



APLICACIÓN DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO PARA LA COLOCACIÓN DE IMPLANTES CIGOMÁTICOS. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Julio César Tebres López¹, Juan Carlos Martínez Gómez², Henry Arturo García Guevara³, Ronar Alejandro Gudiño Martínez⁴

1.- Residente de la Maestría en Odontología.

2.- Profesor Asistente. Cátedra de Radiología. Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela.

3.- Profesor Asistente. Cirujano Adjunto Hospital Ortopédico Infantil. Caracas, Venezuela.

4.- Profesor Instructor. Cátedra de Cirugía Estomatológica. Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela.

CORRESPONDENCIA: Hospital Universitario de Caracas. Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos. Caracas 1060, Venezuela. Teléfono: 04141376681. Correo electrónico: odjctebres@gmail.com.

EMAIL: Julio César Tebres López odjctebres@gmail.com

RESUMEN

La fijación cigomática es una alternativa a los injertos óseos en la rehabilitación de maxilares gravemente atróficos. Los implantes cigomáticos son de tres a cuatro veces más largos que los implantes convencionales y su colocación requiere gran habilidad y precisión



quirúrgica ya que su trayectoria pasa por el seno maxilar, antes de conectarse con el cuerpo del hueso cigomático. Por lo tanto, las desviaciones del ángulo y los errores en la estimación de la longitud del implante pueden poner en riesgo estas estructuras. Para lograr el éxito quirúrgico de la colocación del implante, se requiere una planificación minuciosa para obtener detalles sobre la cantidad y la calidad del hueso en los sitios probables del implante. El examen clínico proporciona poca información sobre la altura, grosor del hueso y no permite una evaluación adecuada de las estructuras anatómicas críticas, como el seno maxilar. Por lo tanto, en estas situaciones, los métodos de diagnóstico a través de la tomografía computarizada de haz cónico son de suma importancia. Se sabe que la tomografía de haz cónico proporciona una precisión excelente en la medición de estructuras óseas. El objetivo de este estudio es realizar una revisión de la literatura científica actual acerca de la aplicación de la tomografía computarizada de haz cónico para la colocación de implantes cigomáticos.

PALABRAS CLAVE: Tomografía computarizada de haz cónico; implantes cigomáticos; hueso cigomático; implantología



APPLICATION OF CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY FOR THE
PLACEMENT OF ZYGOMATIC IMPLANTS. LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Zygomatic fixation is an alternative to bone grafting in the rehabilitation of severely atrophic maxillae. Zygomatic implants are three to four times longer than conventional implants and their placement requires great skill and surgical precision as their trajectory passes through the maxillary sinus before connecting with the body of the zygomatic bone. Therefore, angle deviations and errors in implant length estimation can put these structures at risk. To achieve surgical success of implant placement, careful planning is required to obtain details on the quantity and quality of bone at the likely implant sites. The clinical examination provides little information on the height and thickness of the bone and does not allow an adequate evaluation of critical anatomical structures, such as the maxillary sinus. Therefore, in these situations, diagnostic methods through cone beam computed tomography are of paramount importance. Cone beam tomography is known to provide excellent accuracy in measuring bony structures. The objective of this study is to review the current scientific literature on the application of cone beam computed tomography for the placement of zygomatic implants.

KEY WORDS: Cone beam computed tomography, zygomatic implants, zygomatic bone, implantology.



La tendencia moderna en implantología es reducir la invasividad quirúrgica. Esto reduce al paciente morbilidad, costos y complicaciones.¹ Se han descrito varias técnicas para tratar el maxilar atrófico, incluyendo el uso de implantes angulados en la región parasinusal, implantes en apófisis pterigoidea, injerto del piso del seno maxilar, implantes cortos y anchos e implantes cigomáticos. 1-9

Hoy en día, es muy frecuente que los implantes cortos, inclinados o cigomáticos reemplacen a los injertos óseos cuando se tratan casos avanzados de atrofia maxilar. 5-12 Los implantes cigomáticos parecen ser una alternativa válida a los procedimientos reconstructivos para maxilares gravemente atróficos. 13,19

La atrofia alveolar maxilar se presenta después de las extracciones dentales, ya que ocurre la reducción fisiológica de las apófisis alveolares, hasta que al llegar a determinado punto se habla de atrofia alveolar, por lo general, cuando se dificulta la construcción de una dentadura completa a causa de la pérdida de hueso

extrema. La atrofia alveolar se considera de etiología multifactorial. Existen diversos factores relacionados. Se han descrito la enfermedad periodontal preexistente, trastornos sistémicos y endocrinos, factores dietéticos, consideraciones anatómicas, mecánicas, sexo, morfología facial y cirugía ablativa.^{2,3} Es quizás una de las condiciones bucales más incapacitantes, la razón reside en que es crónica, progresiva, acumulativa e irreversible.²

