier dans le sens vertical comme dans le sens sagittal et influencer sur la valeur de l'angle ANB. L'angle AB/HV permet aussi d'éviter l'utilisation de plans

of intracranial reference planes. ANB represents the relationship between the anteroposterior position of the jaws and the Nasion, whereas AB/TH represents the anteroposterior skeletal pattern as it truly appears in social life.

The Wits appraisal has been described for a long time as a method to evaluate the anteroposterior relationship of the jaws. Jacobson [46] rejected the validity of the ANB angle, extensively used to quantify “anteroposterior disharmony of the jaws”, while demonstrating that the position of the Nasion point, linked to the length of the basis of the skull, can give SNA, SNB and ANB angles with no true relationship with the maxillo-mandibular position. Jacobson [46] found that the Bo point was 1 mm in front of the Ao point in males, and that these points coincide in females. According to our study, Bo is anterior to Ao among females ( $-0.56 \text{ mm}/0.79 \text{ mm}$ ,  $P = 0.018$ ). Viazis [32] considered that this measurement does not reflect the true intermaxillary relationship as it can sometimes be affected by the inclination of the occlusal plane. He thus replaced the occlusal plane by the TH. The mean value for the “true Wits” measurement (ab) is  $4 \pm 2 \text{ mm}$ . The results of our study showed that projections of A and B points are more distant on the TH than on the occlusal plane. There is therefore a greater difference between the two jaws, a situation obviously related to the degree of inclination of the occlusal plane relative to the TH (Table XII).

## Vertical direction

### Mandibular growth

Several measurements have been described to determine mandibular growth direction: the posteroanterior index HFP/HFA, the ratios of SGo/NMe, SA<sub>r</sub>/ArGo, and ArGo/NGoMes, the width of the symphysis (Pog-TH), the mandibular plane angle (GoMe-TH) of Viazis [32] and the facial axis angle used by Epker and Fish [19], and Ricketts [23]. The mean values of these measurements in our study are similar to the norms established by their authors, and the difference between genders is non-significant.

Steiner, in his analysis, used the GoGn-SN angle, borrowed from Reidel, in order to determine the vertical position of the mandible with a value of  $32^\circ$ . In our study, the results are  $(29.15^\circ/31.30^\circ, P = 0.049)$ . Viazis [32] and Scheideman et al. [29] replaced this angle respectively by GoGn-TH and GoMe-TH (Table VII).

The mean value of the FMA angle found in our study is  $(19.63^\circ/20.09^\circ)$ . However, it is  $25^\circ \pm 3^\circ$  in the Tweed analysis,  $24^\circ \pm 4^\circ$  in Epker and Fish analysis [19],  $26^\circ \pm 4^\circ$  in the Ricketts analysis and  $21.9^\circ \pm 3.24^\circ$  in the Downs analysis [17].

Downs [17] also used the angle formed by the Y-axis with the Frankfurt plane to determine facial growth direction; the mean value was  $59.4^\circ \pm 3.82^\circ$ . The value obtained in our study is very close to Downs' measurement (Table VI). Cooke and Wei [31] used an angle similar to that used by Downs but replaced the Frankfurt plane with the TH. The results for this angle in

de références intracrâniens. ANB représente la relation de la position antéropostérieure des mâchoires relatives au point Nasion, alors que AB/HV représente le schéma squelettique antéropostérieur comme il se manifeste dans la réalité sociale. L'évaluation de Wits est décrite depuis de longues années comme une méthode d'évaluation de la relation antéropostérieure des mâchoires. Jacobson [46] a réfuté la validité de l'angle ANB, qui est largement utilisé pour quantifier la « dysharmonie antéropostérieure des mâchoires », tout en démontrant que la position du point Nasion, liée à la longueur de la base crânienne, peut donner des angles SNA, SNB et ANB sans véritable relation avec la position des maxillaires. Jacobson [46] a trouvé que le point Bo est situé à 1 mm devant le point Ao chez les hommes et que ces deux points coïncident chez les femmes. Selon notre étude, le point Bo est antérieur au point Ao parmi les femmes ( $-0,56 \text{ mm}/0,79 \text{ mm}$ ,  $p = 0,018$ ). Viazis [32] est de l'avis que cette mesure ne reflète pas la vraie relation intermaxillaire ; elle peut être modifiée parfois par l'inclinaison du plan occlusal. Il a donc remplacé le plan occlusal par la HV. La valeur moyenne de la mesure « Wits vrai » (ab) est de  $4 \pm 2 \text{ mm}$ . Les résultats de notre étude ont montré que les projections des points A et B sont plus éloignées sur la HV que sur le plan occlusal. Par conséquent, il existe une différence plus importante entre les deux mâchoires en relation évidente avec l'importance de l'inclinaison du plan occlusal par rapport à la HV (Tableau XII).

