

## EVALUATION DU STATUT EN VITAMINE D ET SA RELATION AVEC LES PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES : CAS DE LA REGION SOUSS MASSA (MAROC)

ABDELLAH MOUKAL<sup>1,2</sup>, EL HASSAN IZAABEL<sup>1</sup>, ABDELLAH EL FAROUQI<sup>3</sup>, and MOHAMED AGHROUCH<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Equipe de Génétique et Ecologie des Populations Humaines, Laboratoire de Biologie Cellulaire et Génétique Moléculaire, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc

<sup>2</sup>Diététicien Nutritionniste, Univers santé Agadir, Maroc

<sup>3</sup>Service de Gynécologie, Centre Hospitalier Régional Hassan II, Agadir, Maroc

<sup>4</sup>Laboratoire d'Analyses Médicales, Centre Hospitalier Régional Hassan II, Agadir, Maroc

---

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The objective of this study is to evaluate the vitamin D status of 495 patients in the Souss Massa region of Morocco. At the same time, it aims to verify the existence of a possible association between vitamin D serum concentrations and certain anthropometrical parameters including age, sex, body mass index, percentage of body fat, fat visceral and waist circumference. The mean the vitamin D serum in the patients is  $15.92 \pm 8.04$  ng / ml. Participants with adequate vitamin D status are 5.45 %. 19.80 % have a deficiency, 50.51 % have a deficit and severe deficiency concerns 24.24 %. The average vitamin D serum concentration is significantly higher in men than in women ( $p < 0.0001$ ). Following several linear regressions to check the influence of each variable on vitamin D status, BMI and BFD significantly contribute to the prediction of vitamin D status ( $p < 0.05$ ). This study identified some associations between the vitamin D serum levels and the anthropometric parameters of our sample, in particular, age, body mass index (BMI), body fat (BF), waist circumference (WC). Our results confirm the hypothesis that obesity, BMI and BFD are inversely associated with low vitamin D status. Further studies are needed to address the nutritional, environmental and genetic aspects of hypovitaminosis D in the Moroccan population.

**KEYWORDS:** Adipose tissue, BMI, Epidemiology, Fat mass, Morocco, Obesity, Obesity VDR, Vitamin D, Vitamin D deficiency.

**RÉSUMÉ:** L'objectif de cette étude est d'évaluer le statut en vitamine D chez 495 patients de la région de Souss Massa au Maroc. Par la même occasion, c'est d'essayer de vérifier l'existence d'éventuelles association corrélations entre les concentrations sériques en vitamine D et certains paramètres anthropologiques, notamment l'âge, le sexe, l'indice de masse corporelle, le pourcentage de graisse corporelle, la graisse viscérale et le tour de taille.

La moyenne sérique de vitamine D chez les participants est de  $15.92 \pm 8.04$  ng/ml. Les patients, ayant un statut adéquat en vitamine D, sont de 5.45 %, ceux en état d'insuffisance sont de 19.80 % et 50.51 % sont en état de déficit et la carence sévère représente 24.24 %.

La concentration sérique moyenne en vitamine D est significativement plus élevée chez les hommes que chez les femmes ( $p < 0.0001$ ).

Suite à plusieurs régressions linéaires en vue de vérifier l'influence de chaque variable sur le statut en vitamine D, il paraît que l'IMC et le PG contribueraient significativement à la prédiction du statut en vitamine D ( $p < 0.05$ ).

Cette étude a permis d'identifier certaines associations entre les taux sériques en vitamine D et les paramètres anthropométriques, notamment, l'âge, l'indice de masse corporelle (IMC), la graisse corporelle (PG) et le tour de taille (TDT). Les résultats obtenus confirment l'hypothèse que l'obésité, l'IMC et la graisse corporelle sont inversement associés aux faibles statuts en vitamine D.

D'autres études sont nécessaires pour traiter les aspects nutritionnels, environnementaux, génétiques de l'hypovitaminose D au sein de la population marocaine.

**MOTS-CLEFS:** Carence en vitamine D, Epidémiologie, IMC, Masse grasse, Maroc, Obésité, Souss Massa, Tissu adipeux, Vitamine D.

## **1 INTRODUCTION**

La vitamine D ou Calciférol, est une vitamine liposoluble. Elle existe sous deux formes selon sa source, la vitamine D<sub>2</sub> (ergocalciférol) d'origine végétale et la vitamine D<sub>3</sub> (cholécalfiérol) d'origine animale. C'est une vitamine apportée par l'alimentation, la supplémentation médicale ou synthétisée au niveau cutanée suite à l'exposition aux rayons solaires (notamment les UVB), puis stockée au niveau du foie et du tissu adipeux [1, 2].

Bien que le rôle classique de la vitamine D ait été décrit depuis très longtemps, son potentiel biologique s'est élargi de plus en plus au cours des dernières années. Ceci est dû à l'expression de son récepteur (Vitamin D Récepteur = VDR) par la plupart des tissus de l'organisme, qui est lui-même en relation avec un facteur nucléaire (*VDR responsive élément*) contrôlant près de 300 gènes. Ainsi, les connaissances scientifiques, aussi bien osseuses qu'extra-osseuses, sur la vitamine D ont beaucoup évolué ces dernières années. Elle est actuellement considérée comme une véritable "pseudo hormone" avec de multiples fonctions au-delà de ses fonctions primaires, dans le métabolisme osseux, et son rôle déterminant dans la régulation de l'homéostasie phosphocalcique [3]. Plusieurs études épidémiologiques, à l'échelle mondiale, ont montré un déficit important en vitamine D chez les différentes populations dans beaucoup de pays [4], [5]. L'hypovitaminose D est souvent associée aux pathologies chroniques, comme le diabète, l'hypertension, l'obésité, le cancer, les maladies cardiovasculaires, les maladies auto-immunes, au-delà des pathologies musculosquelettiques [3], [6], [7], [8].

De nombreuses études ont montré que la déficience en vitamine D était associée à l'obésité, au degré d'adiposité et à bien d'autres pathologies métaboliques [7], [8], [9], [10], [11]. Dans un essai de supplémentation par du jus d'orange enrichi en vitamine D contre du jus d'orange ordinaire chez un groupe d'obèse, il a été conclu une réduction significative de la GV supplémentée que dans le groupe témoin ( $P = 0,024$ ) [12]. Dans une autre étude, il a été établi que le statut en vit D est inversement corrélé à l'IMC, au poids corporel, au tour de taille, et au taux d'HbA1c, mais pas avec la pression artérielle, le cholestérol total, HDL, des triglycérides et LDL [13].

