

Importance de l'examen clinique et des examens complémentaires

Sarah GEBEILE-CHAUTY^{1*}, Jean-Jacques PELOSSE², Caroline DIEMUNSCH¹

¹ Département d'Orthopédie Dento-Faciale, Faculté d'Odontologie, rue Guillaume Paradin, 69372 Lyon Cedex 08, France

² 72 rue Thizy, 69400 Villefranche-sur-Saône, France

1. L'examen clinique

1.1. Éléments de l'examen facial

L'examen exobuccal doit s'attarder sur les signes observables du vieillissement. Ceux-ci doivent être évalués et pris en compte afin de ne pas aggraver ces changements morphologiques. Avec l'âge, les tissus mous montrent des changements importants ([15, 39, 43], Berhrents, *et al.* en [43]), et notamment au niveau de l'étage inférieur de la face.

La pointe du nez tombe en avant et en bas. L'angle naso-labial devient alors plus aigu. Les sillons naso-géniens sont plus marqués. Le nez s'agrandit dans toutes ses dimensions, particulièrement chez l'homme [47].

Chez l'adulte, les lèvres sont plus fines, plus plates et moins éversées. Les commissures labiales et le stomion s'abaissent. La lèvre supérieure est plus allongée, diminuant ainsi l'exposition des incisives maxillaires lors du sourire alors que les incisives mandibulaires sont de plus en plus visibles.

Le sillon labio-mentonnier s'approfondit chez les femmes. Au niveau du pogonion cutané, l'épaisseur des tissus augmente chez les hommes et diminue chez les femmes [47].

1.2. Particularités de l'examen dento-parodontal

Chez l'adulte, le passé dentaire du patient doit être pris en compte, car il va influencer sur la dé-

cision thérapeutique. En effet, les situations suivantes seront beaucoup plus fréquentes que chez l'adolescent :

- restaurations prothétiques (couronnes, bridges, prothèses amovibles),
- traitements endodontiques et soins conservateurs,
- extractions compensées ou non (les édentements non compensés pourront être à l'origine de versions et d'égressions importantes rendant difficile voire impossible toute reconstruction prothétique).

À cela pourront s'ajouter un certain nombre de lésions dentaires carieuses et/ou endodontiques qui devront être soignées avant de pouvoir envisager un traitement orthodontique.

À l'examen clinique, il convient de noter le contrôle de plaque du patient et l'état gingival avec la présence de récessions, saignements, suppuration, mobilités dentaires (à corrélérer avec le niveau osseux évalué par le bilan radiologique), hauteur et épaisseur de gencive attachée et poches parodontales en sachant que le relevé de la hauteur d'attache parodontale est un examen déterminant [28]. Les poches supérieures à 3–4 mm nécessitent une prise en charge spécialisée [28]. Ces examens devront être répétés au cours du traitement orthodontique [9].

Il est à noter que l'absence de signe inflammatoire ne signifie pas que le parodonte est sain [28].

Les conséquences les plus fréquentes de la parodontite sont [40] :

- les migrations dentaires pathologiques qui affectent 30 à 56 % des personnes souffrant de

* Auteurs pour correspondance :

S. Gebeile-Chauty est responsable des sections 1.1, 1.2, 1.3.4, schauty@club-internet.fr; J.-J. Pelosse de la section 1.3.1, pelossejj@orange.fr; C. Diemunsch des sections 1.3.2, 1.3.3, 2, caroline.nachampassak@gmail.com

parodontites [6, 61] et qui se traduisent par des versions incisives et un surplomb augmenté,

- les récessions gingivales,
- les mobilités dentaires.

Un bilan parodontal complet est indispensable avant d'entreprendre un traitement chez l'adulte [48]. La gingivite et la parodontite sont les troubles parodontaux les plus communs [42] : aux États-Unis, 50 % de la population aurait une gingivite localisée sur en moyenne 3–4 dents et 30 % de la population présenterait une parodontite de l'adulte avec des poches de plus d'au moins 4 mm. Cinq pourcent de la population aurait des poches supérieures à 6 mm. Une perte d'attache d'au moins 3 mm a été retrouvée dans 40% de la population.

Ngom, *et al.* répertorient les facteurs orthodontiques certes discutés dans la littérature, qui semblent influencer l'état parodontal [40] :

- les anomalies intra-arcades : l'encombrement [41, 56], les espaces inter-dentaires [41] ;
- les anomalies inter-arcades : les occlusions croisées [2, 27, 41], la supraclusion [5, 41, 65], l'infraclusion [41], le surplomb augmenté positif ou négatif [5].

1.3. Examen fonctionnel

1.3.1. Ventilation – syndrome d'apnée hypoxémique obstructive du sommeil

1.3.1.1. Définitions, intérêts

La Haute Autorité de Santé (HAS) définit le syndrome des apnées obstructives du sommeil (SAHOS) comme la survenue, durant le sommeil, d'épisodes anormalement fréquents d'obstruction complète ou partielle des voies aérières supérieures (VAS), responsables d'interruptions (apnées) ou de réductions significatives (hypoxémies) de la ventilation associées, le plus souvent, à une somnolence diurne excessive.

Mise en lumière par les travaux de Guilleminault, *et al.*, [21], sa sévérité est reliée à l'index d'apnée-hypoxémie (IAH) mesurant le nombre d'épisodes par heure de sommeil grâce à un examen polygraphique ou polysomnographique. La présence d'un SAHOS est validée par un IAH supérieur à 5 et associé à des symptômes [7].

1.3.1.2. Épidémiologie

La Haute Autorité de Santé précise que cette pathologie dont la fréquence est de 2 à 4 % de la population est souvent méconnue et sous-diagnostiquée.

La prévalence du SAHOS est estimée entre 1 à 5 % dans la population masculine, et environ moitié moins chez les femmes [1]. Les études s'avèrent difficiles et biaisées par l'aspect contraignant de la méthode diagnostique polysomnographique. Elle reste probablement sous-évaluée et des valeurs de 7 à 9 % sont trouvées dans des sous-catégories à risques tels que l'âge, l'obésité, l'hypertension artérielle, la ménopause, le diabète alors que la prédisposition familiale est établie [3, 49].

Huang, *et al.* rapportent deux périodes d'apparition les plus fréquentes : 0–4 ans et 55–59 ans avec le taux le plus faible à l'adolescence [29].

