

Rawad EL HAGE<sup>1,2</sup>, Christophe JACOB<sup>1</sup>, Elie MOUSSA<sup>1</sup>, Claude-Laurent BENHAMOU<sup>2</sup>, Christelle JAFFRÉ<sup>2</sup>

El Hage R, Jacob C, Moussa E, Benhamou CL, Jaffré C. Indice de masse corporelle et ultrasonographie quantitative osseuse des phalanges chez des adolescentes libanaises réglées. *J Med Lib* 2010 ; 58 (1) : 12-17.

El Hage R, Jacob C, Moussa E, Benhamou CL, Jaffré C. Body mass index and phalangeal osteosonogrammetry in Lebanese post-menarcheal adolescent girls. *J Med Lib* 2010 ; 58 (1) : 12-17.

**RÉSUMÉ • OBJECTIF :** Explorer les relations entre l'indice de masse corporelle (IMC) et les paramètres d'ultrasonographie quantitative osseuse (US) des phalanges chez des adolescentes libanaises réglées.

**MÉTHODES ET RÉSULTATS :** Les paramètres d'US tels que l'AD-SoS (*Amplitude-dependent speed of sound* ou vitesse de l'onde) et la BTT (*bone transmission time* ou durée de transmission osseuse) ont été mesurés chez 168 adolescentes âgées de 12 à 17 ans en utilisant un appareil de mesure d'US (DBM sonic). Les caractéristiques anthropométriques (taille et poids) ont été mesurées. L'âge et l'indice de maturation (nombre d'années écoulées depuis la ménarche) étaient positivement corrélés aux valeurs d'AD-SoS et de BTT ( $p < 0,01$ ). Les valeurs d'AD-SoS étaient négativement corrélées à l'IMC et au poids corporel ( $r = -0,27$  ;  $p < 0,001$  et  $r = -0,25$  ;  $p < 0,001$  respectivement). Il n'y avait pas de corrélations significatives entre les valeurs de BTT d'une part et le poids et l'IMC d'autre part. Les filles en surpoids ( $n = 36$ ) avaient des valeurs d'AD-SoS inférieures à celles retrouvées chez les filles dont l'IMC était normal ( $n = 122$ ) ( $1994 \pm 87 \text{ m.sec}^{-1}$  et  $2041 \pm 82 \text{ m.sec}^{-1}$  respectivement ;  $p < 0,01$ ). Les filles obèses ( $n = 10$ ) avaient des valeurs d'AD-SoS inférieures à celles retrouvées chez les filles dont l'IMC était normal ( $n = 122$ ) ( $1976 \pm 96 \text{ m.sec}^{-1}$  et  $2041 \pm 82 \text{ m.sec}^{-1}$  respectivement ;  $p < 0,05$ ).

**CONCLUSION :** Dans ce groupe d'adolescentes libanaises réglées, les valeurs d'AD-SoS sont inversement corrélées à l'IMC alors que celles de BTT ne sont pas corrélées à l'IMC.

#### INTRODUCTION

Si le surpoids et l'obésité exercent des effets néfastes sur les fonctions cardiovasculaires et métaboliques [1], il est bien admis que l'obésité à l'âge adulte a un rôle protecteur contre l'ostéoporose dans la mesure où l'obésité est associée à une augmentation des valeurs de densité minérale osseuse (DMO) et à une diminution des risques

**ABSTRACT • AIM OF THE STUDY :** To explore the relation between body mass index and phalanx ultrasound measurements in a group of Lebanese post-menarchal girls.

**METHODS AND RESULTS :** Amplitude-dependent speed of sound (AD-SoS) and bone transmission time (BTT) were measured in 168 post-menarchal girls aged 12-17 years using a DBM sonic bone profiler device. Anthropometrical characteristics (weight and height) were measured. Age and maturation index (years since menarche) were positively related to AD-SoS and BTT ( $p < 0.01$ ). AD-SoS values were negatively related to BMI and body weight ( $r = -0,27$  ;  $p < 0.001$  and  $r = -0,25$  ;  $p < 0.001$  respectively). There was no relation between BTT values and neither BMI nor body weight. Overweight girls ( $n = 36$ ) had lower AD-SoS values than normal-weight girls ( $n = 122$ ) ( $1994 \pm 87 \text{ m.sec}^{-1}$  vs  $2041 \pm 82 \text{ m.sec}^{-1}$  respectively ;  $p < 0.01$ ). Obese girls ( $n = 10$ ) had lower AD-SoS values than normal-weight girls ( $n = 122$ ) ( $1976 \pm 96 \text{ m.sec}^{-1}$  vs  $2041 \pm 82 \text{ m.sec}^{-1}$  respectively ;  $p < 0.05$ ).