Bien que ces études aient intéressé divers populations aussi bien européennes, américaines ou asiatiques, aucune étude n'a cependant exploré cette relation chez les populations Nord-africaines et en particulier la population marocaine. Ainsi, pour étudier l'implication potentielle de la vitamine D dans l'obésité chez la population marocaine et en particulier dans la région Souss Massa, l'une des régions les plus ensoleillée du royaume.

L'objet de l'étude est d'évaluer le statut en vitamine D et son éventuelle relation avec certains paramètres anthropologiques, notamment l'âge, le sexe, le tour de taille, le pourcentage de graisse corporelle, la graisse viscérale et l'indice de masse corporelle.

## **2 MATERIEL ET METHODES**

### **2.1 ZONE DE L'ÉTUDE**

Notre étude a été réalisée dans la région du Souss Massa (Figure 1) connue par sa situation privilégiée, en termes d'ensoleillement. Celle-ci profite d'un climat méditerranéen semi-aride qui lui apporte une moyenne de 300 jours de soleil par an. La température annuelle moyenne y est de 19 °C (max : 27 °C et min : 11°C). Au dernier recensement de septembre 2014, la région comptait 2. 676 847 habitants et la métropole d'Agadir est sa principale ville.

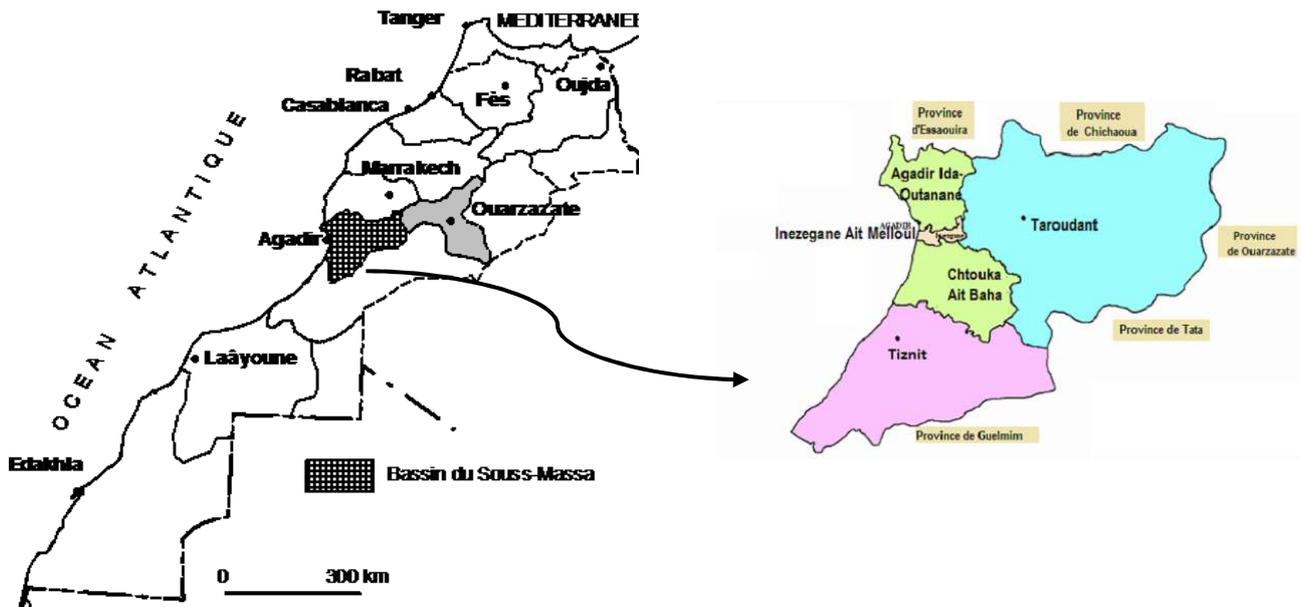


Fig. 1. Localisation de la région Souss Massa et ses provinces

## 2.2 POPULATION CIBLÉE

Notre étude, réalisée durant la période 27/03/2012 au 30/03/2016, a été effectuée sur un échantillon composé de 495 sujets recrutés de patients suivis dans le Centre "Univers Santé" Agadir, spécialisé en Nutrition et Diététique. Avant l'intégration des patients dans l'échantillon de l'étude, leur consentement a été demandé. Les personnes souffrant d'une insuffisance rénale chronique ou d'insuffisance hépatique sévère ou d'un problème de parathyroïdie ainsi que ceux supplémentés en vitamine D durant un mois avant l'étude, ont été écartés. Chez chaque patient, les relations existant entre le poids, l'indice de masse corporelle, le tour de taille, la graisse corporelle et le statut en vitamine D ont été étudiées.

## 2.3 ANALYSES EFFECTUÉES

### 2.3.1 MESURES ANTHROPOMÉTRIQUES

L'évaluation anthropométrique consiste à mesurer les paramètres suivants :

- *La taille (T)* : qui est prise à l'aide d'une toise métallique murale de type Tanita® ;
- *Le tour de taille (TDT)* : qui est évalué grâce à un mètre ruban en prenant la mesure contre la peau, selon la directive de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui préconise de prendre la mesure à mi-distance entre la crête iliaque et la dernière côte et à la fin d'une expiration.
- *Le poids et l'analyse corporelle* : Ces mesures ont été effectuées par un analyseur de masse corporelle segmentaire de marque Tanita® BC 418 MA. Celui-ci permet d'avoir, pour chaque patient, le poids (P), la masse grasse (MG), la masse maigre (MM), le % de graisse corporelle (PG), la graisse viscérale (GV), l'indice de masse corporelle (IMC) et une approximation du métabolisme de base.

### 2.3.2 CATÉGORISATION DE LA CORPULENCE

Pour ce paramètre, le classement utilisé est celui préconisé par l'OMS qui subdivise la corpulence en plusieurs catégories en se basant sur l'indice de masse corporelle (IMC) (Tableau 1). Cet indice correspond au rapport du poids en kilogramme sur le carré de la taille en mètre (en  $\text{Kg}/\text{m}^2$ ). Une petite modification à cette règle concerne le surpoids [6].

Tableau 1. Classification du poids selon l'IMC en Kg/m<sup>2</sup>

Catégorie	IMC (en Kg/m <sup>2</sup> )
Insuffisance pondérale	< 18.5
Poids normal	18.5 – 24.99
Surpoids	25 – 29.99
Obésité I	30 -34.99
Obésité II	35 - 39.99
Obésité III	>40

### 2.3.3 DOSAGE BIOLOGIQUE DE LA VITAMINE D

Le dosage biologique de la vitamine D a été effectué, dès la première consultation, dans un laboratoire d'analyses médicales privé. Le taux sérique en Vitamine D est déterminé par technique électrochimio-luminescence (ROCHE ELECSYS 2010 ou COBAS e 411 ROCHE mini vidas).