En realidad, la atrofia suele empezar en la edad media de la vida, con los dientes todavía presentes; se acelera cuando se hacen extracciones y se retarda nuevamente una vez terminado el remodelado, pero mientras en algunos sujetos, con o sin prótesis, los maxilares parecen estabilizar su forma ósea durante largos períodos después del remodelado, en muchos (en la mayoría, si se observa con suficiente minuciosidad) el proceso de atrofia en sentido vertical y horizontal no llega a detenerse.^{2,3}

Ya para el año 1988 autores como Cawood y Howell describieron los



patrones de resorción ósea, por estudios morfológicos de los maxilares edéntulos, donde afirmaron que el hueso basal no cambia de forma significativamente, a menos que esté sujeto a efectos locales dañinos, como la sobrecarga de dentaduras postizas mal ajustadas, luego de la extracción, en un segundo estadio el hueso alveolar cambia de forma significativamente tanto en el eje horizontal como en el vertical, en el tercero los cambios de forma del hueso alveolar siguen un patrón predecible, en el cuarto patrón de pérdida ósea varía según los sitios. Mandíbula anterior: la pérdida ósea es vertical y horizontal (desde el aspecto labial). Mandíbula posterior: la pérdida ósea es principalmente vertical. Maxilar anterior: la pérdida ósea es tanto vertical como horizontal (desde el aspecto labial). Maxilar posterior: la pérdida ósea es tanto vertical como horizontal (desde el aspecto bucal). En la quinta fase la etapa de pérdida ósea puede variar en la parte anterior y posterior y entre los maxilares.⁴

El patrón de reabsorción es distinto entre los maxilares y se rige por un patrón centrípeto en el maxilar y centrífugo en la mandíbula, provocando de este una alteración anteroposterior entre los maxilares. En el maxilar se encuentran los senos maxilares, que sufren un proceso de hiperneumatización cuando las extracciones son realizadas en el sector posterior disminuyendo aún más la oferta ósea remanente.⁵

Lekholm y Zarb para 1985 realizaron una clasificación del grado de reabsorción de los maxilares edéntulos, clasificándolos en Tipo a, el reborde alveolar mantiene su anatomía tras la extracción, tipo b, existe un reabsorción moderada del reborde alveolar, tipo c, reabsorción avanzada del reborde alveolar pero que aún no ha llegado a afectar a la base del maxilar, tipo d, la reabsorción afecta a la base del maxilar, tipo e, reabsorción extrema de la base del maxilar.⁵

Una de las ventajas de esta clasificación es que puede utilizarse previamente al comienzo del tratamiento, ayudando en la elección del procedimiento quirúrgico a



elegir. A pesar de esto, debe tenerse en cuenta que es una técnica subjetiva y no específica, con bastantes superposiciones en la tipificación.⁵

Otra técnica que se utiliza para la evaluación de la calidad es la mencionada por Carl Mischen 1990, el cual mejoró la clasificación anterior, describiendo su ubicación maxilo-mandibular, basándose en las características macroscópicas del hueso cortical y medular, así como en la dureza táctil del hueso a la hora de hacer la osteotomía previa a la colocación de los implantes. De esta manera clasificó el hueso en D1, D2, De acuerdo con Misch, hay diferencias en las sensaciones táctiles de la cirugía durante la preparación del lecho con las diferentes cualidades del hueso.⁷

También existe una propuesta basada en la escala Hounsfield y la clasificación de Misch, es uno de los métodos que se utiliza como evaluación es la relación que estableció Mish con los valores de la tomografía computarizada -Unidades Hounsfield. Esta consta de cinco tipos diferenciados para la evaluación de la

calidad ósea, ofreciendo una clasificación lo más objetiva y precisa posible.⁸

Algo que debería ser tomado en cuenta es proporción corticomedular, en el diagnóstico y establecimiento del tratamiento con implantes, se debe realizar un estudio o evaluación acerca de la calidad y cantidad ósea.^{8,9}

Muchos estudios han demostrado que la calidad del hueso en la localización elegida como receptora del implante, mediante mediciones de la densidad ósea y del hueso cortical a través del tomografía computarizada de haz cónico, influye en la estabilidad primaria tras el proceso de implantación. ^{8,9}

La proporción cortico-medular estudiada expresa la relación cuantitativa entre el hueso cortical y medular dando lugar a la calidad ósea que presenta el paciente. Este parámetro es importante en cuanto al pronóstico del tratamiento, así como de la estabilidad primaria del implante. ^{8,9}

