



Artículo Aceptado para su pre-publicación / Article Accepted for pre-publication

Título / Title:

Planificación, resultados y anatomía de la vía aérea superior en síndrome de apnea/hipopnea obstructiva del sueño tras avance bimaxilar: 20 casos / Planning, results and anatomy of the upper airway in obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome after bimaxillary advancement: 20 cases

Autores / Authors:

Joan Brunsó, Carlos Prol Teijeiro, Félix de Carlos, Valentín Cabriada, Josu Mendiola, Luis Barbier

DOI: [10.20986/recom.2020.1140/2020](https://doi.org/10.20986/recom.2020.1140/2020)

Instrucciones de citación para el artículo / Citation instructions for the article:

Brunsó Joan, Prol Teijeiro Carlos, de Carlos Félix, Cabriada Valentín, Mendiola Josu, Barbier Luis. Planificación, resultados y anatomía de la vía aérea superior en síndrome de apnea/hipopnea obstructiva del sueño tras avance bimaxilar: 20 casos / Planning, results and anatomy of the upper airway in obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome after bimaxillary advancement: 20 cases. *j.maxilo* 2020. doi: 10.20986/recom.2020.1140/2020.



Este es un archivo PDF de un manuscrito inédito que ha sido aceptado para su publicación en la *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*. Como un servicio a nuestros clientes estamos proporcionando esta primera versión del manuscrito en estado de prepublicación. El manuscrito será sometido a la corrección de estilo final, composición y revisión de la prueba resultante antes de que se publique en su forma final. Tenga en cuenta que durante el proceso de producción se pueden dar errores, lo que podría afectar el contenido final. El copyright y todos los derechos legales que se aplican al artículo pertenecen a la *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*.

PLANIFICACIÓN, RESULTADOS Y ANATOMÍA DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR EN SÍNDROME DE APNEA/HIPOPNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO TRAS AVANCE BIMAXILAR: 20 CASOS

PLANNING, RESULTS AND ANATOMY OF THE UPPER AIRWAY IN OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA/HYPOPNEA SYNDROME AFTER BIMAXILLARY ADVANCEMENT: 20 CASES

Joan Brunsó¹, Carlos Prol^{1*}, Félix de Carlos², Valentín Cabriada³, Josu Mendiola⁴ y Luis Barbier¹

¹Servicio de Cirugía Maxilofacial, Hospital Universitario Cruces, Barakaldo. Grupo Cirugía Maxilofacial, Instituto de Investigación Sanitaria Biocruces Bizkaia, Barakaldo. Departamento de Estomatología I, Facultad de Medicina y Odontología, Universidad del País Vasco, Leioa, España.

²Departamento de Cirugía y Especialidades Médico Quirúrgicas, Universidad de Oviedo, Oviedo, España. ³Servicio de Neumología, Hospital Universitario Cruces, Barakaldo, España. ⁴Servicio de

Radiodiagnóstico, Hospital Universitario Cruces, Barakaldo, España

CORRESPONDENCIA:

Carlos Prol

drprolteijeiro@gmail.com

Recibido: 11 de abril de 2020

Aceptado: 15 de junio de 2020

RESUMEN

Objetivos: Presentar el protocolo de trabajo, resultados clínicos y cambios en la vía aérea superior de una cohorte de 20 pacientes con síndrome de apnea/hipopnea obstructiva del sueño, intervenidos de avance maxilomandibular con rotación antihoraria.

Material y métodos: Un comité multidisciplinar determina la indicación quirúrgica, que los pacientes consienten. Tomografías computarizadas y polisomnografías son llevadas a cabo antes y después de la cirugía, como protocolo habitual de trabajo. El comité ético de investigación clínica regional aprobó el estudio. Longitudes, volúmenes, área mínima, dimensión antero-

posterior, dimensión transversal y otras medidas son determinadas en la vía aérea. El análisis estadístico es descriptivo y comparativo por pares con $p < 0,05$.

Resultados: Los movimientos planificados son 10,40 mm de avance y 2,11 mm de impactación anterior. El índice de apnea/hipopnea se reduce 30,50 puntos y la saturación de oxígeno capilar periférica mínima aumenta 5,00 puntos. Los resultados clínica y estadísticamente significativos son: 10,98 mm de acortamiento y 6,26 mm³ de incremento de volumen, especialmente en el compartimento retropalatal; 91,45 mm², 3,68 mm y 8,00 mm de aumento de área, dimensión anteroposterior y dimensión transversal respectivamente; el hioides avanza 1,92 mm.

Conclusiones: El avance maxilomandibular con rotación antihoraria en síndrome de apnea/hipopnea del sueño moderado-severo logra a corto plazo índice de apnea/hipopnea < 15 en el 80 % y saturación de oxígeno periférica capilar > 85 en el 75% de nuestra serie. Los principales cambios en vía aérea son: acortamiento, incremento de volumen y áreas, forma elíptica y posicionamiento anterosuperior del hioides.

Palabras clave: Patología del sueño, SAHS, cirugía ortognática, avance maxilomandibular, rotación antihoraria.

ABSTRACT

Objectives: To present the working protocol, clinical outcomes and upper airway changes of a 20-patient cohort with moderate-severe obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome undergoing maxillo-mandibular advancement with counterclockwise rotation.

Material and methods: A multidisciplinary committee determines the surgical indication, which patients consent. Computed tomographies and polysomnographies are performed before and after surgery, as the usual clinical practice protocol. The clinical investigation ethics institutional review board approved the study. Lengths, volumes, minimum area, antero-posterior dimension, transverse dimension and other measurements are determined in the upper airway. Statistical analysis is descriptive and comparative by pairs with $p < 0.05$.

Results: Planned movements are 10.40 mm of advance and 2.11 mm of anterior impaction. Apnea/hypopnea index reduces by 30.50 points and minimum peripheral capillary oxygen saturation increases by 5.00 points. Clinically and statistical significant findings are: 10.98 mm of shortening and 6.26 mm³ of volume enlargement, especially in the retro-palatal compartment;

91.45 mm², 3.68 mm and 8.00 mm of area, antero-posterior dimension and transverse dimension widening respectively; hyoid bone advances 1.92 mm.

Conclusions: Maxillo-mandibular advancement with counterclockwise rotation in moderate-severe obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome achieves in short-term follow-up apnea/hypopnea index < 15 in 80 % and minimum peripheral capillary oxygen saturation > 85 in 75 % of our series. Main upper airway changes are: shortening, volume and area increase, elliptical shape, and antero-superior hyoid bone movement.

Keywords: Sleep disorder, OSAHS, orthognathic surgery, maxillo-mandibular advancement, counterclockwise rotation.

VERSIÓN EN ESPAÑOL

INTRODUCCIÓN

Los síntomas y consecuencias del síndrome de apnea/hipopnea obstructiva del sueño (SAHS) son el resultado del colapso repetitivo de la vía aérea superior (VAS). Antes de comenzar cualquier tratamiento conservador o invasivo, el diagnóstico debe ser confirmado y la severidad caracterizada mediante polisomnografía nocturna (PSG) llevada a cabo en un laboratorio especializado. La presión positiva en la vía aérea aplicada de forma continua (CPAP) es el tratamiento de referencia para casos de carácter moderado-severo. En las últimas décadas, los dispositivos de avance mandibular (DAM) también han sido globalmente introducidos. Antes de considerar cualquier procedimiento quirúrgico, es recomendable reevaluar la anatomía, comorbilidades y las preferencias del paciente. Además, la indicación debería ser debatida en un comité multidisciplinar^{1,2}. El avance maxilomandibular (AMM), especialmente si se asocia a rotación antihoraria, ensancha la VAS en su conjunto y tensiona los tejidos blandos circundantes. A pesar de ser un tratamiento invasivo, ha sido reportado reducción del índice de apnea/hipopnea (IAH) a valores de la normalidad en el 75-100 % de casos en el corto a medio plazo de seguimiento^{1,3-5}. Nuestro protocolo de trabajo, la evaluación de resultados clínicos, y un estudio piloto observacional retrospectivo de los cambios morfológicos en la VAS, son presentados. Se pretende corroborar que nuestros hallazgos, basados en una cohorte de 20

pacientes con SAHS moderado-severo intervenidos de AMM con rotación antihoraria, son consistentes con la literatura actual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los criterios de inclusión son: ≥ 18 años, SAHS moderado-severo en posición no específica o supina, indicación determinada por un comité de patología del sueño (neumología, otorrinolaringología, maxilofacial, odontología, radiodiagnóstico y neurofisiología) y consentimiento informado para la cirugía. Los criterios de exclusión son: mujer embarazada, predominancia de apneas de origen central, deformidades craneofaciales mayores (tales como paladar hendido, maloclusión con asimetría severa, traumatismo o cirugía oncológica de cabeza y cuello) y cirugía distinta al AMM. El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por el comité de ética de investigación clínica regional "OSI Ezkerraldea-Enkarterri-Cruces", código CEIC E19/39, y está en adecuación a la *Declaración de Helsinki*. Los pacientes firmaron un consentimiento específico convenientemente informado para el estudio. Los resultados clínicos y la morfología de VAS son analizados, a partir de PSG y tomografía computarizada (TC) como pruebas complementarias de la práctica clínica habitual. Fueron realizadas un máximo de tres meses antes del AMM y postoperatoriamente entre el tercer mes y el primer año. El diagnóstico, tratamiento y pruebas complementarias tuvieron lugar entre los años 2012 y 2017 en un único centro de tercer nivel.

Planificación quirúrgica

Una vez la indicación quirúrgica está establecida, un análisis cefalométrico se lleva a cabo: fotografías faciales e intraorales, telerradiografía lateral de cráneo (TLC), ortopantomografía y modelos de arcadas dentales en yeso⁶. Cuando consideramos al paciente preparado desde un punto de vista de salud bucodental y oclusal, se realiza una TC. A partir de la serie de cortes axiales y modelos dentales actuales, se segmenta una mala dental-craneofacial, que se orienta según el plano natural de la cabeza y datos de la exploración clínica. La osteotomía maxilar tipo Lefort I, la mandibular tipo Obwegeser-Dal Pont y los movimientos pivotados en el incisivo central superior (ICS) son planificados en tres dimensiones (3D); engranando la oclusión más estable, que será la misma que la inicial si no fueron realizados movimientos ortodónticos preoperatorios. Los

dispositivos quirúrgicos de reposicionamiento, bien férulas oclusales estándar o guías personalizadas de corte-perforación y placas preformadas, son diseñados y sintetizados mediante tecnología con soporte informático. Otros procedimientos esqueléticos simultáneos también pueden ser trazados y medidos. Las mentoplastias son consideradas para mejorar el perfil facial del paciente y corregir asimetrías frontales, mientras que avances genioglosos se proponen cuando existe un gran colapso retroglosal (RG) y la anatomía dental-ósea mandibular es favorable⁷⁻⁹. El primer autor es el cirujano principal en cuanto a planificación y ejecución de las técnicas quirúrgicas.

