XXXVIII

Estabilidad esquelética tridimensional y cambios en las vías aéreas superiores post-cirugía ortognática bimaxilar en pacientes peruanos con patrón fenotípico andino y maloclusión Clase III: Una revisión narrativa

Hilda Milagritos De La Cruz Chipana

XXXVIII

Estabilidad esquelética tridimensional y cambios en las vías aéreas superiores post-cirugía ortognática bimaxilar en pacientes peruanos con patrón fenotípico andino y maloclusión Clase III: Una revisión narrativa

Hilda Milagritos De La Cruz Chipana

RESUMEN

Este manuscrito de revisión narrativa analiza la estabilidad esquelética tridimensional (3D) y la respuesta morfológica de las vías aéreas superiores tras la cirugía ortognática bimaxilar en pacientes peruanos con maloclusión Clase III y patrón fenotípico andino. La evidencia destaca que esta población presenta características cefalométricas distintivas, como una menor altura facial anterior inferior, tendencia braquifacial y dimensiones faríngeas basales reducidas, lo cual desaconseja la aplicación acrítica de parámetros eurocéntricos o asiáticos. Frente al retroceso mandibular aislado, la intervención bimaxilar (osteotomía Le Fort I combinada con osteotomía sagital de rama mandibular y rotación del plano oclusal) demuestra una elevada estabilidad en el vector maxilar, minimiza la recaída mandibular y preserva el volumen del espacio aéreo retroglósico e hipofaríngeo, previniendo riesgos respiratorios como el Síndrome de Apnea-Hipopnea Obstructiva del Sueño. Asimismo, se resalta el papel imprescindible de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y la planificación virtual 3D para predecir vectores de desplazamiento en los ejes X, Y y Z. Se concluye que, aunque la cirugía bimaxilar ofrece un balance predecible entre estética, función oclusal y salud respiratoria, resulta prioritario desarrollar investigaciones clínicas prospectivas locales para estandarizar parámetros cefalométricos 3D normativos adaptados a la morfometría andina.

Palabras clave: cirugía ortognática, maloclusión clase iii, tomografía computarizada de haz cónico, vía aérea, fenotipo andino.

ABSTRACT

This narrative review examines three-dimensional (3D) skeletal stability and the morphological response of the upper airway following bimaxillary orthognathic surgery in Peruvian patients with Class III malocclusion and an Andean phenotypic pattern. The evidence highlights that this population exhibits distinct cephalometric characteristics—such as reduced lower anterior facial height, a brachyfacial growth pattern, and smaller baseline pharyngeal dimensions—which suggests that the uncritical application of Eurocentric or Asian-derived parameters is inappropriate. Compared to isolated mandibular setback, a bimaxillary approach (Le Fort I osteotomy combined with bilateral sagittal split osteotomy and occlusal plane rotation) demonstrates high stability in the maxillary vector, minimizes mandibular relapse, and preserves the volume of the retroglossal and hypopharyngeal airway, thereby preventing respiratory risks such as Obstructive Sleep Apnea-Hypopnea Syndrome. Furthermore, the review underscores the essential role of cone-beam computed tomography (CBCT) and 3D virtual planning in predicting displacement vectors along the X, Y, and Z axes. It is concluded that, while bimaxillary surgery offers a predictable balance between aesthetics, occlusal function, and respiratory health, there is a critical need for local prospective clinical research to establish normative 3D cephalometric parameters tailored to Andean morphometry.

Keywords: orthognathic surgery, Class III malocclusion, cone-beam computed tomography, airway, Andean phenotype.

INTRODUCCIÓN

Las deformidades dentofaciales constituyen una condición compleja con una prevalencia marcada a nivel mundial. En América Latina y particularmente en el Perú, las maloclusiones esqueléticas presentan un impacto severo dentro de la salud pública, registrándose una alta frecuencia de discrepancias severas que abarcan hasta

un 22% de casos de maloclusión Clase III. Esta disconformidad esquelética no solo altera la eficiencia masticatoria y desencadena problemas de articulación fonatoria, sino que ejerce una repercusión negativa substancial sobre la estética facial y la calidad de vida psicosocial de los pacientes (Proffit et al., 2019).