## Sens vertical

### Croissance mandibulaire

Plusieurs mesures ont été décrites pour déterminer la direction de la croissance mandibulaire : l'indice postéroantérieur HFP/HFA, les ratios de SGo/NMe, SA<sub>r</sub>/ArGo, ArGo/NGoMes, la largeur de la symphyse (Pog-TH), l'angle du plan mandibulaire (GoMe-TH) de Viazis [32] et l'angle de l'axe facial utilisé par Epker et Fish [19], et par Ricketts [23]. Les valeurs moyennes de ces mesures dans notre étude sont similaires aux normes prescrites par ces auteurs, et la différence entre les sexes était non significative.

Steiner dans ses analyses utilisait l'angle GoGn-SN emprunté à Reidel pour déterminer la position verticale de la mandibule avec une valeur de  $32^\circ$ . Dans notre étude, nous avons obtenu le résultat suivant :  $29,15^\circ/31,30^\circ, p = 0,049$ . Viazis [32] et Scheideman et al. [29] ont remplacé cet angle, respectivement, par GoGn-TH et GoMe-TH (Tableau VII).

La valeur moyenne de l'angle FMA trouvée dans notre étude est de  $19,63^\circ/20,09^\circ$ . Cependant, dans l'analyse de Tweed, elle est de  $25^\circ \pm 3^\circ$ , dans l'analyse d'Epker et Fish [19] de  $24^\circ \pm 4^\circ$ , dans l'analyse de Ricketts de  $26^\circ \pm 4^\circ$  et dans l'analyse de Downs [17] de  $21,9^\circ \pm 3,24^\circ$ .

Downs [17] a également utilisé l'angle formé par l'axe Y avec le plan de Francfort pour déterminer la direction de la croissance faciale et a trouvé une valeur moyenne de  $59,4^\circ \pm 3,82^\circ$ . La valeur obtenue dans notre étude est très proche de celle de Downs (Tableau VI). Cooke et Wei [31] ont utilisé un angle similaire à celui de Downs mais ont remplacé le

our study show a significant difference between males and females ( $61.90^\circ \pm 3.67^\circ/59.98^\circ \pm 4.56^\circ$ ,  $P = 0.029$ ).

The difference between genders is significant for some variables but not for others; this can be explained by the fact that each of the variables is based on different lines and reference points dependent on biological variations [33].

Ricketts [23] recommended using the mandibular arch (DC-Xi-Pm) to determine the direction of mandibular growth and found a mean value of  $28^\circ \pm 3.5^\circ$  for adults. In our study, this variable differs from the mean value of Ricketts ( $37.35^\circ/36.26^\circ$ ,  $P = 0.32$ ).

### **Facial height**

According to the Ricketts analysis, the height of the lower face measured using the ANS-Xi-Pm angle is  $47^\circ \pm 4^\circ$ . However, our study showed this measurement to be ( $43.27^\circ \pm 4.48^\circ/41.24^\circ \pm 3.89^\circ$ ) with a significant difference between the sexes,  $P = 0.025$ .

Males present a larger lower facial height (ANS-Me) (Table VI), even in relative values, compared with the total facial height (ANS-Me/N-Me 56%/54%) (Table VII). This result is very close to findings reported by Scheideman et al. [29] (55.5%/55%), Wylie (ANS-Me 56.6%) and Schudy (ANS-Gn 56.5%). Males have also larger maxillary and mandibular heights compared to the total facial height (ANS-UI/N-Me, LI-Me/N-Me) (Table VI). The ramus is also more developed in men (Ar-Go/N-Me) (Table VI).