El tratamiento de la atrofia severa es el cuento de nunca acabar, se describe como difícil y frustrante, tanto para pacientes como protesistas y cirujanos. La atrofia



altera las relaciones maxilomandibulares, reduce la cantidad de hueso del área portadentadura y la profundidad del surco. Los pacientes tienden a experimentar excesiva movilidad de las prótesis mucosoportadas, ulceraciones persistentes y neuralgias, y la instalación de implantes requiere de cirugías de gran morbilidad tales como desviaciones de nervios o injertos para incrementar el reborde alveolar.^{3,5}

El compromiso funcional más importante suele estar en la mandíbula (la atrofia mandibular es 4 veces mayor que la maxilar), donde la retención de una dentadura completa es difícil hasta en las mejores circunstancias.²

Otro factor a tomarse en cuenta en el tejido óseo, son las condiciones que pueden afectar la calidad ósea, como osteopenia, osteoporosis, osteólisis, artritis reumatoide o los factores de riesgo y condiciones relacionadas con la disminución de la densidad ósea mineral, que si bien es un espectro muy amplio las más relevantes, pudieran ser las características sociodemográficas,

embaraza, estado nutricional, actividad física, inmovilidad, adiposidad, tabaquismo, alcoholismo, glucocorticoides e infección por virus de inmunodeficiencia adquirida. Existen múltiples factores de riesgo relacionados con la reducción de la densidad mineral ósea y las fracturas por fragilidad, dentro de los cuales podemos encontrar algunos no modificables tales como la edad, el sexo, los antecedentes familiares de osteoporosis, fracturas previas, demencia, un bajo pico de masa ósea, aspectos relacionados con la historia reproductiva, enfermedades y fármacos predisponentes, y algunos potencialmente modificables asociados con hábitos de vida, como el consumo de alcohol, el tabaquismo, un bajo peso corporal, deficiencias nutricionales, sedentarismo, deficiencia visual y caídas recurrentes.²

El macizo facial está constituido por el hueso cigomático, maxilar, huesos propios nasales, unguis, palatino, vómer y la mandíbula. Específicamente el hueso cigomático está situado en la parte superior y lateral de la cara, lateral al



maxilar. Es cuadrilátero y aplanado de lateral a medial. Presenta dos caras, cuatro bordes y cuatro ángulos. La cara lateral o cutánea es convexa, lisa, presenta el agujero cigomaticofacial del conducto temporocigomático, sirve de inserción para los músculos cigomáticos, la cara medial comprende dos segmentos, uno anterior o articular, triangular y rugoso, por el cual el hueso cigomático se une al vértice truncado de la apófisis cigomática del maxilar y uno posterior o temporal liso y cóncavo transversalmente, en relación con la fosa temporal superiormente y con la fosa infratemporal. En sus bordes, se tiene anterosuperior u orbitario, el cual es cóncavo medial y superiormente y forma la parte inferior y lateral del reborde orbitario. El borde anteroinferior ro maxilar, coincide con el borde anterior del vértice truncado de la apófisis cigomática del maxilar, el borde posteroinferior o maseterino, es grueso, rugoso y sirve de inserción al musculo masetero. Dentro de sus ángulos, está el superior que es dentado y se articular con

la apófisis cigomática del frontal, el ángulo inferior y el ángulo anterior corresponden a los ángulos inferior y anterior del vértice truncado de la apófisis cigomática del maxilar. El ángulo posterior esta talado en bisel a expensas del borde superior. Es dentado y se articula con la extremidad anterior de la apófisis cigomática del temporal.¹⁴

Existen ciertas condiciones que pueden modificar la forma del hueso malar como el síndrome de Treacher Collins, secuencia de Pierre Robin, microsomía hemifacial, hendiduras labioalveolopalatina, traumatismos, secuela de traumatismos, heridas pro proyectil de arma de fuego o sus secuelas, quistes o tumores, alteraciones de forma de carácter racial (como mestizos de la región andina latinoamericana mongoles, asiáticos), endocrinopatías (como por ejemplo la acromegalia) y el sexo, incluso el hueso cigomático puede ser prominente (anterior, lateral, arco cigomático, combinada o protrusión relativa del malar y arco por reducción de peso).^{8,9,10}



En 1989, Branemark y colaboradores describieron el uso de implantes cigomáticos como una alternativa terapéutica para pacientes con atrofia maxilar severa para evitar procedimientos de aumento óseo. Esta técnica consistía en colocar un implante dental largo a través del seno maxilar, para ser anclado en el hueso cigomático. No obstante, para evitar complicaciones funcionales y estéticas asociadas a concavidades pronunciadas en la pared lateral del maxilar, así como otras complicaciones como la sinusitis¹⁻⁴.

