

Traitement du SAHOS par orthèse d'avancée mandibulaire (OAM)

B. Fleury^a, J. Cohen-Levy^b, L. Lacassagne^c, I. Buchet^d, A. Geraads^e,
H. Pegliasco^f, F. Gagnadoux^g

Quels pré-requis anatomiques pour l'utilisation d'une OAM ?

Le principe mécanique de l'orthèse d'avancée mandibulaire (OAM) est de dégager le carrefour aéropharyngé en maintenant une propulsion forcée de la mandibule pendant le sommeil, prenant appui sur les structures maxillaires. L'étirement de l'enveloppe musculaire et ligamentaire de la mandibule génère des contraintes, qui sont transmises par l'orthèse aux dents, au processus alvéolaire et aux articulations temporo-mandibulaires. En cas de faible rétention de l'orthèse, ces forces peuvent la désinsérer, c'est pourquoi la plupart des études excluent les patients édentés [1, 2] au nombre de dents insuffisant [3-8], précisant alors la limite de 10 dents par arcade [9, 10], ou la nécessité d'une prémolaire ou molaire par quadrant [11].

Le port au long cours d'une OAM peut générer des déplacements dentaires, phénomène retrouvé lors des traitements orthodontiques, et qui est favorisé par un support osseux faible (parodonte faible). Les études cliniques précédemment citées, et une grande majorité d'autres, précisent comme facteur d'exclusion les maladies parodontales [3, 4, 13-18] ou de denture « abîmée » [12]. Almeida et coll. [19, 20] recommandent d'accorder une attention particulière au patient âgé, dont le parodonte est altéré.

Les OAM nécessitent une propulsion mandibulaire importante pour être efficaces [21]. Les principales études excluent ainsi les patients souffrant d'ankylose temporo-mandibulaire, de dysfonctions cranio-mandibulaires [7] tels les dérangements internes de l'articulation, luxations

^a Service de Pneumologie, Hôpital Saint-Antoine, Groupement hospitalier universitaire Est, Paris, France.

^b Cabinet d'Orthopédie Dento-Faciale, Paris, France.

^c Consultation multidisciplinaire des troubles du sommeil, CHU Toulouse Rangueil, France.

^d Service de Stomatologie, Hôpital Foch, Suresnes, France.

^e Service de Pneumologie, CH, Auxerre, France.

^f Service de Pneumologie, Hôpital Ambroise Paré, Marseille, France.

^g Département de Pneumologie, Centre Hospitalier Universitaire, Angers, France.

Correspondance : Frédéric Gagnadoux, Département de Pneumologie, Centre Hospitalier Universitaire, 4, rue Larrey, 49933 Angers cedex 9. gagnadoux@chu-angers.fr

méniscales, quand ces dysfonctions sont sévères [4, 16], que la douleur est active (arthralgie, douleur myofaciale) [11, 22], quand la propulsion mandibulaire est inférieure à 6 mm [1, 6].

RECOMMANDATION 55

Il est recommandé, avant de poser une OAM, de vérifier les prérequis suivants :

- au minimum 8 dents par arcade avec une valeur d'ancrage et une morphologie rétentive (accord professionnel) ;
- un parodonte sain, évalué cliniquement et radiologiquement par au minimum un cliché panoramique, au besoin complété par des radiographies rétro-alvéolaires pour dépister les alvéolyses (accord professionnel) ;
- l'absence de dysfonction cranio-mandibulaire sévère, après examen de la cinématique mandibulaire, objectivant une capacité de propulsion mandibulaire d'au moins 6 mm (accord professionnel).

L'efficacité du traitement par OAM est-elle démontrée ?

Une revue systématique de la littérature sur l'efficacité du traitement par OAM a été récemment publiée [23]. Cette revue a identifié 16 études contrôlées ayant inclus un nombre total de 745 patients. L'efficacité d'une OAM a été comparée à celle d'une orthèse contrôle (sans déplacement mandibulaire) [2, 24-28], à celle de la ventilation en pression positive continue (PPC) [29-35] et à celle d'un traitement chirurgical par uvulopalatopharyngoplastie (UPPP) dans une étude [11]. Outre la comparaison à la PPC, l'effet de l'OAM également à un comprimé de placebo ou à un régime [35]. L'analyse des résultats de ces études suggère que l'OAM réduit significativement la somnolence diurne subjective et les différents paramètres des enregistrements polysomnographiques chez certains patients. Elle est moins systématiquement efficace que la PPC pour améliorer les paramètres objectifs recueillis durant la polysomnographie, mais elle lui est souvent préférée par les patients.

Efficacité sur la somnolence diurne excessive évaluée par l'échelle d'Epworth

Les résultats obtenus lors des évaluations de l'efficacité comparée d'une OAM active et d'une OAM inactive sont inhomogènes, mais la réduction de la valeur du score de l'échelle d'Epworth est significativement plus grande avec l'OAM active en moyenne de plus de 1,8 point quel que soit le type d'étude. Lorsque l'OAM est comparée à la PPC, il n'est pas retrouvé de différence d'efficacité dans 4 des six

études rapportant des résultats sur la vigilance diurne [28, 29, 32, 33, 35]. Seuls Engleman et coll. rapportent un effet supérieur de la PPC [31].

Efficacité sur les événements respiratoires anormaux

La réduction de l'IAH observée lors du port d'une OAM active est significativement supérieure à celle obtenue lors de l'utilisation d'une OAM inactive, de plus de 10 apnées-hypopnées par heure en moyenne [23]. La PPC est plus systématiquement efficace que l'OAM et permet d'obtenir une réduction de l'index d'apnées-hypopnées (IAH) supérieure de 9 apnées-hypopnées par heure en moyenne [23]. Cependant, au sein de la population générale, un sous-groupe de patients (environ la moitié des patients) présente une réduction équivalente de l'IAH avec les deux traitements. Lorsque l'efficacité de l'OAM est comparée à celle de l'UPPP [11], l'OAM s'avère plus efficace, 72 % des patients bénéficiant d'une réduction de l'IAH supérieure, 50 % de sa valeur originelle sous OAM contre 35 % après UPPP. Cette supériorité est conservée dans le temps, l'IAH sous OAM restant significativement inférieur à l'IAH après UPPP au 12^e puis au 48^e mois de suivi.

Efficacité sur la SaO₂

Dans les études en cross-over [27, 28], la SaO₂ minimale observée durant la nuit d'enregistrement sous OAM active est supérieure à celle recueillie durant l'utilisation de l'OAM inactive, de 3,39 % en moyenne. Il n'est pas mesuré de différence significative dans les études, ou les sous-études, utilisant une méthodologie de groupes randomisés suivis en parallèle [2, 24, 27]. Lorsque la comparaison est faite avec la PPC, l'avantage va à la PPC. Quel que soit le type d'étude utilisé, la SaO₂ minimale est supérieure d'au moins 4,5 % en moyenne avec ce traitement.

Efficacité sur la fragmentation du sommeil

Lorsqu'il est rapporté, l'index de micro-éveils est significativement diminué sous OAM active par rapport à celui recueilli avec une OAM inactive (10,6 micro-éveils/h en moyenne) [24, 27, 28]. Une fois encore, quel que soit le type d'étude, la réduction de l'index de micro-éveils est plus grande sous PPC, de 5,2 micro-éveils/h en moyenne au sein des études de groupe parallèles [28, 35] et de 2,2 micro-éveils/h lors des études en cross-over [30, 33, 34].