**CONCLUSION:** In this group of Lebanese post-menarchal girls, AD-SoS values are inversely correlated to BMI while BTT values were not related to BMI.

de fractures [2]. En parallèle, d'autres études montrent des effets positifs du surpoids et de l'obésité sur le contenu minéral osseux (CMO) et la DMO pendant l'enfance et l'adolescence [3-4]. A l'inverse, plusieurs études montrent un effet néfaste de ceux-ci sur le CMO et la DMO à cet âge après ajustement pour le poids et la masse grasse [5-7]. On sait également que l'obésité infantile peut être associée à une augmentation des risques de fracture au niveau de l'avant-bras et à une augmentation de l'incidence des problèmes orthopédiques (scolioses, genua valga et autres problèmes.) [8-10]. Enfin, il existe des études montrant une minéralisation égale chez les enfants obèses et non obèses [11-12]. Les outils d'investigations de la DMO et de l'architecture osseuse *in vivo* sont actuellement nombreux : absorptiométrie biphotonique à rayons X (DXA), imagerie par résonance magnétique (IRM), tomographie

1. Laboratoire de physiologie et de biomécanique de la performance motrice, Université de Balamand, Al Koura, Liban.

2. UMR-S 658, CHR d'Orléans, CHR d'Orléans-Porte Madeleine, Orléans, France.

Auteur correspondant : Docteur Rawad El Hage. Département d'éducation physique. Faculté des arts & sciences sociales. Université de Balamand, B.P. 100. Tripoli. Liban.

e-mail : rawadelhage21@hotmail.com

Tel. : +961 3 713605 / 4 414892

Fax : +961 6 930278

quantitative à rayons X (QCT), tomographie quantitative à rayons X périphérique (pQCT) et ultrasonographie quantitative osseuse (US). L'US est une méthode non invasive et non irradiante qui permet de fournir des informations sur la DMO et les propriétés biomécaniques de l'os [13]. Ces caractéristiques ont rendu l'utilisation de l'US très répandue surtout chez les enfants et les adolescents. Paradoxalement, seulement trois études ont utilisé cette technique au Liban [13-15], dont une seule a été menée chez les enfants et les adolescents [14]. En revanche, de nombreuses études utilisant la méthode DXA ont observé de faibles valeurs de DMO dans cette population induisant ainsi une augmentation des risques d'atteinte par l'ostéoporose surtout chez les femmes [16-18].

Le but de cette étude est double : premièrement, fournir des données normatives concernant l'US au niveau des phalanges chez des adolescentes libanaises et deuxièmement, explorer la relation entre l'IMC et ces données dans cette même population.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Sujets

Cent soixante-huit adolescentes libanaises âgées en moyenne de 15,0 ans (12-17) ont accepté de participer à cette étude. Elles étaient toutes de type caucasien, saines et réglées. Leur recrutement a eu lieu dans trois collèges privés situés dans la région nord du Liban dont le niveau socio-économique évalué par les frais d'inscription est identique (2500 à 3000 dollars américains/an). Le consentement éclairé a été obtenu auprès des parents. Les adolescentes étaient toutes non fumeuses et n'avaient reçu aucun traitement hormonal ni vitaminiq ue susceptible de modifier leur statut osseux. Elles n'avaient pas non plus d'antécédent de maladie métabolique ou osseuse et n'avaient jamais subi d'immobilisation prolongée. Le nombre d'années écoulé depuis la ménarche constituait un indice de maturation (IM). Ce protocole a reçu l'approbation du comité d'éthique de l'Université de Balamand.

### Mesures anthropométriques

Les mesures du poids et de la taille des adolescentes ont été réalisées par l'intermédiaire d'une balance électronique (précision = 0,1 kg) et d'une toise (précision = 0,1 cm). Les sujets ont ensuite été répartis en trois groupes selon l'indice de masse corporelle (IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) = poids/taille<sup>2</sup>) : obèse (IMC  $\geq$  95<sup>e</sup> percentile), en surpoids (85<sup>e</sup> percentile  $\leq$  IMC < 95<sup>e</sup> percentile) et de poids normal (5<sup>e</sup> percentile  $\leq$  IMC < 85<sup>e</sup> percentile) en utilisant les courbes (percentiles IMC en fonction de l'âge) de Kuczmarski et coll. [19].