Uno de los factores clave para los implantes cigomáticos es el posicionamiento del implante. Es fundamental que el ápice del implante se coloque en las zonas del hueso cigomático con mayor densidad ósea y alcanzando en todo su recorrido el mayor contacto hueso-implante en la medida de lo posible.⁴

Por otro lado, la colocación de implantes cigomáticos es un procedimiento desafiante para los cirujanos maxilofaciales que requieren la

evaluación de muchos parámetros clínicos, anatómicos y protésicos⁶.

La falta de tejidos blandos y duros provocada por la extrema reabsorción del maxilar²⁰⁻²⁷ requiere una cuidadosa planificación preoperatoria para optimizar los resultados y evitar complicaciones.

Existen gran cantidad de complicaciones durante su inserción y posterior manejo, como son fistulas cutáneas y oroantrales, sinusitis crónica, periimplantitis, lesiones intraorbitarias, mucositis, parestesia, fracaso del implante, infección del tejido blando²¹⁻³⁹.

La atrofia maxilar severa plantea un desafío difícil cuando se considera la rehabilitación dental soportada por implantes. El hueso vertical puede estar limitado por los senos maxilares, el piso nasal, y el hueso horizontal puede estar limitado por el patrón de reabsorción palatina y posterior del maxilar edéntulo.³⁹⁻⁴¹

Al determinar qué tipo de implantes colocar (es decir, axial, angulado, cigomático), se deben evaluar las 3 zonas del maxilar (anterior, media y posterior).



Si hay hueso adecuado en las tres zonas, los implantes cargados axialmente son una opción viable. Si las anterior y media son adecuadas, se deben considerar implantes anteriores axiales y posteriores angulados. Si solo la zona anterior es adecuada, se pueden considerar 2 implantes cigomáticos con 2 implantes axiales. Finalmente, se deben considerar 4 implantes cigomáticos cuando hay atrofia en las 3 zonas. 7

En los pacientes edéntulos maxilares con maxilares severamente atróficos, se requiere más de 1 implante cigomático, para soportar la prótesis, y actualmente se sugiere la colocación de implantes cigomáticos cuádruples. 41

Los implantes cigomáticos cuádruples requieren una evaluación precisa de las características del cigoma para que se puedan colocar 2 implantes cigomáticos en el cigoma. 41-49

Estas regiones no solo deben proporcionar los contactos hueso-implante más grandes para el problema de estabilidad, pero también mantenerse alejado de las estructuras críticas

adyacentes, para evitar las complicaciones.

Para casos de atrofia maxilar severa, los implantes cigomáticos permitirán una rehabilitación dental efectiva y predecible, soportada por implantes sin necesidad de aumento óseo, como aumento de seno o regeneración ósea guiada. La tasa de supervivencia a 12 años de estos implantes ha sido del 95%.40-49

Los implantes cigomáticos se pueden colocar en un arco edéntulo o en el momento de la extracción. 40-51

Los implantes cigomáticos también son útiles en reconstrucciones complejas después de una patología y un traumatismo. Se prefiere la realización de una prótesis provisional inmediata, ya que proporciona la estabilización transversal de los implantes cigomáticos. Si la carga inmediata no es una opción, los implantes cigomáticos pueden dejarse sumergidos durante 4 a 6 meses para permitir la osteointegración antes de fabricar la prótesis final. 48,52



Esta técnica proporciona un anclaje doble del implante dentro del cuerpo del hueso malar y un anclaje adicional dentro de la cresta del hueso alveolar. La retención bicortical es la forma óptima de soporte protésico. La primera técnica de colocación de implantes cigomáticos propuesta por Branemark implicaba un trayecto del implante del seno intramaxilar, generalmente asociado a la emergencia palatina del implante, lo que provocaba molestias al paciente debido a la extensión excesiva de la prótesis. 39-53 Los problemas no mecánicos incluyeron dificultad para mantener la higiene periimplantaria y trastornos de pronunciación en la comunicación oral⁵³. Por lo tanto, varios autores han propuesto varias modificaciones de esta técnica de colocación de implantes.