Efficacité sur la qualité de vie

Différentes échelles ont été utilisées lors de l'évaluation comparative de l'efficacité de l'OAM et de la PPC : *Sleep*

Apnea Quality of Life (SAQLI), Hospital Anxiety Depression Scale (HADS), Functional Outcomes of Sleep Questionnaire (FOSQ), Short Form-36 (SF36) [29, 30, 33, 35, 37]. Seuls Engleman et coll. [31] rapportent une différence en faveur de la PPC en utilisant le SF36. Pour les autres auteurs, il n'est pas observé de différence entre les réponses obtenues après utilisation des deux traitements. Il est en fait difficile de conclure, car le type d'orthèse et la sévérité des patients sont différents selon les études analysées.

Efficacité sur la pression artérielle systémique

Les résultats rapportés doivent être confirmés car parfois divergents. Une réduction significative de TA diastolique moyenne sur 24 heures est observée sous OAM active comparée à une OAM contrôle [27]. Les TA moyennes systolique et diastolique diurnes sont significativement abaissées dans cette étude. Lam et coll. [35] rapportent une baisse significative de la TA diastolique moyenne matinale à la fois sous PPC et sous OAM après 10 semaines de traitement. Cette baisse n'est pas significativement différente entre les deux groupes. Barnes et coll. [34] ne retrouvent pas de différence significative entre les groupes, OAM et PPC, en termes d'évolution de la TA moyenne systolique et diastolique sur 24 heures.

Préférence des patients entre OAM et PPC

Les patients de l'étude d'Engleman et coll. [31] n'expriment pas de préférence pour l'un des deux traitements proposés, mais il faut noter que l'analyse des réponses ne tient pas compte de l'efficacité thérapeutique. Il en est de même dans l'étude de Barnes et coll. [34] dont les patients rapportent une préférence pour la PPC, 44 % contre 30 % pour l'OAM. Il est intéressant de noter que leurs conjoints expriment le même choix (40 % pour PPC contre 36 % pour l'OAM). Mais, à efficacité comparable, les patients préfèrent l'OAM à la PPC [30].

Existe-t-il des facteurs prédictifs d'efficacité et d'effets indésirables des orthèses d'avancée mandibulaire ?

Facteurs prédictifs de l'efficacité du traitement par OAM

Les caractéristiques biométriques sont des facteurs prédictifs

L'étude rétrospective de l'équipe de Lowe [9], comparant les variables céphalométriques entre répondeurs et non-répondeurs, ajustées en fonction du sexe, de l'âge et de l'IMC, a montré que la variation de l'IMC influence de

façon significative l'efficacité de l'orthèse. L'étranglement des voies aériennes supérieures reste le facteur prédictif d'efficacité essentiel. Le travail prospectif de Marklund et coll. [36], comparant répondeurs et non-répondeurs chez 630 patients traités par OAM, a montré que le sexe féminin, l'absence d'excès pondéral (IMC < 30 kg/m²) et l'âge inférieur à 60 ans semblent constituer des facteurs prédictifs d'efficacité d'une OAM. Cependant, d'autres travaux montrent des résultats discordants. Une étude prospective randomisée avec cross-over, incluant 20 patients sur 6 semaines [33], a montré que les sujets répondeurs étaient significativement plus jeunes. Les autres caractéristiques biométriques ne semblent pas être des facteurs prédictifs d'efficacité. Enfin, une étude longitudinale de Tsuiki et coll. [37, 38], comparant les variables anthropométriques chez 20 patients (14 répondeurs et 6 non-répondeurs) montre, là encore, que les sujets répondeurs sont significativement plus jeunes et présentent un IMC inférieur à celui des non-répondeurs.

Les caractéristiques anatomiques maxillo-faciales sont des facteurs prédictifs

Les études céphalométriques ne permettent pas d'isoler avec certitude de facteurs prédictifs du succès du traitement des SAHOS par les orthèses d'avancée mandibulaire (OAM). La largeur des voies aériennes supérieures et la position de la mandibule par rapport au rachis semblent être des facteurs prédictifs d'échec [9]. Une étude longitudinale [40], comparant les paramètres céphalométriques de 103 patients SAHOS traités par OAM à ceux de 98 sujets contrôles, a démontré que les SAHOS répondeurs au traitement par OAM (chute de l'IAH > 50 %) présentent des voies aériennes supérieures plus étroites et une rétrusion maxillo-mandibulaire. De la même façon, Tsuiki et coll. ont rapporté que les sujets SAHOS répondeurs au traitement par OAM présentaient des modifications des voies aériennes supérieures sous OAM qui n'étaient pas retrouvées chez les non-répondeurs : d'une part, un déplacement significatif des parois pharyngées antérieure et postérieure sous OAM [38] et, d'autre part, une augmentation de l'espace rétrovélaire et une diminution du rayon de courbure de la paroi antérieure du pharynx sous OAM [37]. Ces résultats sont en accord avec ceux de Bonham et coll. [41] qui montrent que les deux seules variables céphalométriques prédictives de la réponse à l'orthèse sont les valeurs des espaces pharyngés supérieurs situés entre la paroi pharyngée postérieure et le voile d'une part, et entre le voile et la face dorsale de la langue, d'autre part. De la même façon, Mayer et coll. montrent que les patients présentant une mandibule normalement positionnée ou rétruse (angle SNB inférieur à 77°), mais non abaissée par rapport à la base du crâne, un voile court et un oropharynx rétréci ont les meilleures chances de succès lors du traitement par orthèse [42]. Enfin, la position de l'os hyoïde semble constituer aussi un facteur

prédictif d'efficacité de l'OAM. Ainsi, le travail de Skinner et coll. en 2002 [40], comparant chez seulement 14 patients SAHOS traités par OAM les variables céphalométriques, a montré qu'une OAM efficace diminue de 25 mm à 6 mm la distance MP-H (distance os hyoïde - plan mandibulaire), alors que cette distance ne varie pas sous OAM chez les patients non répondeurs. Ces résultats sont corroborés par ceux d'Eveloff [43] dont les résultats ont montré que la distance MP-H et la longueur du voile sont plus courtes dans le groupe « répondeur ». Dans toutes ces études, les patients répondeurs présentaient un articulé dentaire de type classe II d'Angle (disto-position de la première molaire mandibulaire).

Les résultats de l'enregistrement polysomnographique sont des facteurs prédictifs

Une méta-analyse de Ferguson publiée dans *Sleep* en 2006, reprenant 141 articles entre 1995 et 2005, montre une efficacité des OAM chez 57 % à 81 % des patients SAHOS modérés et uniquement chez 14 % à 61 % des patients SAHOS sévères [44], ce qui confirme que le degré de sévérité de l'IAH conditionne en partie la réponse à l'OAM chez les patients traités. L'étude de Marklund et coll. publiée dans *Chest* en 2004 [36] confirme une meilleure efficacité de l'OAM pour les patients porteurs de SAHOS modérés et présentant un caractère positionnel net en décubitus dorsal.

Facteurs prédictifs des effets secondaires du traitement par OAM ?

Les effets secondaires à court terme des orthèses d'avancée mandibulaire ont bien été décrits, mais le plus souvent dans des articles comparant leur efficacité avec d'autres thérapeutiques, comme la ventilation à pression positive ou l'uvulopalatoplastie. Ce n'est que récemment que la littérature a fourni des études à plus long terme, permettant de suivre les effets de l'avancée mandibulaire sur l'appareil manducateur : articulations temporo-mandibulaires (ATM), muscles masticateurs, bases osseuses maxillaire et mandibulaire, organes dentaires et leurs tissus de soutien (parodonte).

Si on dénombre 72 études cliniques évoquant ces effets secondaires, seuls 23 articles en traitent spécifiquement. L'évaluation se fait par des questionnaires, un examen clinique des moulages des arcades dentaires et/ou des téléradiographies de profil [6, 11, 12, 15, 44-63], voire une IRM de l'ATM [64].