Estandarización de pruebas

Los PSG se llevan a cabo según las recomendaciones de la Sociedad Española de Neumología¹⁰. Los TC (Philips Brilliance CT®, 16 detectores) son: sin contraste, helicoidales, cortes axiales de 1 mm, con el paciente despierto, en posición supina, quieto, sin tragar, en apnea al final de la espiración, labios relajados, la punta de la lengua en contacto con ICS, la mandíbula en relación céntrica e inclusión completa del hioides y el cráneo.

Datos generales y resultados clínicos

Se reportan datos epidemiológicos (sexo, etnia y edad en el momento del AMM), datos exploratorios (índice de masa corporal [BMI], escala de Mallampati y clase de Angle), cirugías y ortodoncia previas, procedimientos simultáneos al AMM relacionados con la VAS, y sistema de reposicionamiento de los segmentos maxilares. El avance es determinado en el ICS y en el *Pogonion* (Pog), el movimiento vertical anterior (MVA) en el ICS, y el movimiento vertical posterior en los primeros molares superiores derecho e izquierdo. Se registra a partir de las PSG el AHI en posición no específica, supino y no supino; y los parámetros basal y mínimo de la saturación periférica de oxígeno capilar (SPO₂). SAHS leve se considera con IAH 5-15 y síntomas de somnolencia diurna, moderado con 16-30, y severo >30^{1,2}.

Variables de VAS: (NemoTec FAB® software, versión 2.7.0)

La malla craneofacial de cada paciente es orientada en el plano axial alineando el conducto nasopalatino con la apófisis odontoides, que es alineada al mismo tiempo con la base de la crista galli en el plano coronal. En el medio-sagital, la referencia principal horizontal es el plano del paladar duro (PD), mientras que la vertical es el plano perpendicular que cruza por el punto más antero-inferior de la segunda vértebra cervical (AIC2) (Figura 1). Planos paralelos al del PD que pasan por la punta de la úvula (PU), punta de epiglotis (PE) y el punto antero-inferior del hioides (AIH) dividen la VAS en tres compartimentos: retro-palatal (RP), RG e hipofaringe (HPh). Paralelas a la referencia vertical, longitudes (L) son medidas por compartimentos, el sumatorio y el total de forma independiente. Se segmenta una malla de aire cuyos límites son: superior el plano PD, inferior el plano AIH, anterior tejidos blandos excluyendo el aire de la cavidad oral, posterior la musculatura prevertebral, y lateral la musculatura para-faríngea. Volúmenes (V) se calculan a partir de un punto densidad aire de aproximadamente -1000 HU y un rango de ± 500 HU, también por compartimentos, el sumatorio y el total independientemente (Figura 2). En cortes axiales paralelos al PD, se determinan el área mínima (AR), su localización y dimensiones (D), entendidas como la distancia recta antero-posterior (AP) y transversal (TV) máxima de densidad aire (Figura 3). Además, distancias horizontales paralelas al plano PD desde la referencia vertical son cuantificadas: la espina nasal posterior (ENP), apófisis geni (AG), AIH y tejidos blandos prevertebrales (TBP) a la altura de AIC2 (Figura 4). Todas las medidas son llevadas a cabo por el segundo autor.

Análisis estadístico: (SPSS® software, versión 23.0.0)

Se calculan estadísticos descriptivos de frecuencias. También se realiza un análisis comparativo por pares de las variables continuas dependientes (pre y postoperatorio). La normalidad de las variables se verifica con el test de Kolmogorov-Smirnov, por tanto el test paramétrico (*t-Student* de muestras dependientes) o no paramétrico (rangos de Wilcoxon) correspondiente es aplicado, con $p < 0,05$.

RESULTADOS

El ratio masculino/femenino es 19/1. El 100 % son blanco caucásicos, con edad media de 41 años (32-52). El 45 % tiene IMC > 25, el 85 % Mallampati III-IV y el 45 % sin maloclusión alguna. El 60 %

no había sido sometido a cirugías relacionadas con la VAS previo al AMM y el 85 % tampoco realizó ortodoncia preoperatoria. En cinco pacientes se llevó a cabo mentoplastia y uno avance geniogloso simultáneos al AMM. Todas las cirugías cursaron sin incidentes intraoperatorios. El reposicionamiento de los maxilares es con férulas oclusales en el 20 % de los casos, mientras que en el resto se realiza con sistemas personalizados de guías y placas. El avance planificado medio en ICS es 10,40 mm (9,70-11,00), con 2,11 mm (7,00-1,00) de MVA y nivelación posterior, así se lleva cabo la rotación antihoraria de forma que el Pog es proyectado anteriormente 14,60 mm (11,30-22,30) (Tabla I).

El IAH global se reduce significativamente 30,50 puntos de media después de la cirugía, mientras que en posición supina 51,00 puntos. Esto supone IAH < 15 en el 80 % y < 5 en el 50 % postoperatoriamente. Hay algunos datos ausentes en posición supina y no supina si el paciente mantuvo la misma posición durante la PSG. Aunque la SPO2 basal no cambia, la mínima mejora 5,00 puntos de media, es decir, que es > 85 % en el 75 % de casos (Tabla II).

Los cambios en VAS clínica y estadísticamente significativos incluyen la reducción de L total 10,98 mm de media, especialmente en la región RP, aunque disminuye en todos los compartimentos. El V total aumenta 6,26 mm³ de media, doblándose en la región RP y sin significación estadística en HPh. El rango de error entre la diferencia del total y sumatorio es < 1 mm en cuanto a L y < 1 mm³ respecto al V. El AR mínima, localizada en RP en el 85 % de TC preoperatorios y en el 55 % de los post, se incrementa 49,72 mm² de media, prácticamente triplicándose. La D-TV se ensancha más que la D-AP, sugiriendo una expansión en forma de elipse, con diferencias de 8,67 mm y 3,62 mm de media, respectivamente. Hay un incremento significativo de las L horizontales, a destacar la L-AIH, que implica una posición más anterior del hioides. También asciende, debido al acortamiento vertical en conjunto de la VAS. A pesar de que la reducción de L-TBP es estadísticamente significativa, no lo consideramos clínicamente porque la diferencia es < 1 mm de media y mediana (Tabla III).

DISCUSIÓN

Según el protocolo quirúrgico por fases de Standford, el AMM formaba inicialmente parte de la fase II de manejo^{11,12}. Se consideraba cuando otros procedimientos quirúrgicos habían fallado, principalmente enfocados a localizaciones específicas de la VAS. Actualmente es considerado como tratamiento primario, como un abordaje de cirugía única con impacto global en VAS, en

pacientes con deformidades dentofaciales predisponentes al colapso tal y como retrognatia, hipoplasia maxilar o resalte incisal aumentado. Será un tratamiento secundario en caso de intolerancia a CPAP o DAM^{4,5}. El AMM pretende ensanchar las regiones RP y RG mediante tracción anterosuperior de la ENP y AG, inserciones de la musculatura velofaríngea y suprahiodea. Además, también tensiona la musculatura parafaríngea¹³. En casos refractarios, existe ya una fase III de Stanford que incluye la neuroestimulación del hipogloso¹⁴. A pesar de que ha sido demostrado que el IAH mejora claramente en SAHS tras el AMM, la mayoría de estudios publicados tiene una presentación muy heterogénea de planificaciones, detalles de la técnica, resultados clínicos y evaluación morfológica de VAS¹⁵.

En cuanto a planificación, igual que en otros casos quirúrgicos de deformidades dentofaciales sin SAHS, deben ser balanceados tres pilares básicos: oclusión, estética y VAS. La práctica clínica actual y habitual es trabajar con radiología 3D digitalizada, la cual proporciona más información y permite un mayor control y precisión que el 2D, especialmente en los planos frontales^{6,9}. La tomografía por excelencia para evaluar los huesos craneofaciales es la de haz de cono (CBCT). Sin embargo, pensamos que es más confiable un TC médico helicoidal en pacientes SAHS, ganando más resolución de tejidos blandos y posiblemente mayor precisión en la segmentación de VAS también, a costa de más exposición a radiación. Estas cirugías tienen un gran impacto en la salud y aspectos psicosociales por la cosmética implícita, por lo que CBCT/TC se consideran no solo para planificar, sino también para el análisis cefalométrico inicial y el control postoperatorio, logrando una evaluación integral 3D¹⁶. Nosotros realizamos el primer control con TC en pacientes SAHS, pero no el estudio inicial o controles sucesivos.

Debemos tener en cuenta diferencias en SAHS comparando con población general que se somete a cirugía ortognática. Pacientes SAHS son habitualmente adultos de edad media en la cuarta-quinta década, con compensaciones posicionales corporales para facilitar el paso de aire como hiperextensión y traslación cervical anterior, más riesgo anestésico, más factores de riesgo cardiovascular y más comorbilidades cardíacas, respiratorias y neurológicas². Existe una tendencia a la biretrusión maxilar y atrofia ósea con la edad debido a la pérdida de la capa ósea esponjosa, haciendo las osteotomías más complejas. Los perfiles faciales tienden a ser convexos con mayor laxitud de tejido blando, tolerando la tracción relativamente bien, pero menos predecible en cuanto a cambios cosméticos con las estimaciones cefalométricas estándar y de comportamiento de tejidos blandos faciales, que están basadas en población de adultos jóvenes¹⁷. Con respecto a la salud bucodental, muchos pacientes SAHS son respiradores orales y existe un mayor desgaste

dental, más reconstrucciones coronales, más implantes dentales, más sectores edéntulos, mayores compensaciones, peor estado periodontal con mayor riesgo de retracciones gingivales y pérdidas de vitalidad pulpar. En cuanto a dispositivos ortodónticos, pacientes SAHS pueden a veces no precisar o no desear llevar a cabo movimientos dentales, de forma que no ocurrirían cambios en la oclusión pre y postoperatoria. Sin embargo, habrá situaciones donde para garantizar una oclusión estable será imprescindible una mínima descompensación, coordinación de arcadas y tallados. En todos los casos se colocarán unos arcos rígidos con anclajes fuertes antes del procedimiento quirúrgico, de cara a mantener las fijaciones intermaxilares durante el posicionamiento de los fragmentos osteotomizados con sistemas convencionales de férulas y para realizar ajustes ortodónticos postoperatorios, que es necesario prácticamente siempre¹⁸.

El movimiento de AMM debería ser el máximo que permita estabilidad oclusal, suficiente contacto óseo entre los segmentos osteotomizados para lograr consolidación, vascularización garantizada de tejidos blandos después de su despegamiento y tracción, y parámetros cefalométricos razonables. Una complicación habitualmente reportada son los perfiles protrusivos, aunque suelen ser favorablemente aceptados debido a su connotación rejuvenecedora¹⁷.

