

Rééducation myofonctionnelle orofaciale et syndrome d'apnées obstructives du sommeil : l'apport de la santé connectée

Orofacial myofunctional reeducation and obstructive sleep apnea syndrome: the contribution of connected health

Philippe Amat¹
Carlos O'Connor-Reina²
Guillermo Plaza³

¹ DCD, SQODF, Ex-AHU-PH Paris V
 Membre du Cochrane Oral Health Group,
 Pratique libérale au Mans

² Oto-rhino-laryngologiste, MD, Ph D.
 Ancien professeur associé
 d'oto-rhino-laryngologie (chirurgie)
 à l'Université de Séville (Espagne)
 Codirecteur du département
 d'oto-rhino-laryngologie de l'hôpital
 Quironsalud de Marbella et Campo
 Gibraltar. Espagne.
 Expert somnologue

³ Otorhinolaryngologiste, MD, Ph D
 Professeur et chef du service
 d'oto-rhino-laryngologie de l'hôpital
 Sanitas la Zarzuela et Fuenlabrada
 Université Rey Juan Carlos I. Madrid.
 Espagne

2,3 : traduction par Philippe Amat

Adresse pour correspondance :
 amatphilippe@outlook.com

Article reçu : 15-08-2021
 Accepté pour publication :
 10-09-2021

RÉSUMÉ

La rééducation myofonctionnelle orofaciale (RMOF) a été montrée efficace dans le traitement multidisciplinaire des syndromes d'apnées obstructives du sommeil (SAOS) de l'enfant, de l'adolescent et de l'adulte et elle est prescrite à plusieurs étapes de ces prises en charge. La santé connectée fait appel à l'utilisation de messages électroniques, à une surveillance à distance, à des plateformes de télé-médecine du sommeil et à des applications de santé mobile. Les objets connectés aident au diagnostic du SAOS, ils permettent la télésurveillance des patients traités par pression positive continue et facilitent la prise en charge des comorbidités liées au SAOS. La première application conçue pour réaliser une RMOF chez des patients souffrant de SAOS, nommée Airway Gym[®], a été conçue par O'Connor-Reina et al. en 2017. Elle permet au patient d'interagir directement avec le smartphone sans avoir besoin d'un autre appareil et elle vise à améliorer la tonicité des différents muscles impliqués dans la pathogenèse du SAOS. Un essai clinique randomisé a évalué les effets de l'application Airway Gym[®] chez des patients atteints de SAOS sévère, et montré des améliorations significatives de l'IAH, du score de l'échelle de somnolence d'Epworth, de la saturation minimale en O₂, du score maximal de la langue IOPI et du score maximal des lèvres IOPI.

ABSTRACT

Orofacial myofunctional rehabilitation (OFMR) has been shown to be effective in the multidisciplinary treatment of obstructive sleep apnoea (OSA) in children, adolescents and adults and is prescribed at several stages of these treatments. Connected health involves the use of email, remote monitoring, telemedicine sleep platforms and mobile health applications. Connected objects help in the diagnosis of OSA, enable remote monitoring of patients treated with continuous positive airway pressure and facilitate the management of OSA-related comorbidities. The first app designed to perform WBM in patients with OSA, named Airway Gym[®], was designed by O'Connor-Reina et al. in 2017. It allows the patient to interact directly with the smartphone without the need for another device and aims to improve the

tone of the different muscles involved in the pathogenesis of OSA. A randomised clinical trial evaluated the effects of the Airway Gym® app in patients with severe OSA, and showed significant improvements in AHI, Epworth Sleepiness Scale score, minimum O2 saturation, maximal tongue IOPI score and maximal lip IOPI score.

MOTS-CLÉS

Syndrome d'apnées obstructives du sommeil, Rééducation myofonctionnelle orofaciale, santé connectée

KEYWORDS

Obstructive sleep apnea syndrome, orofacial myofunctional reeducation, connected health

INTRODUCTION

Le syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS) est une affection très répandue caractérisée par un collapsus anatomique et/ou fonctionnel des voies aériques supérieures⁵¹ (VAS) conduisant à une réduction (hypopnée) ou un arrêt (apnée) du débit d'air, une désaturation en oxygène et un sommeil fragmenté, accompagnés d'efforts respiratoires^{64,74}. La plupart des patients atteints de SAOS n'étant pas diagnostiqués⁷⁹, le SAOS représente un problème majeur de santé publique et de sécurité.

Non traité, le SAOS de l'enfant peut conduire à des troubles cognitifs^{3,81} qui semblent irréversibles¹¹, des troubles du comportement,⁸⁶ un retard de croissance^{14,20} et des complications cardiovasculaires²⁷ et métaboliques^{37,39}.

De même, en l'absence de traitement, le SAOS de l'adolescent peut lui aussi être à l'origine de nombreux troubles cognitifs et du comportement³², de troubles de l'attention⁷⁶, jusqu'au syndrome dépressif avec quelquefois des conduites à risque et des tendances suicidaires⁸⁷, des complications cardiovasculaires⁸⁸ et métaboliques⁶⁷.

S'il n'est pas traité, le SAOS de l'adulte est associé à un risque accru de problèmes de santé, notamment de pathologies cardiovasculaires,^{36,54} de troubles du métabolisme glucido-lipidique^{16,30} et de cancer^{65,78}. Il a également été démontré que la somnolence et l'altération de la vigilance associées au SAOS non traité augmentent le risque de blessures au travail et d'accidents de la route^{13,34} en lien avec la fragmentation du sommeil induite par les événements respiratoires anormaux. L'altération du sommeil favorise

également les troubles cognitifs avec des conséquences professionnelles et sociales⁶⁶.

La rééducation myofonctionnelle orofaciale (RMOF) a été montrée efficace dans le traitement multidisciplinaire des SAOS de l'enfant, de l'adolescent et de l'adulte et elle est prescrite à plusieurs étapes de ces prises en charge^{4,6,17,18,19,22,40,46,47,63,72,89,93}. La RMOF met principalement en œuvre des exercices isotoniques et isométriques ciblant les structures buccales, oropharyngées⁷⁶ et associés à des exercices spécifiques de ventilation, de déglutition⁷⁴ et de mastication. Leur description la plus complète a été publiée par Guimaraes et al.³⁸.

Elle peut faire appel à des dispositifs fonctionnels préfabriqués^{52,53,91} dont la prescription vise également l'objectif d'une modification des formes et des rapports d'arcades dentaires.

Toutefois, les procédures de RMOF diffèrent d'une étude à l'autre⁶ dans le choix des exercices, le nombre de répétitions, la fréquence et la durée de la pratique quotidienne (de six semaines à un an). Ainsi, tout en gardant une approche commune, leurs résultats sont difficiles à comparer. Les auteurs prescrivent une série d'exercices « oropharyngés », dérivés de l'orthophonie et de la kinésithérapie, sans généralement exposer les raisons de leur choix de tel ou tel protocole.

Les exercices sont réalisés afin d'optimiser la tonicité et la mobilité des muscles, d'ajuster la position des tissus mous

(voile du palais, muscles constricteurs du pharynx, muscles supra-hyoïdiens, langue, joues et lèvres) et d'améliorer les fonctions oro-faciales de ventilation, mastication, déglutition et phonation.

En outre, la RMOF est une approche particulièrement contraignante et qui requiert une bonne observance du patient, ce qui explique les nombreux abandons thérapeutiques qui sont couramment rapportés par de nombreux auteurs. Peu d'études²¹⁻²⁴ ont soulevé cette importante question de l'observance lors d'un suivi par RMOF.