## **Dento-alveolar norms**

### **Sagittal direction**

Dento-alveolar norms in the sagittal direction are consistent with the values determined by their authors. However, some measurements diverge from the reference values.

Many measurements have been described in the literature in an attempt to evaluate the sagittal position of the incisors. Downs measured the distance from the incisal edge of the maxillary central incisor to the A-Pog line (UI/A-Pog) and found a mean value of  $2.7 \pm 3.48$  mm. For this variable, the present study showed a value of ( $4.86 \pm 2.13$  mm/ $5.03 \pm 2.58$  mm  $p = 0.729$ ). Ricketts and Epker and Fish used angular and linear measurements between the mandibular incisors and the A-Pog line (LI/A-Pog).

The averages of linear and angular measurements of upper incisors to NA and lower incisors to NB found in our study are close to the values reported by Steiner [24] (Table VIII).

The mean values of IMPA, IFPA and FMIA angles differ from those in the Tweed analysis [25]. The values found in our study are: for IMPA ( $97.6^\circ/95.77^\circ$ ,  $P = 0.233$ ) and for IFPA ( $110.82^\circ/113.27^\circ$ ,  $P = 0.084$ ). These measurements show that

plan de Francfort par la HV. Les résultats obtenus avec cet angle dans notre étude ont montré une différence significative entre les hommes et les femmes ( $61,90^\circ \pm 3,67^\circ/59,98^\circ \pm 4,56^\circ$ ,  $p = 0,029$ ).

Si la différence entre les sexes est significative pour certaines variables et pas pour d'autres, cela s'explique par le fait que chacune des variables est basée sur des lignes et des points de référence différents dépendant de variations biologiques [33].

Ricketts [23] recommande l'utilisation de l'arcade mandibulaire (DC-Xi-Pm) pour déterminer la direction de la croissance mandibulaire ; la moyenne pour un adulte est de  $28^\circ \pm 3,5^\circ$ . D'après notre étude, cette variable diffère de la valeur moyenne de Ricketts ( $37,35^\circ/36,26^\circ$ ,  $p = 0,32$ ).

### **Hauteur faciale**

La hauteur de la partie inférieure du visage mesurée avec l'angle ANS-Xi-Pm est de  $47^\circ \pm 4^\circ$  selon l'analyse de Ricketts. Par contre, selon notre propre étude, cette valeur est de  $43,27^\circ \pm 4,48^\circ/41,24^\circ \pm 3,89^\circ$  avec une différence significative entre les deux sexes,  $p = 0,025$ .

Les hommes présentaient une hauteur de la face inférieure plus importante (ANS-Me) (Tableau VI), même en valeurs relatives, par rapport à la hauteur faciale totale (ANS-Me/N-Me 56 %/54 %) (Tableau VII). Ce résultat est très proche des valeurs relevées par Scheideman et al. [29] (55,5 %/55 %), Wylie (ANS-Me 56,6 %) et Schudy (ANS-Gn 56,5 %). Par ailleurs, les hommes présentaient des hauteurs maxillaire et mandibulaire plus importantes comparées à la hauteur faciale totale (ANS-UI/N-Me, LI-Me/N-Me) (Tableau VI). Le ramus était également plus développé chez les hommes (Ar-Go/N-Me) (Tableau VI).

## **Normes dentoalvéolaires**

### **Direction sagittale**

Les normes dentoalvéolaires dans le sens sagittal concordent avec les valeurs déterminées par leurs auteurs. Cependant, certaines mesures divergent des valeurs de référence.

Beaucoup de mesures ont été décrites dans la littérature pour l'évaluation de la position sagittale des incisives. Downs a mesuré la distance entre le bord incisif de l'incisive centrale maxillaire et la ligne A-Pog (UI/A-Pog) et a trouvé une valeur moyenne de  $2,7 \pm 3,48$  mm. Notre étude a montré pour cette mesure une valeur de  $4,86 \pm 2,13$  mm/ $5,03 \pm 2,58$  mm,  $p = 0,729$ . Ricketts et Epker et Fish ont utilisé des mesures linéaires et angulaires entre les incisives mandibulaires et la ligne A-Pog (LI/A-Pog).