Le classement utilisé est celui préconisé par la Société Américaine d'Endocrinologie (SAE) qui a établi les valeurs de références en termes de statut en vitamine D : Concentration sérique en vitamine < 30ng /ml comme une insuffisance. Les concentrations comprises entre 10 et 20 ng/ml et < 10 ng sont considérées respectivement comme un déficit et une carence. Le seuil optimal en vitamine D est compris entre 30 et 100 ng/ml [7], [15].

Tableau 2. Statut en Vitamine D selon la SAE

Statut en Vitamine D	Concentration sérique (en ng/ml)
Déficit ou Carence	<20
Insuffisance	< 30
Seuil optimal	[30 -100]

### 2.4 ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel SPSS version 20. Les données sont rapportées en tant que moyenne ± écart-type pour les variables quantitatives et en pourcentage pour les variables qualitatives. Le test de corrélation de Pearson a été utilisé pour évaluer les associations entre les concentrations sériques en vitamine D et les paramètres anthropométriques, notamment l'IMC, le TDT, la GV, le PG. Les comparaisons entre les groupes ont été faites à l'aide du test "t" de Student pour série non apparié ou par ANOVA. La régression linéaire a été utilisée pour identifier la part de chaque variable anthropométrique (variables explicatives) dans le statut en vitamine (variable expliquée). La régression multiple a été utilisée pour étudier la relation des variables explicatives sur la variable dépendante. La valeur de "p" < 0,05 est considérée comme statistiquement significative. Afin de traiter statistiquement les données, une classification des variables a été adoptée. Les données biologiques et anthropométriques recueillies au cours de l'étude ont été codées de la manière suivante :

- l'âge, le pourcentage de graisse corporelle et la graisse viscérale sont considérés comme des variables quantitatives sans changement ;
- le sexe : Cette variable a été codée en catégorie "1" pour les hommes et en catégorie "2" pour les femmes ;
- le poids et la taille ont été combinés en une autre variable quantitative (Corpulence = IMC en Kg/m<sup>2</sup>) qui classe pondéral en 6 modalités : Insuffisance pondérale (0), Normopoids (1), Surpoids (2), Obésité I (3), Obésité II(4) et Obésité III(5). Afin de procéder à la régression logistique au cas échéant, la variable corpulence a été classée en variable dichotomique (non obèse = 0 et Obèse =1);
- le tour de taille a été codé en deux modalités : TDT normal (1) et Obésité abdominale (2) ;
- le statut en vitamine D basé sur la concentration sérique a été codé en 4 modalités : Carence (0), Déficit (1), Insuffisance (2) et Adéquat (3). Toute concentration inférieure à 30ng /ml est considérée comme une hypovitaminose.

### 3 RESULTATS

#### 3.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Les données relatives aux caractéristiques de l'échantillon étudié sont résumées dans le tableau 3.

**Tableau 3. Caractéristiques de la population étudiée**

Caractère		Résultat	
Sexe	Hommes	31%	
	Femmes	69%	
Age	Intervalle	18 à 84 ans	
	Moyenne	Hommes	42.4 ± 12.83ans <sup>(ns)</sup>
		Femmes	41.08 ± 12.75 ans
Poids moyen	Global	92.23 ± 21.07 Kg	
	Hommes	96.55 ± 21.07 Kg <sup>p &lt; 0.002</sup>	
	Femmes	90.30 ± 20.84 Kg	
Taille	Global	164 ± 9 cm	
	Hommes	173 ± 6 cm <sup>(p &lt; 0.0001)</sup>	
	Femmes	160 ± 6 cm	

(ns : Non significatif, p < 0.002 : Moyennement significatif, p < 0.0001 : Hautement significatif)

Sur les 495 patients étudiés, 69 % sont des femmes et 31 % des hommes. Ces patients appartiennent à la tranche d'âge 18 à 84 ans avec une moyenne d'âge respectivement de 41.08 ± 12.75 ans et 42.4 ± 12.83 ans chez les femmes et les hommes. Leur poids moyen est de 92.23 ± 21.07 Kg, mais avec un surpoids significativement marqué chez les hommes (96.55 ± 21.07 Kg, p < 0.002) par rapport aux femmes (90.30 ± 20.84 Kg) avec un IC95% = [2.2607 ; 10.2534]. La taille moyenne des patients est de 164 ± 9 cm, mais celle-ci est significativement en faveur des hommes (173 ± 6 cm, p < 0.0001) par rapport aux femmes (160 ± 6 cm).

#### 3.2 CARACTÉRISTIQUES ANTHROPOMÉTRIQUES

##### 3.2.1 CLASSIFICATION SELON L'IMC

La figure 2 illustre la classification des patients selon leur corpulence.

Les patients ont un IMC moyen de 34,46 ± 7.94 kg/m<sup>2</sup>. Ce paramètre est de 35,41 ± 8,1 kg/m<sup>2</sup>chez les femmes et de 32,34 ± 6,59 kg/m<sup>2</sup>chez les hommes. Leur classification selon leur IMC montre que 1.41 % des cas présentent une insuffisance pondérale, 6.46 % ont un poids normal, 20 % sont en surpoids, 27.47 % ont une obésité I, 26.87 % ont une obésité II et 17.78 % ont une obésité III. L'obésité touche donc 72,12 % des participants.