Effets secondaires à court terme

Ils sont fréquents, généralement légers et transitoires, mais peuvent parfois être plus sérieux et expliquer une partie des échecs d'observance. Ils sont retrouvés pour tous les types d'orthèse. Ils ne seraient pas prévisibles, sauf pour les problèmes de rétention, qui dépendraient de la conception et du matériau [31, 50, 56], avec pour Rose [56], moins de

rétention pour les orthèses souples. L'étude cross-over randomisée de Vanderveken et coll. [66], comparant un modèle d'orthèse thermoplastique (réalisée sans moulages en plâtre, méthode dite directe) à une orthèse monobloc souple réalisée au laboratoire, fait état d'un très fort taux d'échec d'observance, imputé au manque de rétention du modèle thermoplastique (8 des 12 échecs sur un total de 35 patients).

Articulations temporo-mandibulaires et muscles masticateurs

Des douleurs articulaires ou signes de dysfonction temporo-mandibulaire sont retrouvés chez 20 à 44 % des patients dans les premières semaines et mois suivant la pose d'une OAM [2, 27, 36, 54, 60]. Les patients rapportent également des tensions musculaires, dans 10 à 36 % des cas [5, 16, 45, 54], avec pour Pantin et coll. des douleurs myofasciales chez 25 % chez des sujets [46]. Ces symptômes sont décrits comme spontanément réversibles, mais certains patients cessent d'utiliser l'orthèse pour cette raison [5, 16, 32, 46].

Organes dentaires et parodonte

Entre 10 et 69 % des patients se plaignent d'inconfort ou de douleurs dentaires consécutives au port de l'OAM, constatées généralement au réveil [4, 5, 10, 27, 28, 30, 31, 45, 50, 54], avec une irritation gingivale dans 20 % des cas pour Metha [28]. Dans l'étude de Fritsch [54], 9 % des sujets étudiés évoquent une augmentation de la mobilité dentaire, et certains rapports de cas relatent des « dommages » dentaires, tels la perte ou la fracture d'une dent [16, 30]. Une modification temporaire de l'occlusion est ressentie après avoir enlevé l'orthèse au réveil chez 12 % à 44 % des patients interrogés, [2, 46] avec une diminution des contacts dentaires, accompagnée parfois de difficulté de mastication le matin [17].

Autres effets relatés

L'étude contrôlée randomisée de Metha et coll. [28] évoquait l'occurrence de bruxisme dans 12,5 % des cas consécutivement au port d'une OAM (évaluation par questionnaires), et le bruxisme était considéré comme une contre-indication pour Randerath [34]. Ces résultats n'ont pas été confirmés par d'autres études et sont contradictoires avec ceux de Landry et coll. [65] qui mettaient au contraire en évidence un effet thérapeutique de l'OAM sur le bruxisme nocturne, par une étude polysomnographique avec électromyographie de surface des muscles masséters.

De par l'encombrement de l'appareil, certains patients évoquent une difficulté à s'endormir, voire une difficulté à respirer, quand l'orthèse ne permet pas une ventilation orale en cas obstruction nasale [61, 62].

Une sensation de bouche sèche (xérostomie) est expérimentée dans 23 %-86 % des cas [28, 52, 62]. Une hypersalivation au contraire est également décrite, concernant entre 19

et 50 % des patients [2, 16, 27, 28, 31, 32, 45, 46, 54-62]. Les travaux de Fritsch [54] et Pantin [46] établissent que les effets secondaires d'hypersalivation, la sensation de bouche sèche, et la sensation d'inconfort dentaire le matin peuvent perdurer (étude par questionnaire à 12-30 mois, et à 5 ans), même si le degré de gêne, évalué échelle visuelle analogique, est modéré. Ainsi, dans l'enquête de Shadaba [47], 89 % des patients considéraient que les avantages de l'OAM étaient supérieurs aux inconvénients.

Effets secondaires à long terme

Articulations temporo-mandibulaires

Il n'y aurait pas de dysfonction crano-mandibulaire ou de douleur articulaire induite par les OAM à long terme (étude de Bondemark [45] à 2 ans, et de Marklund [53] à 5 ans), qui, au contraire, améliorerait les symptômes (on rappelle cependant que les patients présentant des dysfonctions sévères étaient exclus des études). Dans l'enquête de Shadaba [47], la fonction articulaire redevenait normale chez les patients qui étaient symptomatiques les premiers temps (questionnaire).

Différentes études objectivent une augmentation de l'amplitude des mouvements mandibulaires d'ouverture buccale et de protrusion maximale, sans modification d'amplitude des mouvements de latéralité, à 6 mois [12, 13] et 12 mois [11]. Les articulations temporo-mandibulaires connaîtraient un remodelage, comme le suggèrent les travaux de Roberston [65, 66], avec une modification verticale de la position de la tête condylienne. L'étude IRM de Almeida [63] ne montre pas de modification articulaire après 11,5 mois de port en moyenne.

Effets dento-alvéolaires et squelettiques

Il existe des déplacements dentaires consécutifs au port prolongé d'OAM, et des modifications squelettiques maxillo-mandibulaires ont aussi été mis en évidence. Dans l'étude de Pantin [46], Rose [56] et Fransson [13], les auteurs soulignent les différences entre l'impression subjective de certains patients qui pensent que leur occlusion est restée stable, alors que des déplacements se sont développés.

Ces déplacements peuvent être irréversibles, certains se mettant en place précocement : dès 6 mois de port de l'OAM, Fransson [12] note une réduction du surplomb et du recouvrement incisif, et Roberston [59] note des modifications squelettiques sur téléradiographies de profil. Après 7,4 ans ($\pm 2,2$ années) de port, les travaux d'Almeida [19, 20], portant sur 71 patients évalués en aveugle par des orthodontistes, ne trouve de stabilité occlusale que pour 14,3 % des patients. Parmi les 85,7 % de cas présentant une modification de l'occlusion, 41,4 % présentaient des changements dans un sens favorable (correction de la malocclusion qu'ils

présentaient au départ) et 44,3 % dans un sens défavorable. Ces déplacements s'accompagnent d'une diminution des contacts fonctionnels antérieurs et/ou postérieurs [17], la redistribution des contacts pouvant occasionner une usure anormale des dents.

Modifications maxillaires

Les incisives supérieures s'inclinent vers l'arrière (palatoverision) en moyenne de $0,8^\circ$ [59] à $1,9^\circ$ [7], mais avec une variabilité importante (de $-4,7^\circ$ à $-2,9^\circ$) ou demeurent inchangées dans les deux premières années. Almeida et coll. [19, 20] décrivent une palatoverision moyenne de $3,1^\circ$ par rapport à la base du crâne (ligne SN), ou $-3,5^\circ$ par rapport au palais osseux, accompagnée d'une distoverision des molaires supérieures ($-2,3^\circ$ par rapport à SN, et $-2,6^\circ$ par rapport au palais osseux), et leur égression de 0,5 mm. La longueur d'arcade supérieure se voit réduite [19, 20], et on observe une diminution de la distance intercanine supérieure [7, 19, 20] de 0,3 mm en moyenne, plus marquée avec les OAM souples [7].

Modifications mandibulaires

Les incisives inférieures s'inclinent antérieurement (vestibuloverision) de $1,5^\circ$ [12, 57] à $2,8^\circ$ en moyenne [7], ou restent inchangées après 2 ans de traitement. À plus de 5 ans de port, Almeida et coll. [19, 20] décrivent une inclinaison vestibulaire de $6,6^\circ$ en moyenne, accompagnée d'une mésoverision des molaires ($3,4^\circ$ en moyenne) et de leur égression de 0,7 mm. La résultante est une augmentation de la longueur d'arcade ($0,4 \text{ mm} \pm 0,62$ à deux ans [58]), et l'apparition de diastèmes (espaces) à l'arcade inférieure [19, 20, 45], ou une diminution de l'encombrement dentaire inférieur, observée par Rose [12].