Cet obstacle d'une diminution de l'observance thérapeutique se dresse également sur d'autres voies thérapeutiques comme la ventilation en pression positive continue (PPC)^{12,84}, qu'au moins 50 % des patients utilisent moins de 4 heures par nuit⁸⁹.

Différentes approches complémentaires ont été proposées pour essayer d'améliorer l'observance du port de la PPC, parmi lesquelles : la thérapie comportementale complé-

mentaire^{5,8}, l'éducation thérapeutique³³ et la réunion en groupe⁷⁹. Elles ont été montrées efficaces⁷.

Particulièrement adaptée à la prise en charge des maladies chroniques comme le SAHOS, la santé connectée^{43,44} est une approche prometteuse pour améliorer l'adhérence au traitement¹. Elle fait appel à l'utilisation de messages électroniques, à une surveillance à distance et à des plateformes de télémédecine du sommeil. Celles-ci proposent des programmes éducatifs en ligne, un suivi automatisé de la PPC et des forums de soutien sur Internet animés par des patients. Également, le contrôle clinique peut être facilité par le biais d'outils d'autosurveillance, par exemple celui d'une application mobile (Appnea-Q)⁸².

SANTÉ CONNECTÉE ET SAOS

Initiée dans les années 70 avec les débuts de la numérisation des dossiers médicaux et l'informatisation de la gestion administrative, le numérique a envahi la sphère médicale. Son développement exponentiel le rend maintenant incontournable en recherche clinique de santé et pour la prise en charge des patients.

Santé connectée, télémédecine et e-santé

Santé connectée, télésanté, télémédecine et e-santé sont la traduction de termes anglosaxons. La télésanté regroupe notamment la télémédecine et la m-santé (mobile-santé), santé via les smartphones.

En 2009, la télémédecine a été définie dans l'article L6316⁴¹ du Code de la Santé Publique (CSP) comme une « forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication. Elle met en rapport, entre eux ou avec un patient, un ou plusieurs professionnels de santé, parmi lesquels figure nécessairement un professionnel médical et, le cas échéant, d'autres professionnels apportant leurs soins au patient ».

Le décret du 19 octobre 2010⁴² introduit les composantes de la télémédecine : téléconsultation, télé-expertise, télésurveillance médicale, téléassistance médicale et régulation médicale (fig. 1).

Les cinq facettes de la télémédecine



Figure 1 : la télémédecine recouvre cinq catégories d'actes médicaux réalisés à distance, au moyen d'un dispositif utilisant les technologies de l'information et de la communication. Document de la Haute Autorité de santé, disponible sur le site www.has-sante.fr (Illustration : Pascal Marseaud).

La télémédecine vise l'objectif de l'amélioration de la qualité et de l'efficacité de la prise en charge des patients.

L'apport de la santé connectée à la prise en charge du SAOS

La prise en charge du SAOS et l'amélioration de l'observance thérapeutique bénéficient de l'apport de la santé connectée⁴⁵. Les objets connectés aident au diagnostic du SAOS, permettent la télésurveillance des patients traités par PPC⁶⁸ et facilitent la prise en charge des comorbidités liées au SAOS.

Également, les applications téléphoniques ouvrent de nouveaux horizons aux chercheurs⁷⁰. D'une part, elles génèrent des données en grande quantité en mesurant les facteurs liés au mode de vie, dont la quantité et la qualité du sommeil. D'autre part, elles facilitent le recrutement des patients, permettant de mener des études cliniques plus rapidement et à moindre coût.

Le diagnostic du SAOS s'appuie sur des enregistrements au cours du sommeil par polysomnographie (PSG) ou polygraphie, ce qui limite la possibilité d'un dépistage de masse. De fait, la plupart des patients atteints de SAOS ne sont pas diagnostiqués⁷⁹.

La santé connectée pourrait permettre un dépistage plus large, car plus simple et moins onéreux.

L'anatomie craniofaciale est reconnue comme un facteur prédisposant important dans la pathogenèse du syndrome d'apnées obstructives du sommeil et les patients atteints de SAOS sont sujets à des modifications de leur voix avec des irrégularités de vibration et une fermeture incomplète de la glotte⁹¹. Aussi, l'analyse de photographies 3D du visage, le traitement du signal vocal et l'apprentissage automatique, peuvent être utilisés comme des méthodes efficaces pour dépister et évaluer la gravité du SAOS des patients^{25,26}.

La grande puissance de calcul des smartphones a facilité le développement d'applications de surveillance du sommeil à grande échelle, à faible coût et à long terme^{55,69}. Une récente revue systématique²⁹ a évalué la fiabilité des applications destinées à évaluer le sommeil au sein de populations saines et cliniques. Chez des sujets sains, la plupart des applications de sommeil atteignent ou dépassent les niveaux de précision de l'actigraphie au poignet en matière de discrimination du cycle veille-sommeil. Cependant chez les



Figure 2 : oxymètre de pouls pour Smartphone (iOximeter®). Il est connecté au smartphone et il permet de mesurer le pouls ainsi que la saturation du sang en oxygène.

personnes souffrant d'une faible efficacité de leur sommeil, les niveaux de performance chutent.

La plupart des applications basées sur l'accéléromètre présentent une faible corrélation avec les sous-étapes du sommeil de la polysomnographie (PSG). Cependant, plusieurs applications basées sur des paramètres (par exemple, un capteur sans fil placé sous le matelas du patient et qui enregistre les signes vitaux, tels que la tension ou la respiration pour EarlySense®) ont montré une bonne capacité de détection des stades de sommeil et d'éveil et des troubles respiratoires liés au sommeil, dont l'AOS, avec des valeurs similaires à celles de la PSG.

Une autre approche³⁵ consiste à recueillir l'oxymétrie de pouls nocturne à l'aide d'un oxymètre de pouls basé sur un smartphone (fig. 2). L'oxymétrie de pouls fournit la saturation en oxygène du sang (SpO2) et les changements de volume sanguin dans les tissus. Elle aide à identifier les enfants souffrant d'apnée du sommeil. Elle peut également être associée avec un accéléromètre de smartphone, pour enregistrer les mouvements thoraciques, aidant ainsi à la surveillance du SAOS à domicile²⁸.

La santé connectée peut également contribuer efficacement au traitement du SAOS.

Grâce à différents dispositifs, le contrôle à distance lors d'un traitement par pression positive continue est rendu possible, ce qui augmente considérablement l'adhésion à cette thérapie^{43,48,83}. De même, les appareils oraux utilisés pour traiter le SAOS peuvent bénéficier de l'utilisation de la

santé connectée. Le contrôle individuel et quotidien de leur utilisation, augmente l'observance de leur port⁸⁴.

SANTÉ CONNECTÉE ET RMOF

Si la rééducation myofonctionnelle orofaciale (RMOF) a été montrée efficace dans le traitement multidisciplinaire du SAOS⁷³, force est d'observer que cette approche est particulièrement contraignante. Elle requiert une bonne observance du patient, ce qui explique de nombreux abandons thérapeutiques. Il semble donc légitime d'espérer augmenter cette observance par l'utilisation d'applications de santé mobile (mHealth) conçues pour ce type de RMOF, comme cela a été fait dans le domaine de la rééducation de la déglutition^{9,10}.

Il existe plusieurs applications développées pour améliorer la déglutition, particulièrement chez des patients souffrant de SAOS. La première jamais présentée, nommée *Airway Gym*[®], a été conçue par O'Connor-Reina et al.⁵⁷ en Espagne en 2017. Par la suite, d'autres entreprises de mHealth ont développé plusieurs applications, comme *iRonfleGym*[®], *Kieferfreund*[®] ou *GoPex*[®]. Également conçues pour aider les patients atteints de SAOS, elles sont actuellement disponibles sur les plateformes de téléchargement, mais elles ne bénéficient pas d'études qui leur soient spécifiquement consacrées.