D'après Lin, *et al.* [35], de nombreuses différences physiopathologiques expliquent la susceptibilité masculine, et bien que les mécanismes exacts soient encore inconnus, le type d'obésité, l'anatomie des voies aérières, le contrôle ventilatoire, hormonal et le type de vieillissement sont retenus.

Garcia, *et al.* rappellent que les caractéristiques squelettiques cranio-faciales, au même titre que l'obésité, l'alcool et le contrôle central de la ventilation, sont des facteurs de risque génétiques et environnementaux [17].

1.3.1.3. Physiopathologie

L'obturation des voies aérières supérieures provient d'un déséquilibre entre la force de succion ventilatoire et la compensation des muscles dilateurs du pharynx.

Le collapsus des voies aérières supérieures résulte d'anomalies squelettiques, des tissus mous ou de la combinaison des deux comme le résume la notion de « *bony box* » développée par Watanabe, *et al.* [63] (Fig. 1).

La survenue de ce collapsus est favorisée par trois mécanismes [46] :

- un rétrécissement anatomique des voies aérières supérieures (obésité ou anomalie squelettique) ;
- une diminution de l'activité des muscles dilateurs du pharynx ;
- une collapsibilité pharyngée élevée.

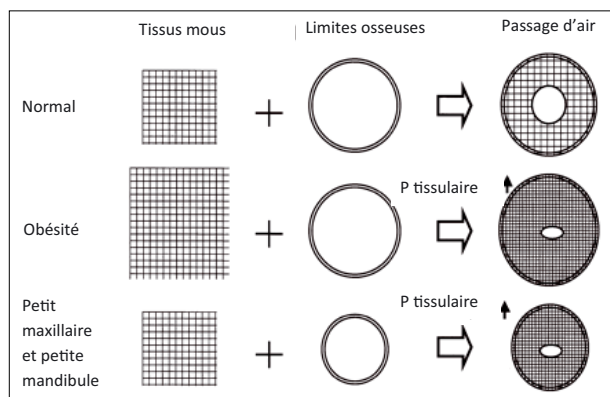


Figure 1

Modèle mécanique des voies pharyngiennes. Interaction du volume de tissu mou avec le compartiment osseux (d'après Watanabe [63]).

Le rétrécissement pharyngien, d'origine anatomique, est souvent l'élément initiateur mais il y a une compensation neuro-musculaire à l'éveil. Durant le sommeil, l'activité de base des muscles dilatateurs est réduite provoquant l'occlusion du pharynx. Par ailleurs, le pharynx et le voile du palais s'allongent avec l'âge et sont des sites favorables au dépôt graisseux ce qui accentue leur potentiel de collapsus [22, 51].

1.3.1.4. Diagnostic

1.3.1.4.1. Anamnèse

La suspicion du clinicien doit être éveillée par les facteurs de risques prédisposant au SAHOS, tels que décrits par Lee, *et al.* [34] :

- facteurs non modifiables : sexe masculin, âge (plus de 50 ans), ménopause, génétique ;
- facteurs modifiables : obésité, position de sommeil, alcool, anomalies cranio-faciales et des tissus mous, médicaments ;
- facteurs associés : hypothyroïdisme, acromégalie, syndromes (Down, Marfan).

1.3.1.4.2. Symptomatologie

La symptomatologie diurne est dominée par la somnolence (échelle d'Epworth) et la fatigabilité, suivies de troubles cognitifs comme les troubles de la mémoire et de l'attention.

Les symptômes nocturnes souvent remarqués par le conjoint sont le ronflement, un sommeil agité, des arrêts respiratoires, des sueurs et une polyurie.

Cette constellation de symptômes diurnes et nocturnes permet d'orienter vers l'examen référent de cette pathologie : la polysomnographie.

1.3.1.4.3. Examen clinique

– Exobuccal

Le patient type est un homme présentant, le plus souvent, une ventilation buccale, une surcharge pondérale de type androïde avec un cou épais et court associé à une rétrognathie mandibulaire. Sebille, *et al.* [54] relèvent la notion de « rétrofacie globale » retrouvé significativement chez les SAHOS avec un bi-rétrognathisme.

– Endobuccal

• Anatomie oropharyngienne

On observe une augmentation du volume de la langue, de la luette, du voile et des piliers amygdaliens avec parfois un aspect congestif des muqueuses, alors que l'hypertrophie des amygdales est fréquente [17]. L'obstruction nasale en est souvent un facteur aggravant.

Le degré d'encombrement de l'oropharynx peut être évalué grâce à la classification modifiée de Mallampati reportée par Lee, *et al.* [34]. Un score de 3 ou 4 sera alors observé (Fig. 2).

• Anatomie cranio-faciale

La notion de diminution du compartiment osseux comme facteur prédisposant est retrouvée. Bien que l'évaluation clinique soit insuffisante pour discriminer le diagnostic, les signes les plus courants sont alors une constriction maxillaire, un rétrognathisme mandibulaire mettant en évidence un surplomb et un recouvrement incisif augmentés.

1.3.1.4.4. Examen paraclinique

– Nocturne

La démarche diagnostique du SAHOS avec sa collecte d'éléments cliniques ne peut être confirmée que par l'examen polysomnographique qui enregistre simultanément des paramètres neurologiques, cardiologiques, ventilatoires et respiratoires.

Dans les cas où les symptômes cliniques sont évidents, la polygraphie ventilatoire peut se substituer

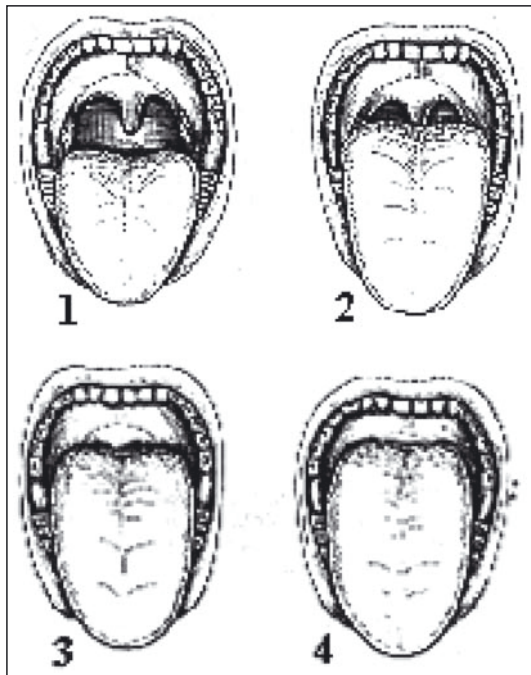


Figure 2

Score de Mallampati (partie du palais visible, bouche ouverte et langue tirée) (d'après Lee, *et al.* [34]).

