

RESEARCH ARTICLE

Relationship between Malocclusion and Obesity: A Cross-sectional Study in the Moroccan Population

Relation entre Malocclusion et Obésité : Etude Transversale dans la Population Marocaine

Gbetoho Antah Medard Dohou , Rajae El Haddaoui, Chanelle Lekesse Apila, Fatima Zaoui, Asmae Bahoum
Service d'Orthopédie Dento-Faciale du Centre de consultation et de Traitement Dentaire de Rabat/ université Mohammed V, Rabat, Morocco.

ABSTRACT

Introduction: Intra-arch dental malocclusions are explained by the disharmony between the arch perimeter and the existing dental capital. The habitable perimeter is the result of the basal and alveolar growth, itself under the dependence of the musculature. The idea of working on the relationship between obesity and malocclusion is to understand whether the effects of mastication and the typology of musculature specific to this category, could have an influence on the dimensions of the arches and therefore on the genesis of malocclusions in children. The aim of this cross-sectional observational study is therefore to evaluate the impact of obesity and overweight on the development of malocclusion in growing age subjects. **Materials and Methods:** This study was conducted in 58 children aged 10 to 16 years old who consulted the Rabat Dental Treatment and Consultation Center CCTD-CHIS between January 2018 and December 2018. Excluded from this study were children who had received orthopedic treatment or were undergoing orthodontic treatment, children with system pathology, as well as those with incomplete dentures or proximal caries. The sample was divided into 2 groups according to their Body Mass Index (BMI): G1 normal weight children, G2 overweight or obese children. The variables studied were: dental crowding, overjet and overbite, presence of dysfunction or parafunction and height of the anterior face. The comparison of these variables between the two groups was made by Pearson's Chi-square test for qualitative variables and the non-parametric test (Mann-Whitney's U-test) for quantitative variables. **Results:** The results of this study showed that the frequency of dysfunctions and parafunctions, as well as the increase in the lower anterior facial height were greater in the overweight/obese group (57.1%; 62.9% and 60.9% respectively). For endo-buccal parameters, crowding was greater in the overweight/obese group with a median of 2 [0-3] for this group and 1 [0-3] for the normo-weight group. The difference between the two groups for these parameters was not statistically significant. In addition, the results of this study showed that the overjet in the overweight/obese group was slightly reduced (1[0-2]) compared to the norm-weight group (2[1-3]). This difference was statistically significant ($p < 0.05$).

KEYWORDS: Obesity; Malocclusion; IMC.

RESUME

Introduction : Les malocclusions dentaires intra-arcades sont expliquées par la disharmonie entre le périmètre d'arcade et le capital dentaire existant. Le périmètre habitable est la résultante de la croissance basale et alvéolaire, elle-même sous la dépendance de la musculature. L'idée de travailler sur la relation entre obésité et malocclusion est de comprendre si les effets de la mastication et la typologie de la musculature spécifique à cette catégorie, pourraient avoir une influence sur les dimensions des arcades et donc sur la genèse des malocclusions chez l'enfant. Cette étude observationnelle transversale a donc pour but d'évaluer l'impact de l'obésité et du surpoids, sur le développement de la malocclusion chez les sujets en âge de croissance. **Matériels et Méthodes :** cette étude a été menée chez 58 enfants âgés de 10 à 16 ans qui ont consulté au Centre de Consultations et de Traitements Dentaires de Rabat CCTD-CHIS entre janvier 2018 et décembre 2018. Ont été exclus de cette étude, les enfants ayant suivi un traitement orthopédique ou en cours de traitement orthodontique, des enfants présentant une pathologie du système ainsi que ceux n'ayant pas une denture complète ou présentant des caries proximales. L'échantillon a été réparti en 2 groupes en tenant compte de leur Indice de Masse Corporelle (IMC) : G1 enfants de poids normal, G2 enfants en surpoids ou obèses. Les variables étudiées étaient les suivantes : l'encombrement dentaire, l'overjet et l'overbite, la présence de dysfonctions ou parafonctions et la hauteur de l'étage facial antérieur. La comparaison de ces variables entre les deux groupes, a été faite par le test Khi-deux de Pearson pour les variables qualitatives et le test non paramétrique (test U de Mann-Whitney) pour les variables quantitatives. **Résultats :** les résultats de cette étude ont montré que la fréquence de dysfonctions et de parafonctions, ainsi que l'augmentation de la hauteur de l'étage facial inférieur étaient plus importantes dans le groupe surpoids/obèse (respectivement 57,1% ; 62,9% et 60,9%). Pour les paramètres endo- buccaux, l'encombrement était plus important dans le groupe surpoids/ obèse avec une médiane de 2[0-3] pour ce groupe et de 1[0-3] pour le groupe normopoids. La différence entre les deux groupes pour ces paramètres n'était pas statistiquement significative. Par ailleurs, les résultats de cette étude ont montré que l'overjet dans le groupe surpoids/obèse était légèrement réduit (1[0-2]) comparativement au groupe normopoids (2[1-3]). Cette différence était statistiquement significative ($p < 0,05$).