Parallèlement, plusieurs applications de RMOF ont été développées pour améliorer la déglutition, particulièrement chez les patients âgés. La plupart, comme *Dysphagia Therapy*[®] de *TactusTherapy.com* sont actuellement en vente sur les plateformes de téléchargement, mais sans avoir été validées par des études scientifiques. Néanmoins, l'application coréenne, conçue pour améliorer la déglutition, appelée *365 Healthy Swallowing Coach*[®], a, elle, été développée à partir des travaux de Kim et al.⁵⁰, publiés en 2020.

Application *Airway Gym*[®]

C'est en 2017 que O'Connor-Reina et al. ont mis en place un groupe de recherche rassemblant un médecin et des ingénieurs pour créer une application permettant d'effectuer et de surveiller la RMOF chez les patients atteints de SAOS. Initialement nommée *Apnea Bye*[®], elle a ensuite été rebaptisée *Airway Gym*[®]. Elle est actuellement disponible pour IOS et Google.



Figure 3 : exercices orofaciaux réalisés en interaction avec l'écran du smartphone, en bénéficiant d'un retour proprioceptif.

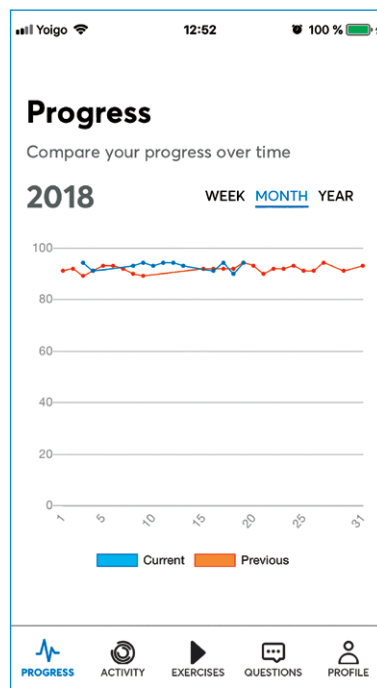


Figure 4 : capture d'écran de l'évolution de la réalisation des exercices avec retour d'informations au patient et au formateur.

Cette application est le fruit d'une collaboration entre les unités du sommeil de l'hôpital Quirónsalud Marbella et de l'hôpital Campo de Gibraltar. L'application peut être considérée comme une application de santé physique, mais l'utilisateur est un patient plutôt qu'un athlète, et ce sont des thérapeutes plutôt que des entraîneurs qui fournissent les instructions. La nouveauté apportée par cette application est qu'elle est la première sur le marché des soins de santé, qui permet au patient d'interagir directement avec le

smartphone sans avoir besoin d'un autre appareil. L'application est destinée à la prise en charge de l'apnée du sommeil et à l'amélioration des déficits proprioceptifs. Lorsqu'il est utilisé avec l'application, le téléphone fournit un retour acoustique sur l'efficacité des exercices effectués.

L'application comprend 9 exercices basés sur la thérapie myofonctionnelle (fig. 3) qui visent à améliorer la tonicité des différents muscles impliqués dans la pathogenèse du SAOS. Avant chaque exercice, une démonstration animée et une vidéo montrent au patient comment réaliser l'exercice. Après chaque exercice, le patient reçoit un retour visuel, sonore et tactile sur la réussite de sa performance sous forme de points. Lorsque le patient termine les exercices, les résultats sont sauvegardés sur un stockage en réseau en ligne (dans le Cloud), et un thérapeute peut évaluer la performance des exercices du patient. Les utilisateurs de l'application peuvent suivre la progression de leur activité quotidienne dans le temps (fig. 4). Une fonction de conversation est disponible, grâce à laquelle le patient peut contacter directement le thérapeute. **Des informations supplémentaires sont disponibles sur la page web Airway Gym³¹. Cette application est conforme aux règlements 2002/58/CE et (UE) 2016/679 concernant la protection des données.**

L'objectif principal des exercices de l'application est d'augmenter le tonus des muscles extrinsèques de la langue (génioglosse, hyoglosse, stylo-glosse et palatoglosse). Les exercices ont été conçus à partir de ceux décrits par Guimaraes et al.³⁸ et ont été adaptés pour permettre un feedback à l'aide d'un smartphone.

Les premiers résultats obtenus avec cette application espagnole ont été présentés lors de plusieurs réunions⁵⁸, et ont permis d'aider avec succès un cas clinique isolé⁶⁰ et une série préliminaire de 20 patients⁶². Les auteurs ont constaté que 15 patients (75 %) ont adhéré à la RMOF en effectuant les exercices quotidiennement, 5 jours par semaine. Chez les patients qui ont effectué les exercices, l'IAH a diminué de manière significative de $25,78 \pm 12,6$ à $14,1 \pm 7,7$, tout comme l'échelle de somnolence d'Epworth de $18,2 \pm 1,98$ à $14,2 \pm 7,7$ et la saturation minimale en O₂ de $84,87 \pm 7,02$ à $89,27 \pm 3,77$.

En outre, ayant montré que le suivi de l'amélioration de la force de la langue après la RMOF est crucial pour en vérifier le bénéfice, les auteurs ont décidé d'ajouter des mesures qui y contribuent, comme l'Iowa Oral Performance Instrument (IOPI)².

Ils ont présenté la première corrélation observée entre les résultats de l'endoscopie du sommeil induite par les médicaments (DISE) et les scores de tonus musculaire. Lorsqu'il était observé un faible score de l'IOPI pour l'activité du muscle génioglosse, ils ont montré que la langue occupait une position plus basse, selon la classification Velum-Oropharynx-Tongue base-Epiglottis (VOTE)⁶¹.

Ce même groupe d'auteurs a également développé un nouvel outil, dénommé *Cuillère numérique*^{71,72}. Ce dispositif est un moyen moins coûteux que l'endoscopie du sommeil induite par les médicaments, pour identifier les patients hypotoniques. Il fournit des mesures permettant aux patients qui pratiquent la RMOF d'évaluer leur activité et leur précision.

Par la suite, ce même groupe espagnol a mené un essai pilote randomisé⁵⁹ pour évaluer les effets de l'application Airway Gym[®] chez des patients atteints de SAOS sévère, et ils ont montré des résultats très pertinents avec un suivi de 3 mois. Quarante patients souffrant de SAOS sévère (IAH > 30) ont été recrutés de manière prospective et randomisés soit dans un groupe d'intervention, qui a utilisé l'application pendant 90 séances, soit dans un groupe témoin. Après l'intervention, 28 patients sont restés fidèles à l'application RMOF. Alors qu'aucun changement significatif n'a été observé dans le groupe témoin non adhérent, le groupe d'intervention a montré des améliorations significatives de l'IAH (diminution de 53,4 %, de 44,7 à 20,88), du score de l'échelle de somnolence d'Epworth (diminution de 10,33 à 5,37), de la saturation minimale en O₂ (diminution de 46,5 %, de 36,31 à 19,4), du score maximal de la langue IOPI (augmentation de 39,83 à 59,06) (fig. 5), et du score maximal des lèvres IOPI (augmentation de 27,89 à 44,11). L'IAH a été montré corrélé de manière significative avec les améliorations de la langue et des lèvres selon l'IOPI (fig. 6). Il s'agissait du premier ECR évaluant la RMOF chez des patients atteints de SAOS sévère et ses résultats étaient comparables à ceux obtenus avec d'autres thérapies.