En el ámbito ortodóncico-quirúrgico, el abordaje de la Clase III requiere un entendimiento profundo del patrón morfométrico del individuo. La población andina y mestiza peruana exhibe características cefalométricas distintivas, entre las que destacan un biotipo predominantemente braquifacial o tendencia a la reducción de la altura facial anterior inferior, acompañados de una alteración en la proyección bimaxilar (Barahona et al., 2020; Mendoza-García, 2021). Aplicar acríticamente estándares cefalométricos simplificados concebidos para fenotipos eurocéntricos o asiáticos puede derivar en diagnósticos imprecisos y planes de tratamiento inadecuados para el contexto anatómico sudamericano (Mendoza-García, 2021).

Para corregir estas discrepancias severas, la intervención de elección es la cirugía ortognática bimaxilar, la cual combina la osteotomía Le Fort I maxilar —para movimientos de avanzamiento, impacción o descenso— con la osteotomía sagital de rama mandibular (OSRM) para reposicionar la mandíbula (Reyneke & Ferretti, 2021). Frente al procedimiento monomaxilar aislado de retroceso mandibular, la técnica bimaxilar demuestra ser sensiblemente superior. Esta combinación reduce sustancialmente el riesgo de recaída esquelética y evita el colapso excesivo de la pared faríngea posterior, protegiendo el volumen de las vías aéreas (Mewbold et al., 2022).

En la última década, la práctica clínica ha migrado de las radiografías cefalométricas bidimensionales convencionales hacia la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) (Swennen & Nackaerts, 2021). Esta herramienta tridimensional (3D) ha revolucionado la precisión quirúrgica al permitir la evaluación exacta de los cambios en los ejes X, Y y Z, evaluando no solo la traslación y rotación ósea, sino también los cambios morfológicos y volumétricos en los segmentos nasofaríngeo, orofaríngeo e hipofaríngeo (Gu et al., 2020). Comprender la relación bidireccional entre la estabilidad del complejo maxilomandibular y la permeabilidad de la vía aérea en el espacio 3D es crucial para garantizar resultados estables y precaver trastornos respiratorios del sueño (Proffit et al., 2019).

Pese a los avances tecnológicos y quirúrgicos, existe una escasez de evidencia sistematizada respecto al comportamiento biomecánico y respiratorio tridimensional en pacientes con características antropométricas andinas. Por ende, la presente revisión narrativa se justifica en la necesidad de consolidar la evidencia científica disponible sobre la estabilidad esquelética 3D y la respuesta del espacio aéreo faríngeo post-

cirugía bimaxilar en pacientes peruanos con maloclusión Clase III y patrón fenotípico andino, identificando vacíos de conocimiento para optimizar los protocolos de planificación quirúrgica personalizada.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura científica, un diseño metodológico óptimo para sintetizar evidencia heterogénea y conceptualizar el estado del arte sobre intervenciones ortodóncico-quirúrgicas y variables cefalométricas complejas (Green et al., 2006). Esta aproximación cualitativa permite integrar datos biomecánicos, morfológicos y antropométricos específicos, facilitando una visión crítica de la estabilidad esquelética y las vías aéreas en la población objeto de estudio.

La estrategia de búsqueda y selección de literatura se ejecutó de forma rigurosa en cinco bases de datos electrónicas de alto impacto internacional y regional: PubMed/ MEDLINE, Scopus, SciELO, LILACS y Google Académico. La inclusión de bases de datos latinoamericanas responde a la necesidad de capturar la producción científica regional sobre las particularidades antropométricas del fenotipo andino (Ríos-Guzmán & Torres-Vega, 2021). Se emplearon vocabulario controlado mediante descriptores en ciencias de la salud (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH), combinados con operadores booleanos (AND, OR). La sintaxis de búsqueda incluyó los términos: "Orthognathic Surgery", "Class III Malocclusion", "Imaging, Three-Dimensional", "Cone-Beam Computed Tomography", "Airway", "Skeletal Stability", "Andean population" y "Peru".

Para garantizar la validez externa e interna de la información sintetizada, se aplicaron criterios de selección bien definidos. Los criterios de inclusión abarcaron artículos originales (estudios observacionales, de cohorte y analíticos), revisiones sistemáticas, meta-análisis y series de casos rigurosas realizados en adultos jóvenes y adultos con maloclusión esquelética Clase III sometidos a cirugía bimaxilar. Fue requisito indispensable que las investigaciones emplearan tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para la evaluación tridimensional (3D) de la estabilidad ósea y/o los cambios volumétricos de la vía aérea, así como estudios que abordasen patrones morfométricos sudamericanos o andinos (Alvarez-Sandoval et al., 2023; Swennen & Nackaerts, 2021).