MOTS CLES : Obésité ; Malocclusion ; IMC.

Correspondence: Gbetoho Antah Medard Dohou. Résident au service d'Orthopédie Dento-Faciale du Centre de consultation et de Traitement Dentaire de Rabat / université Mohammed V Rabat. Email: dohoumedard123@gmail.com

Copyright © 2021 Dohou GAM et al. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCTION

L'obésité et la malocclusion sont deux maladies répandues à travers le monde, à la fois dans les pays développés que ceux en voie de développement. Selon l'OMS (1), l'obésité est une maladie caractérisée par l'accumulation excessive et anormale de graisse corporelle. À l'échelle mondiale, le nombre de cas d'obésité a presque triplé depuis 1975. Selon les dernières publications de l'OMS (2) sur le sujet, 41 millions d'enfants de moins de 5 ans étaient en surpoids ou obèses dont 75 % appartiennent à la communauté défavorisée économiquement. Ces valeurs pourraient atteindre 70 millions si les tendances actuelles se poursuivent (2). Ces données sont inquiétantes sur l'avenir des nouvelles générations, d'autant plus que l'adiposité excessive chez les enfants affecte gravement l'état de santé générale avec, comme répercussions immédiates ou à long terme, un risque de décès prématuré ou de développement de pathologies chroniques telles que le diabète ou les maladies cardiovasculaires (2).

La malocclusion quant à elle, est considérée comme une altération de la relation dynamique, morphologique et fonctionnelle des composants du système stomatognathique : dents, tissus de soutien, système neuromusculaire et os crânio-faciaux (3). Sa prévalence varie d'un pays à un autre et entre différents groupes d'âge et de sexe (4). Elle varie entre 40 et 93 % selon de nombreuses études. Au Maroc, elle est estimée à 80 % (5). Bien qu'il soit important de connaître la prévalence des malocclusions et leur distribution dans la communauté, comprendre l'étiologie sous-jacente influence énormément le choix thérapeutique ainsi que le pronostic. La malocclusion peut être liée à des facteurs génétiques, environnementaux ou plus généralement une combinaison des deux (6).

Kuo-Ting Sun et coll. (7) ont trouvé que la force masticatoire était plus élevée chez les patients obèses ou en surpoids (filles ou garçons) par rapport au sujet en normopoids. Cette puissance musculaire favoriserait le développement sagittal et transversal harmonieux des bases osseuses. De plus, l'observation clinique a montré une certaine similarité morphologique et pas ou peu de malocclusions dentaires chez les adolescents en surpoids ou obèses. D'où l'idée de la relation entre le statut pondéral et la malocclusion.