### Apport en calcium & Activité physique

Les sujets ont tous rempli un questionnaire fréquentiel d'évaluation de l'apport calcique journalier préalablement validé [20]. Ce questionnaire comporte 30 objets : produits laitiers, viandes, poissons, œufs, divers céréales, légumes secs, légumes verts, fruits, desserts, eau (miné-

rale et du robinet), jus de fruits et boissons alcoolisées (vin, bière et cidre), etc. Aucune élève ne recevait de suppléments calciques dans cette étude. La durée de pratique sportive hebdomadaire a été enregistrée (heures/semaine).

### Mesures des paramètres d'ultrasonographie quantitative osseuse des phalanges

Les paramètres d'US tels que l'AD-SoS et la BTT ont été mesurés par l'appareil de mesure (DBM Sonic 1200, Igea, Italie) sur la main non dominante (phalanges 2 à 5) conformément aux instructions du constructeur. Les appareils d'ultrasonographie sont équipés de deux sondes (une émettrice et une réceptrice), la région à imager étant placée entre les deux sondes. Lorsque l'onde ultrasonore se propage dans un milieu hétérogène, elle est réfléchi e ou diffusée. Il est possible de mesurer la vitesse de l'onde ultrasonore ainsi que son atténuation par le milieu. La durée de transmission osseuse ou « BTT » est la différence entre la durée de transmission à travers les tissus osseux et mous des phalanges d'une part et la durée de transmission à travers les tissus mous des phalanges d'autre part. Notons cependant que les valeurs d'AD-SoS sont largement influencées par le tissu mou (adipeux) contrairement à celles de BTT. Les caractéristiques détaillées des mesures faites par cet appareil ont été préalablement décrites [13-14]. Le coefficient de variation (CV %) calculé sur 10 adolescentes (participant à cette étude) en duplicata étant 0,73% pour les valeurs d'AD-SoS et 2,35% pour les valeurs de BTT.

### Etude statistique

Les données sont exprimées en moyenne  $\pm$  la déviation standard (DS). La significativité et l'existence d'éventuelles corrélations ont été précisées par le test de Pearson pour les distributions normales et par le test de Spearman pour celles non normales.

Les différences entre les groupes (obèse, en surpoids et de poids normal) et entre les tranches d'âge (12-13,9 ; 14-15,9 ; 16-17,9) ont été précisées par une analyse de variance à une voie (One way Anova) suivie d'un test de Fischer LSD posthoc pour les distributions normales et par le test de Anova on Ranks pour les distributions non normales. Une analyse de régression linéaire à variables multiples (*backward stepwise multiple linear regression*) a été utilisée : la variable dépendante était l'AD-SoS et les variables indépendantes étaient l'indice de maturation, l'indice de masse corporelle, l'âge et le poids. Les analyses statistiques ont été effectuées par le logiciel STATVIEW (version 5 ; 1992-1998). Une valeur de  $p < 0,05$  était exigée afin d'affirmer le caractère significatif des résultats.

## RÉSULTATS

### Analyse descriptive de la population

Les caractéristiques anthropométriques, l'âge, l'indice de maturation (IM), l'âge des premières règles, l'apport calcique journalier et la durée de pratique sportive hebdomadaire apparaissent dans le tableau I. Notons ici qu'il

**TABLEAU I**  
CARACTÉRISTIQUES CLINIQUES DES SUJETS

	Groupe entier (n = 168)	Groupe normal (n = 122)	Groupe surpoids (n = 36)	Groupe obèse (n = 10)
Age (ans)	15,0 ± 1,3	14,9 ± 1,3	15,0 ± 1,3	15,4 ± 1,8
Taille (m)	1,63 ± 0,05	1,62 ± 0,05	1,62 ± 0,06	1,66 ± 0,04
Poids (kg)	58,2 ± 11,3	53,0 ± 6,1▼▼▼	67,3 ± 7,0◆◆◆	86,9 ± 6,3●●●
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21,9 ± 3,7	20,0 ± 1,8▼▼▼	25,3 ± 1,4◆◆◆	31,5 ± 1,5●●●
Age des premières règles (ans)	12,3 ± 0,9	12,4 ± 0,9	12,0 ± 1,0	11,9 ± 0,5
IM (ans)	2,7 ± 1,4	2,5 ± 1,3	3,1 ± 1,6	3,1 ± 1,2
Pratique sportive (h/sem)	2,5 ± 1,8	2,3 ± 1,7	2,9 ± 1,9	2,5 ± 1,6
ACJ (mg/j)	900 ± 334	926 ± 344	836 ± 315	828 ± 270