Dans la présente étude, les moyennes des mesures linéaires et angulaires des incisives supérieures à NA et des incisives inférieures à NB sont proches de celles proposées par Steiner [24] (Tableau VIII).

Les valeurs moyennes des angles IMPA, IFPA et FMIA diffèrent de celles de l'analyse Tweed [25]. Les valeurs retrouvées dans notre étude étaient pour IMPA  $97,6^\circ/95,77^\circ$ ,  $p = 0,233$  et pour IFPA  $110,82^\circ/113,27^\circ$ ,  $p = 0,084$ . Ces mesures montrent



the inclination of the upper incisors relative to the Frankfurt plane and the inclination of the lower incisors relative to Frankfurt and the mandibular planes do not present a significant difference between sexes. The difference is also not significant for their inclination relative to the TH (Table IX). The mean values for UI/TH are (107°/110.76°) and for LI/TH (119.87°/118.65°). The mean values of these angles for a Caucasian population as reported by Cooke [6] were: UI/TH (107.8°/106.6°) and LI/TH (126.9°/127.8°). However, females presented more protrusive upper incisors when measured in maxillary plane (Table IX).

In our study, the interincisal angle presents a mean value between 130° and 131°, very coherent with findings by Steiner [24] and Epker and Fish [19]. According to Downs, the mean value is  $135.4^\circ \pm 5.76^\circ$ .

The mean distance "upper molar to PTV" of Epker and Fish [19] is (21 ± 3 mm/18 ± 3 mm). These values are similar to those in the present study (22.56/19.94,  $P = 0.001$ ) (Table VIII).

### Vertical direction

Vertical linear dental measurements AUDH and PUDH, used by Scheideman et al. [29], indicate the distance between the bispinal plane and the upper incisors and molars, respectively. In our study, these measurements are significantly higher in males. The same results are found for ALDH and PLDH indicating the distance between the mandibular plane and the lower incisors and molars (Table XI).

The mean value of incisor overbite is coherent with that conventionally used (Table XI).

## Conclusion

This study allowed us to establish skeletal and dento-alveolar norms specific to a sample of young Lebanese adults.

Since TH is a better orientation and reference plane, this article reports findings based on TH equivalent to the conventional measurements. NHP represent structures of subjects in a natural appearance while conventional measurements necessarily represent the internal architecture of the cranio-facial complex.

This article highlights certain cephalometric differences, especially between the sexes. In males, B and Pog points are positioned more posteriorly; mandibular length presents no significant difference with females whereas the mandibular position is more posterior relative to the base of the skull; the ramus is more developed; lower facial height and maxillary and mandibular heights are larger compared to total facial height. Females present more protrusive upper incisors when measured in the maxillary plane.

que l'inclinaison des incisives supérieures par rapport au plan de Francfort et l'inclinaison des incisives inférieures relatives à l'inclinaison des plans de Francfort et du plan mandibulaire ne présentent pas de différence significative entre les sexes. La différence est également non significative pour leur inclinaison relative à la HV (Tableau IX). Les valeurs moyennes pour l'UI/HV étaient de 107°/110,76° et pour LI/HV de 119,87°/118,65°. Selon Cooke [6], les valeurs moyennes de ces angles chez une population caucasienne sont pour UI/HV 107,8°/106,6° et pour LI/HV 126,9°/127,8°. Cependant, les femmes affichent des incisives supérieures plus proéminentes mesurées par rapport au plan maxillaire (Tableau IX).

D'après notre étude, l'angle interincisif présente une valeur moyenne située entre 130° et 131°, très proche de celle trouvée par Steiner [24] et per Epker et Fish [19]. Selon Downs, la valeur moyenne est de  $135,4^\circ \pm 5,76^\circ$ .

La distance « molaire supérieure à PTV » d'Epker et Fish [19] affiche une moyenne de 21 ± 3 mm/18 ± 3 mm. Selon notre étude, ces valeurs sont similaires : 22,56/19,94,  $p = 0,001$  (Tableau VIII).