Relations inter-arcades

Les relations entre les deux arcades dentaires, mesurées en termes de surplomb et de recouvrement incisifs, s'en voient modifiées.

– La valeur du surplomb diminue progressivement avec la durée de port de l'OAM, avec des études de 6 mois à plus de 5 ans de port [7, 8, 12, 13, 19, 20, 54, 56-58].

En moyenne, la réduction de surplomb est de 0,4 mm après 2 ans de port [63], et atteint $-0,6 \text{ mm}$ ($-1,3 \text{ mm}$ à $-3,5 \text{ mm}$) après 5 ans pour Marklund [7] et $-2,8 \text{ mm}$ pour Almeida et coll. [63]. Il existe de grandes variabilités individuelles, avec un quart des patients présentant une réduction du surplomb supérieure à 1 mm, dès 2 ans dans l'étude de Rose [56]. Ces valeurs sont cliniquement importantes, puisque la valeur normale du surplomb incisif avoisine 2 mm.

Chez les sujets dont le port de l'OAM est moins fréquent, la réduction du surplomb n'était que de 0,2 mm à 5 ans (OR réduction surplomb/port fréquent de 3,6 [7]). Les patients avec un recouvrement incisif initial fort présentaient

une plus faible réduction du surplomb (inférieure à 1 mm), avec un OR de 7,5 [7] (contrôlant âge, sexe, déplacements mandibulaires et occlusion initiale).

– La valeur du recouvrement incisif diminue, surtout dans les 2,5 premières années de port, puis tend à se stabiliser [7].

Après 12 mois de port, le recouvrement incisif est réduit de - 0,1 mm à - 1,1 mm [63], avec une moyenne de - 0,4 mm [54]. À 24 mois, la réduction atteint 0,5 mm en moyenne pour Battagel [64], 1,1 mm pour Rose [56]. Après 5 ans, Marklund note une réduction moyenne de - 0,6 mm, mais avec 38 % des patients présentant une réduction de plus d'1 mm. Almeida et coll. décrivent une réduction de recouvrement moyenne de - 2,6 mm à plus de 5 ans [19, 20]. Chez les patients dont le port est peu fréquent, le recouvrement n'est pas ou peu modifié (OR 8,34 avec $p = 0,028$ [7]).

Si l'étude prospective randomisée de Ringqvist et coll. [8] ne met en évidence aucune modification de surplomb et recouvrement incisif à 4 ans, l'attribuant à une particularité de conception de leur orthèse (qui ne recouvre pas les bords incisifs), l'analyse critique de leurs résultats par Marklund [7] explique comment le recul des incisives supérieures a suivi celui des incisives inférieures, parallèle à la rotation mandibulaire, masquant dans leurs résultats les déplacements réels.

– Les relations dentaires postérieures, au niveau des molaires et des prémolaires sont également modifiées, avec mésialisation de l'arcade inférieure par rapport à l'arcade supérieure [7, 19, 20, 54, 56]. À 5ans, 29 % des sujets présentent un décalage de l'occlusion latérale supérieur à 1 mm [7], avec potentiellement perte des contacts cuspidé/fosse normaux.

Dans le sens vertical, il n'y aurait pas de modification des relations molaires à 6 mois de port pour Fransson [12], mais à 2 ans, 26 % des patients de Rose [56] et à 5 ans, 38 % des patients de Marklund [7] développent une infraclusion postérieure (absence de contact) significative. Pour Fransson, cette infraclusion serait plus sévère en fonction du degré d'avancée, et n'en observe pas quand l'avancée est inférieure à 5 mm [12].

Effets squelettiques

La mandibule peut se déplacer vers l'avant [7, 45], le bas [7, 45], effectuer une rotation postérieure [7, 8, 63] ou se déplacer vers l'arrière [7]. Rose [56] observe une augmentation significative de la longueur mandibulaire, alors qu'elle resterait stable pour Ringqvist à 4 ans [8], la mandibule ne connaissant qu'un déplacement vertical et antéropostérieur. Le recul de la symphyse mandibulaire (objectivé par l'angle SNB) est en moyenne de - 0,4° (- 2,2° à 0,6°) après 24-30 mois [14, 57]. L'augmentation de la hauteur faciale antérieure est en moyenne de + 0,7 mm (+ 0,3 mm/+ 1,2 mm) à 2 ans [14], du fait de l'égression des molaires [19, 20] et du déplacement vertical du condyle mandibulaire [57].

Facteurs prédictifs des déplacements dentaires provoqués par l'OAM

Certaines études ont essayé de dégager des facteurs céphalométriques prédictifs des déplacements dentaires provoqués par le port des OAM, en fonction de la typologie mandibulaire, de l'occlusion initiale, ou du type d'OAM. Le changement de recouvrement incisif serait corrélé au degré de protrusion/ouverture de l'orthèse pour Battagel [59], à la position initiale des incisives [7, 19, 20], et à la durée de port [7]. Pour Marklund [7], les patients présentant au départ une occlusion normale constituent un groupe à risque, pour lesquels le degré d'avancée et d'ouverture de l'orthèse doivent être aussi réduits que possible. Pour Fransson [14], l'existence d'un faible surplomb au départ est à considérer, risquant de générer une inversion des rapports incisifs. Pour Almeida et coll., les modifications induites par l'OAM seraient plus favorables dans les cas de classe II division 1 ou classe II division 2, avec recouvrement incisif important [19, 20].

Il a été montré des déplacements dentaires favorables ou défavorables en fonction de l'occlusion initiale. Ces modifications peuvent être irréversibles.

Il a été montré que certaines populations constituent un groupe à risque :

- normocclusion, classe I d'Angle,
- surplomb incisif initial important,
- occlusion mésiale (classe III).

Ces déplacements étaient corrélés à un port soutenu et prolongé de l'orthèse.

RECOMMANDATION 56

Il est recommandé d'apporter à tous les patients une information claire sur le risque de modification de l'occlusion, dont le délai d'apparition et la sévérité ne sont pas prévisibles *a priori* (accord professionnel).

RECOMMANDATION 57

Il est recommandé, chez les patients du groupe à risque, une surveillance plus rapprochée. Dans le cas d'une altération de l'occlusion, l'arrêt du port régulier de l'OAM doit être envisagé et la prise en charge du SAHOS rediscutée (accord professionnel).

Quels critères de choix du modèle d'OAM ?

Des différences majeures existent entre les modèles d'orthèse, concernant leurs aspects mécaniques, les éléments de rétention, les matériaux qui entrent dans leur composition (souples [7, 71], rigides), ou leur mode de fabrication (sur moulages en plâtre des arcades dentaires ou de réalisation « directe » [66]. Ainsi, il existe des orthèses de type

monobloc [6, 7, 8], activateur [7, 19, 20, 64], avec biellettes télescopiques (Herbst [51, 64]), et autres [72], avec ou sans recouvrement des faces occlusales, avec ou sans crochets de rétention sur les dents postérieures, échancrés ou non au niveau du palais, comportant des bandeaux métalliques vestibulaires ou linguaux...

Il a été montré qu'une conception différente peut influencer les effets secondaires des OAM en sévérité [7, 8]. Les réglages de l'orthèse (degré d'avancement, degré d'ouverture) auraient également une importance, car leur amplitude génère les forces de rappel responsables des contraintes supportées par les tissus (forces viscoélastiques des muscles et ligaments qui s'opposent à l'avancée mandibulaire [73]). *Le degré d'avancée* est exprimé différemment en fonction des publications : millimètres, pourcentage de propulsion maximale, valeur obtenue après titration, et varie considérablement entre les patients. *Le degré d'ouverture* dépend de l'occlusion du patient, du modèle d'orthèse et du matériau.