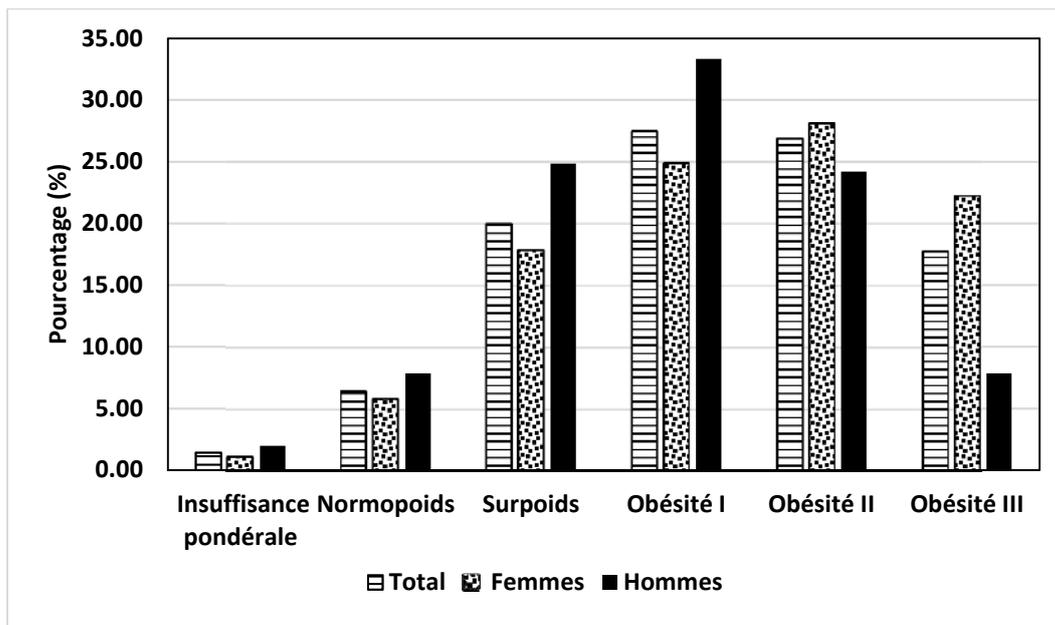


Fig. 2. Distribution des patients selon leur corpulence (IMC en Kg/m<sup>2</sup>)

Les résultats obtenus montrent une différence liée au sexe. En effet, l'insuffisance pondérale représente 1.7 % chez les femmes contre 1.96 % chez les hommes, tandis que l'état de normopoids a été obtenu chez 5.85% de femmes contre 7.84 % chez les hommes. Par ailleurs, l'état de surpoids est plus exprimé chez les hommes (24.85%) par rapport aux femmes (17.84 %), tandis que les états d'obésité I et II ont une tendance masculine avec 33.33 % d'obésité I, 24.18 % d'obésité II chez les hommes et 28.07 %. L'obésité est significativement ( $p < 0.0001$ ) plus fréquente chez les femmes (75.14 %) par rapport aux hommes (65.35 %) avec un  $IC_{95\%} = [1.58 ; 4.57]$ .

Cependant, la comparaison des patients par rapport à leur IMC montre que l'état de surpoids est significativement plus exprimé chez les hommes (24.85 %) par rapport aux femmes (17.84 %), tandis que les états d'obésité I et II ont une tendance masculine avec 33.33 % d'obésité I, 24.18 % d'obésité II chez les hommes et 28.07 % d'obésité I et 28.07 % d'obésité chez les femmes. Par ailleurs, le pourcentage de cas d'obésité III est plus marqué chez les femmes (22.22 %) par rapport aux hommes (7.84 %).

### 3.2.2 CLASSIFICATION SELON LE TOUR DE TAILLE (TDT)

Le suivi du TDT chez les patients examinés montre un TDT moyen de  $112.31 \pm 15.24$  cm. L'étude de celui-ci en fonction du sexe ne montre aucune différence significative (TDT moyen Femmes :  $12.16 \pm 15.87$ , TDT moyen Hommes :  $112.63 \pm 13.73$  cm).

### 3.2.3 CLASSIFICATION SELON LA DISTRIBUTION DU POURCENTAGE DE GRAISSE CORPORELLE

Le pourcentage moyen de graisse corporelle obtenu chez les patients est de  $40.02 \pm 9.6$  %. Celui-ci est significativement plus important chez les femmes ( $44.27 \pm 7.46$  %) par rapport aux hommes ( $30.53 \pm 6.97$  %) ( $p < 0.0001$ ) avec un  $IC_{95\%} = [12.34; 15.13]$ .

### 3.2.4 CLASSIFICATION SELON LA GRAISSE VISCÉRALE

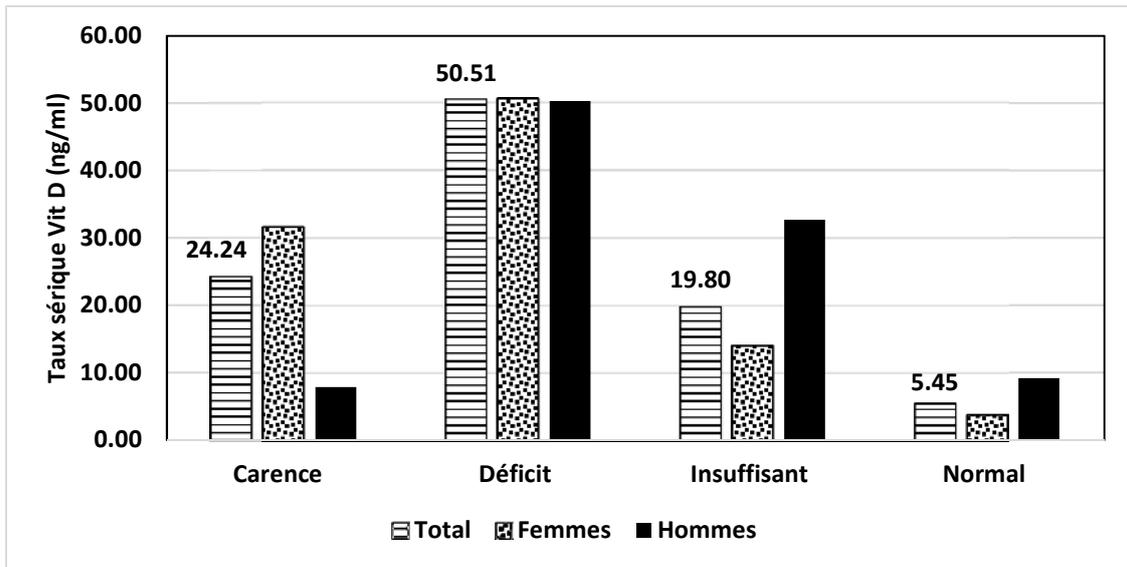
Le suivi de la masse de graisse viscérale montre un niveau moyen de GV de  $14.98 \pm 5.81$  Kg. Cependant, ce paramètre paraît être plus important chez les hommes ( $14.98 \pm 5.81$  Kg) par rapport aux femmes ( $11.03 \pm 4.85$  Kg) ( $p < 0.0001$ ) avec un  $IC_{95\%} = [2.20 ; 4.23]$ .

**3.3 STATUT EN VITAMINE D**

La figure 3 montre l'évolution du taux sérique de vitamine D chez les patients. Globalement, leur taux sérique moyen en vitamine D est de  $15.92 \pm 8.04$  ng/ml. Cependant, seuls 5.45 % des patients qui présentent un taux sérique adéquat en vitamine D, alors que 19.80 % des cas sont en état d'insuffisance, 50.51 % en état de déficit et 24.24 % sont état de carence sévère.