IMC : Indice de masse corporelle ACJ : Apport calcique journalier

IM : Indice de maturation ou nombre d'années écoulé depuis la ménarche

▼▼▼ Différences significatives entre le groupe obèse et le groupe normal  $p < 0,001$

◆◆◆ Différences significatives entre le groupe surpoids et le groupe normal  $p < 0,001$

●●● Différences significatives entre le groupe obèse et le groupe surpoids  $p < 0,001$

existe des différences significatives entre les groupes (obèse, surpoids, normal) au niveau du poids et de l'indice de masse corporelle (IMC) ( $p < 0,001$ ).

#### Evolution des paramètres osseux et de l'apport calcique journalier (ACJ) par tranches d'âge

Les résultats obtenus montrent une différence significative concernant les valeurs d'AD-SoS entre les tranches d'âge 12-13,9 et 14-15,9 ( $p < 0,001$ ) et entre les tranches d'âge 12-13,9 et 16-17,9 ( $p < 0,05$ ). De même, il y avait une différence significative au niveau des valeurs de BTT entre les tranches d'âge 12-13,9 et 14-15,9 ( $p < 0,001$ ) mais aussi entre les tranches d'âge 12-13,9 et 16-17,9 ( $p < 0,01$ ) (Tableau II). Au niveau de l'ACJ, il y avait une différence significative entre les tranches d'âge 12-13,9 et 16-17,9 ( $p < 0,01$ ) et entre les tranches d'âge 14-15,9 et 16-17,9 ( $p < 0,001$ ).

**TABLEAU II**  
PARAMÈTRES OSSEUX ET  
APPORT CALCIQUE JOURNALIER (ACJ)  
PAR TRANCHES D'ÂGES

Age (ans)	AD-SoS (m/sec)	BTT ( $\mu$ s)	ACJ (mg/j)
12-13,9 (n = 31)	1973 ± 85 <sup>ccc</sup>	1.32 ± 0,21 <sup>ccc</sup>	1051 ± 419
14-15,9 (n = 97)	2047 ± 86	1,47 ± 0,22	951 ± 321 <sup>bbb</sup>
16-17,9 (n = 40)	2021 ± 69 <sup>a</sup>	1,46 ± 0,21 <sup>aa</sup>	731 ± 269 <sup>aa</sup>

AD-SoS : Amplitude-dependent speed of sound

BTT : Bone transmission time NS : Non significatif

a : différences significatives entre les tranches d'âge 12-13,9 et 16-17,9  $p < 0,05$

aa : différences significatives entre les tranches d'âge 12-13,9 et 16-17,9  $p < 0,01$

bbb : différences significatives entre les tranches d'âge 14-15,9 et 16-17,9  $p < 0,001$

ccc : différences significatives entre les tranches d'âge 12-13,9 et 14-15,9  $p < 0,001$

#### Corrélations entre l'âge, les caractéristiques morphologiques, l'indice de maturation, la pratique sportive, l'ACJ et les paramètres osseux

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de BTT étaient positivement corrélées à l'âge ( $r = 0,21$  ;  $p < 0,01$ ) et à l'IM ( $r = 0,24$  ;  $p < 0,01$ ). Les valeurs d'AD-SoS étaient également positivement corrélées à l'âge ( $r = 0,20$  ;  $p < 0,01$ ) et à l'IM ( $r = 0,23$  ;  $p < 0,01$ ). Enfin, signalons que les valeurs d'AD-SoS étaient négativement corrélées au poids et à l'IMC ( $r = -0,25$  ;  $p < 0,001$  et  $r = -0,27$  ;  $p < 0,001$  respectivement) (Tableau III). Dans une analyse de régression linéaire incluant l'AD-SoS comme variable dépendante et l'âge, l'IMC, l'IM et le poids comme variables indépendantes, seuls l'IM et l'IMC étaient significativement corrélés à l'AD-SoS. En effet, on obtient l'équation suivante :

$$\text{AD-SoS} = 2145 - (7,99 * \text{IMC}) + (20,8 * \text{IM})$$

**TABLEAU III**  
CORRÉLATIONS ENTRE ÂGE, CARACTÉRISTIQUES  
MORPHOLOGIQUES, INDICE DE MATURATION,  
PRATIQUE SPORTIVE, ACJ ET PARAMÈTRES OSSEUX