En cuanto a particularidades de la técnica, a veces el maxilar superior necesita ser segmentado en varios fragmentos en caso de hipoplasias trasversas. Nosotros realizamos una segmentación en forma de H. Si la discrepancia es mayor de 5-8 mm, preferiríamos la técnica de expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente, posponiendo el AMM a un segundo tiempo (caso 5). En presencia de narices pequeñas preoperatorias, consideramos osteotomías de Lefort I sub-espinales, intentando preservar la musculatura perinasal y modificar menos la base y punta nasales. Las osteotomías mandibulares a nivel de la cortical bucal no deberían ser muy posteriores, al menos entre el segundo y primer molar, para asegurar suficiente contacto óseo durante la osteosíntesis. Cuando los fragmentos osteotomizados son traccionados anteriormente, las interferencias óseas y adhesiones de tejidos blandos deben ser eliminadas, con cuidado de no comprometer la vascularización. Resaltamos la liberación completa, pero no ligadura, de los pedículos palatinos mayores en el maxilar superior, mientras que en la mandíbula destaca el despegamiento del periostio en la cortical basilar y de la cincha pterigo-maseterina preservando únicamente su inserción posterior.

La rotación antihoraria potencia el AMM, ensanchando la región RP todavía más y también la RG por el reposicionamiento mandibular más anterosuperior con el máximo impacto óseo facial en el

Pog, compensando situaciones en la cuales no alcanzamos los 10-12 mm recomendados de avance en el ICS¹⁹. Se debe tener precaución con los gaps posteriores en el maxilar superior, requiriendo en ocasiones injertos óseos u osteosíntesis adicional en la arbotante maxilomalar. Defectos palpables pueden ocurrir en el borde basilar mandibular. Existe también riesgo, especialmente si no se realizó ortodoncia preoperatoria, de exposición incisal disminuida y sonrisa gingival posterior²⁰.

El método tradicional de reposicionamiento de los fragmentos maxilares osteotomizados es por medio de férulas oclusales. Sistemas de navegación y de guías y placas personalizadas han sido desarrollados en la última década. Su uso puede reducir tiempos quirúrgicos y proporcionar mejor control de la dimensión vertical y posición condilar. Se requiere certeza absoluta de que los registros preoperatorios de relación céntrica mandibular son todos correctos para el diseño y síntesis de estos dispositivos personalizados. Una desventaja es el mayor gasto económico que conllevan. Podría estar justificado en pacientes SAHS, debido a los grandes movimientos requeridos, que implican una estabilización de fragmentos más compleja que otros casos de cirugía ortognática convencional. Nosotros llevamos a cabo las osteotomías maxilares primero con estos sistemas, mientras que preferimos empezar los procedimientos por la mandíbula con férulas oclusales, de modo que la férula intermedia no sea muy voluminosa por la mordida abierta generada con la rotación antihoraria^{7,8}.

Otros procedimientos complementarios con implicaciones en la VAS pueden ser realizados utilizando el mismo abordaje intraoral del AMM. Septoplastias y turbinectomías tratan de mejorar el flujo aéreo a través de la cavidad nasal (CN). Remodelado óseo y ensanchamiento de las aperturas piriformes puede ser llevado a cabo antes de completar la osteosíntesis maxilar, con precaución de no comprometer la arbotante maxilonasal y la premaxilar, donde las placas y tornillos serán situados. Los avances genioglosos y mentoplastias de deslizamiento altas (Figura 5), además de mejorar la estética facial, proyectan todavía más la AG traccionando antero-superiormente los músculos geniogloso y genihioideo. Estas dos técnicas deberían siempre realizarse después de haber completado el AMM. Las uvulopalatofaringoplastias asociadas a AMM tienen riesgo de incompetencia velo-faríngea¹³. Por lo tanto, las escisiones deberían ser muy conservadoras, solo en pacientes con claro exceso de tejido blando, siempre antes del AMM, y avance limitado por perfiles convexos protrusivos que son más frecuentes en etnias asiáticas o negroides que en blanco-caucásicos²⁰.

Con respecto a la morfología de VAS tras el AMM, varios estudios han reportado cuantitativamente cambios en CN, nasofaringe (NPh), RP, RG e HPh. Los hallazgos más destacables se localizan en RP y RG y en relación con la posición del hioides^{19,21}. CN, cavidad oral y NPh son excluidos en nuestro análisis debido a la tremenda variabilidad anatómica y compleja delimitación de márgenes en esas localizaciones. Las principales limitaciones radican en la estandarización de pruebas (TLC, CBCT, TC o resonancia magnética [RM]), el método de segmentación 3D y la adquisición de medidas, con frecuencia pobremente especificada y difícilmente reproducible²². En general, se toman las mismas referencias para el diagnóstico cefalométrico, la planificación de movimientos y las medidas de VAS: plano de Frankfurt, posición natural de la cabeza y vertical gravitacional verdadera²³⁻²⁵. Sin embargo, los tejidos blandos posteriores contienen la VAS, que puede modificar su morfología por los siguientes movimientos de la columna cervical: flexo-extensión, traslación, rotación e inclinaciones transversales. Es una limitación crítica, ya que aunque las pruebas radiológicas estuvieran perfectamente estandarizadas, el posicionamiento cervical no está asegurado. Una máscara craneofacial cervical es una posible solución, pero no hemos encontrado ningún estudio que trabaje con ello. Otra opción es utilizar una metodología de puntos clave de referencia 3D (tanto de estructuras óseas como de tejidos blandos) que proporcione una segmentación fiable y medidas precisas volumétricas, de áreas de sección transversal y distancias lineales. Reportes previos como el presente estudio utilizan este tipo de metodología, pero es a destacar que el nuestro es con TC médicos en posición supina mientras los demás son con CBCT y pacientes habitualmente sentados²²⁻²⁵.

Destacan los siguientes estudios comparativos preoperatorio en pacientes SAHS, con método similar al nuestro y también consistentes con nuestros resultados. Faria y cols.²³ reportan mediante RM un incremento de V del 26,72 % en RP y del 27,20 % en RG. EL mismo grupo a partir de TLC concluye que cada mm de avance implica una ganancia RP de 0,76 mm y RG de 1,20 mm; y también comunica una posición más superior de hioides. Zinser y cols.²⁴ utilizando TC presenta resultados significativos de: acortamiento de VAS, aumento de V, forma más elíptica y una posición más anterosuperior del hioides. El mayor impacto es en la región RP, RG y en la localización del AR mínima. Schendel y cols.²⁵ reportan datos significativos de incremento de V de x 2,5 globalmente, x 3,5 en RP y x 1,5 en RG; y una arquitectura más elíptica. El acortamiento de VAS y la elevación del hioides no son significativos.

Algunos autores hacen un intento de correlacionar y cuantificar la cantidad de avance planificado en relación directa con los cambios de L, V, AR y D^{19,21,23}. A pesar del gran interés de estas estimaciones, no fueron considerados en nuestra serie. Están involucradas muchas particularidades anatómicas individuales y la planificación de cada paciente es única. Es más, los movimientos óseos reales muy rara vez son exactos a los planificados, aun con sistemas personalizados y especialmente en la mandíbula. Creemos que un mayor número de pacientes debería ser reclutado para realizar esta clase de análisis y precaución extra debería ser tomada en cuenta en su interpretación, en tanto que las herramientas informáticas de estimación de los cambios en tejidos blandos de la cara y en VAS con la reposición dental-ósea no están claramente establecidas ni validadas hoy día^{7,8}.

Otras estructuras distintas a la VAS en pacientes SAHS pueden ser segmentadas 3D, estudiadas y comparadas, tal y como el maxilar superior, mandíbula, incluso tejidos blandos (lengua, paladar blando o TBP) sabiendo que sus mallas son menos precisas que las de aire u óseas. Técnicas dinámicas de imagen, diferenciando la posición supina de no supina e incluso vigilia frente a estado inducido de sueño, podrían proporcionar más información relevante en cuanto a la colapsabilidad. Por la gran cantidad de CBCT llevados a cabo en la actualidad de cara a la evaluación clínica dental y maxilofacial, un paquete específico de medidas radiológicas 3D junto con datos de la exploración física (IMC especialmente) podría sugerir perfiles de alto riesgo de SAHS antes de que los síntomas aparecieran, como una herramienta complementaria a los cuestionarios de somnolencia diurna^{17,19,22}.

Aunque los IAH no están en rango de la normalidad, todos los pacientes de nuestra serie describen en la entrevista clínica menor ronquido, mejoría de la somnolencia diurna y buena funcionalidad laboral. Nuestro estudio compara PSG y TC en el corto plazo postoperatorio como limitación. Sin embargo, el SAHS es una enfermedad crónica y requiere manejo personalizado y multidisciplinar con seguimiento a largo plazo. El AMM proporciona calidad de vida con mejoría de aspectos clínicos y reducción de morbilidad, pero no cura el síndrome. Tras el AMM, parece haber estabilidad esquelética con el tiempo, pero no está bien establecida en términos de tejidos blandos y sintomatología, que tiende a recurrir inherente al envejecimiento^{1,2,19}.

CONCLUSIONES

La técnica de AMM con rotación antihoraria para el tratamiento de pacientes SAHS moderado-severo, debido al reposicionamiento anterior del maxilar y la proyección antero-superior de la mandíbula, tiene un alto porcentaje de éxito en el corto plazo de seguimiento. Logra IAH global < 15 en el 80 % y SPO2 mínima > 85 en el 75 % de nuestra serie. El mayor avance y rotación posibles son planificados, teniendo en cuenta limitaciones oclusales, óseas, de tejido blando y cosméticas. Cambios anatómicos en VAS tras el AMM estadísticamente significativos y clínicamente relevantes son acortamiento e incremento de V total, principalmente a costa del compartimento RP, que es la localización más colapsable. El AR mínima se triplica, la arquitectura de VAS es más elíptica y el hioides se mueve a una posición más anterosuperior. La estabilidad de estos cambios morfológicos y clínicos a largo plazo está todavía por determinar. Más pacientes se seguirán reclutando para el presente estudio.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores no declaran conflictos de interés.

FINANCIACIÓN

El presente estudio fue financiado, el autor para correspondencia (y segundo) Carlos Prol recibió la beca "BBK-BIOCRUCES BIZKAIA Post-MIR Curso 2019-2020".

ENGLISH VERSION

INTRODUCTION

Symptoms and consequences of obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome (OSAHS) are the result of repetitive upper airway (UA) collapse. Before starting any conservative or invasive treatment, diagnosis must be confirmed and severity characterized by a nocturnal polysomnography (PSG) performed in a specialized laboratory. Continuous positive airway pressure (CPAP) is the gold standard treatment for moderate-severe cases. In the last decades, mandibular advancement devices (MAD) have also been globally introduced. Before considering any surgical procedure, it is advisable to reevaluate anatomy, comorbidities and patient's desire. In addition, the indication should be discussed in a multidisciplinary committee^{1,2}. Maxillo-mandibular advancement (MMA) especially if associated with counterclockwise rotation (CCW) widens the overall UA and stretches surrounding soft tissues. Although it is an invasive treatment, it has been reported reduction of the apnea/hipopnea index (AHI) to normal values in 75-100% of cases in short-term and medium-term follow-up^{1,3-5}. Our working protocol, evaluation of clinical outcomes and a pilot retrospective observational study of UA morphological changes are presented. It is intended to corroborate that our findings, based in a 20-patient cohort with moderate-severe OSAHS undergoing MMA with CCW, are consistent with the current literature.