L'examen de ce paramètre en fonction du sexe montre qu'il est plus important chez les femmes ( $19.63 \pm 8.78$  ng/ml) par rapport aux hommes ( $14.26 \pm 7.09$  ng/ml).

Par ailleurs, le statut adéquat en vit D n'est que de 3.8 % chez les femmes contre 9.15 % chez les hommes, alors que l'état d'insuffisance en vitamine D est respectivement de 32.8 % et 14.04 % chez les hommes et les femmes, tandis que l'état de déficit en vitamine D est comparable selon le sexe (50.33% et 50.58 % respectivement les hommes et chez les femmes). L'état de carence en vitamine D est plus abondant chez les femmes (31.58 %) par rapport aux hommes (7.84 %).



*Fig. 3. Distribution du statut en vitamine D chez les patients*

**3.4 CORRÉLATIONS ENTRE LE STATUT EN VITAMINE D ET LES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS (FIGURE 4)**

Selon nos résultats aucune corrélation significative n'a été révélée entre l'âge et le taux sérique en vitamine D, et ceci aussi bien chez les hommes que chez les femmes.

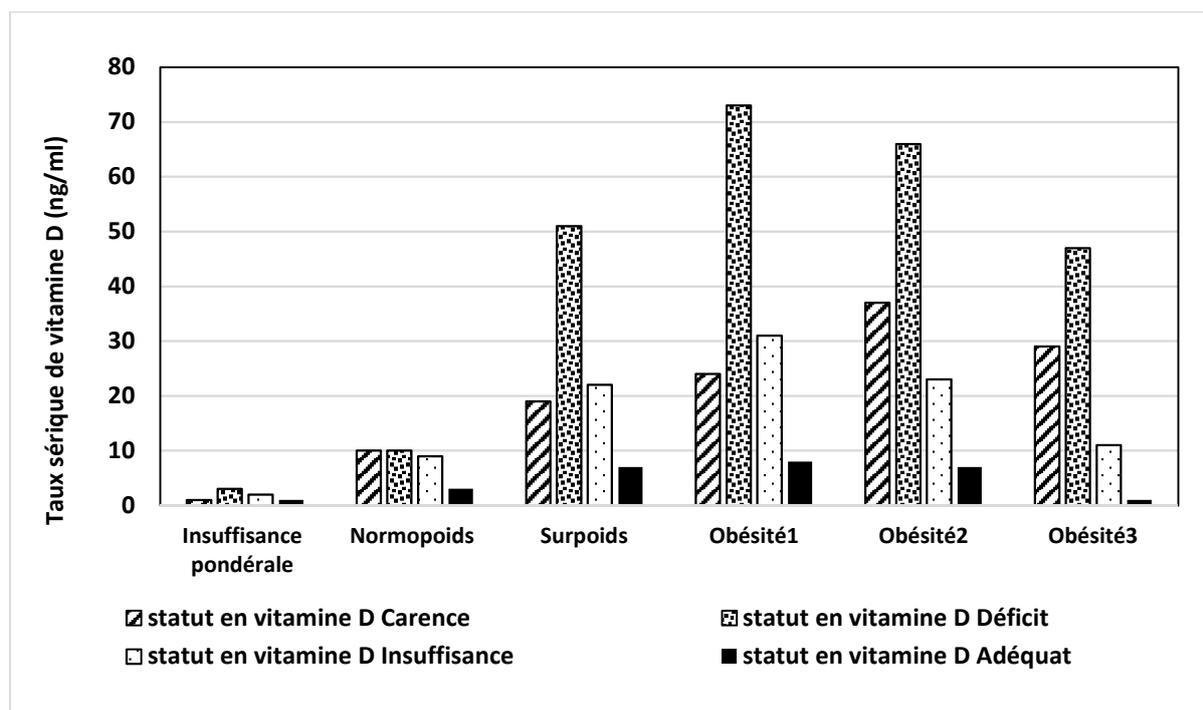


Fig. 4. Distribution du statut en vitamine D selon la corpulence

Cependant, une corrélation très significative est exprimée entre la variable sexe et celle de la concentration sérique en vitamine D ( $p < 0.0001$ ). En effet, le taux sérique moyen en vitamine D est globalement et significativement plus élevé chez les hommes par rapport aux femmes ( $p < 0.0001$ ) avec un  $IC_{95\%} = [3.90 ; 6.84]$ . Cependant, cette différence n'est significative que pour la situation de déficit en vitamine D qui est significativement plus importante chez les femmes que chez les hommes ( $p < 0.004$ ) avec un  $IC_{95\%} = [0.45 ; 2.28]$ .

Concernant, la relation entre le statut en vitamine D et l'IMC, elle est globalement et inversement significative ( $p < 0.01$ ). Cependant, cette signification est exprimée surtout chez les femmes ( $p < 0.01$ ) par rapport aux hommes ( $p = 0.37$ ).

Concernant la relation statut en vitamine D et le pourcentage en graisse corporelle, notre analyse a permis de mettre en évidence une corrélation inverse très significative entre ces deux paramètres, avec un coefficient de Pearson,  $r = -0,32$  ( $p < 0.01$ ). Cependant, cette signification est exprimée surtout chez les femmes ( $r = -0.176$ ,  $p < 0.001$ ) par rapport aux hommes ( $p = 0.10$ ).

Notre analyse n'a révélé aucune corrélation significative entre le statut en vitamine D et la masse de graisse viscérale des patients (coefficient de Pearson,  $r = 0.04$  ( $p = 0.405$ )). Cependant, l'analyse liée au sexe a permis de mettre en évidence une corrélation inverse très significative entre la masse graisse viscérale et le taux sérique en vitamine D chez les femmes ( $r = -0.16$  ( $p = 0.003$ )) par rapport aux hommes ( $r = -0,09$ ,  $p = 0,264$ ).

Concernant la taille des patients, celle-ci paraît exprimer une corrélation inverse significative avec la concentration sérique en vitamine D lors de son analyse globale (coefficient de Pearson,  $r = -0.090$  ( $p < 0.05$ )). Cependant, aucune corrélation liée au sexe n'a été révélée (Hommes ( $p = 0,172$ ), Femmes ( $p = 0,077$ )).

Enfin, l'analyse utilisant plusieurs régressions linéaires pour vérifier l'influence de chaque variable sur le statut en vitamine D a permis d'élaborer un modèle explicatif de l'évolution du statut en vitamine D en fonction des variables anthropométriques. Le modèle explicatif choisi a permis de révéler que seuls l'IMC et le PG contribueraient significativement ( $p < 0.05$ ) à la prédiction du statut en vitamine D.