à la polysomnographie qui est contraignante et coûteuse. Lee, *et al.* pointent toutefois le manque de précision et de fiabilité de cette technique, peut être mieux adaptée à la réévaluation d'un patient en traitement [34].

– Diurne

- Examen oto-rhino-laryngologique (O.R.L.)

Il comprend habituellement une nasopharyngoscopie pour un examen direct de la paroi des V.A.S. Associée à la manœuvre de Müller (inspiration à glotte fermée), elle permet d'évaluer les sites de collapsus inspiratoires.

- Téléradiographie de profil

Tissus mous

En complément de l'examen O.R.L., les mesures de la dimension des V.A.S., de la langue sont reproductibles sur des téléradiographies de profil [36]. Par ailleurs, l'importance de l'examen en décubitus dorsal avec un rétrécissement significatif de l'oropharynx et une forme plus courte et épaisse de la langue chez des patients sains ou atteints de SAHOS a été démontrée [4, 30, 55].

Dans les études comparatives, la plupart des auteurs retrouvent [31, 52, 58–60, 64] :

- une hypertrophie vélaire,
- une réduction de la lumière oropharyngée,
- une hypertrophie amygdalienne.

Un élargissement sévère des tissus mous et une augmentation de la longueur linguale sont des facteurs aggravants chez les patients obèses, et déclenchants chez les patients ayant un indice de masse corporelle normal [60, 64].

Tissus durs

De nombreuses études céphalométriques ont eu pour but de déterminer un profil cranio-facial particulier en rapport avec un SAHOS et de chercher d'éventuelles corrélations avec la sévérité du syndrome.

La plupart des études [11, 12, 50, 53, 58, 64] constatent qu'en cas de SAHOS on retrouve le plus souvent :

- une rétromandibulie, un angle goniale ouvert, un corpus court, un plan mandibulaire ouvert,
- une rétromaxillie,
- une base antérieure du crâne courte,
- une position basse de l'os hyoïde.

À travers une analyse céphalométrique cranio-faciale portant sur 154 cas de SAHOS et en accord avec la littérature, l'étude de Raskin, *et al.* [51] montre une compression faciale postérieure par avancement du rachis et recul du massif maxillo-mandibulaire, avec un excès vertical inférieur d'origine symphysaire. L'augmentation de la dimension verticale favorise l'apnée en augmentant la compliance de l'oropharynx. Pour ces mêmes auteurs, la céphalométrie permet de préciser la localisation de l'apnée, dans le pharynx rétro-vélaire ou rétro-basi-lingual.

Les stigmates d'une ventilation buccale sont ainsi retrouvés avec une hyperdivergence faciale et une posture céphalique en extension. Les résultats semblent parfois contradictoires, exceptés pour la position de l'os hyoïde, la position mandibulaire et la longueur du voile du palais.

Les limites de la prédiction céphalométrique tiennent dans le nombre important de variables ; notamment l'indice de masse corporelle (faible/squelettiques, fort/tissus mous), la sévérité du syndrome, l'ethnie, l'influence de la posture (debout/décubitus).

Comyn, *et al.* concluent en rappelant la contribution de l'imagerie dans la compréhension du SAHOS, mais en soulignant qu'elle n'a pas encore de valeur prédictive sûre [10].

L'altération de la morphologie cranio-faciale montre, encore une fois, les effets à long terme de l'obstruction des voies aëri-fères supérieures et l'importance de son diagnostic chez le plus jeune dont le patron de croissance pourra être redistribué par la réadaptation fonctionnelle [20].

Chez l'enfant et l'adolescent, une relation entre les troubles du sommeil, et donc du comportement diurne, et un refroidissement cérébral sélectif déficient a été mise en évidence [19]. Elle met un peu plus en perspective, s'il en était besoin, la notion de ventilation nasale de repos optimale caractérisée par Talmant [57] et recherchée aussi pendant le sommeil.

1.3.2. Déglutition et posture linguale

1.3.2.1. Déglutition adulte

La déglutition est une fonction physiologique primordiale nécessaire à l'alimentation, durant laquelle la langue joue un rôle fondamental dans le transport du bol alimentaire [16]. C'est l'acte par lequel le contenu de la cavité buccale est propulsé de la bouche vers l'estomac. La déglutition se compose de trois temps distincts : le temps buccal, le temps pharyngien et le temps œsophagien. Seul le temps buccal nous intéresse : il permet au bol alimentaire et à la salive de passer de la cavité buccale vers le pharynx.

La déglutition adulte se fait :

- lèvres jointes mais non contractées,
- arcades serrées molaires en occlusion,
- la langue contenue à l'intérieur des arcades,
- la pointe de la langue en appui palatin antérieur et sa base au contact du voile.

Il y a d'abord préparation du bol alimentaire en fin de mastication : par l'intermédiaire des muscles labiaux, linguaux et jugaux, le bol alimentaire, imprégné de salive, est rassemblé sur le dos de la langue. Celle-ci se déforme en une gouttière médiane par contraction des muscles styloglosse, hyoglosse et lingual supérieur, tandis que la pointe de la langue s'élève par contraction du génioglosse.

Puis vient le temps buccal : la contraction de l'orbiculaire des lèvres vient obturer la cavité buccale en avant, la mandibule étant immobilisée par les

temporaux postérieurs. La respiration s'arrête. Les contacts occlusaux assurent le calage mandibulaire, la contraction du muscle mylohyoïdien entraîne une élévation et une protraction de la pointe de la langue qui entre en contact avec la partie antérieure du palais. Puis la contraction simultanée des 17 muscles linguaux déclenche une onde péristaltique de pression d'avant en arrière qui fait progresser le bol alimentaire vers le pharynx. Le dos de la langue entre alors en contact du palais dur d'abord, puis du palais mou et du voile, pour basculer enfin (par sa base) vers le pharynx en entraînant le bol alimentaire. La pression linguale sur le palais est d'environ 100 g/cm^2 , ce qui peut expliquer l'importance des déformations lorsque les appuis sont inadéquats.