Por el contrario, se establecieron como criterios de exclusión aquellas publicaciones centradas en pacientes con síndromes craneofaciales, malformaciones congénitas o fisura labiopalatina, dado que sus patrones de crecimiento y respuesta biomecánica alteran los parámetros normativos (Proffit et al., 2019). Asimismo, se descartaron reportes de técnica quirúrgica monomaxilar aislada, investigaciones sustentadas exclusivamente en radiografía cefalométrica bidimensional (2D) por su limitada precisión anatómica, y estudios con un periodo de seguimiento postoperatorio inferior a 6 meses, lapso mínimo requerido para evaluar la remodelación ósea y la recaída tardía (Gu et al., 2020; Mewbold et al., 2022).

La extracción de datos y la síntesis temática de la información recolectada se organizaron cualitativamente en tres ejes analíticos principales: 1) características del fenotipo andino y sus implicancias cefalométricas; 2) estabilidad esquelética 3D (morfometría maxilomandibular, traslación y rotación de segmentos); y 3) modificaciones volumétricas y de sección transversal mínima en las vías aéreas superiores postquirúrgicas.

RESULTADOS

Dimensión Antropométrica y Cefalométrica del Fenotipo Andino en la Clase III

El análisis cefalométrico de la población peruana y andina con maloclusión Clase III revela un patrón morfológico heterogéneo, pero con tendencias distintivas. Predomina un biotipo euriprosopo y braquifacial, caracterizado por una menor altura facial anterior inferior y una divergencia facial disminuida en comparación con los valores normativos eurocéntricos (Barahona et al., 2020; Mendoza-García, 2021). Asimismo, se observa una marcada deficiencia del tercio medio facial acompañada de una hipoplasia maxilar severa, la cual suele combinarse con un prognatismo mandibular relativo o verdadero (López-Giménez et al., 2022). Respecto a las vías aéreas superiores en su condición basal, los individuos con fenotipo andino presentan dimensiones nasofaríngeas y orofaríngeas más estrechas en el plano sagital y transversal frente a cohortes caucásicas o asiáticas, lo que representa una menor reserva volumétrica de origen antes de cualquier procedimiento quirúrgico (Quispe-Condori et al., 2021).

Estabilidad Esquelética Tridimensional Post-Cirugía Bimaxilar

La evaluación mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) evidencia que el vector maxilar tras la osteotomía Le Fort I muestra una elevada estabilidad tridimensional. Los movimientos de avanzamiento maxilar de hasta 6 mm presentan tasas de recaída vertical y horizontal insignificantes (< 0.8 mm) al año de seguimiento, manteniéndose la posición del punto A y el plano oclusal gracias a la fijación rígida interna con placas de titanio (Gu et al., 2020; Reyneke & Ferretti, 2021).

Por otro lado, el vector mandibular gestionado mediante la osteotomía sagital de rama mandibular (OSRM) muestra una susceptibilidad moderada a la recaída postoperatoria. Se reporta un desplazamiento del mentón en sentido anterior (recaída) de entre 1.0 mm y 1.8 mm, influenciado directamente por el grado de adaptación del cóndilo en la fosa glenoidea, el estiramiento del cincho pterigomaseterino y el tipo de fijación rígida empleada (Mewbold et al., 2022; Van Sickels et al., 2020). Las superposiciones tridimensionales en los ejes X, Y y Z confirman que la cirugía bimaxilar logra corregir eficazmente las asimetrías transversales y las desviaciones de la línea media, garantizando una simetría facial armónica (Swennen & Nackaerts, 2021).

Cambios Volumétricos y Morfométricos en las Vías Aéreas Superiores

El avanzamiento del complejo maxilar induce un incremento volumétrico significativo en los segmentos de la nasofaringe y la orofaringe, expandiendo el espacio aéreo anteroposterior y lateral de manera sostenida en el tiempo (Gu et al., 2020). En contraste, el retroceso mandibular tiende a reducir el espacio aéreo retroglósico e hipofaríngeo; sin embargo, este efecto deletéreo es neutralizado eficientemente cuando se adopta una estrategia de rotación en sentido antihorario del plano oclusal y avanza proporcionalmente el maxilar (Mewbold et al., 2022; Park et al., 2021).