#### 4 DISCUSSION

Compte tenu des données disponibles sur les effets squelettiques et extrasquelettiques de la vitamine D, notamment sur son association inverse avec l'obésité, le concept du maintien d'un statut adéquat en vitamine D pour réduire l'adiposité est important. Bien que le Maroc soit un pays ensoleillé, les études montrent que ce pays ne fait pas exception en ce qui concerne

l'importance de l'hypovitaminose D, dans les différentes régions du nord marocain [16, 17, 18, 19]. Notre étude, qui est la première de son genre à l'échelle de la Région Souss Massa, vient d'une part, compléter les diverses analyses déjà effectuées à l'échelle nationale et permet de mettre en évidence la relation éventuelle entre le statut en vitamine D, l'obésité et d'autres paramètres anthropologiques, notamment l'âge, le sexe, le poids, le pourcentage de graisse corporelle et l'indice de masse corporelle.

La plupart des études effectuées au Maroc en rapport avec le taux sérique en vitamine D, ont rapporté des taux très variables mais qui demeuraient en état de déficit [16, 17, 18, 19]. En effet, malgré l'ensoleillement important du Maroc et particulièrement la Région Souss Massa, le déficit en vitamine D paraît plus important chez la population de la Région Massa par rapport aux régions de Rabat et Fès [16, 18]. Selon les études réalisées dans ces régions, la taille et la diversité de l'échantillon de l'étude sembleraient influencer les résultats. En effet, ces études ont concerné généralement des femmes ménopausées ou des sujets âgés de plus de 50 ans, ce qui marque la différence par rapport à notre étude qui a intégré des patients d'âge variable, hommes et femmes, jeunes et moins jeunes.

Dans le cas de notre étude, la situation de statut déficitaire en vitamine D enregistrée dans le cas de notre étude et chez la population marocaine, peut être expliquée par :

- les messages véhiculés par la communauté scientifique et relayés par les médias sur les risques de cancers cutanés dus à l'exposition au soleil ;
- les pratiques culinaires qui nuisent à la biodisponibilité de la vitamine D, en particulier, les fortes températures de cuisson et les cuissons prolongées des aliments (ragouts et tagines) ;
- les aspects culturels spécifiques aux régions du sud marocain ;
- l'éviction de l'exposition au soleil, en particulier, dans les provinces du sud où les marocains ne préfèrent pas être bronzés, surtout les femmes (la blancheur de la peau est un critère de beauté) ;
- les tenues vestimentaires couvrantes au-delà des considérations religieuses ;
- la rareté des aliments fortifiés en vitamine D au Maroc ;
- le style de vie plus casanier des femmes par rapport aux hommes et probablement une insuffisance d'activités de plein air chez les deux sexes

Ces éléments confortent la situation des personnes souffrantes d'obésité et qui ne peuvent pas s'exposer au soleil ni pratiquer des activités.

L'hypovitaminose D plus fréquente chez les femmes que chez les hommes décrite dans notre étude dans la Région Souss Massa a été décrite d'autres régions au Maroc [17] et chez la population Caucasienne [21] et thaïlandaise [22]. Cependant, des cas d'hypovitaminose D masculine ont été rapportés chez des patients obèses en Norvège [20], [25]. De telles différences seraient probablement liées à des facteurs d'ordre culturel et/ou nutritionnel ou encore au mode de vie.

Selon notre étude, l'âge ne paraît pas comme facteur qui régirait le statut en vitamine D. En effet, aucune corrélation significative n'a été enregistrée. Cependant certains auteurs ont reporté, dans certains cas, une corrélation négative significative entre le taux de vitamine D et l'âge ( $r = -0.136$  ;  $p = 0.02$ ) [26]. Une telle différence serait probablement à l'hétérogénéité des âges de notre échantillon.

Par ailleurs, l'analyse de l'IMC, en tant qu'outil de classification de la corpulence chez la population de la Région Souss Massa, a permis de mettre en évidence une corrélation négative très significative entre l'IMC et la concentration sérique en vitamine D (Coefficient de Pearson,  $r = -0.18$  ( $p < 0.01$ )). Cette corrélation était surtout significative chez les femmes ( $p < 0.01$ ) ; alors qu'elle ne l'est pas chez les hommes ( $p = 0.37$ ). Une telle tendance a été décrite chez d'autres populations marocaines (régions Rabat et Fès) [16, 17, 18, 19] et celle de New Zélande [27]. Plusieurs études ont confirmé aussi l'existence de liens inverses entre l'hypovitaminose D et l'obésité [1, 23, 27] qui est liée négativement aux faibles taux sériques en vitamine D [14, 23, 24, 27, 28]. En effet, selon Touvier et al. [21], les sujets obèses ou ayant une insuffisance pondérale auraient un statut en vitamine D plus faible que celui des sujets de poids normal. La nuance sur la corrélation entre l'obésité et le taux sérique en vitamine D est apportée par l'étude sur la cohorte SuViMax [21]. Dans ce cadre, l'IMC serait insuffisant à utiliser comme critère d'association entre la concentration sérique en vitamine D et l'obésité. Ce paramètre ne reflète que la corpulence et non pas l'obésité. En effet, les personnes ayant un IMC important peuvent avoir un taux de graisse corporelle très faible, comme c'est le cas des culturistes ou des personnes ayant des œdèmes [21]. Par ailleurs, les corrélations de l'IMC avec d'autres variables comme le PG, le pli cutané ou d'autres mesures d'adiposité, seraient plus judicieux à utiliser car l'obésité est considérée comme un excès de tissu adipeux.

Concernant la relation entre le statut en vitamine D et le pourcentage de graisse corporelle, notre étude a révélé une association inverse très significative entre le taux sérique en vitamine D et le PG ( $p < 0.01$ ). Ceci est compatible avec les résultats de certaines études qui ont confirmé que le degré d'adiposité était inversement lié à la concentration sérique en vitamine D

[8, 22, 23, 28]. Au-delà du style de vie des marocains, la faible concentration sérique en vitamine D chez les personnes obèses peut être due à un excès de graisse corporelle séquestrant la vitamine D synthétisée au niveau cutané ou apportée par l'alimentation (vitamine liposoluble) ; ce qui diminue fortement sa biodisponibilité [7, 29]. L'hypothèse d'augmentation de l'utilisation de la vitamine D par les adipocytes (forte présence du VDR) pourrait aussi expliquer cette corrélation [1]. En effet, le tissu adipeux est le site de stockage de la vitamine D, dont l'implication dans le métabolisme du calcium semblerait jouer un rôle important dans la modulation du métabolisme des cellules adipeuses. Par ailleurs, il a également un effet sur leur prolifération à travers la concentration en calcium ionisé intracellulaire via les récepteurs de la vitamine D très actifs au niveau de la cellule adipeuse [1, 29]. Des études *in vitro* ont rapporté un rôle apoptotique par un apport en vitamine D sur les cellules adipeuses [1]. Ceci a été même démontré par deux études randomisées contrôlées par placebo et avec une supplémentation en vitamine D et en calcium chez des obèses [26, 30]. Ces études ont permis d'observer respectivement une réduction significative du tissu adipeux ( $P < 0,001$ ) [26] et une perte significative de masse grasse, par rapport au groupe témoin ( $P = 0,02$ ) [30].