L'examen fonctionnel reste incontournable avant tout traitement orthodontique de l'adulte. Le développement d'une occlusion stable est le résultat conjugué de nombreux facteurs (déterminisme génétique, hérédité), mais aussi de facteurs environnementaux tels que la fréquence des déglutitions, la répartition des contacts de la langue sur les dents, la force exercée par la langue, la tonicité des lèvres, la résistance au déplacement du rempart alvéolaire [8, 37].

Selon Peng, *et al.* [44], la déglutition immature est souvent illustrée par une langue antérieure associée à une pulsion linguale durant la déglutition avec une contraction exagérée des muscles péri-oraux (mentonnier et orbiculaire des lèvres), une hyperactivité du buccinateur et peu de contacts occlusaux. Dans ce cas de figure, durant les premières phases de la déglutition (rassemblement du bol alimentaire, progression des aliments d'avant en arrière), les appuis de la langue se font sur les dents maxillaires et mandibulaires, voire en se plaçant entre elles, sans contact occlusal. Puis la langue s'arrête quelques microsecondes contre les dents antérieures et reprend son mouvement de transport des aliments vers l'arrière. Ainsi, le temps utilisé par la langue pour faire voyager les aliments est plus long dans une déglutition immature, le nasopharynx se ferme plus tôt, et les contacts dentaires sont plus importants [16, 45].

Cependant, la langue se replace plus rapidement en fin de mouvement, ainsi le temps total de déglutition ne se trouve pas significativement allongé par rapport à une déglutition mature [45].

D'après Cheng, *et al.*, les patients présentant un temps de contact entre le palais et le dos de la

langue allongé, présentent aussi un angle goniale ouvert, une rotation postérieure de la mandibule, une hauteur faciale augmentée, une voûte palatine plus longue (pas nécessairement plus profonde), peu de recouvrement incisif, une vestibulo-version incisive [8, 16].

Il est primordial d'évaluer la position de la langue durant l'examen clinique car celle-ci est en lien direct avec la morphologie dento-faciale. Une posture linguale anormale peut ralentir la correction orthodontique voire entraîner une récurrence [8].

1.3.2.2. *Posture linguale*

La posture linguale est généralement définie par :

- la pointe de la langue au contact de la papille rétro-incisive ;
- le dos de la langue affleurant la concavité du palais dans son ensemble ;
- les bords de la langue étalés contre le collet des dents supérieures.

Ceci permet à la base de la langue de libérer le carrefour aérien supérieur et de faciliter la respiration nasale.

Une bonne posture linguale inclut :

- au repos, pointe au palais, la langue est rétrusive, non étalée ;
- une déglutition adulte ;
- une bonne prononciation des dentales, labiales, sifflantes. . .

Ces trois éléments sont indissociables ; ainsi, on ne retrouve jamais un élément perturbé sans les deux autres.

1.3.3. *Mastication*

La mastication se traduit par des cycles successifs de la mandibule qui aboutissent, grâce au rapprochement progressif des tables occlusales molaires, à la fragmentation et au laminage du bol alimentaire avant la déglutition. Cette fragmentation commence par une préhension-incision caractérisée par un mouvement rétro-ascendant centripète des bords libres des incisives mandibulaires sur les faces palatines des incisives maxillaires. L'aliment est ensuite dirigé par la langue au fond de la bouche entre les molaires du côté droit ou gauche pour y être écrasé. La trituration des aliments (unilatérale) est une phase dento-dentaire centripète du cycle masticatoire.

Le condyle, du côté de l'aliment mastiqué, montre une cinématique différente de celle du condyle opposé à la mastication. Décalés dans le temps, les mouvements sont asymétriques durant la mastication.

Cette fonction alimentaire complexe met en jeu presque tous les muscles de la tête et du cou : la trituration est essentiellement réalisée par les muscles masticateurs principaux (ptérygoïdiens médiaux et latéraux, masséters, temporaux), mais aussi par les muscles sus-hyoïdiens, les muscles de la nuque et du cou qui travaillent en synergie ou en opposition avec eux. Les muscles des lèvres, de la langue et des joues participent à la mobilisation du bol alimentaire et à son rassemblement en fin de trituration [33].

D'après Dutra, *et al.* [14], le buccinateur, qui forme la paroi latérale de la cavité buccale, montre une activité intense lors de la mastication. Il guide le bol alimentaire et sa contraction entraîne un épaississement des joues et joue un rôle dans le déclenchement de la salivation.

L'étude des données fonctionnelles de la mastication nous montre que ce sont des mouvements centripètes qu'il faut faire réaliser au patient pour évaluer les guidages d'entrée et de fin de cycles masticatoires et non les mouvements centrifuges de latéralités (comme sur des articulateurs), qui ne correspondent à aucune réalité fonctionnelle. L'étude des facettes d'usure des dents cuspidées peut renseigner le praticien sur la répartition des contacts lors de phases de trituration. La recherche des dysfonctions cranio-mandibulaires est à mettre en relation avec le rôle proprioceptif joué par les contacts dento-dentaires dans le maintien de l'harmonie du système neuro-musculaire [33].

1.3.4. *Examen des ATM*

Avant de débiter un traitement orthodontique, un examen précis des articulations temporo-mandibulaires (ATM) est nécessaire pour déceler des signes ou symptômes d'une éventuelle algie ou dysfonction de l'appareil manducateur (ADAM). Les ADAM regroupent un ensemble de symptômes qui concernent principalement les ATM et les muscles masticateurs avec, dans certains cas, la présence de signes associés tels que céphalées, migraines ou acouphènes.

Les ADAM peuvent donc être de deux grandes familles : articulaire et musculaire.

Les ADAM articulaires se traduisent par des douleurs inflammatoires (capsulite, synovite, rétrodiscite), des troubles fonctionnels (limitation d'ouverture, déviation à l'ouverture...) et/ou des bruits articulaires (claquements ou craquements, crépitements). Ces symptômes résultent de traumatismes articulaires, de dysfonctionnements du complexe condylo-discal (luxations discales réductibles ou non réductibles, adhérence discale) ou d'atteintes dégénératives des surfaces articulaires (arthrite, arthrose).

Les ADAM musculaires se traduisent par des douleurs (myalgies), des sensations de fatigue ou de tension localisées au niveau des muscles masticateurs et parfois étendues à un territoire cervico-céphalique [52].