D'autres éléments jouent un rôle important dans l'observance et l'efficacité, et sont importants à évaluer ; ils concernent la rétention de l'orthèse pendant la nuit, le confort et la facilité d'utilisation pour le patient (étude prospective randomisée cross-over de Lawton [51], où les patients portaient consécutivement une orthèse de type Herbst et Twin-Block, étude de Fritsch [54] et de Bloch [69] comparant Herbst à monobloc, étude prospective randomisée cross-over de Vanderveken et coll. [66] comparant deux orthèses souples, travail de Marklund [7] comparant orthèse rigide et souple, étude de Lamont [70]).

Compte tenu des différences majeures existant entre les modèles d'orthèses des études cliniques, et du fait que leurs réglages (degré d'avancement, d'ouverture) soient variables et/ou exprimés différemment, les comparaisons ne sont pas envisageables, et il n'est pas aujourd'hui possible de recommander un modèle d'orthèse.

RECOMMANDATION 58

Il est recommandé, pour le confort du patient et l'amélioration de l'observance, de réaliser une orthèse sur mesure (grade B).

RECOMMANDATION 59

Il est recommandé d'obtenir une traçabilité des matériaux entrant dans la composition de l'orthèse (matériaux anallergisants et non toxiques) (accord professionnel).

Faut-il titrer l'avancée mandibulaire ?

Cliniquement, le concept d'une avancée mandibulaire progressive pour obtenir la plus grande efficacité du

traitement est séduisant. Une avancée mandibulaire insuffisante peut amener à sous-estimer l'efficacité d'une orthèse d'avancée mandibulaire (OAM). Si l'avancée mandibulaire peut être titrée, à l'image de la pression positive continue efficace, graduellement obtenue pour chaque patient, le SAHOS pourrait être plus efficacement contrôlé. La principale méta-analyse [23] ne traite pas cet aspect du traitement par OAM. Cette procédure ne fait pas partie des recommandations récentes concernant l'utilisation des OAM dans le traitement du SAHOS. Il existe pourtant dans la littérature des études montrant une relation dose-effet entre le degré d'avancée mandibulaire et la baisse des résistances au passage du courant aérien au niveau des voies aériennes supérieures (VAS), l'augmentation de la surface de section des VAS, la réduction de la fréquence de survenue des événements respiratoires anormaux durant le sommeil. Au total, 223 sujets ont été inclus dans 14 études. Quarante-six sujets normaux ont été inclus dans 3 études physiologiques et 2 études radiologiques. Cent soixante dix-sept patients SAHOS ont été inclus dans deux études prospectives randomisées et 7 études de cas.

L'évolution de paramètres physiologiques pour des avancées successives a été étudiée chez des sujets normaux éveillés [75-77]. Les résistances nasales (RN) ont été mesurées chez 7 sujets normaux éveillés [75]. Une baisse des RN est observée à partir d'une avancée correspondant à 67 % de l'avancée maximale volontaire (AMV). Une corrélation entre le degré d'avancée et la baisse des résistances des VAS mesurée au cours d'une stimulation phrénique a été rapportée chez 5 sujets normaux éveillés [76]. Cet effet n'est observé qu'à partir d'une avancée de 4 mm [77]. Une réduction progressive de la pression critique de fermeture des VAS est observée chez des 9 sujets normaux sédatisés (Midazolam) depuis la position de repos en occlusion centrée jusqu'à l'avancée maximale volontaire [78].

Deux études radiologiques sont retenues. Chez 10 sujets normaux éveillés une ascension progressive de l'os hyoïde, mesurée sur une céphalométrie, est observée à chaque pas d'avancée depuis une avancée mandibulaire correspondant à 33 % de l'AMV jusqu'à l'AMV. Un élargissement progressif des VAS au niveau vélopharyngé est également observé, mais à partir d'une avancée minimale de 67 % de l'AMV [79]. Chez 14 sujets normaux éveillés, une augmentation de 7,5 % de la surface de section des VAS, mesurée sur une céphalométrie, est associée à chaque avancée de 25 % de l'AMV [80].

Deux études randomisées contrôlées [81, 82] ont démontré un effet-dose entre l'avancée et l'efficacité clinique chez des patients apnéiques. Kato [81] a évalué l'impact sur la fréquence de survenue des événements respiratoires anormaux (index de désaturation oxyhémoglobine > 4 %) d'une série d'avancées mandibulaires (2, 4, 6, 8 mm) chez 37 SAHOS. Une réduction de 20 % de l'index de désaturation est associée à chaque pas de 2 mm d'avancée mandibulaire. Par ailleurs,

la pression critique de fermeture, évaluée chez ces patients au cours d'une endoscopie sous anesthésie générale, est également dépendante du degré d'avancée mandibulaire. Dans une population de 86 patients SAHOS, Walker-Engström [82] rapporte un succès complet (IAH < 5/h) chez 52 % des patients avec une avancée de 75 % de l'AMV, succès qui n'est retrouvé que chez 32 % des patients avec une avancée de 50 % de l'AMV.

Cinq études [83-87] ont montré la faisabilité d'une titration de l'avancée mandibulaire efficace durant une nuit de PSG à l'image de la technique de titration de la PPC efficace. Chez 8 patients, Raphaelson [83] rapporte une corrélation entre le degré d'avancée et la réduction de l'IAH au cours d'une nuit PSG au cours de laquelle le patient est brièvement, mais répétitivement éveillé à chaque pas d'avancée pour modifier la position de la mandibule. La même méthode est utilisée par Kuna [84] au moyen d'un système d'avancée permettant, en éveillant le patient, d'avancer la mandibule par pas de 3 mm. Le résultat est ensuite contrôlé au long cours avec une OAM réglée à l'avancée déterminée durant la nuit. Lors de la titration, un IAH < 10 est obtenu chez 43 % des patients, mais ce résultat ne prédit pas l'effet de l'orthèse au long cours. Dans une étude pilote portant sur 6 patients SAHOS [84], utilisant un système hydraulique de propulsion mandibulaire permettant une avancée continue sans avoir à éveiller le patient, le taux de réponse complète (IAH < 10/h) ou partielle (IAH < 20/h) au traitement a été respectivement de 42,9 % et 71,4 %. Ils ont été confirmés par une seconde nuit PSG réalisée avec une orthèse d'Herbst réglée à l'avancée obtenue lors de la titration. Enfin, deux études [85, 86] utiliseront le même système d'avancée mécanique contrôlée à distance et la même orthèse personnalisée au domicile. En 2004, Tsai rapporte, dans une population de 19 patients, une valeur prédictive positive de 90 % et négative de 89 % du succès du traitement par orthèse au long cours à partir du résultat de la titration. Des résultats intéressants, mais moins bons (75 et 82 %) sont obtenus dans l'étude de Dort au sein d'une population de 38 patients apnéiques dans le cadre d'une procédure non plus expérimentale, mais de routine clinique. Enfin, deux études cliniques ont évalué l'impact d'une avancée progressive sur l'évolution de l'IAH [88, 89]. Utilisant une orthèse personnalisée modifiable par pas de 0,25 mm d'avancée, Almeida [88] rapporte chez 7 patients une corrélation négative entre l'IAH et le degré d'avancée. Utilisant une orthèse d'Herbst dont l'avancée est basée sur l'évolution des signes cliniques et l'oxymétrie, Fleury [89] rapporte 63,6 % de réponse complète au traitement (IAH < 10). Dans 20 % des cas de cette série, la clinique était insuffisante à elle seule pour prédire le résultat du traitement des désaturations oxyhémoglobininées persistant après la disparition des symptômes.