MATERIAL AND METHODS

Inclusion criteria are: ≥ 18 y/o, moderate-severe OSAHS in non-specific or supine position, indication determined by a sleep pathology committee (pneumology, otorinolaryngology, maxillofacial, dentistry, radiology, and neurophysiology), and written informed consent for surgery. Exclusion criteria are: pregnant woman, predominant apneas of central origin, major craniofacial deformities (such as cleft palate, severe asymmetric malocclusion, trauma or head & neck oncologic surgery), and different surgery than MMA. The study protocol was reviewed and approved by the institutional review board of clinical research ethics "OSI Ezkerraldea-Enkarterri-Cruces", code CEIC E19/39, and it is in compliance with the *Helsinki Declaration*. Patients signed a specific consent form conveniently informed for the study. Clinical outcomes and UA morphology

are analyzed, based on PSG and head & neck computed tomography (CT) as complementary examinations of the usual clinical practice. They were performed a maximum of 3 months before the MMA and postoperatively between the third month and the first year. Diagnosis, treatment and complementary examinations took place between 2012 and 2017 in a single third-level health center.

Surgical planning

Once the surgery indication is established, a cephalometric analysis is performed: facial and intraoral photographs, lateral teleradiograph of the cranium (LTC), orthopantomography and plaster dental models⁶. When we consider the patient is prepared from an oral health point of view and occlusally, a CT is performed. From the axial series and current dental models, a digital dental-cranium-facial mesh is segmented and oriented according to the natural plane of the head and clinical exploratory data. *Lefort I* maxillary osteotomy, *Obwegeser-Dal Pont* mandibular split, and movements pivoted on the upper central incisor (UCI) are planned in three-dimension (3D), fitting the most stable occlusion, which will be the same as the initial one if pre-operative orthodontics has not been implemented. Repositioning surgical devices, either standard occlusal splints or customized cutting-perforating guides and preformed plates, are designed and manufactured by computer-assisted technology. Other simultaneous skeletal procedures could also be digitally plotted and measured. Genioplasties are considered for achieving the best patient's profile and correct frontal asymmetries; while genioglossus advancements are proposed when there is a huge retro-glossal (RG) collapse and the dental-osseous mandibular anatomy is favorable⁷⁻⁹. The first author is the main surgeon regarding planning and techniques' execution.

Examinations standardization

PSG is performed according to the national pneumology society recommendations¹⁰. CT (*Philips Brilliance CT*[®], 16 detectors) are: non-contrast, helical, 1mm axial slices, patient awake, supine position, still, no swallowing, apnea at the end of exhalation, relaxed lips, lingual tip in contact with UCI, mandible centric relation, and complete inclusion of the hyoid bone and cranium.

General data and clinical outcomes

There are collected epidemiological data (sex, ethnicity and age at the time of MMA), exploration data [body mass index (BMI), *Mallampati* scale and *Angle* class], previous surgeries and orthodontics, simultaneous MMA procedures UA related, and repositioning system of the osteotomized maxillary segments. The advancement is recorded at the UCI and at the *Pogonion* (Pog), the anterior vertical movement (AVM) at the UCI, and the posterior vertical movement at the first upper right and left molars. It is registered from PSG the apnea/hipopnea index (AHI) in non-specific, supine and non-supine position; and the basal and minimum peripheral capillary oxygen saturation (SPO2) parameters. Mild OSAHS is considered with 5-15 AHI and daytime sleepiness symptoms, moderate one with 16-30, and severe $>30^{1,2}$.

UA variables: (NemoTec FAB® software, 2.7.0 version)

The cranium-facial mesh of each patient is oriented in the axial plane by aligning the nasopalatine duct with the odontoid process, which is aligned at the same time with the base of the *crista galli* in the coronal plane. In the mid-sagittal one, the horizontal main reference is the hard palate (HP) plane, while the vertical main reference is the perpendicular plane that crosses through the most antero-inferior point of the second cervical vertebra (AIC2) (Figure 1). Parallel planes to the HP one that pass through the uvula's tip (UT), epiglottis' tip (ET) and the antero-inferior point of the hyoid bone (AIHB) divide the UA into 3 compartments: retro-palatal (RP), RG and hypopharynx (HPh). Parallel to the vertical reference, lengths (L) are measured by compartments, the sum and the total independently. It is segmented an air mesh whose limits are: superior HP plane, inferior AIHB plane, anterior soft tissues excluding the oral cavity air, posterior pre-vertebral musculature, and lateral para-pharyngeal musculature. Volumes (V) are calculated as a result of an air density point approximately -1000HU and a range of +/-500HU, also by compartments, the sum and the total independently (Figure 2). In axial slices parallel to the HP, we record the minimum area (AR), its location, and dimensions (D), understood as maximum antero-posterior (AP) and transverse (TV) straight distance of air density (Figure 3). In addition, horizontal distances parallel to the HP plane from the AIC2 one are quantified: posterior nasal spine (PNS), mental spine (MS), AIHB and pre-vertebral soft tissues (PST) at the height of the AIC2 (Figure 4). All measurements are carried out by the second author.

Statistic analysis: (SPSS® software, 23.0.0 version)

Descriptive statistics of frequencies are calculated. Furthermore, a comparative by pairs' analysis of the dependent (pre- and post-operative) continuous variables is carried out. The normality of the variables is verified with the *Kolmogorov-Smirnov* test, so the parametric (dependent-samples *Student's t*) or non-parametric test (*Wilcoxon* signed rank) is applied, with $p < 0.05$.

RESULTS

Male/Female ratio is 19/1. 100% are white-Caucasian with a mean age of 41 (32-52) y/o. 45% have BMI >25, 85% *Mallampati's* III-IV and 45% no malocclusion. 60% had not undergone surgeries UA related prior to MMA and 85% neither did pre-operative orthodontics. Five patients undergo genioplasty and one genioglossal advancement simultaneously to the MMA. All surgeries proceed without intra-operative incidents. Maxillary repositioning is with occlusal splints in 20% of the cases, while in the rest is performed with customized systems of guides and plates. The mean planned advancement at the UCI is 10.40mm (9.70-11.00), with 2.11mm (7.00-1.00) of AVM and posterior leveling, thus carrying out the CCW so the Pog is 14.60mm (11.30-22.30) pushed forward (Table I).

The overall AHI is significantly reduced by 30.50 points of median after surgery while in supine position by 51.00 points. This supposes AHI <15 in 80% and <5 in 50% postoperatively. There are some absent data in supine and non-supine position if the patient maintained the same position during PSG. Although the basal SPO2 does not change, the minimum one improves 5.00 points of median, that is to say SPO2 >85% in 75% of the cases (Table II).

The clinically and statistically significant changes in the UA include 10.98mm of total L reduction of mean, especially in the RP location although it decreases in all compartments. Total V enlarges 6.26mm³ of mean, doubling in RP location and without statistical significance in HPh. The error range between the difference of the total and the sum of compartments is <1mm for L and <1mm³ for V. Minimum AR, RP located in 85% of pre-operative CTs and in 55% of post-operative ones, increases 49.72mm² of mean, almost tripling. D-TV widens more than D-AP, suggesting an elliptical-shaped expansion, with differences of 8.67mm and 3.62mm of mean respectively. There is a significant increase in horizontal Ls, to highlight L-AIHB, which implies a more anterior position of the hyoid bone. It also ascends, due to the overall UA vertical shortening. Although the

L-PST reduction is statically significant, it is not clinically because the difference is <1mm of mean and median (Table III).

DISCUSSION

According to *Stanford's* stepwise-surgery protocol for OSAHS, MMA was initially part of a phase II of management^{11,12}. It was considered whether other surgical procedures had failed, mainly focused on soft tissue of UA specific locations. Nowadays, it is considered as primary treatment, as a single surgery approach with an overall impact in UA, in patients with dental-facial deformities predisposing to collapse such as retrognathia, maxillary hypoplasia or overjet. It will be a secondary treatment in the presence of CPAP or MAD intolerance^{4,5}. MMA intends to widen RP and RG regions by antero-superior traction of the PNS and MS, insertions of the velo-pharyngeal and suprahyoid musculature. In addition, it also stretches the para-pharyngeal musculature¹³. In refractory cases, there is already a *Stanford's* phase III that includes hypoglossal neurostimulation¹⁴. Although it has been demonstrated AHI clearly improves in OSAHS after MMA, most of the studies reported have heterogeneous presentation of planning, technique details, clinical outcomes and UA morphological evaluation¹⁵.

Regarding planning, just like other surgical cases of dental-facial deformities without OSAHS, three basic pillars should be balanced: occlusion, aesthetics and UA. Current usual clinical practice is working with digitized 3D radiology, which provides more information and allows greater control and accuracy than 2D, especially in frontal planes^{6,9}. The tomography par excellence to assess cranium-facial bones is the cone-beam one (CBCT). However, we believe it is still more reliable a helical medical CT in OSAHS patients, gaining more soft tissue resolution and possibly more precision in UA segmentation too, at the cost of more radiation exposure. These surgeries have great impact on health and psychosocial aspects because of implicit aesthetics, so CBCT/CT is sometimes considered not only for planning, but also for the initial cephalometric analysis and post-operative control, achieving an entirely 3D evaluation¹⁶. We perform the first control with CT in OSAHS patients, but not the initial study or successive reviews.

We should take into account differences in OSAHS population compared to general one who goes through orthognathic surgery. OSAHS patients are usually middle-aged adults in the fourth-fifth decade, with body positional compensations to facilitate air flow such as hyperextension and anterior cervical translational movement, more anesthetic risk, more cardiovascular risk factors

and more cardiac, respiratory and neurological comorbidities². There is a tendency for maxillary bi-retrusion and bone atrophy with aging due to loss of the trabecular layer, making osteotomies more complex. Facial profiles tend to be convex with more soft tissue laxity, tolerating traction relatively well, but less predictable in regard to cosmetic changes with the standard cephalometric and morphing estimations, which are focused on young adult population¹⁷. With regard to dental-oral health, many OSAHS patients are mouth breathing and there is a greater teeth attrition, more crown reconstructions, more dental implants, more edentulous sectors, more large dental compensations, worse periodontal status with greater risk of gingival retractions and dental vitality losses. As for orthodontic appliances, OSAHS patients may sometimes not need nor wish to carry out dental movements, so no changes will happen in pre-operative and post-operative occlusion. However, there will be situations where for guaranteeing a stable occlusion it is essential a minimum decompensation, arch coordination and tooth carvings. Rigid arches with strong anchor pins are placed before surgical procedure in all cases, to hold the inter-maxillary fixations during the osteotomized segments positioning with conventional splint systems and to carry out post-operative orthodontic adjustments, which is necessary nearly always¹⁸.

MMA movement should be the maximum that allows occlusal stability, enough bone contact between osteotomized segments to achieve consolidation, reliable vascularization through soft tissues after their detachment and traction, and reasonable cephalometric measurement. A common reported complication is protrusive profiles, although they are usually favorably accepted due to its rejuvenating connotation¹⁷.