Finalmente, la evaluación del área de menor sección transversal (Minimum Cross-Sectional Area - mCSA) revela un estrechamiento transitorio a los tres meses postquirúrgicos debido al edema blando y la adaptación muscular, seguido de un proceso de recuperación y expansión adaptativa a los 12 meses, consolidando una vía aérea funcionalmente permeable y estable (Park et al., 2021; Swennen & Nackaerts, 2021).

DISCUSIÓN

Interpretabilidad de la Estabilidad 3D en el Contexto Andino

Al contrastar los resultados observados con la literatura internacional, la estabilidad esquelética tridimensional en pacientes andinos muestra patrones convergentes con cohortes caucásicas y asiáticas en cuanto al vector maxilar, pero exhibe discrepancias particulares en el vector mandibular. Mientras que en poblaciones asiáticas la tasa de recaída tras el retroceso mandibular se asocia principalmente al biotipo dolicofacial severo, en el fenotipo andino la marcada prevalencia del patrón braquifacial genera mayor resistencia por parte de la cincha pterigomaseterina y una mayor fuerza en la musculatura masticatoria (Barahona et al., 2020; Kim et al., 2021). Asimismo, la elevada densidad del hueso cortical plano y compacto típica de la morfología mandibular andina favorece una fijación rígida interna más estable, reduciendo el desplazamiento tardío de los segmentos oseointegrados (Mendoza-García, 2021; Van Sickels et al., 2020).

Balance Biomecánico entre Estética Clase III y Salud Respiratoria

El manejo de la maloclusión Clase III plantea un dilema ético y biomecánico sustancial: balancear el perfil facial estético sin comprometer la permeabilidad respiratoria. Un retroceso mandibular excesivo o desproporcionado puede colapsar el espacio aéreo retroglósico, reduciendo el área de menor sección transversal (mCSA) e incrementando significativamente el riesgo de desarrollar el Síndrome de Apnea-Hipopnea Obstructiva del Sueño (SAHOS) yatrogénico a mediano y largo plazo (Gu et al., 2020; Park et al., 2021). Frente a esta controversia, la Planificación Virtual 3D (VSP) se erige como una herramienta crítica. La VSP permite simular vectores de rotación en sentido antihorario del plano oclusal y optimizar el ratio de avanzamiento maxilar frente al retroceso mandibular, garantizando una estética armónica sin menoscabar el volumen del espacio faríngeo (Swennen & Nackaerts, 2021).

Limitaciones de la Evidencia Actual

Existen vacíos metodológicos importantes que restringen la generalización absoluta de la evidencia actual. La principal limitación radica en la escasez de investigaciones prospectivas rigurosas con muestras representativas en las diversas regiones

altoandinas del Perú (Alvarez-Sandoval et al., 2023). Asimismo, existe una marcada heterogeneidad en los protocolos de adquisición de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), registrándose variaciones en la postura del paciente (decripto supino versus bipedestación) y en la fase del ciclo respiratorio al tomar la imagen, factores que alteran de forma espuria las mediciones morfológicas de la vía aérea (Quispe-Condori et al., 2021; Swennen & Nackaerts, 2021).

Implicaciones para la Práctica Clínica en Perú

Estos hallazgos recalcan la urgencia de abandonar los esquemas de tratamiento monomaxilares aislados en Clase III severas en el Perú y adoptar un abordaje verdaderamente multidisciplinario que involucre al cirujano bucomaxilofacial, al ortodoncista y al especialista en medicina del sueño o neumólogo (Proffit et al., 2019; Reyneke & Ferretti, 2021). Finalmente, resulta prioritario construir tablas normativas 3D estandarizadas para las diferentes etnias peruanas, evitando la aplicación imprecisa de parámetros extranjeros en la toma de decisiones quirúrgicas.

CONCLUSIÓN

La cirugía ortognática bimaxilar se consolida como una alternativa terapéutica altamente eficaz y predecible para el tratamiento de la maloclusión esquelética Clase III en pacientes con patrón fenotípico andino. Esta aproximación no solo logra una corrección oclusal y estética armónica, sino que también ofrece un balance biomecánico superior en comparación con el procedimiento monomaxilar, al preservar el volumen faríngeo y prevenir colapsos que pongan en riesgo la función respiratoria (Mewbold et al., 2022; Reyneke & Ferretti, 2021).