	AD-SoS (m/sec)	BTT ( $\mu$ s)
Age (ans)	0,20**	0,21**
Taille (m)	-0,04 NS	0,08 NS
Poids (kg)	-0,25***	-0,02 NS
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0,27***	-0,06 NS
Age des premières règles (ans)	-0,10 NS	-0,09 NS
IM (ans)	0,23**	0,24**
Pratique sportive (h/sem)	-0,18 NS	-0,06 NS
ACJ (mg/j)	0,08 NS	-0,03 NS

IMC : Indice de masse corporelle IM : Indice de maturation ou nombre

d'années écoulé depuis la ménarche ACJ : Apport calcique journalier

AD-SoS : Amplitude-dependent speed of sound BTT : Bone transmission time

NS : Corrélations non significatives \* :  $p < 0,05$  \*\* :  $p < 0,01$  \*\*\* :  $p < 0,001$

**TABLEAU IV**  
RÉGRESSION LINÉAIRE À VARIABLES MULTIPLES

	Coefficient	ES	p	r
AD-SoS (variable dépendante)				0,40
Constante	2145,0	39,3	***	
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-7,99	1,85	***	
IM (ans)	20,78	4,87	***	

ES : Erreur standard \*\*\*  $p < 0,001$  r : Coefficient de corrélation  
 AD-SoS : Amplitude-dependent speed of sound  
 IMC : Indice de masse corporelle  
 IM : Indice de maturation ou nombre d'années écoulées depuis la ménarche

(Tableau IV). Enfin, l'âge des premières règles était négativement corrélé à l'indice de masse corporelle ( $r = -0,24$  ;  $p < 0,01$ ).

#### Paramètres d'US des adolescentes obèses, en surpoids et de poids normal

Les résultats apparaissent dans le tableau V. Notons que les groupes obèses et surpoids avaient des valeurs d'AD-SoS inférieures à celles retrouvées chez le groupe normal ( $p < 0,05$  et  $p < 0,01$  respectivement) et ceci malgré un indice de maturation identique.

#### DISCUSSION

Cette étude fournit des données normatives des paramètres d'ultrasonographie quantitative osseuse (US) des phalanges chez des adolescentes libanaises réglées. De plus cette étude montre que les adolescentes en surpoids et obèses ont des valeurs d'AD-SoS inférieures à celles retrouvées chez les filles dont l'IMC est normal. En revanche, il n'y avait pas de différences significatives au niveau des valeurs de BTT chez les trois groupes (obèse, surpoids, normal).

L'ACJ (mesuré par l'intermédiaire d'un questionnaire validé dans la population française) dans la population étudiée était inférieur aux valeurs recommandées pendant l'adolescence (1300 mg) [21]. Ces résultats sont en accord avec ceux d'autres études menées chez des enfants et des adolescents aux Etats-Unis d'Amérique et en Europe [22-23]. Ces résultats sont également en accord avec ceux de deux autres études menées précédemment au Liban [14, 24]. Celles-ci rapportent également un faible apport en calcium chez les enfants et les adolescents (594 mg/j et 839 mg/j respectivement pour les références 14 et 24). De plus, les résultats obtenus montrent que l'ACJ diminue avec l'âge. Ces résultats sont en accord avec ceux d'une étude menée aux Etats-Unis d'Amérique chez des enfants et des adolescents et qui suggère que la baisse de l'ACJ avec l'âge chez les filles est due à l'augmentation de la consommation des boissons gazeuses [22]. En revanche, Salamoun et coll. [24] ont montré chez 385 adolescents une corrélation positive entre la consommation des boissons gazeuses et l'ACJ.

**TABLEAU V**  
PARAMÈTRES OSSEUX DES TROIS GROUPES

	Groupe entier (n = 168)	Normal (n = 122)	Surpoids (n = 36)	Obèse (n = 10)
AD-SoS (m/sec)	2027 ± 86	2041 ± 82	1994 ± 86♦♦	1976 ± 96▼
BTT (µs)	1,44 ± 0,22	1,45 ± 0,21	1,41 ± 0,23	1,38 ± 0,31

AD-SoS : Amplitude-dependent speed of sound BTT : Bone transmission time  
 ▼ différence significative entre le groupe obèse et le groupe normal  $p < 0,05$   
 ♦♦ différence significative entre le groupe surpoids et le groupe normal  $p < 0,01$

Par ailleurs, l'âge des premières règles dans cette étude était négativement corrélé à l'indice de masse corporelle ( $r = -0,24$  ;  $p < 0,01$ ). Ce résultat était attendu dans la mesure où il est bien admis que l'apparition des règles chez les filles obèses est plus précoce par rapport à celle des non obèses [25].