As technique particularities, sometimes the upper-maxilla needs to be segmented into several fragments in the face of transverse hypoplasias. We perform H-shape segmentation. If transversal discrepancy is greater than 5-8mm, we would prefer surgically-assisted palatal expansion technique, delaying MMA to a second procedure (case 5). In pre-operative small noses, we consider sub-spinal *Lefort I* osteotomies, which try to preserve the perinasal musculature and modify lesser the base and nasal tip. Mandibular osteotomies at buccal bone level should not be too posterior, at least between the second and first molar, to assure enough bone contact during osteosynthesis. When the osteotomized segments are anteriorly pulled, bone interferences and soft tissue attachments should be removed, carefully not to compromise vascularization. It stands out the complete release, but not ligation, of the greater palatine pedicles in the upper-maxilla,

while in the mandible it is to highlight the detachment of the basilar cortical periosteum and the pterygoid-masseteric sling preserving only its posterior attachment.

CCW enhances the MMA, widening the RP region further and also the RG because of the more antero-superior mandibular repositioning with the maximum facial bony impact at the Pog, compensating situations in which we do not reach the recommended 10-12mm of advancement at the UCI¹⁹. Caution should be taken with posterior gaps in the upper-maxilla, requiring sometimes bone grafts or additional osteosynthesis in the zygomatico-maxillary buttress. Palpable defects could happen in the mandible's basilar edge. There is also a risk, especially if there was not pre-operative orthodontics, of reduced incisor exposure and posterior gummy smile²⁰.

Traditional method of osteotomized maxilla segments repositioning is by means of occlusal splints. Navigator systems and custom-made guides and plates have been developed in the last decade. Their utilization could reduce surgical times and provide better control of the vertical dimension and condyle position. Absolute certainty is required that the pre-operative mandible centric relation records are all right for the design and manufacture of these custom-made devices. A disadvantage is the greater economic expense they entail. These could be justified in OSAHS patients, due to the large movements required, leading to more complex segments stabilization than conventional orthognathic surgery cases. We perform the maxilla-first osteotomies with these systems, while we prefer mandible-first procedures with occlusal splints, so that the intermediate splint would not be too thick because of the open bite generated with the CCW^{7,8}.

Other complementary procedures with implications in UA could be performed using the same intraoral approach of MMA. Septoplasties and turbinectomies aim to improve the air flow through the nasal cavity. Bone remodeling and widening of the pyriform aperture could be carried out before completing the maxillary osteosynthesis, carefully so it is not compromised the nasal-maxillary buttress and pre-maxilla bone where the plates and screws will be placed. Genioglossal advancements and elevated sliding genioplasties (Figure 5), in addition to improving facial cosmetics, project MS even more by pulling antero-superiorly the genioglossal and geniohyoid musculature. These two techniques should always be done after the MMA is completed. Uvulopalatopharyngoplasties associated with MMS have velopalatine incompetence risk¹³. Therefore, excisions should be very conservative, only in patients clearly with soft tissue excess, always before MMA, and limited advancement by convex protrusive profiles which are more frequent in asian or black ethnicities than white-Caucasians²⁰.

In regard to UA morphology after MMA, several studies have reported quantitatively changes in nasal cavity (NC), nasopharynx (NPh), RP, RG and HPh. Most promising findings are located in RP and RG and in relation to the hyoid bone position^{19,21}. NC, oral cavity and NPh are left out of account in our analysis, due to the tremendous anatomical variability and complex margin delimitation of these locations. The main issues are the examinations' standardization [LTC, CBCT, CT or magnetic resonance imaging (MRI)], the 3D segmentation method and the measurements' acquisition, often poorly specified and hardly reproducible²². In general, the same references are taken for cephalometric diagnosis, movements' planning and UA measurements: *Frankfurt* plane, natural head positioning and true gravitational vertical plane²³⁻²⁵. Nevertheless, posterior soft tissues contain the UA that could modify its morphology because of the following cervical spine movements: flexo-extension, translation, rotation and transverse bending. It is a critical limitation, since although radiological examinations might be well-standardized, cervical positioning is not assured. A cranium-facial-cervical positioning mask is a possible solution, but we have not found any study that works with it. Other option is to use a 3D landmark (both hard and soft tissue structures) localization methodology which provides reliable segmentation and accurate measure of volumes, cross-sectional areas and linear distances. Previous reports such as this study use this kind of method, but it is to be mentioned ours is with medical CT in supine position while the others are with CBCT and the patients usually sitting²²⁻²⁵.

It stands out the following comparative pre-post-operative studies in OSAHS patients, with methodologies similar to ours and consistent with our results too. *Faria et al.*²³ reports by MRI a V increase of 26.72% in RP and 27.20% in RG. The same group by LTC concludes that each mm of advancement implies a RP gain of 0.76mm and a RG one of 1.20mm; and also reports a more superior hyoid bone position. *Zinser et al.*²⁴ using CTs present significant results of: UA shortening, V increase, more elliptical shape and more antero-superior hyoid bone position. The greater impact is in RP, RG and minimum AR location. *Schendel et al.*²⁵ report significant data of V increases of x2.5 overall, x3.5 in RP and x1.5 in RG; and more elliptical architecture. UA shortening and hyoid bone elevation are not significant.

Some authors do an attempt to correlate and quantify the amount of planned advancement in direct relation with the L, V, AR and D changes^{19,21,23}. Although it could be of great interest, it was not considered in our series. Many individual anatomical particularities are involved and each patient's planning is unique. Furthermore, the real bone movements rarely are exactly the planned ones, even with customized systems and especially in the mandible. We think a greater

number of patients should be recruited to perform that kind of analysis and extra caution should be taken in its interpretation inasmuch as the morphing estimation of soft tissues in the face and UA with dental-osseous repositioning is not clearly established^{7,8}.

Other structures rather than UA could be 3D segmented, studied and compared in OSAHS patients, such as the upper-maxilla, mandible, even soft tissues (tongue, soft palate or PST) knowing their meshes are less accurate than air or bone ones. Dynamic imaging, differentiating supine versus non-supine positioning and even wakefulness versus induced-asleep status, could provide more valuable information regarding the collapsibility. Due to the huge amount of CBCTs are performed nowadays to carry out dental and maxillofacial clinical evaluations, a specific 3D radiological measurement package beside physical examinations (BMI specially), could suggest high OSAHS risk before symptoms appear, as a complementary tool to sleepiness questionnaires^{17,19,22}.

Although AHIs are not in normal range, all patients in our series describe in the clinical interview decreased snoring, improvement of daytime sleepiness and well-functionality at working time. Our study only compares PSG and CT in the short-term post-operative timing as a limitation. However, OSAHS is a chronic disorder and requires personalized multidisciplinary management with long-term follow-up. MMA provides quality of life with clinical features' improvement and morbidity reduction, but does not cure the syndrome. After MMA there seems to be skeletal stability over time, but it is not well established in terms of soft tissues and clinical symptoms, which tend to recur, inherent to aging^{1,2,19}.

CONCLUSIONS

The MMA with CCW technique for the treatment of moderate-severe OSAHS patients, due to the anterior maxilla repositioning and the antero-superior mandibular projection, has a high success rate in short-term follow-up. It achieves overall AHI <15 in 80% and minimum SPO2 >85 in 75% of our series. The largest possible advancement and rotation are planned, taking into account occlusal, bone, soft tissue and cosmetic limitations. UA anatomical changes after MMA statistically significant and clinically relevant are shortening and total V increase, mainly due to the RP compartment, which is the most collapsible location. Minimum AR triples, UA shape is more elliptical and the hyoid bone moves to a more antero-superior position. The stability of

these morphological and clinical changes in the long-term follow-up is yet to be determined. More patients will continue to be recruited for this study.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

The present study was financed, the corresponding (and second) author Carlos Prol has received the “*BBK-BIOCRUCES BIZKAIA Post-MIR Curso 2019-2020*” scholarship.

Prepublicación

BIBLIOGRAFÍA

1. Epstein LJ, Kristo D, Strollo PJ, Friedman N, Malhotra A, Patil SP, et al. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. *J Clin Sleep Med*. 2009;5(3):263-76.
2. Lloberes P, Durán-Cantolla J, Martínez-García MÁ, Marín JM, Ferrer A, Corral J, et al. Diagnosis and treatment of sleep apnea-hypopnea syndrome. *Archivos de Bronconeumología (English Edition)*. 2011;47(3):143-56. DOI: 10.1016/S1579-2129(11)70034-9.
3. Ronchi P, Novelli G, Colombo L, Valsecchi S, Oldani A, Zucconi M, et al. Effectiveness of maxillo-mandibular advancement in obstructive sleep apnea patients with and without skeletal anomalies. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010;39(6):541-7. DOI: 10.1016/j.ijom.2010.03.006.
4. Zoghi S, Holty JE, Certal V, Abdullatif J, Guilleminault C, Powell NB, et al. Maxillomandibular Advancement for Treatment of Obstructive Sleep Apnea: A Meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016;142(1):58-66. DOI: 10.1001/jamaoto.2015.2678.
5. Holty JE, Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 2010;14(5):287-97. DOI: 10.1016/j.smr.2009.11.003.
6. Birbe J. Planificación clásica en cirugía ortognática. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac*. 2014;36:99-107. DOI: 10.1016/j.maxilo.2012.04.007.
7. Brunso J, Franco M, Constantinescu T, Barbier L, Santamaría JA, Alvarez J. Custom-Machined Miniplates and Bone-Supported Guides for Orthognathic Surgery: A New Surgical Procedure. *J Oral Maxillofac Surg*. 2016;74(5):1061.e1-.e12. DOI: 10.1016/j.joms.2016.01.016.
8. Brunso J, Prol C, Franco M, Carlos Fd, Martin JC, Santamaria JA. Guías y miniplacas personalizadas: un protocolo guiado para cirugía ortognática. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac*. 2017;39(1):7-14. DOI: 10.1016/j.maxilo.2016.05.001.
9. Aboul-Hosn Centenero S. Planificación tridimensional y utilización de férulas Computer Aided Design/Computed Aided Manufacturing en cirugía ortognática. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac*. 2014;36(3):108-12. DOI: 10.1016/j.maxilo.2013.02.003