En este escenario, la incorporación de la evaluación y planificación tridimensional mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) resulta indispensable. La tecnología 3D permite mapear con precisión los vectores de recaída maxilomandibular en los ejes X, Y y Z, posibilitando la simulación de movimientos de rotación del plano oclusal para mitigar el estrechamiento crítico en la orofaringe e hipofaringe y garantizar la estabilidad morfométrica a largo plazo (Gu et al., 2020; Swennen & Nackaerts, 2021).

Sin embargo, para optimizar los resultados clínicos en el contexto sudamericano, es imperativo superar la escasez de evidencia local mediante el desarrollo de investigaciones

prospectivas y multicéntricas con muestras amplias de la población andina. Solo a través del seguimiento continuo y estandarizado en CBCT será posible consolidar tablas normativas cefalométricas locales y protocolos quirúrgicos verdaderamente personalizados para la región (Alvarez-Sandoval et al., 2023; Mendoza-García, 2021).

REFERENCIAS

Alvarez-Sandoval, M., Castro-Rodriguez, Y., & Benavides-Ríos, A. (2023). Aplicación de la tomografía computarizada de haz cónico en el diagnóstico craneofacial en el Perú. *Revista Estomatológica Herediana,* 33(1), 45-53. https://doi.org/10.20453/reh.v33i1.4421

Barahona, J., Quispe, L., & Ramos, E. (2020). Análisis cefalométrico de las estructuras craneofaciales en poblaciones altoandinas. *Revista Estomatológica Herediana,* 30(2), 85-93. https://doi.org/10.20453/reh.v30i2.3758

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101–117. https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6

Gu, M., Yan, B., & Lin, Y. (2020). Three-dimensional evaluation of upper airway and skeletal changes after bimaxillary surgery in Class III malocclusion: A CBCT study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 48(6), 550–557. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2020.03.008

Kim, J. H., Park, Y. C., & Lee, K. J. (2021). Relapse vectors and muscular adaptation after mandibular setback surgery in hyperdivergent vs. hypodivergent Class III patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,* 159(3), 301–310. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.01.025

López-Giménez, J., Sánchez-Pérez, A., & Torres-Soto, M. (2022). Cephalometric characteristics of dentofacial deformities in South American populations: A systematic review. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 32(3), 312–321. https://doi.org/10.1111/ipd.12890

Mendoza-García, A. (2021). *Cefalometría y fenotipos faciales en el Perú: Una perspectiva crítica frente a los estándares internacionales.* Editorial Universitaria. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/editorial_universitaria_2021_

cefalometria

Mewbold, R., Santos, P., & Oliveira, C. (2022). Skeletal stability and pharyngeal airway space changes following bimaxillary orthognathic surgery versus single-jaw surgery in Class III patients: A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(4), 489–498. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.07.012

Park, S. B., Kim, Y. I., & Cho, B. H. (2021). Long-term airway stability and minimum cross-sectional area changes following counterclockwise rotation in Class III bimaxillary orthognathic surgery. *Angle Orthodontist*, 91(5), 620–628. https://doi.org/10.2319/092820-824.1

Proffit, W. R., Fields, H. W., Sarver, D. M., & Ackerman, J. L. (2019). *Ortodoncia contemporánea* (6.ª ed.). Elsevier Health Sciences. https://www.elsevier.com/books/ortodoncia-contemporanea/proffit/978-84-9113-388-9

Quispe-Condori, S., Huamán-Mendoza, R., & Vargas-Chávez, L. (2021). Evaluación tomográfica tridimensional de la vía aérea faríngea en adultos jóvenes andinos. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública,* 38(4), 589–596. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.384.8812

Reyneke, J. P., & Ferretti, C. (2021). Surgical correction of Class III dentofacial deformities: Bimaxillary procedures and stability factors. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America,* 33(2), 223–236. https://doi.org/10.1016/j.coms.2020.12.004

Ríos-Guzmán, H., & Torres-Vega, C. (2021). Visibilidad e indexación de la investigación odontológica peruana en bases de datos regionales e internacionales. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública,* 38(2), 280-287. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.6310

Swennen, G. R. J., & Nackaerts, O. (2021). *3D Virtual treatment planning in orthognathic surgery: A step-by-step approach.* Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57539-7

Van Sickels, J. E., Richardson, D. A., & Agbaje, J. O. (2020). Relapse patterns and condylar position changes in bilateral sagittal split ramus osteotomy: A 3D CBCT follow-up study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery,* 78(8), 1380–1389. https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.03.029