Les données normatives d'US sont comparables à celles d'une étude menée chez des adolescentes libanaises [14] ; notons cependant que le nombre de filles dans notre étude est supérieur (168 contre 124). Les paramètres d'US (AD-SoS et BTT) étaient positivement corrélés à l'âge et à l'indice de maturation. Ces résultats sont en accord avec ceux d'autres études menées au Liban et en Europe [14, 26-28]. En effet, Baroncelli et coll. [28] ont montré que l'US des phalanges reflète l'architecture des os en croissance et paraît utile pour évaluer la qualité osseuse des enfants et des adolescents. D'autres études ont montré que l'US des phalanges est en relation avec la densité minérale osseuse (DMO) de la main, l'épaisseur corticale et le canal médullaire des phalanges [29-31].

Les paramètres d'US (AD-SoS et BTT) n'étaient pas corrélés à l'ACJ ou à la durée de pratique sportive hebdomadaire. Nos résultats sont en accord avec ceux de deux autres études menées chez des enfants et des adolescents [14, 32]. En effet, il est bien admis que le capital osseux est surtout influencé par les facteurs génétiques [33]. De plus, les phalanges sont des sites faiblement sollicités par la pratique sportive.

Dans cette étude, la taille n'était pas corrélée aux paramètres d'US. En effet, la population étudiée était homogène du point de vue gynécologique (filles réglées). Le manque de corrélation positive entre paramètres d'US et taille peut être justifié par le fait que l'acquisition de la masse osseuse diminue très rapidement après la ménarche [34]. De plus, il est bien admis que le gain en masse et en taille précède l'acquisition du CMO pendant l'adolescence [35].

Le poids et l'IMC étaient négativement corrélés aux valeurs d'AD-SoS. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où les valeurs d'AD-SoS sont influencées négativement par le tissu adipeux autour des phalanges [27]. Ainsi, Dib et coll. [14] ont montré que le pourcentage de masse grasse était négativement corrélé aux valeurs d'AD-SoS. Pour Eliakim et coll. [37], la vitesse de l'onde

ultrasonore au niveau du radius et du tibia était inférieure chez les enfants obèses par rapport à ceux non obèses. En revanche, Babaroutsi et coll. [36] ont montré que la vitesse de l'onde ultrasonore au niveau du calcanéum était identique chez les garçons obèses et non obèses alors que son atténuation était supérieure chez ceux obèses. Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres chercheurs [7]. Ainsi, il semble que les désaccords entre les études soient liés au site osseux étudié.

Dans notre étude, les valeurs de BTT étaient comparables dans les trois groupes (obèse, surpoids, normal). L'obésité infantile est connue pour faire augmenter la DMO des os porteurs comme la colonne lombaire inférieure, cependant son effet sur les os non porteurs reste moins évident [7]. L'effet de l'obésité sur les os porteurs est comparable à l'effet de la pratique sportive sur ceux-ci [38], alors que l'effet de l'obésité sur les os non porteurs diffère de l'effet de la pratique sportive sur ceux-ci. De plus, une étude montre que la pratique sportive influence positivement la minéralisation des os porteurs et négativement les os non porteurs [39], alors que d'autres études montrent que l'obésité influence positivement la minéralisation des os non porteurs via la composante hormonale (leptine, adiponectine, insuline, somatomédines et hormones sexuelles) [40-41]. Enfin, d'autres études notent que l'excès de poids et de masse grasse pendant la croissance pourrait influencer négativement la DMO et la microarchitecture osseuse [42-43]. A notre avis, ces désaccords entre les études nécessitent de mener une étude densitométrique, géométrique et micro-architecturale chez les adolescentes obèses et non obèses afin d'affirmer l'influence de l'obésité sur les paramètres osseux à cet âge.

En conclusion, cette étude fournit des données normatives des paramètres d'US en fonction de l'âge qui peuvent être importantes pour l'évaluation des paramètres osseux des adolescentes libanaises. De plus, les valeurs d'AD-SoS sont inversement corrélées à l'IMC alors que celles de BTT ne sont pas corrélées à l'IMC.

#### REMERCIEMENTS

Nous remercions les trois collègues qui nous ont permis de mener les expérimentations au sein de leurs établissements. De même, nous remercions toutes les adolescentes qui ont participé à cette étude ainsi que leurs parents.