Partant de ce constat, et en considérant la fréquence élevée de l'obésité dans la population marocaine jeune, nous avons mené cette étude dont l'objectif était d'observer et d'évaluer la relation possible entre certaines caractéristiques de la malocclusion et le statut pondéral, dans un échantillon représentatif de la population marocaine, composé de jeunes patients consultant au Centre de Consultations et de Traitements Dentaires (CCTD) de Rabat.

MATERIEL ET METHODE

Il s'agit d'une étude transversale descriptive et analytique, dont le but était d'évaluer la relation entre masse corporelle et certains paramètres de l'occlusion chez des enfants en cours de croissance. La sélection de l'échantillon s'est effectuée dans le service de pédiatrie du Centre de consultations et de Traitements dentaires de

Rabat, entre janvier 2018 et Décembre 2018 soit une période d'un an.

Le consentement éclairé écrit a été obtenu des parents de chaque participant après explication du but de l'étude.

Afin de minimiser les biais, ont été retenus, les patients âgés de 10 à 16 ans :

- Ne présentant aucune pathologie générale : maladies systémiques
- Ne présentant aucune anomalie crânio-faciale congénitale
- N'ayant jamais subi un traitement orthodontique ou orthopédique
- Présentant une denture complète sans caries proximales ou obturations, et sans restaurations prothétiques.

Par ailleurs, nous avons exclu les patients de moins de 10 ans ou ceux de plus de 16 ans, les enfants présentant des maladies systémiques ou avec anomalies crânio-faciales telle que les fentes labio-alvéolo-palatines, les enfants ayant déjà suivi un traitement orthodontique ou orthopédique ainsi que ceux présentant des dents absentes ou cariées.

Parmi les 500 adolescents consultants, 250 ont donné leur consentement éclairé, 58 remplissaient les critères d'inclusion. Tous les patients ont suivi un protocole commun d'observation : une première phase anamnétique suivie par un examen objectif intra et extra-oral précis afin d'obtenir des informations utiles pour l'étude, telles que : l'âge, le sexe, le poids, la taille, les habitudes de succion non nutritives, le type de ventilation et la position linguale lors de la déglutition.

L'examen des moulages a permis d'évaluer la quantité d'encombrement, d'overjet et d'overbite.

L'âge de l'enfant a été calculé en soustrayant sa date de naissance de la date de la visite ou de la mesure, l'âge a été déterminé au ¼ d'année près.

Lors de l'examen extra-oral, l'harmonie du visage a été évaluée en comparant les différents étages faciaux. La hauteur faciale totale (HFT) a été représentée par la distance entre la glabella et le menton. La hauteur de l'étage inférieur (HFI) était la distance entre le point sous-nasal et le point menton cutané. Après avoir marqué les points anatomiques, les hauteurs faciales ont été mesurées avec un pied à coulisse. Le rapport de la HFI sur HFT a été mesuré. Une augmentation ou une diminution de la HFI a été enregistrée comme présente quand elle est supérieure ou inférieure à 55% respectivement de la HFT pendant l'occlusion centrée. (8) Des variables mesurables telles que l'encombrement dentaire, l'overjet, l'overbite ont été pris à l'aide d'un pied à coulisse sur les modèles en plâtre de tous les patients.

En utilisant les courbes de croissance de référence, l'indice de masse corporelle (IMC en pourcentage) est obtenu à partir du rapport entre le poids (kg) et la taille au carré par rapport au sexe et l'âge. Il détermine généralement si une personne est en insuffisance pondérale, avec un poids normal, en surpoids ou obèse. L'IMC en pourcentage est une méthode simple de mesure et de calcul qui est l'outil de diagnostic le plus utilisé pour identifier l'état pondéral d'une population (9).