Au total, les études physiologiques et radiologiques réalisées sur des sujets sains éveillés montrent un effet-dose entre

l'avancée mandibulaire et la baisse des résistances au niveau des VAS et l'augmentation de leur calibre. Les études cliniques, dont deux de bon niveau de preuve, montrent un effet-dose entre l'avancée et la réduction de la fréquence de survenue des événements respiratoires anormaux du sommeil. La titration de l'avancée mandibulaire au cours d'une polysomnographie est techniquement possible, soit en réveillant le patient à chaque pas d'avancée, soit en pilotant l'avancée à distance. Le caractère prédictif du résultat au long cours du traitement par une orthèse au domicile doit encore être validé.

RECOMMANDATION 60

Il est recommandé de rechercher l'avancée mandibulaire efficace par une avancée progressive (grade B).

Quelles modalités de surveillance du traitement par orthèse ?

Surveillance de l'efficacité

Il existe une discordance entre l'efficacité jugée sur l'évolution de la symptomatologie clinique et les données des enregistrements réalisés durant le sommeil.

RECOMMANDATION 61

Il est recommandé de contrôler l'efficacité du traitement par OAM au moyen d'une polygraphie ventilatoire ou d'une polysomnographie (accord professionnel).

Surveillance des effets secondaires

L'évaluation des effets secondaires (voir supra) se fait par l'examen clinique, des moulages et des radiographies. Le cliché panoramique permet de faire un état dentaire et parodontal, la téléradiographie permet de vérifier la position du condyle mandibulaire dans la fosse articulaire temporale et l'objectivation des modifications dento-alvéolaires et squelettiques.

La survenue et les délais d'apparition des effets secondaires, en particulier sur la denture, sont imprévisibles.

RECOMMANDATION 62

Il est recommandé un suivi régulier, tous les 6 mois, par un odontologiste formé au traitement par OAM (grade C) et de conserver pour comparaison, les documents initiaux (données de l'examen clinique complet dentaire et articulaire, moulages, cire d'occlusion, radiographies, voire photographies) (accord professionnel).

Conflits d'intérêts

F. Gagnadoux : Essais cliniques : en qualité de co-investigateur, expérimentateur non principal, collaborateur à l'étude : SERVE HF : RESMED ACT6796 et 95 ; Sanofi ; Conférences : invitations en qualité d'intervenant : Philips Respiromi Orthosom ; Interventions ponctuelles : rapports d'expertise : HAS ; Conférences : invitations en qualité d'auditeur (frais de déplacement et d'hébergement pris en charge par une entreprise) : Aliseo-Altadir.

Références

- 1 Johnston CD, Gleadhill IC, Cinnamon MJ, Gabbey J, Burden DJ : Mandibular advancement appliances and obstructive sleep apnoea: a randomized clinical trial. *Eur J Orthod* 2002 ; 24 : 251-62.
- 2 Fransson A : A mandibular protruding device in obstructive sleep apnea and snoring. *Swed Dent J* 2003 ; suppl (163) : 1-49.
- 3 Kato J, Isono S, Tanaka A, Watanabe T, Araki D, Tanzawa H, Nishino T : Dose-dependent effects of mandibular advancement on pharyngeal mechanics and nocturnal oxygenation in patients with sleep-disordered breathing. *Chest* 2000 ; 117 : 1065-72.
- 4 Yoshida K : Effects of a mandibular advancement device for the treatment of sleep apnea syndrome and snoring on respiratory function and sleep quality. *Cranio* 2000 ; 18 : 98-105.
- 5 Petit FX, Pépin JL, Bettega G, Sadek H, Raphael B, Lévy P : Mandibular advancement devices: rate of contraindications in 100 consecutive obstructive sleep apnea patients. *Am J Respir Crit Care Med* 166 : 274-8.
- 6 Fransson AM, Tegelberg A, Svenson BA, Lennartsson B, Isacson G : Influence of mandibular protruding device on airway passages and dentofacial characteristics in obstructive sleep apnea and snoring. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002 ; 122 : 371-9.
- 7 Marklund M : Predictors of long-term orthodontic side effects from mandibular advancement devices in patients with snoring and obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006 ; 129 : 214-21.
- 8 Otsuka R, Almeida FR, Lowe AA, Ryan F : A comparison of responders and nonresponders to oral appliance therapy for the treatment of obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006 ; 129 : 222-9.
- 9 Walker-Engström ML, Tegelberg A, Wilhelmsson B, Ringqvist I : 4-years follow-up of treatment with dental appliance or uvulopalatopharyngoplasty in patients with obstructive sleep apnea: a randomised study. *Chest* 2002 ; 121 : 739-46.
- 10 Fransson AM, Isacson G, Leissner LC, Nasman AB, Alton MK : Treatment of snoring and obstructive sleep apnea with a mandibular protruding device: an open-label study. *Sleep Breath* 2001 ; 5 : 23-33.
- 11 Marklund M, Sahlin C, Stenlund H, Persson M, Franklin KA : Mandibular advancement device in patients with obstructive sleep apnea: long-term effects on apnea and sleep. *Chest* 2001 ; 120 : 162-9.
- 12 Fransson AM, Svenson BA, Isacson G : The effect of posture and a mandibular protruding device on pharyngeal dimensions: a cephalometric study. *Sleep Breath* 2002 ; 6 : 55-68.
- 13 Rose EC, Barthlen GM, Staats R, Jonas IE : Therapeutic efficacy of an oral appliance in the treatment of obstructive sleep apnea: a 2-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002 ; 121 : 273-9.
- 14 Fransson AM, Tegelberg A, Leissner L, Wenneberg B, Isacson G : Effects of a mandibular protruding device on the sleep of patients with obstructive sleep apnea and snoring problems: a 2-year follow-up. *Sleep Breath* 2003 ; 7 : 131-41.
- 15 Fransson AM, Tegelberg A, Johansson A, Wenneberg B : Influence on the masticatory system in treatment of obstructive sleep apnea and snoring with a mandibular protruding device: a 2-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004 ; 126 : 687-93.
- 16 Otsuka R, Almeida FR, Lowe AA : The effects of oral appliance therapy on occlusal function in patients with obstructive sleep apnea: a short-term prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007 ; 131 : 176-83.
- 17 de Almeida FR, Lowe AA, Sung JO, Tsuiki S, Otsuka R : Long-term sequelae of oral appliance therapy in obstructive sleep apnea patients: Part 1. Cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006 ; 129 : 195-204.
- 18 de Almeida FR, Lowe AA, Otsuka R, Fastlicht S, Farbood M, Tsuiki S : Long-term sequelae of oral appliance therapy in obstructive sleep apnea patients: Part 2. Study-model analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006 ; 129 : 205-13.
- 19 Walker-Engstrom ML, Ringqvist I, Vestling O, Wilhelmsson B, Tegelberg A : A prospective randomized study comparing two different degrees of mandibular advancement with a dental appliance in treatment of severe obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2003 ; 7 : 119-30.
- 20 Yoshida K : Effect on blood pressure of oral appliance therapy for sleep apnea syndrome. *Int J Prosthodont* 2006 ; 19 : 61-6.
- 21 Lim J, Lasserson TJ, Fleetham J, Wright J : Oral appliance for obstructive sleep apnea. 2006 *Cochrane Database Syst Rev* (1). John Wiley & Sons, Ltd.
- 22 Hans MG, Nelson S, Luks VG, Lorkovich P, Baek SJ : Comparison of two dental devices for treatment of obstructive sleep apnea syndrome (OSAS). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997 ; 111 : 562-70.
- 23 Mehta A, Qian J, Petocz P, Darendeliler MA, Cistulli PA : A randomized, controlled study of a mandibular advancement splint for obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2001 ; 163 : 1457-61.
- 24 Johnston CD, Gleadhill IC, Cinnamon MJ, Gabbey J, Burden DJ : Mandibular advancement appliances and obstructive sleep apnoea: a randomised clinical trial. *Eur J Orthod* 2002 ; 24 : 251-62.
- 25 Gotsopoulos H, Chen C, Qian J, Cistulli PA : Oral appliance therapy improves symptoms in obstructive sleep apnea: a randomized, controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 166 : 743-8.
- 26 Blanco J, Zamarrón C, Abeleira Pazos MT, Lamela C, Suarez Quintanilla D : Prospective evaluation of an oral appliance in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Breath* 2005 ; 9 : 20-5.
- 27 Ferguson KA, Ono T, Lowe AA, Keenan SB, Fleetham JA : A randomized crossover study of an oral appliance vs nasal-continuous positive airway pressure in the treatment of mild-moderate obstructive sleep apnea. *Chest* 1996 ; 109 : 1140-1.
- 28 Ferguson KA, Ono T, Lowe AA, al-Majed S, Love LL, Fleetham JA : A short-term controlled trial of an adjustable oral appliance for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnoea. *Thorax* 1997 ; 52 : 362-8.
- 29 Engleman HM, McDonald JP, Graham D, Lello GE, Kingshott RN, Coleman EL, Mackay TW, Douglas NJ : Randomized crossover trial of two treatments for sleep apnea/hypopnea syndrome: continuous positive airway pressure and mandibular repositioning splint. *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 166 : 855-9.
- 30 Tan YK, L'Estrange PR, Luo YM, Smith C, Grant HR, Simonds AK, Spiro SG, Battagel JM : Mandibular advancement splints and continuous positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnoea: a randomized cross-over trial. *Eur J Orthod* 2002 ; 24 : 239-49.