#### RÉFÉRENCES

1. Deckelbaum RJ, Williams CL. Childhood obesity : The health issue. *Obes Res* 2001 ; 9 (Suppl) : S239-S243.
2. Bakker I, Twisk JWR, Van Mechelen W, Kemper HCG. Fat-free body mass is the most important body composition determinant of 10-yr longitudinal development of lumbar bone in adult men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 2003 ; 88 : 2607-13.
3. Ellis KJ, Shypailo RJ, Wong WW, Abrams SA. Bone mineral mass in overweight and obese children : dimin-

ished or enhanced ? *Acta Diabetol* 2003 ; 40 (Suppl) : S274-S277.

4. Leonard MB, Shults J, Wilson BA, Tershakovec AM, Zemel BS. Obesity during childhood and adolescence augments bone mass and bone dimensions. *Am J Clin Nutr* 2004 ; 80 : 514-23.
5. De Schepper J, Van den Broeck M, Jonckheer MH. Study of lumbar spine bone mineral density in obese children. *Acta Paediatr* 1995 ; 84 : 313-15.
6. Goulding A, Taylor RW, Jones IE, Manning PJ, Williams SM. Spinal overload : a concern for obese children and adolescents ? *Osteoporos Int* 2002 ; 13 : 835-40.
7. Rocher E, Chappard D, Jaffré C, Benhamou CL, Courteix D. Bone mineral density in prepubertal obese and control children : relation to body weight, lean mass, and fat mass. *J Bone Miner Metab* 2008 ; 26 : 73-8.
8. Goulding A, Cannan R, Williams SM et al. Bone mineral density in girls with forearm fractures. *J Bone Miner Res* 1998 ; 13 : 143-8.
9. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Williams SM, Manning PJ. Bone mineral density and body composition in boys with distal forearm fractures : a dual-energy X-ray absorptiometry study. *Pediatrics* 2001 ; 139 : 509-15.
10. Wabitsch M. Overweight and obesity in European children : definition and diagnostic procedures, risk factors and consequences for later health outcome. *Eur J Pediatr* 2000 ; 159 (Suppl) : S8-S13.
11. Manzoni P, Brambilla P, Pietrobelli A et al. Influence of body composition on bone mineral content in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 1996 ; 64 : 603-7.
12. Hasanoglu A, Bideci A, Cinaz P, Tumer L, Unal S. Bone mineral density in childhood obesity. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2000 ; 13 : 307-11.
13. Maalouf G, Wehbe J, Farah G et al. Phalangeal osteonogrammetry age-related changes and assessment of a Lebanese reference population. *Bone* 2007 ; 40 : 1650-4.
14. Dib L, Arabi A, Maalouf J, Nabulsi M, El-Hajj Fuleihan G. Impact of anthropometric, lifestyle, and body composition variables on ultrasound measurements in school children. *Bone* 2005 ; 36 : 736-42.
15. Wehbe J, Cortbaoui C, Chidiac RM et al. Age-associated changes in quantitative ultrasonometry (QUS) of the os calcis in Lebanese women – assessment of a Lebanese reference population. *J Musculoskel Neuron Interact* 2003 ; 3 : 232-9.
16. Arabi A, Nabulsi M, Maalouf J et al. Bone mineral density by age, gender, pubertal stages, and socioeconomic status in healthy Lebanese children and adolescents. *Bone* 2004 ; 35 : 1169-79.
17. Maalouf G, Salem S, Sandid M et al. Bone mineral density of the Lebanese population. *Osteoporos Int* 2001 ; 11 : 756-64.
18. El-Hajj Fuleihan G, Baddoura R, Awada H, Salam N, Salamoun M, Rizk P. Low peak bone mineral density in healthy Lebanese subjects. *Bone* 2002 ; 31 : 520-8.
19. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM et al. CDC growth charts : United States. *Advance data from vital and health statistics* 2000 ; 314. Hyattsville, Maryland : National Center for Health Statistics.
20. Fardellone P, Seberty JL, Bouraya M et al. Evaluation of