Borrmann et al.¹⁵, de ce même groupe, viennent de commencer une nouvelle étude prospective cas-témoins, dont le protocole a pour objectif d'identifier les patients aptes à être traités par RMOF.

Récemment Rodriguez Alcala et al.⁷¹, également membres de ce groupe, ont développé une étude clinique avec trois groupes de patients effectuant des exercices au moyen de l'application Airway Gym[®]. Ils ont évalué les dysfonctionnements du tonus, de l'apraxie et de la stéréognosie en comparant les résultats avant et après la thérapie.

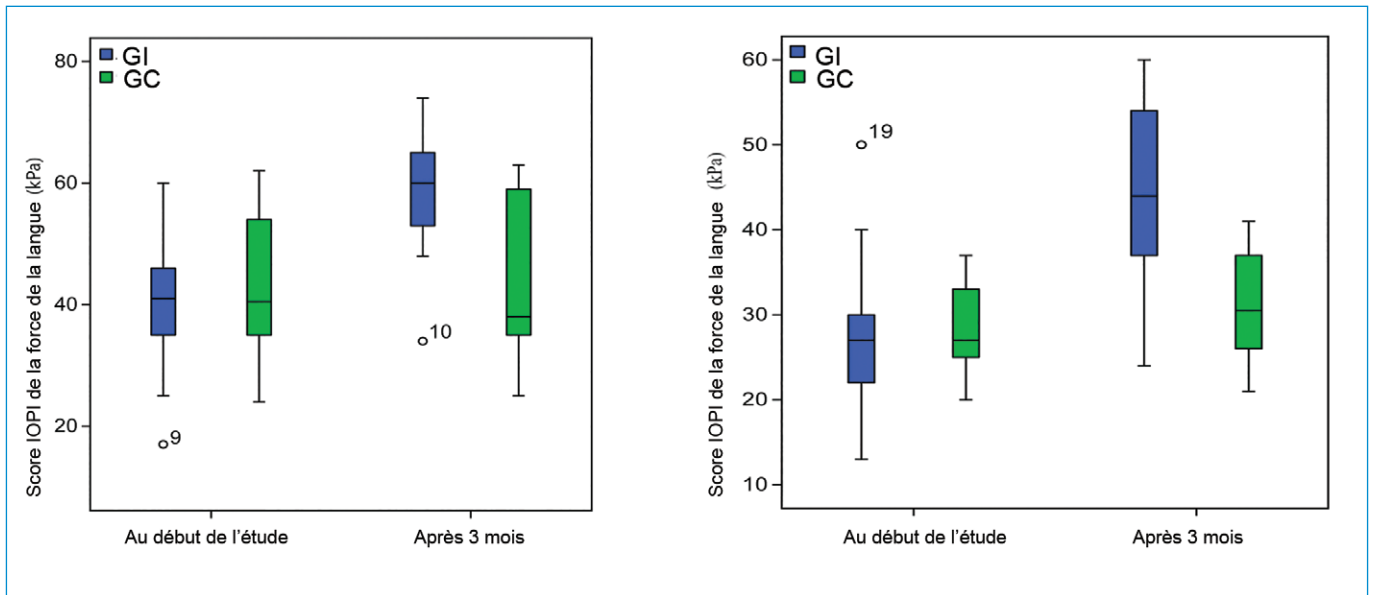


Figure 5 : scores de l'instrument de performance orale de l'owa (IOPI) des muscles génioglosse et buccinateur, au début de l'étude et après 3 mois chez des patients souffrant d'apnée obstructive sévère du sommeil. Les scores sont significativement modifiés par les exercices dans le groupe d'intervention (GI) par rapport au groupe contrôle (GC).

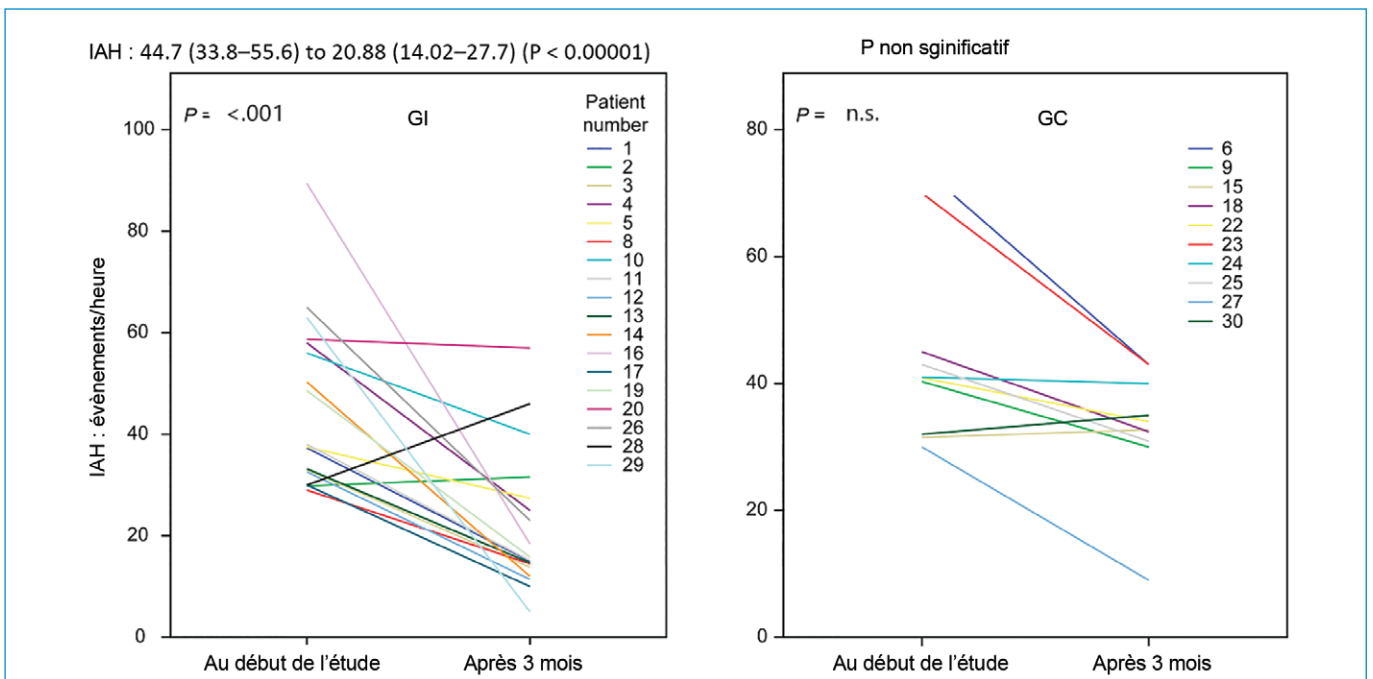


Figure 6 : résultats de l'ECR. Dans le groupe d'intervention (GI), il y a eu un changement significatif de l'IAH. Réponses différentes selon les patients.

Il s'agissait d'une étude pilote prospective portant sur un groupe de 25 patients présentant un syndrome d'apnées-hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS) modéré à sévère, un groupe de 25 patients présentant un ronflement primaire (RP) et un dernier groupe de 20 témoins sains. Les examinateurs ont utilisé des instruments qualitatifs et quantitatifs – l'instrument de performance orale de l'Iowa (IOPI), le test d'apraxie linguale et les tests de stéréognosie – pour évaluer la fonction sensorimotrice de la langue.