10. Martín Viñé L, Manchado García N, Pamiés Solé M, Bello, Sebastián J, Ordax Carvajo E. Polisomnografía: procedimientos. In: Morante Vélez F, Ordax Carbajo E, editors. Manual Separ de Procedimientos 20 Manual de Procedimientos en trastornos respiratorios del sueño: Novartis Farmacéutica SA; 2010. p. 21-32.
11. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea syndrome: a review of 306 consecutively treated surgical patients. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1993;108(2):117-25. DOI: 10.1177/019459989310800203.
12. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea syndrome: a surgical protocol for dynamic upper airway reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg.* 1993;51(7):742-7. DOI: 10.1016/s0278-2391(10)80412-4.
13. Aurora RN, Casey KR, Kristo D, Auerbach S, Bista SR, Chowdhuri S, et al. Practice parameters for the surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults. *Sleep.* 2010;33(10):1408-13. DOI: 10.1093/sleep/33.10.1408.
14. Liu SY, Riley RW. Continuing the Original Stanford Sleep Surgery Protocol From Upper Airway Reconstruction to Upper Airway Stimulation: Our First Successful Case. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017;75(7):1514-8. DOI: 10.1016/j.joms.2017.02.008.
15. Caples SM, Rowley JA, Prinsell JR, Pallanch JF, Elamin MB, Katz SG, et al. Surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults: a systematic review and meta-analysis. *Sleep.* 2010;33(10):1396-407. DOI: 10.1093/sleep/33.10.1396.
16. Shaheen E, Shujaat S, Saeed T, Jacobs R, Politis C. Three-dimensional planning accuracy and follow-up protocol in orthognathic surgery: a validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019;48(1):71-6. DOI: 10.1016/j.ijom.2018.07.011.
17. Neelapu BC, Kharbanda OP, Sardana HK, Balachandran R, Sardana V, Kapoor P, et al. Craniofacial and upper airway morphology in adult obstructive sleep apnea patients: A systematic review and meta-analysis of cephalometric studies. *Sleep Med Rev.* 2017;31:79-90. DOI: 10.1016/j.smr.2016.01.007.
18. Larson BE. Orthodontic preparation for orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2014;26(4):441-58. DOI: 10.1016/j.coms.2014.08.002.
19. Louro RS, Calasans-Maia JA, Mattos CT, Masterson D, Calasans-Maia MD, Maia LC. Three-dimensional changes to the upper airway after maxillomandibular advancement with counterclockwise rotation: a systematic review and meta-

- analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018;47(5):622-9. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.11.003.
20. Wei S, Zhang Y, Guo X, Yu W, Wang M, Yao K, et al. Counterclockwise maxillomandibular advancement: a choice for Chinese patients with severe obstructive sleep apnea. *Sleep Breath.* 2017;21(4):853-60. DOI: 10.1007/s11325-017-1484-7.
21. Tan SK, Leung WK, Tang ATH, Zwahlen RA. How does mandibular advancement with or without maxillary procedures affect pharyngeal airways? An overview of systematic reviews. *PLoS One.* 2017;12(7):e0181146. DOI: 10.1371/journal.pone.0181146.
22. Neelapu BC, Kharbanda OP, Sardana HK, Gupta A, Vasamsetti S, Balachandran R, et al. The reliability of different methods of manual volumetric segmentation of pharyngeal and sinonasal subregions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2017;124(6):577-87. DOI: 10.1016/j.oooo.2017.08.020.
23. Faria AC, da Silva-Junior SN, Garcia LV, dos Santos AC, Fernandes MR, de Mello-Filho FV. Volumetric analysis of the pharynx in patients with obstructive sleep apnea (OSA) treated with maxillomandibular advancement (MMA). *Sleep Breath.* 2013;17(1):395-401. DOI: 10.1007/s11325-012-0707-1.
24. Zinser MJ, Zachow S, Sailer HF. Bimaxillary 'rotation advancement' procedures in patients with obstructive sleep apnea: a 3-dimensional airway analysis of morphological changes. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42(5):569-78. DOI: 10.1016/j.ijom.2012.08.002.
25. Schendel SA, Broujerdi JA, Jacobson RL. Three-dimensional upper-airway changes with maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146(3):385-93. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.01.026.

Figura 1. Caso 11 preoperatorio. Método de orientación secuencial en el plano axial (A), coronal (B, C) y medio-sagittal (D). Plano medio-sagittal en blanco y planos de referencia en magenta.

Figure 1. Case 11 pre-operative. Sequential orientation method in axial (A), coronal (B, C) and mid-sagittal (D) planes. Mid-sagittal plane in white and reference planes in magenta.

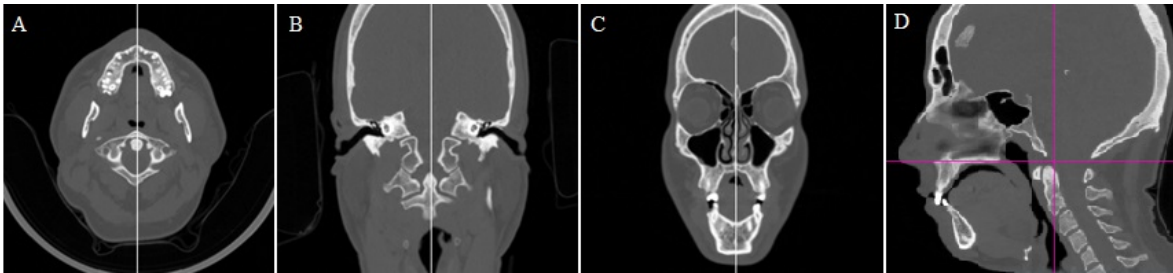


Figura 2. Caso 15 preoperatorio (A-D) y postoperatorio (E-H). Cortes medio-sagittales. Determinación de longitudes verticales y volúmenes. Punto de referencia y longitud total en amarillo. Longitud retro-palatal en turquesa claro, longitud retro-glosal en azul agrisado e hipofaringe en lavanda. Límites del trazado para la estimación de volumen en azul (total y por compartimentos), delimitación de la maya de vía aérea en rosa claro. Localización del área mínima en verde.

Figure 2. Case 15 pre-operative (A-D) and post-operative (E-H). Mid-sagittal slices. Determination of vertical lengths and volumes. Reference planes in magenta. Reference point and total length in yellow. Retro-palatal length in light turquoise, retro-glossal length in grayish blue, and hypopharynx in lavender. Limits of the drawing for the volume estimation in blue (total and by compartments), delimitation of the airway mesh in light pink. Location of the minimum area in green.

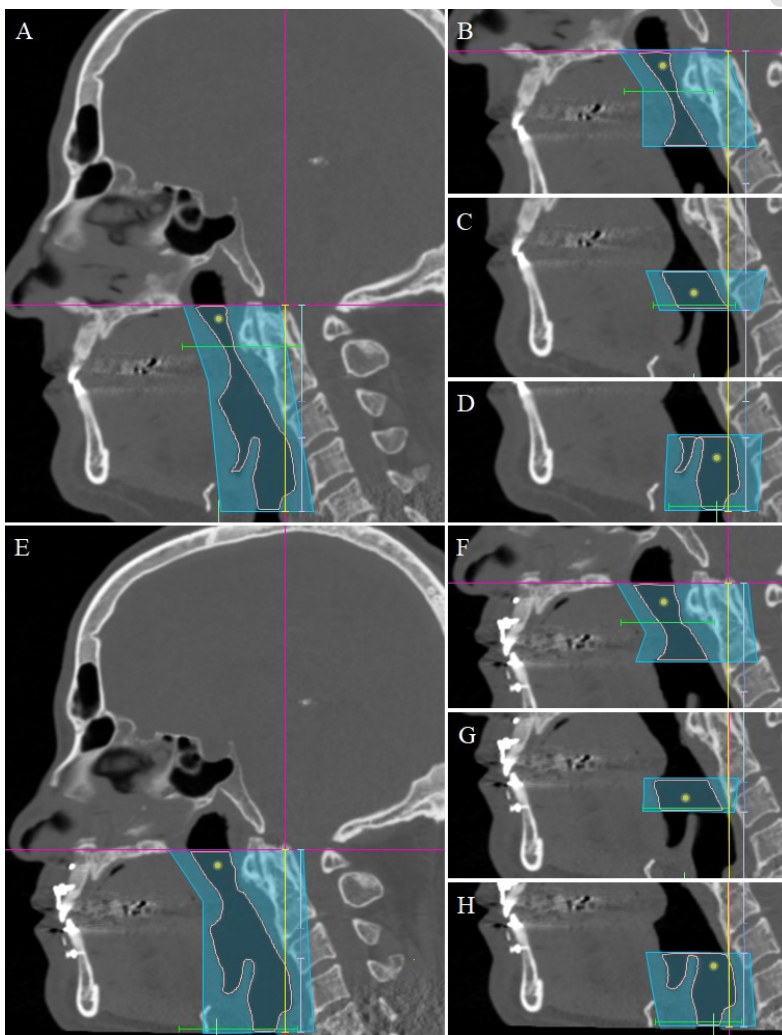


Figura 3. Caso 16 preoperatorio (A) y postoperatorio (B). Corte axial a nivel del área mínima, trazada en rosa claro. Dimensión antero-posterior en rosa oscuro y dimensión transversa en amarillo.

Figure 3. Case 16 pre-operative (A) and post-operative (B). Axial slice at the level of the minimum area, drew in light pink. Antero-posterior dimension in dark pink and transverse dimension in yellow.

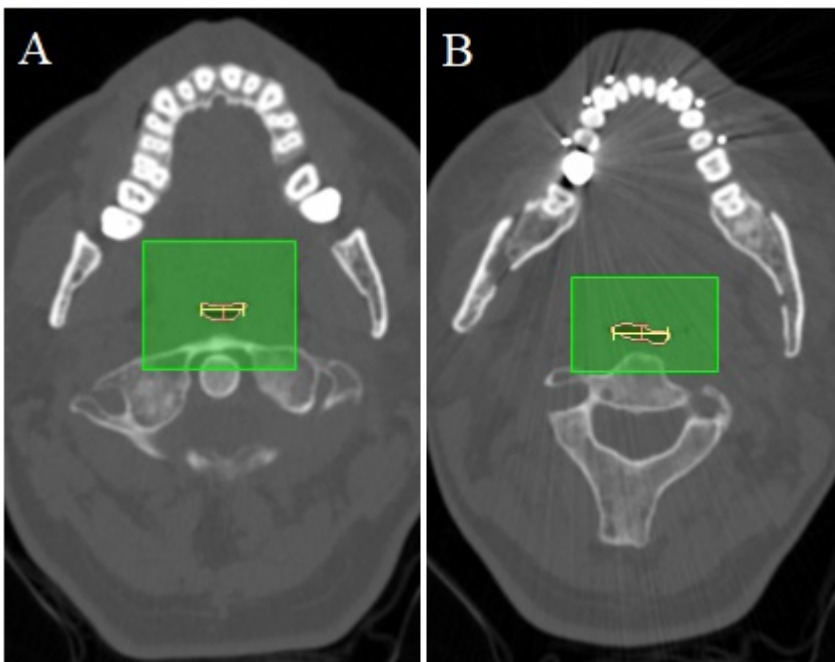


Figura 4. Caso 16 preoperatorio. Corte medio-sagital. Determinación de longitudes horizontales. Planos de referencia en magenta. Longitud a espina nasal posterior en verde, de tejidos blandos prevertebrales en rosa, a apófisis geni en turquesa y a punto antero-inferior de hioides en amarillo.

Figure 4. Case 16 pre-operative. Mid-sagittal slice. Determination of horizontal lengths. Reference planes in magenta. Posterior nasal spine length in green, pre-vertebral soft tissue length in pink, mental spine length in turquoise and antero-inferior hyoid bone length in yellow.