Se utilizó una trayectoria extrasinusal para colocar la plataforma del implante en una posición más adecuada para la rehabilitación protésica. De acuerdo con las últimas directrices, el posicionamiento del implante cigomático debe guiarse protésicamente. ⁵³

La última tecnología de cirugía estática y dinámica ya se ha utilizado para los implantes estándar y también se ha utilizado para los implantes cigomáticos para reproducir el plan preoperatorio. Esto requiere una evaluación preventiva de la emergencia de la plataforma del implante y la trayectoria del implante dentro del maxilar y el cigoma. 40-47

Otra técnica empleada es la ranura sinusal introducido por primera vez por Stella y Warner en 2000 y surgió como una modificación de la técnica original para evitar invadir el seno maxilar, sin embargo, se realiza una antrostomía pequeña. 51-53

La preocupación por las complicaciones sinusales hizo posible la modificación de la técnica a un abordaje exteriorizado, introducido por primera vez por Miglior en el 2006, también se denomina implantes extramaxilares o implantes cigomáticos extrasinusales. Esta técnica se sustenta en evitar la introducción de los implantes cigomáticos dentro del seno maxilar. 51



Las ventajas de los implantes cigomáticos son que se evita realizar una elevación sinusal (injertos inlay), procedimiento de mayor duración y con morbilidad de la zona donante del injerto óseo, se emplean menos implantes que para una prótesis completa fija de coronas implantosoportada sobre ocho pilares. Dentro de las desventajas se encuentra la se necesita sedación profunda o anestesia general, la falta de estabilidad en la restauración si uno de los implantes cigomáticos falla, mayor complejidad protésica debido a su emergencia.

Las indicaciones de los implantes cigomáticos están dadas en aquellos pacientes edéntulos totales o parciales con atrofia alveolar maxilar severa, neumatización sinusal significativa, aquellos que se han sometido a resección maxilar o radioterapia, inmunocomprometidos o con deformidades congénitas con paladar hendido grave. Incluso pudieran estar indicados para los pacientes donde el injerto óseo no sería deseable debido a la morbilidad del sitio donante, aumento de

dolor, tiempo quirúrgico más prolongado o incluso aversión cultural o religiosa al material óseo extraño.1-2

Estos tratamientos están contraindicados de forma relativa a las contraindicaciones de los implantes dentales convencionales, como el consumo de tabaco, radioterapia en cabeza y cuello reciente, terapia con bifosfonatos, patologías sinusales, o alguna condición sistémica que imposibilite el acto quirúrgico. 1-2

La implementación de planificación prequirúrgica apropiada, además de herramientas digitales, hizo posible los enfoques mínimamente invasivos, cada día más utilizados, ya sea con guías quirúrgicas, realizadas por medio de modelos estereolitográficos, o con guías quirúrgicas 3D que permitan desde el brocado, hasta la inserción del implante. 29-59

Una variación de la técnica descrita anteriormente es la navegación asistida con tomografía por computadora, la cual permite establecer la relación del sitio de operación con información adicional generada por computadora, el uso de



tecnología de seguimiento registra continuamente la posición del paciente y las herramientas quirúrgicas por medio de sensores especiales. 13-28

Como siempre, todos los pacientes deben ser evaluados con un historial completo y un examen físico para garantizar que sean candidatos apropiados para el procedimiento. 11

La selección adecuada del paciente es crucial cuando se planifican implantes cigomáticos e incluye, la evaluación del paciente debe incluir a los pacientes con atrofia maxilar severa, pacientes que no quieren o no pueden tolerar múltiples procedimientos y en pacientes que buscan una prótesis fija de carga inmediata³⁹⁻⁵².

La consulta interdisciplinaria y la planificación entre un cirujano bucomaxilofacial y un prostodoncista son cruciales. 7

Se recomienda la tomografía computarizada de haz cónico para la evaluación preoperatoria, tomando en cuenta aspectos como la distancia desde la cresta alveolar hasta el cuerpo del cigoma para obtener una estimación de

los tamaños de los implantes, evaluar la calidad y cantidad de hueso cigomático disponible, se requiere un mínimo de 7 mm de anclaje en el cigoma para la estabilidad de los implantes cigomáticos, y se requiere una cantidad mayor si se van a colocar 2 implantes. 9-12

El análisis radiográfico cuidadoso de la topografía ósea con especial atención a la cavidad orbitaria, la fosa infratemporal y el seno maxilar es esencial antes de colocar el implante cigomático. La definición de la posición de emergencia del implante en la cavidad oral, la cantidad de compromiso óseo y la trayectoria de las fijaciones cigomáticas son necesarias para la seguridad de los pacientes y para una rehabilitación protésica exitosa. 40-49

Algunos autores han realizado extensas investigaciones sobre la extensión del hueso cigomático en el que se pueden insertar los implantes. Sin embargo, los datos son insuficientes para evaluar la posición y la trayectoria del implante más adecuadas para comprometer la mayor cantidad de hueso malar³. Esto es



esencial durante la planificación preoperatoria de los implantes cigomáticos, así como la elección de la longitud del implante.