Le poids de l'enfant a été mesuré en utilisant une balance numérique électronique (Plenna, modèle MS-1) placée sur une surface plane (le plancher de la salle de soins), avec jusqu'à 150 kg et 100 g de divisions. (10)

La taille a été mesurée en utilisant un ruban à mesurer ordinaire fixé au mur, l'enfant était droit en position

verticale et le plan de Francfort était horizontal. Une pièce qui presse la tête a été doucement abaissée jusqu'à ce qu'il touche le haut de la tête de l'enfant, et la lecture exacte était facilement obtenue. La mesure a été enregistrée à 0,1 cm près. (10)

Toutes les données ont été relevées par un même opérateur afin de réduire le risque de biais. Selon les courbes de croissance, les enfants ont été classés en insuffisance pondérale si l'IMC est inférieur à 5%, en normopoids avec IMC compris entre 5% et 85%, en surpoids avec IMC entre 85% et 95%, obèses si l'IMC est supérieur à 95%. (9)

L'échantillon a été réparti en deux groupes selon le statut pondéral : G1 enfants de poids normal, G2 enfants en surpoids ou obèses

ANALYSES STATISTIQUES

Les données recueillies ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS version 13. Les variables quantitatives ont été représentées en médiane [quartiles] et les variables qualitatives en fréquence (pourcentage %). Entre les groupes G1 et G2, la comparaison des variables qualitatives a été réalisée par le test Khi-deux de Pearson. Pour les variables quantitatives, qui sont à distribution asymétrique, la comparaison entre les deux groupes a été menée par le test non paramétrique : test U de Mann-Whitney.

Les résultats ont été considérés comme significatifs si $p \leq 0,05$.

RESULTATS

Les caractéristiques générales de l'échantillon sont représentées dans le tableau 1. La moyenne d'âge était de 11,47+/-2,15 ans, les filles étaient plus représentatives avec un pourcentage de 56,89%.

Parmi les 58 patients retenus, 60,3 % étaient en surpoids ou obèses. La prédominance féminine a été également notée dans le groupe surpoids/obèses avec un pourcentage de 66,7%. Cette prédominance du

surpoids/obésité dans le sexe féminin n'était pas statistiquement significative ($p > 0,05$) (tableau 2).

La description ainsi que la comparaison des paramètres exo et endo-buccaux sont présentées dans le tableau 3. Selon les résultats de cette étude, la majorité des patients présentant des dysfonctions ou para-fonctions sont du groupe surpoids/obèse (62,9% et 57,1% respectivement). On note également une augmentation plus importante de la hauteur de l'étage facial inférieur dans le groupe surpoids/obèse (60,9%) par rapport au groupe normopoids (39,1%). Cependant, Ces résultats n'étaient pas statistiquement significatifs ($p > 0,05$)

Pour les paramètres endo-buccaux, le recouvrement était identique entre les deux groupes avec une médiane de 2[1-4]. L'encombrement était plus important dans le groupe surpoids/obèses (2[0-3]) comparativement au groupe normopoids (1[0-3]) et cette différence n'était pas statistiquement significative ($p > 0,05$).

Seul l'overjet était significativement réduit dans le groupe surpoids/obèses par rapport au groupe normopoids (1[0-2] et 2[1-3] respectivement, ($p < 0,05$)).

Tableau 1 : Caractéristiques générales de l'échantillon

Paramètres étudiés	Valeurs
Age*	11,47+- 2,154
Sexe**	
Garçons	25 (43,10%)
Filles	33 (56,89%)
Statut pondéral**	
Poids normal	23 (39,7%)
Surpoids/obèses	35 (60,3%)

*exprimé en moyenne \pm Ecart-type ; ** exprimé en effectif [%]

Tableau 2 : Répartition de l'IMC en fonction du sexe

Sexe**	IMC		p
	Normopoids	Surpoids/obèse	
Garçons	12(48%)	13(52%)	0,258
Filles	11(33,3%)	22(66,7%)	