À la fin de l'étude, 22 patients atteints de RP, 21 souffrants de SAHOS et les 20 témoins ont terminé le traitement. Chez les patients SAHOS, le score de l'échelle de somnolence d'Epworth a diminué de $16 \pm 7,3$ à $12 \pm 4,5$ après la thérapie ($p = 0,53$). Dans les groupes de ronfleurs simples et de SAHOS, les scores IOPI ont augmenté de manière significative. Ces mesures n'ont pas changé de manière significative chez les témoins.

Le test d'apraxie linguale mesure 6 manœuvres en attribuant un point pour chaque performance correcte. Les témoins sains les ont toutes réalisées avec succès, tandis que les ronfleurs simples ont obtenu un score de $5,6 \pm 1,4$ et les SAHOS de $4,5 \pm 1,9$ ($p = 0,14$).

Dans le test de stéréognosie, le nombre moyen de figures reconnues était de $2,6 \pm 2,2$ chez les SAHOS, de $3,3 \pm 1,2$ chez les ronfleurs simples et de $5,7 \pm 0,9$ dans le groupe témoin ($p < 0,05$). Les patients atteints de SAHOS reconnaissaient moins souvent les cercles et les ovales. Les auteurs ont comparé les effets de l'application dans les groupes. Le test de stéréognosie dans le groupe SAHOS est passé de $2,6$ à $4,6$ ($p = 0,04$) et dans le groupe RP il est passé de $3,3$ à $5,4$ ($p = 0,04$), mais dans les deux groupes, les auteurs ont considéré que la valeur $P = 0,04$ n'était pas statistiquement significative, principalement en raison de la petite taille de l'échantillon. Apparemment, l'application Airway Gym® semble être un bon outil pour améliorer l'apraxie et la stéréognosie chez les patients atteints de troubles du langage, ce qui sera démontré ultérieurement avec un échantillon plus important.

Dans cette étude les auteurs ont considéré deux types d'exercices de RMOF. L'un, dénommé Réhabilitation Sensorielle et Motrice (RSM) est conçu pour traiter les patients souffrant de troubles respiratoires du sommeil en améliorant le tonus et les déficits sensorimoteurs. Ils ont recommandé d'utiliser le terme Thérapie Myofonctionnelle lorsqu'ils se réfèrent à d'autres exercices dédiés à améliorer la position de la langue, le joint des lèvres et la respiration nasale.

En raison de ce concept, les auteurs ont considéré trois types de patients en fonction de leurs troubles oro-myofonctionnels : un groupe avec des troubles oro-myofonctionnels conventionnels (protrusion de la langue, déglutition atypique, etc.), le second avec une hypotonie des muscles des voies aërières supérieures, et le troisième avec les deux troubles. Ces différences peuvent expliquer en partie l'hétérogénéité des résultats rapportés dans la littérature. Les mêmes conclusions ont été exposées dans d'autres études menées par le même groupe¹⁹.

En conclusion, les auteurs ont considéré qu'une stimulation cérébrale et sonore continue, basée sur l'entraînement proprioceptif proposé par cette application, a produit des améliorations de la fonction sensorimotrice de la langue chez les patients atteints de troubles respiratoires obstructifs du sommeil.

Pour ce groupe d'auteurs espagnols, fournir des mesures objectives de la précision d'exécution et des améliorations obtenues avec la RMOF grâce à des applications et des outils comme l'IOPI et la Cuillère numérique, est indispensable afin de promouvoir l'adhésion à cette thérapie. Il apparaît également capital de fournir un langage objectif pour faciliter le partage des informations et des résultats entre les thérapeutes et les patients.

Application 365 Healthy Swallowing Coach®

En Corée, Kim et al.⁵⁰ ont développé un programme de RMOF, basé sur une autre application et destiné à améliorer la fonction de déglutition des personnes âgées. Ils ont mené leur première étude pilote sur 11 patients en 2020, qui ont suivi un programme de 8 semaines,

L'application *365 Healthy Swallowing Coach*® (Coach pour une déglutition saine) a été conçue comme un outil simple, facile à utiliser indépendamment de la familiarité de l'utilisateur avec les applications mobiles et permettant d'effectuer efficacement les exercices de déglutition sans la présence physique d'un clinicien. L'onglet Swallowing Training (entraînement de la déglutition) du menu de navigation permet aux utilisateurs d'accéder aux menus Training Instruction (Instructions pour l'entraînement), Training of the Day (entraînement du jour) et Training Record (dossier d'entraînement). Le menu Instruction de formation contient des informations sur le protocole de formation, qui est présenté par des animations et des vidéos de démonstration. Dans leur protocole

d'entraînement, les utilisateurs devaient effectuer 2 séries de 10 répétitions de chaque exercice le matin, l'après-midi et le soir (soit 60 répétitions de chaque exercice par jour) pendant 5 jours de la semaine de leur choix. L'application comprend en outre des options avec un système pour le retour d'informations, telles que des démonstrations vidéo et une fonction miroir, des graphiques en temps réel et des instructions audiovisuelles, afin de surveiller et de corriger les performances de l'utilisateur. L'écran d'enregistrement de l'entraînement permet aux utilisateurs de savoir dans quelle mesure ils ont effectué leurs exercices un jour donné.

Plus récemment, ce même groupe a publié⁴⁹ les effets immédiats et à long terme d'une intervention de 8 semaines. Elle a été menée avec une application mHealth, à domicile et avec une médiation humaine bihebdomadaire. Elle avait pour objectif d'améliorer la pression de la langue lors de la déglutition chez 11 personnes âgées, vivant dans une communauté et qui s'étaient plaintes de difficultés de déglutition. Les auteurs ont mesuré les pressions isométriques et de déglutition de la langue avant et après l'intervention à l'aide de l'instrument de performance orale de l'Iowa (IOP). Ils ont également étudié le maintien des effets de l'intervention sur la pression de la langue lors de la déglutition, 12 semaines après l'intervention.

Sur les 11 participants, 8 ont adhéré au programme de RMOF, de 8 semaines et mené à domicile avec l'application avec le dosage optimal de l'intervention. À la fin de l'essai principal (c'est-à-dire après 8 semaines) du programme d'intervention, les participants ont démontré une augmentation significative de la pression de la langue lors de la déglutition (médiane de 17,5 kPa avant l'intervention et de 26,5 kPa après l'intervention ; $P = .046$). Cependant, le maintien à long terme des effets du programme d'entraînement sur la pression de la langue lors de la déglutition, à 12 semaines après l'intervention, n'ont pas été observés.

CONCLUSION

La RMOF devrait toujours être prescrite dans une unité du sommeil, avec la collaboration de tous les spécialistes du sommeil. Cette thérapie a besoin de davantage de preuves pour affirmer son efficacité chez les patients atteints de troubles du sommeil, avec la publication de plus nombreux essais cliniques randomisés avec un suivi à long terme.

Il est nécessaire d'identifier les phénotypes appropriés pour les traiter plus efficacement par RMOF⁵⁶. Des études cas-

témoins prospectives sont encore nécessaires pour apporter des données fondées.

La RMOF doit être individualisée en fonction des déficits détectés par les mesures objectives et les évaluations des phono-audiologistes.

La télémédecine est une option prometteuse pour traiter ces patients, mais elle doit toujours être évaluée comme un outil auxiliaire, au sein d'une unité multidisciplinaire du sommeil.

DÉCLARATION D'INTÉRÊT

Philippe Amat et Guillermo Plaza déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

Carlos O'Connor-Reina est le créateur de l'application Airway Gym®.