Estos procedimientos suelen ser muy difíciles; la ruta tridimensional del implante está inclinada en los tres ejes espaciales, lo que dificulta el uso de plantillas que pueden identificar las emergencias del implante a través del software de planificación estándar. 3

REFERENCIAS

1. Rosenstein, J., Dym, H. Zygomatic Implants: A Solution For The Atrophic Maxilla. *Dental Clinics*, 2020, Vol. 64, No 2, P. 401-409.
2. Bernaerts, A., et al. Cone Beam Computed Tomography Imaging In Dental Implants: A Primer For Clinical Radiologists. En *Seminars In Musculoskeletal Radiology*. Thieme Medical Publishers, 2020. P. 499-509.
3. Romeed, S., Malik, R., Dunne, S. Zygomatic Implants: The Impact Of Zygoma Bone Support On Biomechanics. *Journal Of Oral Implantology*, 2014, Vol. 40, No 3, P. 231-237.
4. Cawood, J. I., & Howell, R. (1988). A classification of the edentulous jaws. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 17(4), 232-236.
5. Lekholm, U., & Zarb, G. (1985). *Tissue integrated protheses*. Chicago: Quintessence.
6. Misch, C. E. (1990). Dental education--meeting the demands of implant dentistry. *Journal of the American Dental Association* (1939), 121(3), 334-336.
7. Chan, H. L., Misch, K., & Wang, H. L. (2010). Dental imaging in implant treatment planning. *Implant dentistry*, 19(4), 288-298.
8. Lobato Fernández, C. (2019). Análisis corticomedular de los maxilares por medio de la tomografía axial computerizada de haz cónico.



9. Tolstunov, L. (2007). Implant zones of the jaws: implant location and related success rate. *Journal of Oral Implantology*, 33(4), 211-220.
10. Lorusso, F., et al. Survival Rate Of Zygomatic Implants For Fixed Oral Maxillary Rehabilitations: A Systematic Review And Meta-Analysis Comparing Outcomes Between Zygomatic And Regular Implants. *Dentistry Journal*, 2021, Vol. 9, No 4, P. 38.
11. Wu, Y., et al. Real-Time Navigation In Zygomatic Implant Placement: Workflow. *Oral And Maxillofacial Surgery Clinics*, 2019, Vol. 31, No 3, P. 357-367.
12. Vega, L., Border, M. Zygomatic Implants In Combination With Dental Implants. *Atlas Of The Oral And Maxillofacial Surgery Clinics Of North America*, 2021, Vol. 29, No 2, P. 233-241.
13. Gutiérrez, D., et al. Survival Rate And Prosthetic And Sinus Complications Of Zygomatic Dental Implants For The Rehabilitation Of The Atrophic Edentulous Maxilla: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Biology*, 2021, Vol. 10, No 7, P. 601.
14. Lan, K., et al. Quad Zygomatic Implants: A Systematic Review And Meta-Analysis On Survival And Complications. *International Journal Of Oral & Maxillofacial Implants*, 2021, Vol. 36, No 1.
15. Hung, K., et al. Measurement Of The Zygomatic Region For The Optimal Placement Of Quad Zygomatic Implants. *Clinical Implant Dentistry And Related Research*, 2017, Vol. 19, No 5, P. 841-848.
16. Wang, I., et al. Combined Bone-And Mucosa-Supported 3d-Printed Guide For Sinus Slot Preparation And Prosthetically Driven Zygomatic Implant Placement. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 2021.
17. Weyh, M., Nocella, R., Salman, O. Commentary-Step-By-Step: Zygomatic Implants. *Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 2020, Vol. 78, No 4, P. E6-E9.
18. Uchida, Y., et al. Measurement Of The Maxilla And Zygoma As An Aid



- In Installing Zygomatic Implants. Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery, 2001, Vol. 59, No 10, P. 1193-1198.
19. Gao, X., et al. Accuracy Of Digital Planning In Zygomatic Implants. International Journal Of Implant Dentistry, 2021, Vol. 7, No 1, P. 1-8.
20. Pena, N., et al. Determination Of The Length Of Zygomatic Implants Through Computed Tomography: Establishing A Protocol. Dentomaxillofacial Radiology, 2008, Vol. 37, No 8, P. 453-457.
21. Xu, X., et al. An Anatomical Study Of Maxillary-Zygomatic Complex Using Three-Dimensional Computerized Tomography-Based Zygomatic Implantation. Biomed Research International, 2017, Vol. 2017.
22. Nkenke, E., et al. Anatomic Site Evaluation Of The Zygomatic Bone For Dental Implant Placement. Clinical Oral Implants Research, 2003, Vol. 14, No 1, P. 72-79.
23. Aparicio, C., et al. Zygomatic Implants: Indications, Techniques And Outcomes, And The Zygomatic Success Code. Periodontology 2000, 2014, Vol. 66, No 1, P. 41-58.
24. Balshi, T., et al. Zygomatic Bone-To-Implant Contact In 77 Patients With Partially Or Completely Edentulous Maxillas. Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery, 2012, Vol. 70, No 9, P. 2065-2069.
25. Schiroli, G., et al. Zygomatic Implant Placement With Flapless Computer-Guided Surgery: A Proposed Clinical Protocol. Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery, 2011, Vol. 69, No 12, P. 2979-2989.
26. Sharma, A., Rahul, Gr. Zygomatic Implants/Fixture: A Systematic Review. Journal Of Oral Implantology, 2013, Vol. 39, No 2, P. 215-224.
27. Chrcanovic, B., Pedrosa, A., Ribeiro, C., Neto, L. Zygomatic Implants: A Critical Review Of The Surgical Techniques. Oral And Maxillofacial Surgery, 2013, Vol. 17, No 1, P. 1-9.
28. Aparicio, C., Polido, W., Zarrinkelk, H. The Zygoma Anatomy-