Les signes cliniques et symptômes des ADAM sont inconstants, fluctuants et imprédictibles. Ils peuvent apparaître durant le traitement orthodontique et le praticien doit informer le patient que, du fait de la forte prévalence des ADAM dans la population ainsi que de l'étiologie multi-factorielle, il n'est pas possible d'établir une corrélation avec le traitement orthodontique [18].

L'anamnèse, lors de l'examen des ATM, permet de rechercher une gêne à l'ouverture, à la mastication, la présence éventuelle de bruits articulaires, des épisodes de blocages mandibulaires, des douleurs possibles, une sensation de raideur, de tension ou de fatigue musculaire, des antécédents de traumatismes directs, de choc sur la mandibule, une anesthésie générale, des extractions de troisièmes molaires, un traitement orthodontique, de micro-traumatismes ou des parafunctions...

Quand le symptôme majeur du patient est la douleur, un diagnostic différentiel doit permettre de déterminer si la douleur est liée à l'ADAM, ou à une autre pathologie. Une douleur induite de façon expérimentale au niveau des muscles masticateurs provoque un déplacement significatif du diagramme de Farrar (ou arc gothique) dans les directions antérieures et transverses, ainsi que des changements dans l'orientation et l'amplitude des mouvements latéraux. Ces effets sont réversibles et disparaissent quand les patients sont de nouveau exempts de douleurs [38].

À l'examen exo-buccal, il convient de vérifier l'intégrité des tissus mous à la recherche de cicatrice sur

le menton, d'éventuelles dissymétries, d'occlusion labiale, de dysmorphies. Lors de l'examen musculaire, on recherche des signes de tension ou de douleur. La palpation musculaire (masséter, temporal, sterno-cléido-mastoidien, muscles sous-occipitaux et cervicaux postérieurs) doit être réalisée pour les muscles directement accessibles [62]. Les ptérygoïdiens doivent être manipulés au cours des fonctions.

L'examen des ATM comprend l'évaluation de la douleur et les dysfonctions (bruits articulaires et cinématique).

L'évaluation de la douleur comprend la palpation bilatérale des pôles latéraux des condyles (à la recherche d'une capsulite, d'une arthrite) et la palpation de la zone bilaminaire bouche grande ouverte (à la recherche d'une rétrodiscite, ou d'une luxation discale réductible).

Lors de l'examen des dysfonctions, les bruits doivent être recherchés. On différencie, à l'oreille et par la palpation condylienne lors des mouvements mandibulaires, un bruit sec dit claquement (luxation discale réductible, adhérence discale) d'un bruit de sable dit crépitation, présent dans le cas d'une arthrite, d'une arthrose.

Toujours lors de l'examen des dysfonctions, la cinématique mandibulaire est évaluée lors des différentes excursions mandibulaires. Ainsi, lors de l'ouverture/fermeture, l'amplitude doit normalement être comprise entre 50 et 55 mm soit environ trois doigts; en dessous de 40 mm, on parle de limitation. En latéralités, la normalité est une amplitude de 10 mm. Enfin, en propulsion, l'amplitude est peu limitée si le problème est musculaire, et limitée si le problème est articulaire. Le chemin d'ouverture doit être rectiligne. Une déviation avec claquement et resaut fait penser à une luxation discale réductible, une déflexion avec limitation orientée vers une luxation discale irréductible.

Des examens complémentaires peuvent être prescrits en seconde intention en fonction de l'examen clinique. La radiographie panoramique permet de visualiser les condyles (une attention doit être portée aux condyles grêles en particulier si une chirurgie orthognathique est envisagée en raison du risque de résorption). Le scanner peut permettre de visualiser les structures osseuses, en particulier les corticales par exemple dans le cas de lésions arthrosiques (lupus...). Enfin, l'IRM peut permettre d'évaluer le disque articulaire pour les luxations discales réduc-

tibles et irréductibles avec comparaison des deux ATM.

2. Les examens complémentaires

Les examens radiologiques font partie des examens complémentaires qui seront demandés pour compléter ou confirmer les résultats de l'examen clinique et permettre d'élaborer un diagnostic précis. Le choix de l'examen demandé sera guidé par l'examen clinique.

En orthodontie, les examens les plus intéressants pour le praticien sont les suivants.

2.1. La radiographie panoramique [24]

Excellent examen de débrouillage, il est réalisé en première intention et permet d'obtenir, en un seul cliché, l'image des maxillaires, des dents, des articulations et des sinus maxillaires. Il s'agit d'un examen simple, rapide, permettant une comparaison radio-anatomique droite/gauche, en exposant le patient à une faible irradiation. Cependant, l'image obtenue est une coupe avec des zones d'agrandissement différentes le long du film, ne permettant aucune mesure précise.

2.2. La téléradiographie [24]

De profil, c'est l'incidence radiographique la plus utilisée en orthopédie dento-faciale, car elle apporte des renseignements sur les anomalies squelettiques maxillo-mandibulaires et alvéolaires, elle permet des analyses céphalométriques, des superpositions. Elle permet aussi l'analyse des voies aérifères, les rapports tissus durs/tissus mous, l'analyse de l'esthétique.

Les incidences complémentaires axiales et frontales permettent d'étudier les asymétries faciales et crâniennes et donnent une représentation tridimensionnelle du sujet. Elles sont moins demandées à l'heure actuelle de par le développement des acquisitions scanner et des reconstructions tridimensionnelles qui ne demandent plus aucun effort d'extrapolation.

2.3. Le bilan rétro-alvéolaire long-cône [24]

L'utilisation d'un long tube localisateur à 30 ou 40 cm permet d'obtenir une image très peu agrandie, autorisant des mesures précises. Une image fidèle nécessite l'utilisation d'un angulateur. Le bilan sera

indiqué pour mesurer le rapport couronne/racine, évaluer l'atteinte parodontale d'un groupe de dents, l'épaisseur d'émail avant *stripping*, la densité de l'os alvéolaire, la proximité radulaire de dents adjacentes. . .

2.4. La radiographie occlusale, tangentielle, mordu [24]

Ces incidences complémentaires permettent de préciser les rapports des dents entre elles en cas de transpositions, de dents incluses, d'anomalies morphologiques, selon plusieurs axes. Ces examens sont eux aussi de plus en plus supplantés par le scanner X.