BIBLIOGRAPHIE

1. Aardoom JJ, Loheide-Niesmann L, Ossebaard HC, Riper H. Effectiveness of eHealth Interventions in Improving Treatment Adherence for Adults With Obstructive Sleep Apnea: Meta-Analytic Review. *J Med Internet Res*. 2020 Feb 18;22(2):e16972.
2. Adams V, Mathisen B, Baines S, Lazarus C, Callister R. A systematic review and meta-analysis of measurements of tongue and hand strength and endurance using the Iowa Oral Performance Instrument (IOP). *Dysphagia*. 2013 Sep;28(3):350-69.
3. Ahuja S, Chen RK, Kam K, Pettibone WD, Osorio RS, Varga AW. Role of normal sleep and sleep apnea in human memory processing. *Nat Sci Sleep*. 2018 Sep 4;10:255-269.
4. Aiello KD, Caughey WG, Nelluri B, Sharma A, Mookadam F, Mookadam M. Effect of exercise training on sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Respir Med*. 2016 Jul;116:85-92.
5. Aloia MS, Arnedt JT, Strand M, Millman RP, Borrelli B. Motivational enhancement to improve adherence to positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. *Sleep*. 2013;36(11):1655-1662.
6. Amat P, Tran Lu Y. Apport de la rééducation myofonctionnelle orofaciale au traitement du syndrome d'apnées obstructives du sommeil : une revue systématique de la littérature. *Orthod Fr* 2019;90:343-370.
7. Askland K, Wright L, Wozniak DR, Emmanuel T, Caston J, Smith I. Educational, supportive and behavioural interventions to improve usage of continuous positive airway pressure machines in adults with obstructive sleep apnoea. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Apr 7;4(4):CD007736.

8. Bakker JP, Wang R, Weng J, Aloia MS, Toth C, Morrical MG, Gleason KJ, Rueschman M, Dorsey C, Patel SR, Ware JH, Mittleman MA, Redline S. Motivational Enhancement for Increasing Adherence to CPAP: A Randomized Controlled Trial. *Chest*. 2016 Aug;150(2):337-45.
9. Bascuñana-Ambrós H, Renom-Guiteras M, Nadal-Castells MJ, Beranuy-Rodríguez M, Perrot-González JC, Ramirez-Mirabal E, Trejo-Omeñaca A, Monguet-Fierro JM. Swallowing muscle training for oropharyngeal dysphagia: A non-inferiority study of online versus face-to-face therapy. *J Telemed Telecare*. 2021 Aug 6:1357633X2111035033.
10. Benfield JK, Everton LF, Bath PM, England TJ. Does Therapy With Biofeedback Improve Swallowing in Adults With Dysphagia? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019 Mar;100(3):551-561.
11. Biggs SN, Walter LM, Jackman AR, Nisbet LC, Weichard AJ, Hollis SL, et al. Long-Term Cognitive and Behavioral Outcomes following Resolution of Sleep Disordered Breathing in Preschool Children. *PLoS One*. 2015 Sep 29;10(9):e0139142.
12. Blinder H, Momoli F, Holland SH, Blinder A, Radhakrishnan D, Katz SL. Clinical predictors of nonadherence to positive airway pressure therapy in children: a retrospective cohort study. *J Clin Sleep Med*. 2021 Jun 1;17(6):1183-1192.
13. Bonsignore MR, Randerath W, Schiza S, Verbraecken J, Elliott MW, Riha R, Barbe F, Bouloukaki I, Castrogiovanni A, Deleanu O, Goncalves M, Leger D, Marrone O, Penzel T, Ryan S, Smyth D, Teran-Santos J, Turino C, McNicholas WT. European Respiratory Society statement on sleep apnoea, sleepiness and driving risk. *Eur Respir J*. 2021 Feb 25;57(2):2001272.
14. Bonuck K, Parikh S, Bassila M. Growth failure and sleep disordered breathing: a review of the literature. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2006 May;70(5):769-78.
15. Borrmann PF, O'Connor-Reina C, Ignacio JM, Rodriguez Ruiz E, Rodriguez Alcala L, Dzembrowsky F, Baptista P, Garcia Iriarte MT, Casado Alba C, Plaza G. Protocol of Muscular Assessment in Patients With Severe Obstructive Sleep Apnea Syndrome. A Case-Control Study. *JMIR Res Protoc*. 2021 Jun 11.
16. Butler MP, Emch JT, Rueschman M, Sands SA, Shea SA, Wellman A, et al. Apnea-Hypopnea Event Duration Predicts Mortality in Men and Women in the Sleep Heart Health Study. *Am J Resp Crit Care Med* 2019;199(7):903-912.
17. Camacho M, Certal V, Abdullatif J, et al. Myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep*. 2015;38:669-675.
18. Camacho M, Guilleminault C, Wei JM, et al. Oropharyngeal and tongue exercises (myofunctional therapy) for snoring: a systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2018;275:849-855.
19. Carrasco-Llatas M, O'Connor-Reina C, Calvo-Henríquez C. The Role of Myofunctional Therapy in Treating Sleep-Disordered Breathing: A State-of-the-Art Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jul 8;18(14):7291.
20. Cassano M, Russo G, Granieri C, Ciavarella D. Modification of growth, immunologic and feeding parameters in children with OSAS after adenotonsillectomy. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2018 Apr;38(2):124-130.
21. Chuang LC, Hwang YJ, Lian YC, Hervy-Auboiron M, Pirelli P, Huang YS, Guilleminault C. Changes in craniofacial and airway morphology as well as quality of life after passive myofunctional therapy in children with obstructive sleep apnea: a comparative cohort study. *Sleep Breath*. 2019 Dec;23(4):1359-1369.
22. Cláudia Maria de Felício, Franciele Voltarelli da Silva Dias, Luciana Vitaliano Voi Trawitzki. Obstructive sleep apnea: focus on myofunctional therapy. *Nat Sci Sleep*. 2018; 10: 271-286.
23. Diaféria G, Badke L, Santos-Silva R, Bommarito S, Tufik S, Bittencourt L. Effect of speech therapy as adjunct treatment to continuous positive airway pressure on the quality of life of patients with obstructive sleep apnea. *Sleep Med* 2013;14:628-635.
24. Diaféria G, Santos-Silva R, Truksinas E, et al. Myofunctional therapy improves adherence to continuous positive airway pressure treatment. *Sleep Breath* 2017;21:387-395.
25. Ding Y, Wang J, Gao J, Fang Q, Li Y, Xu W, Wu J, Han D. Severity evaluation of obstructive sleep apnea based on speech features. *Sleep Breath*. 2021 Jun;25(2):787-795.
26. Eastwood P, Gilani SZ, McArdle N, Hillman D, Walsh J, Maddison K, Goonewardene M, Mian A. Predicting sleep apnea from three-dimensional face photography. *J Clin Sleep Med*. 2020 Apr 15;16(4):493-502.
27. Ehsan Z, Ishman SL, Kimball TR, Zhang N, Zou Y, Amin RS. Longitudinal Cardiovascular Outcomes of Sleep Disordered Breathing in Children: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Sleep*. 2017 Mar 1;40(3).
28. Ferrer-Lluis I, Castillo-Escario Y, Montserrat JM, Jane R. Automatic Event Detector from Smartphone Accelerometry: Pilot mHealth Study for Obstructive Sleep Apnea Monitoring at Home. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2019 Jul;2019:4990-4993.
29. Fino E, Mazzetti M. Monitoring healthy and disturbed sleep through smartphone applications : a review of experimental evidence. *Sleep Breath*. 2019 Mar;23(1):13-24.
30. Floras JS. Sleep Apnea and Cardiovascular Disease: An Enigmatic Risk Factor. *Circ Res*. 2018 Jun 8;122(12):1741-1764.
31. Frequently asked questions. *AirwayGym*. 2018. [2020-10-20]. <https://airwaygym.app/en/faq>.
32. Frye SS, Fernandez-Mendoza J, Calhoun SL, Gaines J, Sawyer MD, He F, Liao D, Vgontzas AN, Bixler EO. Neurocognitive and behavioral functioning in adolescents with sleep-disordered breathing: a population-based, dual-energy X-ray absorptiometry study. *Int J Obes (Lond)*. 2018 Jan;42(1):95-101.
33. Fuchs FS, Pittarelli A, Hahn EG, Ficker JH. Adherence to continuous positive airway pressure therapy for obstructive sleep apnea: impact of patient education after a longer treatment period. *Respiration*. 2010;80(1):32-7.
34. Garbarino S. Excessive daytime sleepiness in obstructive sleep apnea: implications for driving licenses. *Sleep Breath*. 2020 Mar;24(1):37-47.
35. Garde A, Dekhordi P, Ansermino JM, Dumont GA. Identifying individual sleep apnea/hypopnea epochs using smartphone-based pulse oximetry. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2016 Aug;2016:3195-3198.
36. Ge X, Han F, Huang Y, Zhang Y, Yang T, Bai C, Guo X. Is obstructive sleep apnea associated with cardiovascular and all-cause mortality? *PLoS One*. 2013 Jul 25;8(7):e69432.
37. Gileles-Hillel A, Kheirandish-Gozal L, Gozal D. Biological plausibility linking sleep apnoea and metabolic dysfunction. *Nat Rev Endocrinol*. 2016 May;12(5):290-8.