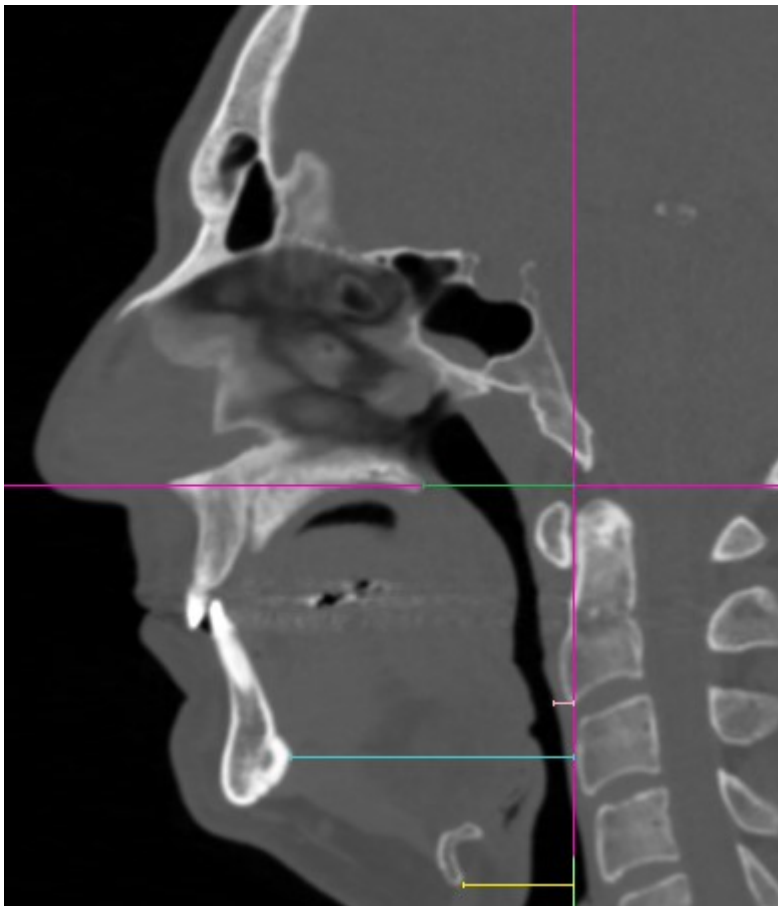


Tabla I. Datos generales y movimientos planificados.

Caso	Edad (años)	Etnia	Sexo	IMC	Mallampati	Clase	Sx (previa)	Ortho (previa)	Sx (actual)	Osteotomía/-síntesis	Av_ ICS (mm)	MVA_ ICS (mm)	MVP_ 1,6 (mm)	MVP_ 2,6 (mm)	Av_ Pog (mm)
01	50	Blanco-Cau	M	33,00	III	I	No	No	AMM + rot anti	Estándar	11,0	Estándar	11,0	1,2	12,0
02	39	Blanco-Cau	M	21,28	II	II	Septoplastia, adenoidectomía	No	AMM + rot anti			-1,0	4,1	3,9	16,1
03	34	Blanco-Cau	M	28,76	III	II	No	Sí	AMM + rot anti	Personalizado	10,0	-2,0	1,0	1,0	14,0
04	48	Blanco-Cau	M	23,78	IV	I	No	No	AMM + rot anti	Personalizado	10,0	-1,0	0,0	0,0	12,6
05	45	Blanco-Cau	M	19,87	III	II	SARPE	Sí	AMM + rot anti	Personalizado	10,0	-2,0	3,0	3,0	16,8
06	42	Blanco-Cau	F	32,52	III	I	No	No	AMM + rot anti	Personalizado	10,5	-1,0	0,0	0,1	13,1
07	37	Blanco-Cau	M	27,06	IV	I	No	No	AMM + rot anti	Personalizado	10,5	-1,0	1,0	1,0	13,3
08	37	Blanco-Cau	M	22,76	IV	II	Uvulopalatofaringoplastia	No	AMM + rot anti	Personalizado	10,0	-2,0	2,2	2,0	12,7
09	36	Blanco-Cau	M	21,88	I	III	No	No	AMM + rot anti, mentoplastia	Personalizado	11,0	-1,0	3,0	3,3	16,8
10	32	Blanco-Cau	M	28,37	IV	II	No	No	AMM + rot anti mentoplastia	Personalizado	10,0	-2,0	3,0	3,0	17
11	45	Blanco-Cau	M	23,99	IV	II	No	No	AMM + rot anti	Personalizado	11,0	-1,0	1,0	1,2	12,9
12	45	Blanco-Cau	M	25,06	IV	II	Amigdalectomía	No	AMM + rot anti	Estándar	11,0	-2,0	2,1	2,0	14,0
13	41	Blanco-Cau	M	25,35	II	II	Adenoidectomía	No	AMM + rot anti	Personalizado	9,7	-4,2	2,9	2,7	11,3
14	38	Blanco-Cau	M	27,00	III	I	No	No	AMM + CCW, mentoplastia	Estándar	10,0	-7,0	2,0	2,0	13,7
15	41	Blanco-Cau	M	36,11	IV	I	Adenoidectomía	No	AMM + rot anti	Personalizado	10,3	-1,9	0,9	1,0	12,5
16	43	Blanco-Cau	M	29,48	III	I	No	No	AMM + rot anti	Personalizado	11,0	-3,0	1,0	1,0	12,7
17	52	Blanco-Cau	M	26,83	IV	I	No	No	AMM + rot anti, mentoplastia	Personalizado	11,0	-2,5	2,0	2,0	18,6
18	32	Blanco-Cau	M	23,88	IV	II	Septoplastia	Sí	AMM + rot anti, mentoplastia	Personalizado	10,0	-2,5	3,0	3,0	22,3
19	48	Blanco-Cau	M	24,16	IV	II	No	No	AMM + rot anti	Personalizado	10,0	-2,0	0,0	0,7	12,4
20	44	Blanco-Cau	M	23,77	IV	I	CENS	No	AMM + rot anti, Av geniogloso	Personalizado	10,0	-2,0	-1,0	0,0	14,6

1,6: primer molar superior derecho. 2,6: primer molar superior izquierdo. AMM: avance maxilomandibular. Av: avance. Cau: caucásico. CENS: cirugía endoscópica nasosinusal. F: femenino. ICS: incisivo central superior. IMC: índice de masa corporal. M: masculino. mm: milímetros. MVA: movimiento vertical anterior. MVP: movimiento vertical posterior. Ortho: ortodoncia. Pog: Pogonion. rot anti: rotación antihoraria. SARPE: expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente. Sx: cirugía.

Prepublicación

Tabla II. Polisomnografías.

Caso	IAH _PRE	IAH _POST	IAH_SUP _PRE	IAH_SUP _POST	IAH_NSUP _PRE	IAH_NSUP _POST	SPO2_BAS _PRE	SPO2_BAS _POST	SPO2_MIN _PRE	SPO2_MIN _POST
01	37	23	37	41	37	5	95	95	89	87
02	68	5	67	7	73	0	95	95	82	83
03	31	7	59	12	11	1	98	97	93	90
04	33	0	48	0	31	0	92	94	92	86
05	28	9	57	10	11	4	96	97	85	92
06	14	3	21	4	12	2	96	93	88	85
07	29	2	50	2	9	0	94	95	81	85
08	35	9	35	14	-	6	96	97	85	92
09	61	16	61	16	-	-	96	96	77	91
10	85	8	88	8	69	-	94	95	63	82
11	76	0	87	0	36	0	93	95	79	88
12	51	1	51	1	-	0	97	98	85	90
13	15	0	28	0	1	0	97	97	80	96
14	22	0	-	0	22	0	96	96	89	92
15	72	35	89	35	39	-	94	97	86	77
16	34	1	35	2	33	0	94	95	86	91
17	33	25	73	30	9	12	93	93	85	86
18	40	3	50	4	35	0	94	94	88	91
19	67	5	67	6	-	5	96	96	87	91
20	33	2	56	2	8	-	96	96	82	92
<i>Media</i>	43,20	7,70	55,74	9,70	27,25	2,19	95.10	95.55	84.10	88.35
<i>Mediana</i>	34,50	4,00	56,00	5,00	26,50	0,00	95.50	95.50	85.00	90.00
<i>sd</i>	21,03	9,74	19,79	12,17	21,24	3,41	1.55	1.39	6.47	4.46
<i>K-S p</i>	0,015	0,002	0,879	0,018	0,083	0,000	0.013	0.250	0.027	0.047
<i>t o W p</i>	0,000		0,000		0,003		0,099		0,019	

BAS: basal. IAH: índice de apnea/hipopnea. K-S: test Kolmogorov-Smirnov. MIN: mínimo. NSUP: posición no supina. p: significación. POST: postoperatorio. PRE: preoperatorio. sd: desviación estándar. SPO2: saturación de oxígeno capilar. SUP: posición supina. t: test t-Student para muestras dependientes. W: test rangos de Wilcoxon.

Prepublicación

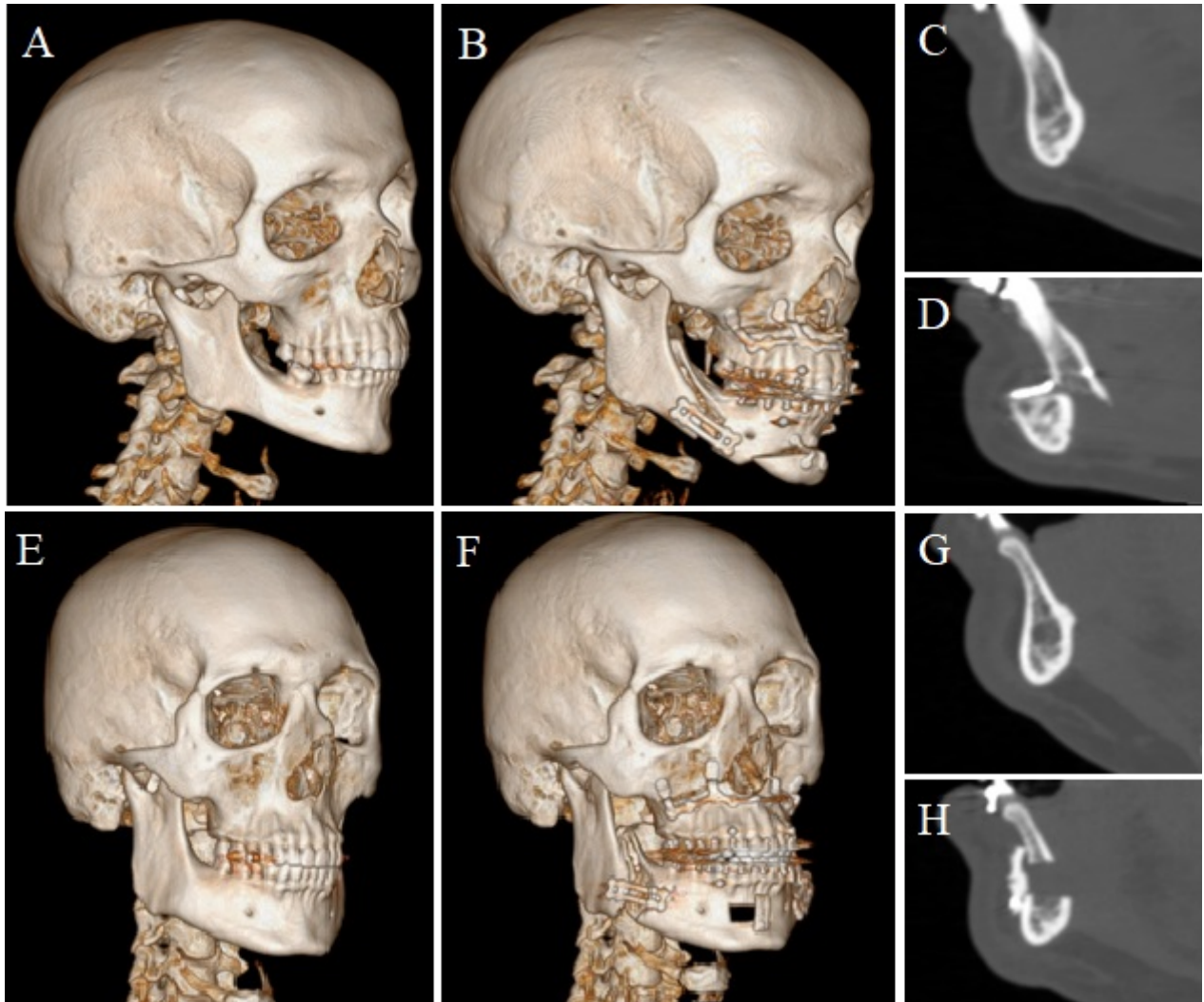
Tabla III. Longitudes verticales (en mm), volúmenes (en mm³), áreas (en mm²), dimensiones (en mm) y longitudes horizontales (en mm).