2.5. Le scanner X et la reconstruction tridimensionnelle [13]

2.5.1. Le principe du scanner

L'avantage de cette technique par rapport à la radiologie classique est d'obtenir, grâce à sa sensibilité, l'image d'éléments jusqu'alors confondus sur les clichés radiographiques standards. En effet, en radiologie classique, le faisceau de rayons X projette sur une plaque radiographique les ombres des organes traversés en les superposant (image en sommation). Les zones entourées par des tissus plus denses (comme les os) ne sont donc pas visibles. Le scanner X pallie cet inconvénient : il permet de visualiser tous les éléments profonds de l'organisme. Son principe est de choisir un plan de coupe net (faisceau de rayons X collimaté), et d'effectuer de multiples projections sous différents angles afin de connaître le coefficient d'atténuation en chaque point du plan. On mesure l'absorption des rayons X modulée par la densité des tissus que les rayons ont rencontré (= profil d'atténuation des rayons X). Un traitement informatique complexe permet ensuite de faire apparaître sur l'écran l'image reconstituée d'une coupe axiale de 1 à 10 mm d'épaisseur. Cette image traduit les variations d'absorption des tissus traversés auxquelles sont associées des variations de nuances (noir, gris, blanc) ou des couleurs conventionnelles (tomodensitométrie).

Les images obtenues en une série de coupes axiales seront utiles pour l'étude des rapports des dents entre elles ou avec des éléments anatomiques nobles (dents de sagesse, canines incluses) en implantologie, car elles permettent des mesures

précises, en traumatologie de la face, en pathologie tumorale. . . C'est la reconstruction tridimensionnelle obtenue à partir de ces coupes natives qui intéressera le plus l'orthodontiste.

2.5.2. Les reconstructions bi- et tri-dimensionnelles [23]

2.5.2.1. La reconstruction bi-dimensionnelle (2D)

L'empilement des coupes acquises natives crée un volume dans lequel il est possible de reconstruire d'autres coupes dans n'importe quel plan de l'espace. Ce sont des reconstructions multi-planaires. Exploitées par le logiciel Dental-scan, elles autorisent des reconstructions curvilignes de type panoramique, ainsi que des reconstructions orthogonales à ces dernières, très utilisées en implantologie.

2.5.2.2. La reconstruction tri-dimensionnelle (3D)

L'empilement des coupes acquises natives crée un volume dans lequel on peut isoler un élément (organe) par son niveau de gris (profil d'atténuation de rayons X exprimé en niveau de gris). Une fois l'objet reconstruit en trois dimensions, on peut « voyager » à l'intérieur car chaque point de l'objet a un profil d'atténuation de rayons X. Tout le volume est concerné, pas uniquement sa surface. Seul le scanner permet cette précision en trois dimensions.

2.5.3. Tomographie volumique à faisceau conique de la face (cone beam computerized tomography ou CBCT) [26]

Cette technique sectionnelle (par tomographie) autorise une imagerie de l'ensemble du complexe maxillo-facial ou une exploration complète ou limitée des structures maxillo-mandibulaire et dento-alvéolaire. Les appareils se distinguent du scanner traditionnel qui effectue plusieurs coupes linéaires se superposant lors des multiples rotations du système. Le CBCT, quant à lui, travaille non plus avec un faisceau RX mince, mais avec un faisceau ouvert, conique, ce qui lui permettra, en une seule révolution, de balayer l'ensemble du volume à radiographier. La diffusion de cette technique, jugée pour beaucoup prometteuse, en raison de sa faible dosimétrie et du caractère tridimensionnel de son image, est déjà largement avancée.

Le CBCT a une résolution spatiale et une fiabilité qui semble comparables à celles du scanner pour explorer des structures minéralisées telles que l'os ou les dents, et pour permettre d'identifier des fractures, kystes ou lésions osseuses, corps étrangers, à l'intérieur de son champ de vue. En revanche, il ne permet pas la mesure réelle des densités.

La précision et la fiabilité des mesures linéaires obtenues avec le CBCT sont suffisantes pour recourir à son utilisation dans la sphère dento-maxillo-faciale. La dose délivrée par les appareils CBCT est inférieure à celle du scanner mais demeure significativement plus élevée que celle de la radiographie dentaire conventionnelle, panoramique et intra-orale.

En orthodontie, les mesures céphalométriques obtenues avec le CBCT sont comparables à celles obtenues avec la céphalométrie conventionnelle et sont pour la plupart suffisamment précises et reproductibles. Toutefois, à ce jour, des études supplémentaires sont nécessaires afin d'évaluer les bénéfices cliniques du CBCT pour l'analyse céphalométrique. Il est nécessaire de définir des nouveaux points de référence et de valider des protocoles d'analyse céphalométrique 3D. Le CBCT ne saurait donc se substituer pour l'instant à la téléradiographie conventionnelle. Il pourrait se substituer au scanner, au regard du principe de radioprotection et, selon des règles d'optimisation, quand une analyse tridimensionnelle est indispensable, par exemple pour des cas de dysmorphoses maxillo-faciales majeures nécessitant une vision tridimensionnelle globale. Ne permettant aucune mesure précise, le scanner reste la référence pour toute planification chirurgicale délicate et pour la chirurgie assistée par ordinateur.

Pour l'imagerie des ATM, il est à ce jour difficile de conclure sur l'apport diagnostique du CBCT par rapport aux autres techniques, tomographie et scanner, et des études cliniques comparant ces techniques sont nécessaires. Les indications restent limitées à la traumatologie et aux pathologies dégénératives. Les pathologies discales et ligamentaires sont quant à elles réservées à l'IRM.

2.5.3.1. L'IRM

L'IRM repose sur l'étude du comportement des noyaux d'hydrogène (proton), atome le plus abondant sur corps humain. Placé dans un champ magnétique intense, les protons se comportent comme de petits aimants et s'orientent dans la direction du

champ. Une impulsion radio-fréquence déterminée met les protons magnétisés en résonnance. À l'arrêt de l'impulsion, les protons reviennent à l'état initial en émettant un signal qui est recueilli, analysé, stocké par ordinateur. Il n'y a pas d'émission de rayons X.

Les images obtenues permettent une discrimination fine des différents tissus mous en fonction de leur teneur en eau. L'IRM est surtout indiquée pour l'étude des ATM et la position du disque articulaire lors de pathologie articulaire avérée [25].