- 31 Randerath WJ, Heise M, Hinz R, Ruehle KH : An individually adjustable oral appliance *vs* continuous positive airway pressure in mild-to-moderate obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 2002 ; 122 : 569-75.
- 32 Barnes M, McEvoy RD, Banks S, Tarquinio N, Murray CG, Vowles N, Pierce RJ : Efficacy of positive airway pressure and oral appliance in mild to moderate obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2004 ; 170 : 656-64.
- 33 Lam B, Sam K, Mok WY, Cheung MT, Fong DY, Lam JC, Lam DC, Yam LY, Lp MS : Randomised study of three non-surgical treatments in mild to moderate obstructive sleep apnoea. *Thorax* 2007 ; 62 : 354-9.
- 34 Marklund M, Stenlund H, Franklin KA : Mandibular advancement devices in 630 men and women with obstructive sleep apnea and snoring: tolerability and predictors of treatment success. *Chest* 2004 ; 125 : 1270-8.
- 35 Tsuiiki S, Lowe AA, Almeida FR, Kawahata N, Fleetham JA : Effects of mandibular advancement on airway curvature and obstructive sleep apnea severity. *Eur Respir J* 2004 ; 23 : 263-8.
- 36 Tsuiiki S, Lowe AA, Almeida FR, Fleetham JA : Effects of an anteriorly titrated mandibular position on awake airway and obstructive sleep apnea severity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004 ; 125 : 548-55.
- 37 Endo S, Mataka S, Kurosaki N : Cephalometric evaluation of craniofacial and upper airway structures in Japanese patients with obstructive sleep apnea. *J Med Dent Sci* 2003 ; 50 : 109-120.
- 38 Bonham PE, Currier GF, Orr WC, Othman J, Nanda RS : The effect of a modified functional appliance on obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988 ; 5 : 384-92.
- 39 Mayer G, Meier-Ewert K : Cephalometric predictors for orthopaedic mandibular advancement in obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 1995 ; 1 : 35-43.
- 40 Ferguson KA, Cartwright R, Rogers R, Schmidt-Nowara W : Oral appliances for snoring and obstructive sleep apnea: a review. *Sleep* 2006 ; 29 : 244-62.
- 41 Skinner MA, Robertson CJ, Kingshott RN, Jones DR, Taylor DR : The efficacy of mandibular splint in relation with cephalometric variables. *Sleep Breath* 2002 ; 6 : 115-24.
- 42 Eveloff SE, Rosenberg CL, Carlisle ML, Millman RP : Efficacy of a Herbst mandibular advancement device in obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 1994 ; 149 : 905-9.
- 43 Boudewyns A, Marklund M, Hochban W : Alternatives for OSAHS treatment: selection of patients for upper airway surgery and oral appliances. *Eur Respir Rev* 2007 ; 16 ; 106 : 132-45.
- 44 Tegelberg A, Wilhelmsson B, Walker-Engström ML, Ringqvist M, Andersson L, Krekmanov L, Ringqvist I : Effects and adverse events of a dental appliance for treatment of obstructive sleep apnoea. *Swed Dent J* 1999 ; 23 : 117-26.
- 45 Bondemark L : Does 2 years'nocturnal treatment with a mandibular advancement splint in adult patients with snoring and OSAS cause a change in the posture of the mandible? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999 ; 116 : 621-8.
- 46 Pantin ML, Hillman DR, Tennant M : Dental side effects of an oral device to treat snoring and obstructive sleep apnea. *Sleep* 1999 ; 22 : 237-40.
- 47 Shadaba A, Battagel JM, Owa A, Croft CB, Kotecha BT : Evaluation of the Herbst mandibular advancement splint in the management of patients with sleep-related breathing disorders. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2000 ; 25 : 404-12.
- 48 McGown AD, Makker HK, Battagel JM, L'Estrange PR, Grant HR, Spiro SG : Long-term use of mandibular advancement splints for snoring and obstructive sleep apnoea: a questionnaire survey. *Eur Respir J* 2001 ; 17 : 462-6.
- 49 Walker-Engstrom ML, Tegelberg A, Wilhelmsson B, Ringqvist I : 4-year follow-up of treatment with dental appliance or uvulopalatopharyngoplasty in patients with obstructive sleep apnea: a randomized study. *Chest* 2002 ; 121 : 739-46.
- 50 Izci B, McDonald JP, Coleman EL, Mackay TW, Douglas NJ, Engleman HM : Clinical audit of subjects with snoring & sleep apnoea/hypopnoea syndrome fitted with mandibular repositioning splint. *Respir Med* 2005 ; 99 : 337-46.
- 51 Lawton HM, Battagel JM, Kotecha B : A comparison of the twin block and Herbst mandibular advancement splints in the treatment of patients with obstructive sleep apnoea: a prospective study. *Eur J Orthod* 2005 ; 27 : 82-90.
- 52 Marklund M, Franklin KA, Stenlund H, Persson M : Mandibular morphology and the efficacy of a mandibular advancement device in patients with sleep apnoea. *Eur J Oral Sci* 1998 ; 106 : 914-21.
- 53 Marklund M, Franklin KA, Persson M : Orthodontic side-effects of mandibular advancement devices during treatment of snoring and sleep apnoea. *Eur J Orthod* 2001 ; 23 : 135-44.
- 54 Fritsch KM, Iseli A, Russi EW, Bloch KE : Side effects of mandibular advancement devices for sleep apnea treatment. *Am J Respir Crit Care Med* 2001 ; 164 : 813-8.
- 55 Rose EC, Schnegelsberg C, Staats R, Jonas IE : Occlusal side effects caused by a mandibular advancement appliance in patients with obstructive sleep apnea. *Angle Orthod* 2001 ; 71 : 452-60.
- 56 Rose EC, Staats R, Virchow C, Jonas IE : Occlusal and skeletal effects of an oral appliance in the treatment of obstructive sleep apnea. *Chest* 2002 ; 122 : 871-7.
- 57 Robertson C : Cranial base considerations between apnoeics and non-apnoeic snorers, and associated effects of long-term mandibular advancement on condylar and natural head position. *Eur J Orthod* 2002 ; 24 : 353-61.
- 58 de Almeida FR, Bittencourt LR, de Almeida CI, Tsuiiki S, Lowe AA, Tufik S : Effects of mandibular posture on obstructive sleep apnea severity and the temporomandibular joint in patients fitted with an oral appliance. *Sleep* 2002 ; 25 : 507-13.
- 59 Robertson C, Herbison P, Harkness M : Dental and occlusal changes during mandibular advancement splint therapy in sleep disordered patients. *Eur J Orthod* 2003 ; 25 : 371-6.
- 60 Eskafi M, Cline C, Israelsson B, Nilner M : A mandibular advancement device reduces sleep disordered breathing in patients with congestive heart failure. *Swed Dent J* 2004 ; 28 : 155-63.
- 61 Monteith BD : Altered jaw posture and occlusal disruption patterns following mandibular advancement therapy for sleep apnea: a preliminary study of cephalometric predictors. *Int J Prosthodont* 2004 ; 17 : 274-80.
- 62 Bates CJ, McDonald JP : Patients'and sleeping partners'experience of treatment for sleep-related breathing disorders with a mandibular repositioning splint. *Br Dent J* 2006 ; 200 : 95-101.
- 63 de Almeida FR, Lowe AA, Tsuiiki S, Otsuka R, Wong M, Fastlicht S, Ryan F : Long-term compliance and side effects of oral appliances used for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea syndrome. *J Clin Sleep Med* 2005 ; 1 : 143-52.
- 64 Battagel JM, Kotecha B : Dental side-effects of mandibular advancement splint wear in patients who snore. *Clin Otolaryngol* 2005 ; 30 : 149-56.
- 65 Landry ML, Rompre PH, Manzini C, Guitard F, de Grandmont P, Lavigne GJ : Reduction of sleep bruxism using a mandibular advancement device: an experimental controlled study. *Int J Prosthodont* 2006 ; 19 : 549-56.
- 66 Vanderveken OM, Devolder A, Marklund M, Boudewyns AN, Braem