Caso	L_RP _PRE	L_RP _POST	L_RG _PRE	L_RG _POST	L_HPh _PRE	L_HPh _POST	L_TOT _PRE	L_TOT _POST	V_RP _PRE	V_RP _POST	V_RG _PRE	V_RG _POST	V_HPh _PRE	V_HPh _POST	V_TOT _PRE	V_TOT _POST
01	31,87	34,89	17,83	18,09	31,08	31,02	80,48	83,99	5,10	10,36	5,45	7,10	5,63	8,40	16,29	25,68
02	31,28	27,53	30,37	20,65	22,96	25,56	84,86	73,74	1,77	6,19	0,59	3,55	3,20	2,79	5,94	12,68
03	33,09	29,93	19,72	14,64	42,25	32,20	95,76	76,77	1,40	2,26	3,02	4,42	6,43	4,71	10,81	12,19
04	39,14	27,78	10,67	20,25	32,02	26,62	81,84	74,65	3,82	5,19	2,88	6,63	8,41	6,01	15,31	18,23
05	32,30	26,45	21,20	15,58	28,26	29,66	81,76	71,69	0,60	7,39	3,03	7,27	9,91	9,87	13,13	26,13
06	39,95	36,84	7,61	9,32	26,64	20,42	73,71	66,57	3,72	7,75	1,59	2,79	7,77	4,45	13,10	15,31
07	31,25	31,20	25,26	18,72	23,93	26,38	80,44	76,66	4,59	8,41	2,59	4,03	4,57	7,25	11,89	19,27
08	22,01	22,15	39,23	24,71	28,71	26,41	89,95	74,13	1,71	4,11	6,05	7,57	4,73	3,93	12,50	15,71
09	31,60	30,38	16,68	8,68	30,72	23,87	78,13	62,93	1,70	6,47	2,13	2,66	4,91	10,02	8,51	19,40
10	35,75	16,63	13,01	14,67	31,57	31,78	79,77	63,06	2,24	0,86	1,81	4,05	8,23	11,81	12,24	18,84
11	41,71	30,00	20,85	11,41	29,01	29,58	91,58	70,56	4,82	10,31	2,96	6,14	6,98	17,01	15,03	34,02
12	31,99	27,21	20,43	13,61	26,21	21,77	79,07	62,59	3,03	8,56	2,38	3,20	6,58	5,79	11,86	17,33
13	31,77	26,35	15,11	10,98	24,73	25,04	71,45	62,37	3,73	6,88	1,98	3,14	5,92	8,27	11,73	18,52
14	31,97	23,82	20,04	20,84	27,60	26,80	79,72	71,46	4,23	7,38	2,84	7,07	7,36	8,92	14,37	24,40
15	42,25	36,52	15,45	13,46	32,25	34,11	90,40	84,25	5,56	12,67	5,02	7,70	7,27	10,50	18,02	31,36
16	38,71	38,09	17,35	17,87	33,38	28,69	89,44	84,65	3,02	4,09	1,21	2,06	5,40	6,50	9,69	12,33
17	34,56	27,28	15,26	11,26	33,22	27,28	83,04	65,83	8,95	10,63	7,19	5,64	16,55	9,94	33,04	26,55
18	36,33	24,48	35,02	34,91	15,76	14,97	87,11	74,35	5,68	4,06	2,56	6,44	4,13	2,73	12,33	13,55
19	33,48	27,49	14,03	11,16	35,29	33,48	82,79	71,96	7,62	11,98	2,70	4,61	11,42	16,46	22,11	33,67
20	31,41	27,73	29,82	24,44	36,74	35,25	97,45	86,95	8,89	8,68	3,73	13,91	9,36	15,83	22,13	38,74
<i>Media</i>	34,12	28,64	20,25	16,76	29,62	27,54	83,94	72,96	4,11	7,21	3,09	5,5	7,24	8,56	14,50	21,70
<i>Mediana</i>	32,70	27,63	18,78	15,13	29,87	27,04	82,32	72,85	3,78	7,39	2,77	5,13	6,78	8,34	12,80	19,06
<i>sd</i>	4,66	5,21	8,09	6,40	5,66	4,97	6,84	7,74	2,38	3,16	1,66	2,70	3,01	4,28	5,90	7,97
<i>K-S p</i>	0,013	0,155	0,030	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,001	0,200	0,200	0,200	0,044	0,018
<i>t o W p</i>	0,000		0,012		0,017		0,000		0,000		0,000		0,136		0,000	

Caso	AR_MIN _PRE	AR_MIN _POST	D-AP_MIN _PRE	D-AP_MIN _POST	D-TV_MIN _PRE	D-TV_MIN _POST	L_ENP _PRE	L_ENP _POST	L-TBP _PRE	L_TBP _POST	L_AG _PRE	L_AG _POST	L_AIH _PRE	L_AIH _POST
01	71,91	142,09	5,04	8,23	16,50	22,78	50,75	63,73	6,86	7,75	69,04	81,40	41,61	45,87
02	0,00	50,29	0,00	4,47	0,00	18,33	37,79	44,89	5,32	5,86	54,27	58,55	31,92	34,41
03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,37	39,94	6,34	5,20	60,56	73,84	29,57	32,85
04	36,29	111,54	4,69	7,94	10,32	18,04	43,32	43,85	7,12	5,79	64,04	67,70	28,46	27,78
05	0,00	229,19	0,00	8,22	0,00	26,91	38,34	41,49	5,07	4,96	52,58	64,70	24,32	23,71
06	42,80	119,60	6,11	9,98	9,40	14,67	49,55	47,42	6,17	4,88	73,61	72,79	25,70	28,85
07	53,19	168,07	5,91	10,91	8,45	18,63	41,20	47,33	5,32	4,42	75,79	83,79	35,23	34,06
08	26,77	58,41	2,65	5,52	11,50	13,17	42,82	51,24	6,70	7,67	67,94	78,39	42,10	44,14
09	25,99	121,75	2,80	8,25	10,32	18,05	29,79	50,88	5,27	6,08	54,42	77,69	33,36	38,63
10	19,25	1,21	3,83	1,00	6,70	1,10	43,83	56,64	6,40	5,87	63,56	78,70	23,89	32,14
11	32,35	261,75	4,12	7,64	6,87	29,12	36,33	49,88	4,99	5,07	62,11	77,32	30,83	33,80
12	27,20	120,75	4,16	6,54	10,16	18,60	44,16	45,76	6,22	5,44	61,30	69,84	23,54	28,12
13	52,51	210,06	4,92	12,30	13,41	21,24	34,53	45,43	6,41	6,15	64,12	69,84	27,94	28,55
14	73,78	233,50	6,87	11,56	13,75	27,15	47,04	48,74	5,54	4,68	59,21	66,78	25,11	30,20
15	46,25	140,25	4,64	10,86	12,06	14,81	44,20	53,36	5,91	5,29	76,32	86,01	34,98	37,96
16	48,66	61,94	4,11	4,25	12,34	17,02	32,91	36,57	5,34	5,17	62,74	68,19	28,48	30,57
17	159,50	313,25	10,57	13,79	20,66	37,14	54,20	53,87	6,28	4,76	79,00	76,66	27,38	29,88
18	33,50	100,50	3,86	5,12	10,61	14,85	33,69	36,81	5,25	4,99	49,46	49,42	13,57	11,33
19	99,18	253,33	5,74	15,10	21,19	19,76	40,94	52,57	5,43	4,40	67,87	75,56	29,41	29,70
20	61,80	146,64	5,09	5,88	15,48	31,78	32,37	41,02	5,77	5,36	55,19	76,26	20,17	27,71
Media	45,55	142,21	4,26	7,88	10,49	19,16	40,91	47,57	5,89	5,49	63,66	72,67	28,88	31,51
Mediana	39,55	131,00	4,40	8,08	10,47	18,47	41,07	47,38	5,84	5,25	63,15	74,70	28,47	30,39
sd	37,09	86,81	2,48	3,95	5,93	8,94	6,55	6,79	0,64	0,91	8,31	8,68	6,73	7,30
K-S p	0,139	0,200	0,082	0,200	0,200	0,200	0,787	0,990	0,183	0,127	0,532	0,500	0,712	0,033
t o W p	0,000		0,000		0,000		0,000		0,030		0,000		0,002	

AG: apófisis geni. AIH: anteroinferior hioides. AR: área. D-AP: dimensión anteroposterior. D-TV: dimensión transversal. ENP: espina nasal posterior. HPh: hipofaringe. K-S: test Kolmogorov-Smirnov test. L: longitud. p: significación. MIN: mínimo. POST: postoperatorio. PRE: preoperatorio. RG: retro-glosal. RP: retro-palatal. sd: desviación estándar. t: test t-Student para muestras dependientes. TBP: tejidos blandos pre-vertebrales. TOT: total. V: volumen. W: test rangos de Wilcoxon.

Figura 5: Casos 17 (A-D) y 20 (E-H). Mallas craneofaciales y detalles en corte medio-sagital. Preoperatorio y postoperatorio, avance maxilomandibular con rotación antihoraria asociado a mentoplastia y avance geniogloso.



Prepublicación