38. Guimaraes KC, Drager LF, Genta PR, Marcondes BF, Lorenzi-Filho G. Effects of oropharyngeal exercises on patients with moderate obstructive sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179:962–6.
39. Hakim F, Kheirandish-Gozal L, Gozal D. Obesity and Altered Sleep: A Pathway to Metabolic Derangements in Children? *Semin Pediatr Neurol*. 2015 Jun;22(2):77-85.
40. Hsu B, Emperumal CP, Grbach VX, Padilla M, Enciso R. Effects of respiratory muscle therapy on obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Sleep Med*. 2020 May 15;16(5):785-801.
41. <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGISCTA000020891704/2009-07-23/#LEGISCTA000020891704>
42. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022932449/>
43. Hwang D. Monitoring Progress and Adherence with Positive Airway Pressure Therapy for Obstructive Sleep Apnea: The Roles of Telemedicine and Mobile Health Applications. *Sleep Med Clin*. 2016 Jun;11(2):161-71.
44. Hwang D, Chang JW, Benjafield AV, Crocker ME, Kelly C, Becker KA, Kim JB, Woodrum RR, Liang J, Derose SF. Effect of Telemedicine Education and Telemonitoring on Continuous Positive Airway Pressure Adherence. *The Tele-OSA Randomized Trial*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018 Jan 1;197(1):117-126.
45. Jullian-Desayes I, Joyeux-Faure M, Baillieu S, Guzun R, Tamisier R, Pépin J-L. Quelles perspectives pour le syndrome d'apnées du sommeil et la santé connectée ? *Orthod Fr*. 2019;90(4):435-442.
46. Kayamori F, Bianchini EMG. Effectiveness of orofacial myofunctional therapy in obstructive sleep apnea in adults: systematic review. Conference abstract. *Sleep Medicine*. 2017;40,Supplement 1: e34.
47. Kayamori F, Bianchini EMG. Effects of orofacial myofunctional therapy on the symptoms and physiological parameters of sleep breathing disorders in adults: a systematic review. *Rev. CEFAAC*. 2017 Nov-Dec; 19(6):868-878.
48. Keenan BT, Schwab RJ. Using the Remote Monitoring Framework to Promote Adherence to Continuous Positive Airway Pressure. *Sleep Med Clin*. 2021 Mar;16(1):85-99.
49. Kim H, Cho NB, Kim J, Kim KM, Kang M, Choi Y, Kim M, You H, Nam SI, Shin S. Implementation of a Home-Based mHealth App Intervention Program With Human Mediation for Swallowing Tongue Pressure Strengthening Exercises in Older Adults: Longitudinal Observational Study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Oct 16;8(10):e22080.
50. Kim H, Lee SH, Cho NB, You H, Choi T, Kim J. User-Dependent Usability and Feasibility of a Swallowing Training mHealth App for Older Adults: Mixed Methods Pilot Study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Jul 27;8(7):e19585.
51. Koka V, De Vito A, Roisman G, Petitjean M, Filograna Pignatelli GR, Padovani D, Randerath W. Orofacial Myofunctional Therapy in Obstructive Sleep Apnea Syndrome : A Pathophysiological Perspective. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Apr 1;57(4):323.
52. Levrini L, Salone GS, Ramirez-Yanez GO. Efficacy of a Pre-Fabricated Myofunctional Appliance for the Treatment of Mild to Moderate Pediatric Obstructive Sleep Apnea: A Preliminary Report. *J Clin Pediatr Dent*. 2018;42(6):475-477.
53. Levrini L, Salone GS, Ramirez-Yanez GO. Pre-Fabricated Myofunctional Appliance for the Treatment of Mild to Moderate Pediatric Obstructive Sleep Apnea: A Preliminary Report. *J Clin Pediatr Dent*. 2018;42(3):236-239.
54. Linz D, Woehrle H, Bitter T, Fox H, Cowie MR, Böhm M, Oldenburg O. The importance of sleep-disordered breathing in cardiovascular disease. *Clin Res Cardiol*. 2015 Sep;104(9):705-18.
55. Lorenz CP, Williams AJ. Sleep apps: what role do they play in clinical medicine? *Curr Opin Pulm Med*. 2017 Nov;23(6):512-516.
56. McKeown P, O'Connor-Reina C, Plaza G. Breathing Re-Education and Phenotypes of Sleep Apnea: A Review. *J Clin Med*. 2021 Jan 26;10(3):471.
57. O'Connor Reina C, García Iriarte MT, Casado Morente JC, Plaza Mayor G, Baptista Jardin P, Vicente González E. Apnea Bye, first app to treat sleep disordered breathing. *Abstract. Sleep Med* 2017; 40: e243.
58. O'Connor Reina C, García Iriarte MT, Casado-Morente JC, Plaza Mayor G, Baptista PM, Vicente Gonzalez E. New App "Apnea Bye" Increases Adherence in Myofunctional Therapy to Treat Sleep Disorder Breathing. *Otolaryngol Neck Surg*. 2018;159(1_suppl):P326-P327.
59. O'Connor-Reina C, Ignacio Garcia JM, Rodriguez Ruiz E, Morillo Dominguez MDC, Ignacio Barrios V, Baptista Jardin P, Casado Morente JC, Garcia Iriarte MT, Plaza G. Myofunctional Therapy App for Severe Apnea-Hypopnea Sleep Obstructive Syndrome: Pilot Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Nov 9;8(11):e23123.
60. O'Connor Reina C, Plaza Mayor G, Ignacio-Garcia JM, Baptista Jardin P, Garcia-Iriarte MT, Casado-Morente JC. Floppy closing door epiglottis treated successfully with an mhealth application based on myofunctional therapy: A case report. *Case Rep Otolaryngol*. 2019 Jul 1;2019:4157898.
61. O'Connor-Reina C, Plaza G, Garcia-Iriarte MT, Ignacio-Garcia JM, Baptista P, Casado-Morente JC, De Vicente E. Tongue peak pressure: a tool to aid in the identification of obstruction sites in patients with obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Sleep Breath*. 2020 Mar;24(1):281-286.
62. O'Connor-Reina C, Plaza G, Ignacio-Garcia JM, Baptista P, Garcia-Iriarte MT, Casado-Morente JC, De Vicente E, Gonzalez V, Rodriguez-Reina A. New mHealth Application software based on myofunctional therapy applied to sleep-disordered breathing in non-compliant subjects. *Sleep Science and Practice* 2020; 4: 3.
63. Oh S-M, Kim J-H, Kim S-H. Upper airway myofunctional exercise: A systematic review. *JKMA*. 2019;62:224-230.
64. Osman AM, Carter SG, Carberry JC, Eckert DJ. Obstructive sleep apnea: current perspectives. *Nat Sci Sleep*. 2018 Jan 23;10:21-34.
65. Owens RL, Gold KA, Gozal D, Peppard PE, Jun JC, Dannenberg AJ, Lippman SM, Malhotra A; UCSD Sleep and Cancer Symposium Group. Sleep and Breathing ... and Cancer? *Cancer Prev Res (Phila)*. 2016 Nov;9(11):821-827.
66. Patel A, Chong DJ. Obstructive Sleep Apnea: Cognitive Outcomes. *Clin Geriatr Med*. 2021 Aug;37(3):457-467.
67. Patinkin ZW, Feinn R, Santos M. Metabolic Consequences of Obstructive Sleep Apnea in Adolescents with Obesity: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Child Obes*. 2017 Apr;13(2):102-110.
68. Pépin JL, Tamisier R, Hwang D, Mereddy S, Parthasarathy S. Does remote monitoring change OSA management and CPAP adherence? *Respirology*. 2017 Nov;22(8):1508-1517.