Concernant la relation entre le statut en vitamine D et la graisse viscérale, notre étude n'a révélé de corrélation que chez les femmes ( $r = -0,16$  ;  $p = 0,003$ ). Ces résultats sont probablement liés au fait que la synthèse de la vitamine D est plutôt atténuée à la graisse sous cutanée qu'à la graisse viscérale.

Signalons que diverses corrélations ont été décrites entre vitamine D et graisse viscérale. En effet, des résultats obtenus par deux essais parallèles, en double aveugles, contrôlés par placebo avec du jus d'orange ordinaire ou du jus d'orange light, enrichis en vitamine D et en calcium, ont permis de montrer que la perte de poids ne diffère pas significativement entre les groupes (-2,45 kg) et que la réduction de la GV était significativement plus élevée ( $P = 0,024$ ) dans le groupe du jus d'orange ordinaire enrichis que dans le groupe témoin. Des résultats similaires ont été observés dans le groupe de jus d'orange light, où la réduction de la GV était significativement plus importante dans le groupe enrichi en calcium et en vitamine D que dans le groupe témoin élevée ( $P = 0,039$ ) [12]. Selon une étude sur 3890 personnes de la cohorte de Framingham le statut en vitamine D est fortement lié à la graisse sous-cutanée et surtout à la graisse viscérale [4].

Concernant la relation entre le statut en vitamine D et le tour de taille, nos résultats ont permis de mettre en évidence une corrélation inverse et significative entre le TDT et la concentration sérique en vitamine D ( $p < 0,05$ ). L'étude sur la cohorte de Framingham a montré que les taux sériques en vitamine D étaient inversement corrélés au tour de taille [8]. Une telle corrélation a été reportée par McGill et al. [27] qui ont démontré l'existence d'une relation inverse significative entre le statut en vitamine D et le tour de taille ( $p < 0,03$ ) [27]. Cette relation serait expliquée par le fait que le tour de taille exprime chez les personnes obèses une importante quantité de graisse abdominale surtout chez les obésités androïdes caractéristique des hommes.

## **5 CONCLUSION**

Malgré l'ensoleillement quasi constant de la Région Souss Massa, notre étude, qui est la première de son genre au Maroc, a permis de mettre en évidence un état d'hypovitaminose D de la population et surtout chez les femmes. Elle a permis aussi d'identifier certaines corrélations entre les taux sériques en vitamine D et les paramètres anthropométriques, notamment, l'âge, l'IMC, le PG, le TDT, ...

Nos résultats confirment l'hypothèse que l'obésité, l'IMC et la graisse corporelle seraient inversement associés aux faibles statuts en vitamine D.

Notre étude a le mérite de s'intéresser à la relation entre la vitamine D, l'obésité et la masse grasse. En revanche, elle compte certaines limites qui méritent son élargissement à d'autres régions. En outre, d'autres variables méritent d'être prises en compte pour mieux cerner les autres facteurs et leurs corrélations avec le statut en vitamine D. Citons à titre d'exemples l'apport nutritionnel en vitamine D, le rôle de l'activité physique, la durée d'exposition au soleil, les aspects génétiques et épigénétiques de l'hypovitaminose D et le polymorphisme des récepteurs de la vitamine D au sein de la population marocaine.

## **REMERCIEMENTS**

Nous remercions vivement les patients qui ont participé à l'étude et le personnel de l'Univers Santé à Agadir, le Service de Gynécologie, le Laboratoire d'Analyses Médicales du Centre Hospitalier Régional Hassan II, Pr KAAYA Abderrazak, Dr ERRACHIDI Houssein et Mr Hassan BENSALD pour leur aide et collaboration