### Direction verticale

Les mesures dentaires linéaires verticales AUDH et PUDH utilisées par Scheideman et al. [29] indiquent la distance entre le plan bispinal et les incisives et les molaires supérieures, respectivement. Dans la présente étude, ces valeurs sont significativement plus élevées chez les sujets masculins (Tableau XI).

Les mêmes résultats ont été trouvés pour ALDH et pour PLDH indiquant la distance entre le plan mandibulaire et les incisives et les molaires inférieures (Tableau XI).

## Conclusion

Cette étude nous a permis d'établir des normes dentoalvéolaires et squelettiques spécifiques à un échantillon de jeunes adultes libanais.

Puisque la HV représente un plan de référence et une orientation plus fiables, nous avons proposé des mesures se basant sur la HV équivalentes aux mesures conventionnelles. La PNT représentera les structures d'un individu comme il apparaît naturellement et les mesures conventionnelles seront toujours nécessaires pour décrire l'architecture interne du complexe cranio-facial.

Cet article nous a permis de montrer certaines différences céphalométriques, surtout entre hommes et femmes. Chez les premiers, les points B et Pog sont positionnés plus en arrière ; la mandibule est positionnée plus postérieurement par rapport à la base du crâne ; le ramus est plus développé ; la hauteur faciale inférieure et les hauteurs maxillaire et mandibulaire sont plus importantes comparées à la hauteur faciale totale. Les femmes présentent des incisives supérieures plus proéminentes mesurées par rapport au plan maxillaire.

**Disclosure of interest**

The authors declare that they have no competing interest.

**Déclaration de liens d'intérêts**

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

**References/Références**

1. Saleh F. An atlas of growth pattern in a sample of Lebanese population. Dar Al-khouloud, Lebanon 1–137 1996.
2. Anderson AA, Anderson AC, Hornbuckle AC, et al. Biological derivation of a range of cephalometric norms for children of African American descent (after Steiner). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:90–100.
3. Argyropoulos E, Sassouni V. Comparison of the dentofacial patterns for native Greek and American-Caucasian adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;3:238–49.
4. Bishara SE, Abdalla EM, Hoppens BJ. Cephalometric comparisons of dentofacial parameters between Egyptian and North American adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:413–21.
5. Cerci V, Martins JES, De Oliveira Almeida MA. Cephalometric standards for white Brazilians. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1993;8:287–92.
6. Cooke MS, Wei SHY. A comparative study of southern Chinese and British Caucasian cephalometric standards. *Angle Orthod* 1989;2:131–8.
7. Djaha K, Biehler G. Recherche des normes céphalométriques du sujet ivoirien. *Orthod Fr* 1984;55-T2:659–67.
8. Hwang H-S, Kim W-S, McNamara JA. Ethnic differences in the soft tissue profile of Korean and European-American adults with normal occlusions and well-balanced faces. *Angle Orthod* 2002;72:72–80.
9. Palot C, Petetin F. Evaluation des normes céphalométriques pour le jeune adulte français. *Orthod Fr* 1985;56-T2:517–24.
10. Park IC, Bowman D, Klapper L. A cephalometric study of Korean adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96(1):54–9.
11. Richardson ER. Racial differences in dimensional traits of the human face. *Angle Orthod* 1980;50(4):301–11.
12. Roche MM, Do-Thi M-L. Étude téléradiographique d'une population adulte masculine d'origine vietnamienne. *Orthod Fr* 1974;45-T2:191–202.
13. Ousehal L, Lazrak L, Chafii A. Cephalometric norms for a Moroccan population. *Int Orthod* 2012;10(1):122–34.
14. Ruffié J, Taleb N. Étude hémotypologique des ethnies libanaises. Coll. « Monographies » du centre d'hémotypologie. CHU de Toulouse, Hermann, Paris 1–104 1965.
15. Vallois H. Les races humaines. PUF, Paris 1963.
16. Vallois H. « L'Anthropologie physique ». Éthnologie générale Gallimard, « Encycl. La Pléiade », Paris 1968.
17. Downs WB. Variations in facial relationship: their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod* 1948;34:812–40.
18. Downs WB. Analysis of the dentofacial profile. *Angle Orthod* 1956;26:191–212.
19. Epker BN., Fish C. (Eds.), . *Dento facial deformities – Integrated orthodontic and surgical corrections*. Mosby Company Ed., St Louis, Toronto, 17–28 1986.
20. Jacobson A. The Wits appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1975;67(2):125–38.
21. Legan HL, Burstone CJ. Soft-tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 1980;38(10):744–51.
22. Mc Namara Jr. JA. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1984;86(6):449–69.