Tableau 3 : Comparaison des paramètres étudiés selon le statut pondéral

Sexe**	IMC		p
	Normopoids	Surpoids/obèse	
Para-fonctions**			
Oui	6 (42,9%)	8 (57,1%)	0,779
Non	17 (38,6%)	27 (61,4%)	
Dysfonctions**			
Oui	13 (37,1%)	22 (62,9%)	0,629
Non	10 (43,5%)	13 (56,5%)	
Hauteur faciale antérieure**			
Oui	14 (40%)	21 (60%)	0,947
Non	9 (39,1%)	14 (60,9%)	
Encombrement***	1[0-3]	2[0-3]	0,967
Surplomb (overjet)***	2[1-3]	1[0-2]	0,029
Recouvrement (overbite) ***	2[1-4]	2[1-4]	0,471

*** exprimé en médiane [quartiles]

DISCUSSION

En plus de l'impact sur la santé, l'obésité affecte énormément les finances des Etats. Des coûts importants sont associés à la prise en charge de l'obésité avec des estimations d'environ 3% du Produit Intérieur Brut (PIB) du Maroc (11). Ces résultats ne concernent pas uniquement les pays en voie de développement, puisque 4,9% du budget de la France sera consacrée à la gestion de la maladie durant la période 2020-2050 selon l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) (12).

Schacchi M. et col (13) ont montré des modifications hormonales chez des sujets obèses pouvant impacter la croissance. L'objectif de cette étude a été donc de vérifier l'impact du surpoids ou l'obésité sur l'apparition des malocclusions.

Les résultats obtenus dans la présente étude ont montré que 60,3% des enfants examinés étaient en surpoids ou obèses avec une prédominance féminine estimée à 66,7 %. La prévalence du surpoids et de l'obésité dans cet échantillon était donc supérieure à celles rapportées dans certains pays comme la France (17,6%) (14), les Etats

Unis (surpoids 8,2- 31% ; obèse 1,8 - 12,8%) (15), la République Démocratique du Congo (surpoids 8%, obésité 1%) (16).

La prédominance féminine a été confirmée par les résultats de Blake-Scarlett BE et coll (17) qui ont trouvé que les prévalences du surpoids et de l'obésité, étaient significativement plus importantes chez les filles (12,5% et 7,9%) comparativement aux garçons (8,7% et 6,2%), ($p < 0,001$) dans la population Jamaïcaine. Ces résultats pourraient être expliqués par le rôle de la puberté dans le développement de la masse grasse et son impact sur la surestimation de la surcharge pondérale chez les filles durant cette période. En effet, les corrélations observées entre l'IMC et la masse grasse dépendraient de l'âge, du sexe et du stade pubertaire (18).

La cause majeure de la prévalence de plus en plus importante de l'obésité reste un mode de vie incorrect qui favoriserait l'accumulation excessive de graisse corporelle, en particulier un régime hypercalorique riche en graisses et en sucres fermentescibles et une réduction de l'exercice physique (19).

Des trois paramètres endo-buccaux évalués, seul le surplomb présentait une différence statistiquement significative entre les deux groupes. On a noté une légère réduction significative du surplomb dans le groupe surpoids/obèse malgré le contexte dysfonctionnel plus important dans ce groupe particulièrement en ce qui concerne la posture linguale au repos ou lors de la déglutition. Ces résultats concordaient avec ceux de Maeda et coll (20), qui ont trouvé une faible réduction du surplomb chez le groupe obèse présentant le syndrome d'apnée obstructive du sommeil. Cependant, cette différence n'était pas statistiquement significative. L'apnée obstructive du sommeil représente un contexte dysfonctionnel particulier qui n'a pas été inclus dans la présente étude