Guided Approach For Placement Of Zygomatic Implants. Atlas Of The Oral And Maxillofacial Surgery Clinics Of North America, 2021, Vol. 29, No 2, P. 203-231.

29. Pellegrino, G., et al. Computer-Aided Rehabilitation Supported By Zygomatic Implants: A Cohort Study Comparing Atrophic With Oncologic Patients After Five Years Of Follow-Up. Journal Of Clinical Medicine, 2020, Vol. 9, No 10, P. 3254.

30. Pellegrino, G., et al. Three-Dimensional Radiographic Evaluation Of The Malar Bone Engagement Available For Ideal Zygomatic Implant Placement. Methods And Protocols, 2020, Vol. 3, No 3, P. 52.

31. Pellegrino, G., et al. Dynamic Navigation For Zygomatic Implants: A Case Report About A Protocol With Intraoral Anchored Reference Tool And An Up-To-Date Review Of The Available Protocols. Methods And Protocols, 2020, Vol. 3, No 4, P. 75.

32. Zhou, W., et al. A Novel Extraoral Registration Method For A Dynamic Navigation System Guiding

Zygomatic Implant Placement In Patients With Maxillectomy Defects. International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery, 2021, Vol. 50, No 1, P. 116-120.

33. Quílez, J., et al. Virtual Quad Zygoma Implant Placement Using Cone Beam Computed Tomography: Sufficiency Of Malar Bone Volume, Intraosseous Implant Length, And Relationship To The Sinus According To The Degree Of Alveolar Bone Atrophy. International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery, 2018, Vol. 47, No 2, P. 252-261.

34. Serrano, V., et al. Implantes Cigomáticos: Una Puesta Al Día. Cient. Dent.(Ed. Impr.), 2016, Vol. 13, No 3, P. 225-233.

35. Hernández-Alfaro, F., Méndez, I. Complicaciones En El Tratamiento Con Implantes Cigomáticos: Análisis Retrospectivo De 179 Implantes Tras 9 Años De Experiencia. Revista Científica De La Sociedad Española De Periodoncia. Época I, Año Iv, N.º 10



36. Fan, S., et al. Effect Of The Configurations Of Fiducial Markers On The Accuracy Of Surgical Navigation In Zygomatic Implant Placement: An In Vitro Study. *International Journal Of Oral & Maxillofacial Implants*, 2019, Vol. 34, No 1.
37. Evangelista, R., et al. Retrospective Analysis Of 129 Consecutive Zygomatic Implants Used To Rehabilitate Severely Resorbed Maxillae In A Two-Stage Protocol. *International Journal Of Oral & Maxillofacial Implants*, 2017, Vol. 32, No 2.
38. Wang, C., et al. A 3d-Printed Guide To Assist In Sinus Slot Preparation For The Optimization Of Zygomatic Implant Axis Trajectory. *Journal Of Prosthodontics*, 2020, Vol. 29, No 2, P. 179-184.
39. Agliardi, E., et al. Immediate Full-Arch Rehabilitation Of The Severely Atrophic Maxilla Supported By Zygomatic Implants: A Prospective Clinical Study With Minimum Follow-Up Of 6 Years. *International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 2017, Vol. 46, No 12, P. 1592-1599.
40. Grecchi, F., et al. A Novel Guided Zygomatic And Pterygoid Implant Surgery System: A Human Cadaver Study On Accuracy. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 2021, Vol. 18, No 11, P. 6142.
41. Zhao, K., et al. Long-Term Schneiderian Membrane Thickness Changes Following Zygomatic Implant Placement: A Retrospective Radiographic Analysis Using Cone Beam Computed Tomography. *Clinical Oral Implants Research*, 2018, Vol. 29, No 7, P. 679-687.
42. Carrasco, A., Quintanilla S., Hidalgo, A. Guías Sobre El Uso De Tomografía Computarizada De Haz Cónico En La Evaluación Pre-Quirúrgica En Implantología. *Avances En Odontoestomatología*, 2018, Vol. 34, No 4, P. 183-192.
43. González, J., et al. Accuracy Of A Computer-Aided Dynamic Navigation System In The Placement Of Zygomatic Dental Implants: An In