69. Ramachandran A, Karuppiyah A. A Survey on Recent Advances in Machine Learning Based Sleep Apnea Detection Systems. *Healthcare (Basel)*. 2021 Jul 20;9(7):914.
70. Robbins R, Seixas A, Masters LW, Chanko N, Diaby F, Vieira D, Jean-Louis G. Sleep tracking: A systematic review of the research using commercially available technology. *Curr Sleep Med Rep*. 2019;5(3):156-163.
71. Rodríguez-Alcalá L, Martínez JM, Baptista P, Ríos Fernández R, Francisco JG, Parejo Santaella J, Plaza G. Sensorimotor tongue evaluation and rehabilitation in patients with sleep-disordered breathing: a novel approach. *J Oral Rehabil*. 2021 Aug 19.
72. Rodríguez-Alcalá L, Martín-Lagos Martínez J, O Connor-Reina C, Plaza G. Assessment of muscular tone of the tongue using a digital measure spoon in a healthy population: A pilot study. *PLoS One*. 2021 Feb 18;16(2):e0245901.
73. Rueda JR, Mugueta-Aguinaga I, Vilaró J, Rueda-Etxebarria M. Myofunctional therapy (oropharyngeal exercises) for obstructive sleep apnoea. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Nov 3;11(11):CD013449.
74. Sateia MJ. International classification of sleep disorders—third edition: highlights and modifications. *Chest*. 2014 Nov;146(5):1387-1394.
75. Scoppa, F.; Saccomanno, S.; Bianco, G.; Pirino, A. Tongue Posture, Tongue Movements, Swallowing, and Cerebral Areas Activation: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Appl. Sci*. 2020, 10, 6027.
76. Sedky K, Bennett DS, Carvalho KS. Attention deficit hyperactivity disorder and sleep disordered breathing in pediatric populations: a meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 2014 Aug;18(4):349-56.
77. Shah F, Berggren D, Holmlund T, Levring Jäghagen E, Stål P. Unique expression of cytoskeletal proteins in human soft palate muscles. *J Anat*. 2016 Mar;228(3):487-94.
78. Sillah A, Watson NF, Schwartz SM, Gozal D, Phipps AI. Sleep apnea and subsequent cancer incidence. *Cancer Causes Control*. 2018 Oct;29(10):987-994.
79. Simpson L, Hillman DR, Cooper MN, Ward KL, Hunter M, Cullen S, James A, Palmer LJ, Mukherjee S, Eastwood P. High prevalence of undiagnosed obstructive sleep apnoea in the general population and methods for screening for representative controls. *Sleep Breath*. 2013 Sep;17(3):967-73.
80. Soares Pires F, Drummond M, Marinho A, Sampaio R, Pinto T, Gonçalves M, Neves I, Pinto C, Sucena M, Winck JC, Almeida J. Effectiveness of a group education session on adherence with APAP in obstructive sleep apnea—a randomized controlled study. *Sleep Breath*. 2013 Sep;17(3):993-1001.
81. Spruyt K, Capdevila OS, Kheirandish-Gozal L, Gozal D. Inefficient or insufficient encoding as potential primary deficit in neurodevelopmental performance among children with OSA. *Dev Neuropsychol*. 2009;34(5):601-14.
82. Suarez-Giron M, Garmendia O, Lugo V, Ruiz C, Salord N, Alsina X, Farré R, Montserrat JM, Torres M. Mobile health application to support CPAP therapy in obstructive sleep apnoea: design, feasibility and perspectives. *ERJ Open Res*. 2020 Feb 10;6(1):00220-2019.
83. Sunwoo BY, Light M, Malhotra A. Strategies to augment adherence in the management of sleep-disordered breathing. *Respirology*. 2020 Apr;25(4):363-371.
84. Sutherland K, Dalci O, Cistulli PA. What Do We Know About Adherence to Oral Appliances? *Sleep Med Clin*. 2021 Mar;16(1):145-154.
85. Tallamraju H, Newton JT, Fleming PS, Johal A. Factors influencing adherence to oral appliance therapy in adults with obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Sleep Med*. 2021 Jul 1;17(7):1485-1498.
86. Trosman I, Trosman SJ. Cognitive and Behavioral Consequences of Sleep Disordered Breathing in Children. *Med Sci (Basel)*. 2017 Dec 1;5(4). pii: E30.
87. Tseng WC, Liang YC, Su MH, Chen YL, Yang HJ, Kuo PH. Sleep apnea may be associated with suicidal ideation in adolescents. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2019 May;28(5):635-643.
88. Tzeng NS, Chung CH, Chang HA, Chang CC, Lu RB, Yeh HW, et al. Obstructive Sleep Apnea in Children and Adolescents and the Risk of Major Adverse Cardiovascular Events: A Nationwide Cohort Study in Taiwan. *J Clin Sleep Med*. 2019 Feb 15;15(2):275-283.
89. Valbuza JS, de Oliveira MM, Conti CF, Prado LB, de Carvalho LB, do Prado GF. Methods for increasing upper airway muscle tonus in treating obstructive sleep apnea: systematic review. *Sleep Breath*. 2010;14:299–305.
90. Weaver TE, Grunstein RR. Adherence to continuous positive airway pressure therapy: the challenge to effective treatment. *Proc Am Thorac Soc*. 2008 Feb 15;5(2):173-8.
91. Wei M, Du J, Wang X, Lu H, Wang W, Lin P. Voice disorders in severe obstructive sleep apnea patients and comparison of two acoustic analysis software programs: MDVP and Praat. *Sleep Breath*. 2021 Mar;25(1):433-439.
92. Wishney M, Darendeliler MA, Dalci O. Myofunctional therapy and prefabricated functional appliances: an overview of the history and evidence. *Aust Dent J*. 2019 Jun;64(2):135-144.
93. Wu LM, Wu XF, Yu ZM, Liu Y. [Systematic review on orofacial myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome]. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2017 Nov 20;31(22):1774-1777.