Concernant l'encombrement, on note une faible variation non significative ($p > 0,05$) entre le groupe surpoids/ obèse (2[0-3]) et le groupe normal (1[0-3]). La faible variabilité inter-individuelle de l'échantillon pourrait expliquer ces résultats. Esra et coll en 2016 (21) ont trouvé plus d'encombrement chez les enfants obèses par rapport aux patients en normopoids avec une différence hautement significative ($p = 0,001$). Cependant, un des biais de cette étude réside dans le fait que les facteurs locaux tels que les pertes d'espace dues aux caries n'ont pas été prises en compte. La relation entre l'obésité et les caries a été établie et pourrait s'expliquer par l'occidentalisation qui se produit dans la plupart des pays du monde et qui est associée à des changements vers un régime riche en matières grasses, en sucre, et en aliments hypercaloriques (22,23). Ces caries dentaires lorsqu'elles sont précoces entraîneraient le déplacement de ces dents, la fermeture des espaces nécessaires pour l'éruption des dents définitives et donc la genèse d'encombrements dentaires. Cependant, Selon les travaux de Giuca et al (22), le groupe des obèses a montré une prévalence plus faible de l'encombrement dentaire dans les arcades maxillaires et mandibulaires. Cependant, la différence entre le groupe test et le groupe témoin n'était pas statistiquement significative.

Par ailleurs, les résultats de cette étude ont montré une augmentation marquée, mais qui n'était pas significative, de la hauteur faciale antérieure dans le groupe surpoids/obèses (60,9%) par rapport au groupe normopoids (39,1%). Ces résultats allaient dans le même sens des conclusions rapportés par Katarzyna Olszewski et G Litsas (24, 25), dans lesquelles cette augmentation

de la hauteur faciale inférieure chez les sujets obèses était en plus significative ($p < 0,05$).

Les facteurs tels que le niveau élevé de l'hormone de croissance (GH) responsable de l'augmentation des dimensions crânio-faciales observées chez les adolescents obèses, l'hyperinsulinémie et le niveau élevé de IGF-1 (Insulingrowth factor 1) seraient en mesure d'expliquer ces résultats. Cependant la différence liée à l'appartenance ethnique pourrait être un autre facteur essentiel qui n'a été pris en considération dans aucune des études.

L'hypothèse selon laquelle la croissance crânio-faciale précoce chez les adolescents obèses pourrait affecter le diagnostic des malocclusions et le calendrier des traitements orthodontiques a fait l'objet de réflexion pour de nombreux auteurs tels que Öhrn et Silveira. (26,27)

En plus de l'impact de l'obésité sur le schéma squelettique, Hilgers et col (28), ont constaté que les enfants obèses ou en surpoids avaient un développement dentaire plus accéléré. Pour cette raison, il pourrait être important de considérer aussi bien l'âge et le sexe que la masse corporelle dans les thérapies orthodontiques quant à la prévision de croissance ou le choix des extractions (29,30).

Cependant il y a des limites importantes à cette étude, la principale étant l'effectif réduit de l'échantillon. La problématique majeure était la disponibilité des enfants mais aussi l'obtention du consentement des parents. Tout ceci explique la difficulté rencontrée pour la collecte des données.

CONCLUSION

L'hypothèse de départ, au vu des constatations cliniques, était que les obèses présenteraient moins de malocclusions que les enfants normaux. Ceci n'a pas été confirmé par les résultats de cette étude qui ont montré que les obèses présentaient plus de malocclusions que les patients en normopoids sauf pour le surplomb qui était réduit dans ce groupe malgré le contexte dysfonctionnel plus important. Cependant, un point important est que la méthodologie de l'étude n'a pas pris en considération tous les facteurs influençant la genèse de la malocclusion (l'hérédité, le type d'alimentation, etc...), d'où la nécessité de recherches ultérieures pour mieux répondre à la question, et donner plus d'éclaircissements sur les facteurs pouvant influencer le développement de malocclusions chez les enfants obèses. Il serait préférable d'augmenter la taille de l'échantillon, la variabilité inter-individuelle et inter-communautaire et intégrer des paramètres crânio-faciaux avec des données céphalométriques.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

The participation of each author corresponds to the criteria of authorship and contributorship emphasized in the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly work in Medical Journals of the International Committee of Medical Journal Editors](#).

COMPETING INTERESTS

The authors declare no competing interests with this case.

FUNDING SOURCES

None.