- Vitro Study. Journal Of Clinical Medicine, 2022, Vol. 11, No 5, P. 1436. Wang, F., Fan, S., Huang, W., Shen, Y., Li, C., & Wu, Y.
44. Wang, F., et al. Dynamic Navigation For Prosthetically Driven Zygomatic Implant Placement In Extensive Maxillary Defects: Results Of A Prospective Case Series. Clinical Implant Dentistry And Related Research.
45. Pellegrino, G., et al. Simplifying Zygomatic Implant Site Preparation Using Ultrasonic Navigation: A Technical Note. International Journal Of Oral & Maxillofacial Implants, 2018, Vol. 33, No 3.
46. Wang, F., et al. Application Of Real-Time Surgical Navigation For Zygomatic Implant Insertion In Patients With Severely Atrophic Maxilla. Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery, 2018, Vol. 76, No 1, P. 80-87.
47. Gutiérrez-Jiménez, A., González, F., Moreno, N. Nuevas Técnicas De Planificación Y Tratamiento Para La Rehabilitación Maxilar Con Implantes Cigomáticos. A Propósito De Un Caso. Científica Dental: Revista Científica De Formación Continuada, 2022, Vol. 19, No 1, P. 33-41.
48. Wu, Y., et al. Reliability And Accuracy Of Dynamic Navigation For Zygomatic Implant Placement. Clinical Oral Implants Research, 2022, Vol. 33, No 4, P. 362-376.
49. Guerra, C., et. al. El Tratamiento Con Implantes Cigomáticos En Pacientes Con Atrofia Maxilar Severa. Avances En Odontostomatología, 2020, Vol. 36, No 2, P. 71-79.
50. Antolín, A., et al. Rehabilitación De Maxilar Superior Con Implantes Cigomáticos Facialmente Guiada. Gaceta Dental: Industria Y Profesiones, 2018, No 304, P. 152-169.
51. Tao, B., et al. Comparative Accuracy Of Cone-Beam Ct And Conventional Multislice Computed Tomography For Real-Time Navigation In Zygomatic Implant Surgery. Clinical Implant Dentistry And Related Research, 2020, Vol. 22, No 6, P. 747-755.



52. Sverzut, T., et al. Retrospective Analysis Of The Predictability Of Using Three-Dimensional Models For Preoperative Planning Of The Length Of Zygomatic Implants. *Oral And Maxillofacial Surgery*, 2022, P. 1-6.
53. Huang, T., et al. Three-Dimensional Measurement Of Radiographic Bone-Implant Contact Lengths Of Zygomatic Implants In Zygomatic Bone: A Retrospective Study Of 66 Implants In 28 Patients. *International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 2021, Vol. 50, No 8, P. 1100-1106.
54. Moro, S., et al. A Zygomatic Bone Study Using Virtual Dental Implant Planning Software. *Journal Of Oral Implantology*, 2021.
55. Gümürükçü, Z. Biomechanical Evaluation Of Zygomatic Implant Use In Patients With Different Buccal Maxillary Defect Levels. *International Journal Of Oral & Maxillofacial Implants*, 2019, Vol. 34, No 6.
56. Aparicio, C., López-Píriz, R., Peñarrocha, M. Preoperative Evaluation And Treatment Planning. *Zygomatic Implant Critical Zone (Zicz) Location. Atlas Of The Oral And Maxillofacial Surgery Clinics Of North America*, 2021, Vol. 29, No 2, P. 185-202.
57. Almeida, P., Cacciacane, S., França, F. Stresses Generated By Two Zygomatic Implant Placement Techniques Associated With Conventional Inclined Anterior Implants. *Annals Of Medicine And Surgery*, 2018, Vol. 30, P. 22-27.
58. Fernández-Olarte, H., et al. The Morpho-Functional Three-Dimensional Analysis For Zygomatic Implants: A Clinical Tool With Surgical Implications. *Journal Of Craniofacial Surgery*, 2021, Vol. 32, No 3, P. E254-E257.
59. Rigo, L, et al. Fully Guided Zygomatic Implant Surgery. *Journal Of Craniofacial Surgery*, 2021, Vol. 32, No 8, P. 2867-2872.