2.5.3.2. Dolphin Imaging System

C'est un logiciel de visualisation tridimensionnelle qui utilise les photographies, les radiographies, les fichiers issus de scanner X, de *cone-beam* ou d'IRM, pour obtenir une représentation tridimensionnelle complète du patient. Il est utile pour le diagnostic, la simulation de traitement et ses effets esthétiques, la planification de la mise en place d'implant. L'interface est très agréable et permet une communication aisée tant avec le patient que pour les praticiens entre eux. Les analyses céphalométriques sont disponibles, mais ne sont pas réalisées en trois dimensions : il faut d'abord orienter l'image virtuelle 3D du patient de profil (plan sagittal médian parallèle au fond de l'écran), puis l'analyse bidimensionnelle est projetée sur le profil pour réaliser les mesures. Les superpositions sont possibles [32].

Remerciements

Tous nos remerciements sont adressés à Yassine Messaoudi.

Bibliographie

- [1] Aissaoui A. Syndrome des apnées et hypopnées obstructives du sommeil. Apports de l'orthopédie dento-faciale. Thèse Chir. Dent. Lyon: Univ C. Bernard, 2009.
- [2] Al Lawati NM, Patel SR, Ayas NT. Epidemiology, risk factors, and consequences of obstructive sleep apnea and short sleep duration. *Prog Cardiovasc Dis* 2009;51:285-293.
- [3] Al-Jasser N, Hashim H. Periodontal findings in cases of incisor cross-bite. *J Clin Pediatr Dent* 1995;19:285-287.
- [4] Battagel JM, Johal A, Smith AM, Kotecha B. Postural variation in oropharyngeal dimensions in subjects with sleep disordered breathing: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 2002;24:263-276.
- [5] Bjornaas T, Rygh P, Boe OE. Severe overjet and overbite reduced alveolar bone height in 19-year-old men. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:139-145.
- [6] Brunsvold MA. Pathologic tooth migration. *J Periodontol* 2005;76:859-866.
- [7] Chan A, Lee R, Cistulli P. Sleep related breathing disorders. *Sleep Medicine for Dentists. A practical overview.* Quintessence books 2009:35-40.
- [8] Cheng CF, Peng CL, Chiou HY, Tsai CY. Dentofacial morphology and tongue function during swallowing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:491-499.
- [9] Chiche-Uzan L, Canal P, Legall M, Salvadori A. Particularités de l'orthodontie de l'adulte. *Encycl Med Chir, Elsevier: Paris;2007, 23-498-A-20.*
- [10] Comyn FL, Scwab R. Upper airway Imaging in obstructive sleep apnea. *Sleep Medicine for Dentists. A practical overview.* Quintessence books 2009:61-70.
- [11] Cuccia AM, Campisi G, Cannavale R, Colella G. Obesity and craniofacial variables in subjects with obstructive sleep apnea syndrome : comparisons of cephalometric values. *Head Face Med* 2007;22:3-41.
- [12] Dahar A. Investigating the correlation between the severity of obstructive sleep apnea and position of the hyoid bone. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:269.
- [13] Dubayle P, Boyer B, Goasdoué P, David H, Le Clainche P, Pajoni D, et al. Radiologie en stomatologie et en pathologie maxillo-faciale : Imagerie maxillo-faciale. Tomodensitométrie, *Encycl Méd Chir Odontologie/Orthopédie dento-faciale, Elsevier: Paris;22-010-D-3.*
- [14] Dutra EH, Caria PH, Rafferty KL, Herring SW. The buccinator during mastication: A functional and anatomical evaluation in minipigs. *Arch Oral Biol* 2010;55:627-638.
- [15] Formby WA, Nanda RS, Currier GF. Longitudinal changes in the adult facial profile. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105:464-476.
- [16] Fujiki T, Inoue M, Miyawaki S, Nagasaki T, Tanimoto K, Takano-Yamamoto T. Relationships between maxillofacial morphology and deglutitive tongue movement in patients with anterior open-bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:160-167.
- [17] Garcia R, Fauquet-Roure C, Fleury B, Petelle B, Vincent G, Meyer B. Le syndrome d'apnée hypopnée obstructive du sommeil. *Rev Orthop Dento Faciale* 2006;40:177-198.
- [18] Gebeile-Chauty S, Robin O, Messaoudi Y, Aknin JJ. Le traitement orthodontique peut-il générer des algies et/ou dysfonctionnements articulaires ou musculaires (ADAM)? Une revue de littérature. *Orthod Fr* 2010;81:85-93.
- [19] Guilleminault C, Quo S, Huynh NT, Li K. Orthodontic expansion treatment and adenotonsillectomy in the treatment of obstructive sleep apnea in prepubertal children. *Sleep* 2008;31:953-957.
- [20] Guilleminault C, Quo SD. Sleep-disordered breathing. A view at the beginning of the new Millennium. *Dent Clin North Am* 2001;45:643-656.
- [21] Guilleminault C, Tilkian A, Dement WC. The sleep apnea syndromes. *Ann Rev Med* 1976;27:465-484.
- [22] Guo J, Gao XM, Li XD, Zeng XL. [Magnetic resonance Imaging Survey of the upper airway in different age non-snoring males.] *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi* 2008;43(9):676-680. In chinese.
- [23] Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, Siebert JP. Applications of 3D imaging in orthodontics: part II. *J Orthod* 2004;31:154-162.