REFERENCES

- [1] <https://www.who.int/topics/obesity/fr/>
- [2] <https://www.who.int/end-childhood-obesity/facts/fr/>
- [3] Celikoglu M, Akpinar S, Yavuz I. The pattern of malocclusion in a sample of orthodontic patients from Turkey. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010; 15:e791-6
DOI: [10.4317/medoral.15.e791](https://doi.org/10.4317/medoral.15.e791)
- [4] Sureshbabu AM, Chandu GN, Shafiulla MD. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs among 13 to 15-year-old school children of Davangere city, Karnataka, India. *J Indian Assoc Public Health Dent* 2005; 6(1): 32-5
DOI: [10.4103/1305-7456.119071](https://doi.org/10.4103/1305-7456.119071)
- [5] Bourzgui F, Sebbar M, Hamza M, Lazrak L, Abidine Z, El Quars F. Prevalence of malocclusions and orthodontic treatment need in 8- to 12-year-old schoolchildren in Casablanca, Morocco. *Progress in Orthodontics* 13 (2012) 164-172.
DOI: [10.1016/j.pio.2011.09.005](https://doi.org/10.1016/j.pio.2011.09.005)
- [6] Mitchell L, Littlewood SJ, Nelson-Moon ZL, Dyer F. *An Introduction to Orthodontics*. 4th ed. Oxford: Oxford University Press; 2013. Available: <https://www.nature.com/articles/s41415-020-1261-z>
- [7] Sun KT, Chen SC, Li YF, Chiang H, Tsai HH⁵, Li CY. Bite-force difference among obese adolescents in central Taiwan. *Journal of the Formosan Medical Association* (2015) xx, 1-7.
DOI: [10.1016/j.jfma.2015.05.007](https://doi.org/10.1016/j.jfma.2015.05.007)
- [8] Mohammed DR. Photographical analysis of macro- and micro-aesthetic appearance in a sample of Iraqi adults with class I normal occlusion (a cross-sectional study). A master thesis, Department of Orthodontics, College of Dentistry, University of Baghdad, 2016. Available: https://www.researchgate.net/publication/324091937_Photographic_Analysis_of_Macro- Aand_Micro- Aesthetic_Appearance_in_a_Sample_of_Iraqi_Adults_With_Class_I_Normal_Occlusion
- [9] CDC Growth Charts: United States. National center for Health Statistics in collaboration with the National Center for chronic Disease Prevention and Health Promotion, 2000. Available: <https://www.cdc.gov/chronicdisease/index.htm>
- [10] Trowbridge FL. Evaluating nutritional status of infant and children. In: Paige DM (eds). *Clinical nutrition*. 2nd ed. St. Louis: The CV Mosby Co., 1988. pp. 119-36.
- [11] <https://www.sante.gov.ma/Documents/2019/06/Programme%20National%20de%20Nutrition.pdf>
- [12] OECD (2019), *The Heavy Burden of Obesity: The Economics of Prevention*, OECD Health Policy Studies. Paris: OECD Publishing; 2019
DOI: [10.1787/67450d67-en](https://doi.org/10.1787/67450d67-en).
- [13] Scacchi M., Pincelli A., Cavagnini F.: Growth hormone in obesity; *International Journal of Obesity* (1999) 23, 260±271.
DOI: [10.1038/sj.ijo.0800807](https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0800807)
- [14] Souames M, Brun P, Losfeld P. Surpoids et régime alimentaire chez l'adolescent: étude dans les collèges du département des Hauts-de-Seine. *Archives de Pédiatrie*. 2005;12(10):1540-3
DOI: [10.1016/j.arcped.2005.03.059](https://doi.org/10.1016/j.arcped.2005.03.059)
- [15] Flegal KM, Ogden CL, Wei R, Kuczmarski RL, Johnson CL. Prevalence of overweight in US children. Comparison of US growth charts from the Centers for Disease Control and Prevention with other reference values for body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2001;73(6):1086–1093.
DOI: [10.1093/ajcn/73.6.1086](https://doi.org/10.1093/ajcn/73.6.1086)
- [16] Musung JM, Muyumba EK, Nkulu DN, Kakoma PK, Olivier Mukuku 3, Berthe Kon Mwad Kamalo 1, Clarence Kaut Mukeng. et al: Prevalence of overweight and obesity among adolescents in school in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo. *Pan African Medical Journal*. 2019 ;32:49.