- MJ, Okkerse W, Verbraecken JA, Franklin KA, De Backer WA, Van de Heyning PH : Comparison of a custom-made and a thermoplastic oral appliance for the treatment of mild sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2008 ; 178 : 197-202.
- 67 Lindman R, Bondemark L : A review of oral devices in the treatment of habitual snoring and obstructive sleep apnoea. *Swed Dent J* 2001 ; 25 : 39-51.
- 68 Bloch KE, Iseli A, Zhang JN, Xie X, Kaplan V, Stoeckli PW, Russi EW : A randomized, controlled crossover trial of two oral appliances for sleep apnea treatment. *Am J Respir Crit Care Med* 2000 ; 162 : 246-51.
- 69 Lamont J, Baldwin DR, Hay KD, Veale AG : Effect of two types of mandibular advancement splints on snoring and obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 1998 ; 20 : 293-7.
- 70 Wade PS : Oral appliance therapy for snoring and sleep apnea: preliminary report on 86 patients fitted with an anterior mandibular positioning device, the Silencer. *J Otolaryngol* 2003 ; 32 : 110-3.
- 71 Henke KG, Frantz DE, Kuna ST : An oral elastic mandibular advancement device for obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2000 ; 161 (2Pt 1) : 420-5.
- 72 George PT : Selecting sleep-disordered-breathing appliances. Biomechanical considerations. *J Am Dent Assoc* 2001 ; 132 : 339-47.
- 73 Kushida CA, Morgenthaler TI, Littner MR, Alessi CA, Bailey D, Coleman J Jr, Friedman L, Hirshkowitz M, Kapen S, Kramer M, Lee-Chiong T, Owens J, Pancer JP : American Academy of Sleep. Practice parameters for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea with oral appliances: an update for 2005. *Sleep* 2006 ; 29 : 240-3.
- 74 Okawara Y, Tsuiki S, Hiyama S, Hashimoto K, Ono T, Ohyama K : Oral appliance titration and nasal resistance in nonapneic subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004 ; 126 : 620-2.
- 75 Verin E, Petelle B, Raux M, Vincent G, Fleury B, Similowski T : Effects of mandibular advancement on upper airway dynamics in awake normal subjects: a pilot study with phrenic nerve stimulation. *Sleep Med* 2006 ; 4 : 368-73.
- 76 Inazawa T, Ayuse T, Kurata S, Okayasu I, Sakamoto E, Oi K, Scheinder H, Schwartz AR : Effect of mandibular position on upper airway collapsibility and resistance. *T Res* 2005 ; 84 : 554-8.
- 77 Ayuse T, Hoshino Y, Inazawa T, Oi K, Schneider H, Schwartz AR : A pilot study of quantitative assessment of mandible advancement using pressure-flow relationship during midazolam sedation. *J Oral Rehabil* 2006 ; 11 : 813-9.
- 78 Tsuiki S, Hiyama S, Ono T, Imamura N, Ishiwata Y, Kuroda T, Lowe AA : Effects of a titratable oral appliance on supine airway size in awake non-apneic individuals. *Sleep* 2001 ; 24 : 554-60.
- 79 Gao X, Otsuka R, Ono T, Honda E, Sasaki T, Kuroda T : Effect of titrated mandibular advancement and jaw opening on the upper airway in nonapneic men: a magnetic resonance imaging and cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004 ; 125 : 191-9.
- 80 Kato J, Isono S, Tanaka A, Watanabe T, Araki D, Tanzawa H, Nishino T : Dose-dependent effects of mandibular advancement on pharyngeal mechanics and nocturnal oxygenation in patients with sleep-disordered breathing. *Chest* 2000 ; 117 : 1065-72.
- 81 Walker Engstrom ML, Ringvist I, Vestling O, Willhemsson B, Tegelberg A : A prospective randomized study comparing two different degrees of mandibular advancement with a dental appliance in treatment of severe obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2002 ; 7 : 119-130.
- 82 Raphaelson MA, Alpher EJ, Bakker KW, Perlstrom JR : Oral appliance therapy for obstructive sleep apnea syndrome: progressive mandibular advancement during polysomnography. *Cranio* 1998 ; 16 : 44-50.
- 83 Petelle B, Vincent G, Gagnadoux F, Rakotonanahary D, Meyer B, Fleury B : One night mandibular advancement titration for obstructive sleep apnea syndrome: a pilot study. *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 165 : 1150-3.
- 84 Tsai WH, Vazquez JC, Oshima T, Dort L, Roycroft B, Lowe AA, Hajduk E, Remmers JE : Remotely controlled mandibular positioner predicts efficacy of oral appliances in sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2004 ; 170 : 353-4.
- 85 Dort LC, Hadjuk E, Remmers JE : Mandibular advancement and obstructive sleep apnoea: a method for determining effective mandibular protrusion. *Eur Respir J* 2006 ; 27 : 1003-9.
- 86 Kuna ST, Giarraputo PC, Stanton DC, Levin LM, Frantz D : Evaluation of an oral mandibular advancement titration appliance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006 ; 101 : 593-603.
- 87 de Almeida FR, Bittencourt LR, de Almeida CI, Tsuiki S, Lowe AA, Tufik S : Effects of mandibular posture on obstructive sleep apnea severity and the temporomandibular joint in patients fitted with an oral appliance. *Sleep* 2002 ; 25 : 507-13.
- 88 Fleury B, Rakotonanahary D, Petelle B, Vincent G, Pelletier Fleury N, Meyer B, Lebeau B : Mandibular advancement titration for obstructive sleep apnea: optimization of the procedure by combining clinical and oximetric parameters. *Chest* 2004 ; 125 : 1761-7.