- the calcium content of diet by frequential self-questionnaire. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1991 ; 58 : 99-103.
21. DRI : Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride, Washington DC : Institute of Medicine, 1997.
  22. Alaimo K, McDowell MA, Briefel RR et al. Dietary intake of vitamins, minerals, and fiber of persons ages 2 months and over in the United States : Third National Health and Nutrition Examination Survey, Phase 1, 1988-91. *Advance Data* 1994 ; 251 : 1-28.
  23. Cruz JA. Dietary habits and nutritional status in adolescents over Europe-Southern Europe. *Eur J Clin Nutr* 2000 ; 54 (Suppl) : S29-S35.
  24. Salamoun MM, Kizirian AS, Tannous RI et al. Low calcium and vitamin D in healthy children and adolescents and their correlates. *Eur J Clin Nutr* 2005 ; 59 : 177-84.
  25. Frisch RE, McArthur JW. Menstrual cycles : fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science* 1974 ; 185 : 949-51.
  26. Halaba Z, Pluskiewicz W. The assessment of development of bone mass in children by quantitative ultrasound through the proximal phalanges of the hand. *Ultrasound Med Biol* 1997 ; 23 : 1331-5.
  27. Barkmann R, Rohrschneider W, Vierling M et al. German reference data for quantitative transverse transmission ultrasound of finger phalanges. *Osteoporos Int* 2002 ; 13 : 55-61.
  28. Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S et al. Bone quality assessment by quantitative ultrasound of proximal phalanges of the hand in healthy subjects aged 3-21 years. *Pediatr Res* 2001 ; 49 : 713-18.
  29. Guglielmi G, Njeh CF, de Terlizzi F et al. Phalangeal quantitative ultrasound, phalangeal morphometric variables, and vertebral fracture discrimination. *Calcif Tissue Int* 2003 ; 72 : 469-77.
  30. Sili Scavalli A, Marini M, Spadaro A, Ricciri V, Cremona A, Zoppini A. Comparison of ultrasound transmission velocity with computed metacarpal radiogrammetry and dual-photon absorptiometry. *Eur Radiol* 1996 ; 6 : 192-5.
  31. Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S et al. Assessment of bone quality by quantitative ultrasound of proximal phalangeas of the hand and fracture rate in children and adolescents with bone and mineral disorders. *Pediatr Res* 2003 ; 54 : 125-36.
  32. Cvijetic S, Baric IC, Bolanca S, Juresa V, Ozegovic DD. Ultrasound bone measurement in children and adolescents, correlation with nutrition, puberty, anthropometry, and physical activity. *J Clin Epidemiol* 2003 ; 56 : 591-7.
  33. Dequeker J, Nijs J, Verstraeten A et al. Genetic determinants of bone mineral content at the spine and radius : a twin study. *Bone* 1987 ; 8 : 207-9.
  34. Theintz G, Buchs B, Rizzoli R et al. Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents : evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 1992 ; 75 : 1060-5.
  35. Fournier PE, Rizzoli R, Slosman DO et al. Asynchrony between the rates of standing height gain and bone mass accumulation during puberty. *Osteoporos Int* 1997 ; 7 : 525-32.
  36. Babaroutsi E, Magkos F, Manios Y, Sidossis LS. Body mass index, calcium intake, and physical activity affect calcaneal ultrasound in healthy Greek males in an age-dependent and parameter-specific manner. *J Bone Miner Metab* 2005 ; 23 : 157-66.
  37. Eliakim A, Nemet D, Wolach B. Quantitative ultrasound measurements of bone strength in obese children and adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2001 ; 14 : 159-64.
  38. Boot AM, De Ridder MA, Pols HA, Krenning EP, De Muinck Keizer-Schrama SM. Bone mineral density in children and adolescents : relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab* 1997 ; 82 : 57-62.
  39. Magnusson H, Linden C, Karlsson C, Obrant KJ, Karlsson MK. Exercise may induce reversible low bone mass in unloaded and high bone mass in weight-loaded skeletal regions. *Osteoporos Int* 2001 ; 12 : 950-5.
  40. Hla MM, Davis JW, Ross PD et al. A multicenter study of the influence of fat and lean mass on bone mineral content : Evidence for differences in their relative influence at major fracture sites. Early Postmenopausal Intervention Cohort (EPIC) Study Group. *Am J Clin Nutr* 1996 ; 64 : 354-60.
  41. Kontogianni M, Dafni U, Routsias J, Skopouli FN. Blood leptin and adiponectin as possible mediators of the relation between fat mass and BMD in perimenopausal women. *J Bone Miner Res* 2004 ; 19 : 546-51.
  42. Nagasaki K, Kikuchi T, Hiura M, Uchiyama M. Obese Japanese children have low bone mineral density after puberty. *J Bone Miner Metab* 2004 ; 22 : 376-81.
  43. Kontulainen S, Sievanen H, Kannus P, Pasanen M, Vuori I. Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racket-sports players : a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. *J Bone Min Res* 2002 ; 17 : 2281-9.