- [24] HAS. Évaluation des IRM dédiées et à champs modérés. HAS, 2008.
- [25] HAS. Guide des indications des examens radiologiques en odontostomatologie. HAS, 2006.
- [26] HAS. Tomographie volumique à faisceau conique de la face. HAS, 2009.
- [27] Hashim HA, Al-Jasser NM. Periodontal findings in cases of posterior cross-bite. *J Clin Pediatr Dent* 1996;20:317–320.
- [28] Hourdin S, Glez D, Sorel O. Le diagnostic parodontal en orthodontie. *Orthod Fr* 2010;81:9–17.
- [29] Huang QR, Qin Z, Zhang S, Chow CM. Clinical patterns of obstructive sleep apnea and its comorbid conditions: a data mining approach. *J Clin Sleep Med* 2008;4(6):543–550.
- [30] Ingman T, Nieminen T, Hurmerinta K. Cephalometric comparison of pharyngeal changes in subjects with upper airway resistance syndrome or obstructive sleep apnoea in upright and supine positions. *Eur J Orthod* 2004;26:321–326.
- [31] Kitamura T, Sakabe A, Ueda N, Shiomori T, Udaka T, Ohbuchi T, Suzuki H. Usefulness of cephalometry and pharyngeal findings in the primary diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho* 2008;111:695–700.
- [32] Kumar V, Ludlow J, Soares Cevidanes LH, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod* 2008;78:873–879.
- [33] Lauret JF, Le Gall M. La mastication. Une réalité oubliée par l'occlusodontologie ? *Cahiers de prothèse* 1994;85:31–44.
- [34] Lee R, Chan A, Cistulli P. Clinical approach to diagnosis of obstructive sleep apnea. *Sleep Medicine for Dentists*. Quintessence books 2009:53–59.
- [35] Lin CM, Davidson TM, Ancoli-Israel S. Gender differences in obstructive sleep apnea and treatment implications. *Sleep Med Rev* 2008;12:481–496.
- [36] Malkoc S, Usumez S, Nur M, Donaghy C. Reproducibility of airway dimensions and tongue and hyoid positions on lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:513–516.
- [37] Mew JRC. The postural basis of malocclusion. A philosophical overview. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:729–738.
- [38] Michelotti A, Iodice G. The role of orthodontics in temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 2010;37:411–429.
- [39] Nanda RS, Meng H, Kapila S, Goorhuis J. Growth changes in the soft tissue facial profile. *Angle Orthod* 1990;60:177–190.
- [40] Ngom PI, Benoist HM, Soulier-Peigue D, Niang A. Rapports réciproques entre orthodontie et parodontologie. Intérêt d'une synergie d'action effective. *Orthod Fr* 2010;81:41–58.
- [41] Ngom PI, Diagne F, Benoist HM, Thiam F. Intraarch and interarch relationships of the anterior teeth and periodontal conditions. *Angle Orthod* 2006;76:236–242.
- [42] Oliver RC, Brown LJ, Loe H. Periodontal diseases in the United States population. *J Periodontol* 1998;69:269–278.
- [43] Pecora NG, Baccetti T, McNamara JA Jr. The aging craniofacial complex: a longitudinal cephalometric study from late adolescence to late adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:496–505.
- [44] Peng CL, Jost Brinkmann PG, Yoshida N, Miethke RR, Lin CT. Differential diagnosis between infantile and mature swallowing with ultrasonography. *Eur J Orthod* 2003;25:451–456.
- [45] Peng CL, Jost-Brinkmann PG, Yoshida N, Chou HH, Lin CT. Comparison of tongue functions between mature and tongue-thrust swallowing—an ultrasound investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:562–570.
- [46] Pépin JL, Bettega O, Orliaguet B, Raphaël B, Lévy P. Outils disponibles pour le diagnostic du syndrome d'apnées du sommeil. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2002;103:151–157.
- [47] Proffit WR, Fields HW Jr, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics* Mosby 2003, 751 p.
- [48] Proffit WR, Fields HW Jr. *Contemporary orthodontics*. 3rd ed. St Louis: Mosby, 1999.
- [49] Punjabi NM. The epidemiology of adult obstructive sleep apnea. *Proc Am Thorac Soc* 2008;5:136–143.
- [50] Raskin S, Gilon Y, Limme M. Bilan céphalométrique dans le syndrome des Apnées et Hypopnées Obstructives du sommeil. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2002;103:158–163.
- [51] Raskin S, Limme M. La dimension verticale dans le SAHOS de l'adulte : un exemple d'altération fonctionnelle. *Orthod Fr* 2003;74:411–429.
- [52] Robin O, Carpentier P. Données actuelles sur le traitement des algies et dysfonctionnement de l'appareil manducateur. *Le Chirurgien Dentiste de France* 2006;1263-1264:29–41.
- [53] Rose EC, Staats R, Lehner M, Jonas IE. Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnea. Part I : diagnostic value. *J Orofac Orthop* 2002;63:143–153.
- [54] Sebille S, Caprioli F, Bennani K, Baralle M, Mallart A, Ferri J. Anomalies téléradiographiques et syndrome d'apnées obstructives du sommeil. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2003;104:133–139.
- [55] Smith AM, Battagel JM. Non-apneic snoring and the orthodontist: radiographic pharyngeal dimension changes with supine posture and mandibular protrusion. *J Orthod* 2004;31:124–131.
- [56] Staufer K, Landmesser H. Effects of crowding in the lower anterior segment—a risk evaluation depending upon the degree of crowding. *J Orofac Orthop* 2004;65:13–25.
- [57] Talmant J, Deniaud J. Approche actuelle du traitement des troubles de la ventilation nasale de l'enfant et de l'adolescent. *Rev Orthop Dento Faciale* 2010;44:285–302.
- [58] Tangugsorn V, Krogstad O, Espeland L, Lyberg T. Obstructive sleep apnea (OSA): a cephalometric analysis of severe and non-severe OSA patients. Part I: Multiple comparisons

- of cephalometric variables. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2000;15:139–152.
- [59] Tangugsorn V, Krogstad O, Espeland L, Lyberg T. Obstructive sleep apnea (OSA): a cephalometric analysis of severe and non-severe OSA patients. Part II : predictive discriminant function analysis. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2000;15:179–191.
- [60] Tangugsorn V, Krogstad O, Espeland L, Lyberg T. Obstructive sleep apnea: multiple comparisons of cephalometric variables of obese and non-obese patients. *J Craniomaxillofacial Surg* 2000;28:204–212.
- [61] Towfighi PP, Brunsvold MA, Storey AT, Arnold RM, Willman DE, McMahan CA. Pathologic migration of anterior teeth in patients with moderate to severe periodontitis. *J Periodontol* 1997;68:967–972.
- [62] Visscher CM, Lobbezoo F, Naeije M. Comparison of algometry and palpation in the recognition of temporomandibular disorder pain complaints. *J Orofac Pain* 2004;18:214–219.
- [63] Watanabe T, Isono S, Tanaka H, Nishino T. Contribution of body habitus and craniofacial characteristics to segmental closing pressures of the passive pharynx in patients with sleep-disordered breathing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:260-265.
- [64] Yu X, Fujimoto K, Urushibata K, Matsuzawa Y, Kubo K. Cephalometric analysis in obese and nonobese patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 2003;124:212–218.
- [65] Zimmer B, Seifi-Shirvandeh N. Changes in gingival recession related to orthodontic treatment of traumatic deep bites in adults. *J Orofac Orthop* 2007;68:232–244.