23. Ricketts RM. A foundation for cephalometric communication. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1960;46:330–57.
24. Steiner CC. Cephalometrics in clinical practice. *Angle Orthod* 1959;29:8–29.
25. Tweed CH. The Frankfort–mandibular incisor angle (FMIA) in orthodontic diagnosis, treatment planning and prognosis. *Angle Orthod* 1954;24:121–69.
26. Coben SE. Basion horizontal coordinate tracing film. *J Clin Orthod* 1979;13(9):598–605.
27. Athanasiou A, Bosch C. Landmarks, variables and norms of various numerical cephalometric analyses – Cephalometric morphologic and growth data references. *Orthod Cephalometry* 1995 241–92 .
28. Lejoyeux E. Analyse céphalométrique. *Encycl Méd Chir Odontologie/ Stomatologie* Elsevier, Paris [23-455-E-20, 10 p.] 1998.
29. Scheideman GB, Bell WH, Legan HL, et al. Cephalometric analysis of dentofacial-normals. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1980;78(4):404–20.
30. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103(4):299–312.
31. Cooke MS, Wei SH. A summary five-factor cephalometric analysis based on natural head posture and the true horizontal. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93(3):213–23.
32. Viazis AD. A cephalometric analysis based on natural head position. *J Clin Orthod* 1991;25(3):172–81.
33. Viazis AD. *Atlas of orthodontics: principles and clinical applications*. WB Saunders, Philadelphia 41–74 1993.
34. Moorrees CF, Kean MR. Natural Head Position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs. *Am J Phys Anthropol* 1958;16:213–34.
35. El-Hayeck E, Bou Assi S, Bouserhal J. Étude critique des plans d'orientation et de référence en céphalométrie. *Orthod Fr* 2005;76(3):217–27.
36. Cooke MS, Wei SH. The reproducibility of natural head posture: a methodological study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93(4):280–8.
37. Cooke MS. Five-year reproducibility of natural head posture: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97(6):489–94.
38. Peng L, Cooke MS. Fifteen-year reproducibility of natural head posture: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(1):82–5.
39. Üşümez S, Orhan M. Reproducibility of natural head position measured with an inclinometer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123(4):451–4.
40. Solow B, Tallgren A. Natural head position in standing subjects. *Acta Odontol Scand* 1971;29:591.
41. Lundstrom F, Lundstrom A. Natural head position as a basis for cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101(3):244–7.
42. Miyashita K. *Contemporary cephalometric radiography*. Tokyo, Quintessence Publishing Co, Inc. 246–67 1996.
43. Hajighadimi M, Dougherty HL, Garakini F. Cephalometric evaluation of Iranian children and its comparison with Tweed's and Steiner's standards. *Am J Orthod* 1981;79(2):192–7.
44. Hamdan AM, Rock WP. Cephalometric norms in an Arabic population. *J Orthod* 2001;28(4):297–300.
45. Swlerenga D, Oesterle LJ, Messersmith ML. Cephalometric values for adult Mexican-American. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106(2):146–55.
46. Jacobson A. *Radiographic cephalometry: from basics to videoimaging*. Quintessence Publishing Co, Inc., Chicago 1995.
47. Proffit WR, White Jr. RP. *Surgical-orthodontic treatment*. Mosby Year Book, St. Louis, MO 1991.
48. El-Hayeck E, Bassil-Nassif N, Bouserhal J. Soft-tissue norms: conventional and based on true vertical in a Lebanese population. *Int Orthod* 2016;14(3):311–27.