DOI: [10.11604/pamj.2019.32.49.15969](https://doi.org/10.11604/pamj.2019.32.49.15969)
- [17] Blake-Scarlett BE, Younger N, McKenzie CA, Broeck JVD, Powell C, Edwards S, et al. Prevalence of Overweight and Obesity among Children Six to Ten Years of Age in the North-East Health Region of Jamaica; *West Indian Med J* 2013; 62 (3): 171. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24564034/#:~:text=Results%3A%20Overweight%20and%20obesity%20prevalence,prevalence%20increased%20significantly%20with%20age.>
- [18] CDC Growth Charts: United States. National center for Health Statistics in collaboration with the National Center for chronic Disease Prevention and Health Promotion, 2000.
- [19] Werner SL, Phillips C, Koroluk LD. Association between childhood obesity and dental caries. *Pediatr Dent* 2012; 34: 23-7.
DOI: [10.1155/2019/9105759](https://doi.org/10.1155/2019/9105759)
- [20] Maeda K. et al : Difference in dental arch size between obese and non-obese patients with obstructive sleep apnoea; *Journal of Oral Rehabilitation*. 2012 39; 111–117.
DOI: [10.1111/j.1365-2842.2011.02243.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2011.02243.x)
- [21] Esraa S. Jasim, Nahidh M et al. The Association between Malocclusion and Nutritional Status among 9-11 Years Old Children; *Iraqi Orthod J* 2016; 12(1): 13-19).
https://www.researchgate.net/publication/306080545_The_Association_between_Malocclusion_and_Nutritional_Status_among_9-11_Years_Old_Children
- [22] Giuca M. R. et al; Index of Orthodontic Treatment Need in Obese Adolescents; *International Journal of Dentistry*; Volume 2015, Article ID 876931, 7 pages.
DOI: [10.1155/2015/876931](https://doi.org/10.1155/2015/876931)
- [23] Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000;894:i-xii, 1-253..
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11234459/>
- [24] Olszewska K.: Craniofacial morphology in overweight and obese orthodontic adolescent patients. *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research*, 2017, Vol 11, No 1, 42-45
DOI: [10.26444/jpccr/75138](https://doi.org/10.26444/jpccr/75138)
- [25] Litsas G. Growth hormone therapy and craniofacial bones: a comprehensive review, *Oral Diseases*. 2013;19; 559–567.
DOI: [10.1111/odi.12041](https://doi.org/10.1111/odi.12041)
- [26] Öhrn K, Al-Kahlili B, Huggare J, Forsberg CM, Marcus C. Craniofacial morphology in obese adolescents. *Acta Odontol Scand* 2002;60:193-7.
DOI: [10.1080/000163502760147936](https://doi.org/10.1080/000163502760147936)
- [27] Silveira AM, Fishman LS, Subtelny JD, Kassebaum DK. Facial growth during adolescence in early, average and late maturers. *Angle Orthod* 1992;62:185-90.
DOI: [10.1043/0003-3219\(1992\)062<0185:FGDAIE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1992)062<0185:FGDAIE>2.0.CO;2)
- [28] Hilgers KK, Akridge M, Scheetz JP, Kinane DE. Childhood obesity and dental development. *Pediatr Dent* 2006;28:18-22. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16615371/>
- [29] Kopecky GR, Fishman LS. Timing of cervical headgear treatment based on skeletal maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:162-9.
DOI: [10.1016/S0889-5406\(05\)81006-6](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)81006-6)
- [30] Revelo B, Fishman LS. Maturation evaluation of ossification of the midpalatal suture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105:288-92.
DOI: [10.1016/S0889-5406\(94\)70123-7](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(94)70123-7)