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt

## REFERENCES

- [1] Sergeev I. N. (2016). Vitamin D-Cellular Ca<sup>2+</sup> link to obesity and diabetes. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, Nov 23, 164, pp 326-330.
- [2] Wortsman J., Matsuoka L. Y., Chen T. C., Lu Z. and Holick M. F. (2000). Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am. J. Clin. Nutr.*, 72(3), pp 690-693.
- [3] Wacker M. and Holick M. F. (2013). Vitamin D: Effects on skeletal and extraskeletal health and the need for supplementation. *Nutrients*, 5(1), pp 111-148.
- [4] Lips. P. (2007), Vitamin D status and nutrition in Europe and Asia. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, 103, pp 620-625.
- [5] Lips. P. and Van Schoor. N. (2011). Worldwide Vitamin D status. *J. Vitamin D*, 3<sup>th</sup> edition, Volume I ; pp 947-963.
- [6] OMS. Obésité : prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale (2003). *Série de Rapports techniques*, 894, Année 2003.
- [7] Bouillon R. (2011). How to define optimal Vitamin D status. *J. Vitamin D*, 3<sup>th</sup> edition, Volume I, pp 1067-1080.
- [8] Cheng S., Massaro J. M., Fox C. S., Larson M. G., Keyes M. J., Mc Cabe E. L., Robins S. J., O'Donnell C. J., Hoffmann U., Jacques P. F., Booth S. L., Vasan R. S., Wolf M., and Wang T. J. (2010). Adiposity, cardiometabolic risk, and vitamin D status: the Framingham Heart Study. *Diabetes*, Jan, 59(1), pp 242-248.
- [9] Pereira-Santos M., Costa P. R., Assis A. M., Santos C. A., Santos D. B. (2015). Obesity and vitamin D deficiency: a systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev.*, Apr., 16(4), pp 341-349.
- [10] Liu X., Xian Y., Min M., Dai Q., Jiang Y. and Fang D. (2016). Association of 25-hydroxyvitamin D status with obesity as well as blood glucose and lipid concentrations in children and adolescents in China. *Clin. Chim. Acta.*, Apr 1, 455, pp 64-67.
- [11] Vimalaswaran K. S., Cavadino A., Berry D. J., Jorde R., Dieffenbach A. K., Lu C., Alves A. C., Heerspink H. J., Tikkanen E., Eriksson J., Wong A., Mangino M., Jablonski K. A., Nolte I. M., Houston D. K., Ahluwalia T. S., Van der Most P. J., Pasko D. and Zgaga L., (2014). Association of vitamin D status with arterial blood pressure and hypertension risk: a mendelian randomisation study. *Lancet Diabetes Endocrinol.*, 2(9), pp 719-729.
- [12] Rosenblum J. L., Castro V. M., Moore C. E. and Kaplan L. M. (2012). Calcium and vitamin D supplementation is associated with decreased abdominal visceral adipose tissue in overweight and obese adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, Jan. 2012, 95(1), pp 101-108.
- [13] Boonchaya-anant P., Holick M. F. and Apovian C. M. (2014). Serum 25-hydroxyvitamin D levels and metabolic health status in extremely obese individuals. *Obesity (Silver Spring)*, Dec. 2014; 22(12), pp 2539-2543.
- [14] Tidwell D. K., Valliant M. W. (2011). Higher amounts of body fat are associated with inadequate intakes of calcium and vitamin D in African American women. *Nutr. Res.*, Jul 2011; 31(7), pp 527-536.
- [15] Clifford J. R., S. A. Abrams, J. F. Aloia, P. M. Brannon, S. K. Clinton, R. A. Durazo-Arvizu, J. Ch. Gallagher, R. L. Gallo, G. Jones, Ch. S. Kovacs, J. E. Manson, S. T. Mayne, A. C. Ross, S. A. Shapses and Ch. L. Taylor. (2012) IOM Committee Members Respond to Endocrine Society Vitamin D Guideline. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, April 2012, 97(4), pp 1146–1152.
- [16] Abourazzak F. E., Talbi S., Aradoini N., Berrada K., Keita S. and Hazry T. (2015). 25-Hydroxy vitamin D and its relationship with clinical and laboratory parameters in patients with rheumatoid arthritis. *Lin. Rheumatol.* 2015 Feb., 34(2), pp 353-357.
- [17] El Maataoui A., Biaz A., El Machtani S., Bouhsain S., Dami A., El Maghraoui A. and Ouzzif Z. (2015). Vitamin D status in healthy Moroccan men and women aged 50 years and older: a cross-sectional study. *Arch Osteoporos*, 2015 Dec., 11(1), pp 24.
- [18] El Maghraoui A., Sadni S., El Maataoui A., Majjad A., Rezqi A., Ouzzif Z. and Mounach A. (2015). Influence of obesity on vertebral fracture prevalence and vitamin D status in postmenopausal women. *Nutr. Metab. (Lond)*. 2015 Nov, 14, 12 pp 44.
- [19] Hmamouchi I., Paternotte S., Molto A., Etcheto A., Borderie D., Combe B. and Dougados M. (2016). Vitamin D, disease activity and comorbidities in early spondyloarthritis. *Clin Exp Rheumatol.*, 2016 May-Jun, 34(3), pp 396-403.
- [20] Smihrou F. (2011). Statut de la vitamine d chez la population marocaine âgée de plus de 50 ans. étude transversale). *Thèse de Doctorat en Pharmacie, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Mohammed V, Rabat*.
- [21] Touvier M., Deschasaux M., Montourcy M., Sutton A., Charnaux N., Kesse-Guyot E., Assmann K. E., Fezeu L., Latino-Martel P., Druésne-Pecollo N., Guinot C. Latreille J., Malvy D., Galan P., Hercberg S., Le Clerc S., Souberbielle J. C. and Ezzedine K. (2015). Determinants of vitamin D status in Caucasian adults: influence of sun exposure, dietary intake, sociodemographic, lifestyle, anthropometric, and genetic factors. *J. Invest. Dermatol.*, 2015 Feb., 135(2), pp 378-88.
- [22] Shantavasinkul P. C., Phanachet P., Puchaiwattananon O., Chailurkit L. O., Lapananon T., Chanprasertyotin S., Ongphiphadhanakul B. and Warodomwicht D. (2015). Vitamin D status is a determinant of skeletal muscle mass in obesity according to body fat percentage. *Nutrition*. 2015 Jun. 31(6), pp 801-806.

- [23] Guasch A., Bulló M., Rabassa A., Bonada A., Del Castillo D., Sabench F. and Salas-Salvadó J. (2012). Plasma vitamin D and parathormone are associated with obesity and atherogenic dyslipidemia: a cross-sectional study. *Cardiovasc. Diabetol.*, 2012 Dec 11, pp 149.
- [24] Çizmecioglu F. M., Etiler N., Görmüş U., Hamzaoğlu O. and Hatun Ş. (2008). Hypovitaminosis D in obese and overweight schoolchildren. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.*, 1(2), pp 89-96.
- [25] Johnson L. K., Hofsø D., Aasheim E. T., Tanbo T., Holven K. B., Andersen L. F., Røislien J. and Hjelmæsæth J. (2012). Impact of gender on vitamin D deficiency in morbidly obese patients: a cross-sectional study. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2012.
- [26] Salehpour A., Hosseinpanah F., Shidfar F., Vafa M., Razaghi M., Dehghani S., Hoshiarrad A. and Gohari M. (2012). A 12-week double-blind randomized clinical trial of vitamin D<sub>3</sub> supplementation on body fat mass in healthy overweight and obese women. *Nutr. J.*, 2012 Sep, 22, 11, pp 78.
- [27] McGill A. T., Stewart J. M., Lithander F. E., Strik C. M. and Poppitt S. D. (2008). Relationships of low serum vitamin D3 with anthropometry and markers of the metabolic syndrome and diabetes in overweight and obesity. *Nutr. J.*, 2008 Jan 28, 7, pp 4.
- [28] Samuel L. and Borrell L. N. (2013). The effect of body mass index on optimal vitamin D status in U.S. adults: the National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2006. *Ann. Epidemiol.*, 2013 Jul., 23(7), pp 409-414.
- [29] De Paula F. J. A. and Rosen C. J. (2011). Vitamin D and Fat. *J. Vitamin D.* 3<sup>th</sup> edition volume I; 2011, pp 769-776.
- [30] Zhu W., Cai D., Wang Y., Lin N., Hu Q., Qi Y., Ma S., Amarasekara S. (2013). Calcium plus vitamin D<sub>3</sub> supplementation facilitated fat loss in overweight and obese college students with very-low calcium consumption: a randomized controlled trial. *Nutr. J.*, 2013 Jan. 8, 12, pp 8.