

DOI: <https://doi.org/10.46296/gt.v9i17.0373>

CONTROVERSIAS RECONSTRUCTIVAS EN TRAUMA PANFACIAL COMPLEJO

RECONSTRUCTIVE CONTROVERSIES IN COMPLEX PANFACIAL TRAUMA

Chitiva-Acosta Nicolás Mauricio ¹; Silvestre-Murcia Santiago ²; Mercado-Botero Mateo Alejandro ³; León-Murcia Juan Sebastián ⁴; Díaz-Paipa David Alberto ⁵

¹ Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS). Bogotá, Colombia.
Correo: nmchitiva@fucsalud.edu.co. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8067-1261>

² Odontólogo general - Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
Correo: sansilmur@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-3181-4988> .

³ Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS). Bogotá, Colombia.
Correo: mateomercado342@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9833-9753>.

⁴ Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS). Bogotá, Colombia.
Correo: leonmurcia0601@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-0568-2517>.

⁵ Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS). Bogotá, Colombia.
Correo: davidpaipa123@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-7475-956X>.

Resumen

El trauma panfacial reúne fracturas de múltiples subunidades faciales y suele carecer de referencias anatómicas confiables para la reducción. La controversia actual no radica en una dirección quirúrgica única, sino en cuál referencia ósea permite reconstruir con mayor precisión la oclusión, la anchura facial y la posición orbitaria. Se realizó una revisión crítica narrativa con búsqueda en PubMed de estudios publicados entre 2008 y abril de 2026. Se compararon secuencias de abajo hacia arriba, de arriba hacia abajo, de afuera hacia adentro, de adentro hacia afuera, oclusión primero y estrategias basadas en contrafuertes o fragmentos mayores. La evidencia es heterogénea y predominantemente retrospectiva. La secuencia de abajo hacia arriba y de afuera hacia adentro es la más reportada, pero el único estudio comparativo prospectivo no mostró superioridad clínica clara. La planeación digital y la navegación son más útiles cuando la oclusión es poco confiable o existe conminución orbitaria.

Palabras claves: Traumatismos Faciales. Fracturas Maxilofaciales. Fijación Interna de Fracturas. Oclusión Dental.

Abstract

Panfacial trauma involves fractures of multiple facial subunits and often lacks reliable anatomic landmarks for reduction. The current controversy is not whether one surgical direction is universally superior, but which bony reference allows more accurate restoration of occlusion, facial width, and orbital position. A critical narrative review was performed using a PubMed search for studies published from 2008 to April 2026. Bottom-up, top-down, outside-in, inside-out, occlusion-first, and individualized buttress- or major-fragment-based strategies were compared. The available evidence is heterogeneous and predominantly retrospective. Bottom-up and outside-in remains the most frequently reported sequence, but the only prospective comparative study did not demonstrate clear clinical superiority over a top-down alternative. Digital planning and navigation appear most useful when occlusion is unreliable or when marked orbital comminution is present.

Keywords: Facial Injuries. Maxillofacial Injuries. Fracture Fixation, Internal. Dental Occlusion.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 09 de febrero de 2026.

Fecha de aceptación: 20 de abril de 2026.

Fecha de publicación: 28 de mayo de 2026.



1. Introducción

El trauma panfacial representa el extremo más complejo del espectro de la traumatología maxilofacial porque compromete simultáneamente varios subcomponentes del esqueleto facial y borra los puntos de referencia que habitualmente orientan la reducción. Aunque la definición no es completamente uniforme, algunas series lo reservan para la combinación de lesiones del tercio superior, medio e inferior, mientras que otras incluyen fracturas que comprometen al menos tres de cuatro unidades faciales: frontal, tercio medio superior, tercio medio inferior y mandíbula. Esta variabilidad conceptual no es un detalle semántico; condiciona la comparación entre estudios, altera la gravedad de las cohortes y dificulta estandarizar los resultados.¹⁻⁴

Las metas reconstructivas también son múltiples y jerárquicas. No basta con reducir hueso: es necesario restablecer una oclusión funcional, recuperar la anchura facial, reconstruir la altura vertical y la proyección anteroposterior, reconstituir el soporte orbitario y

limitar secuelas como maloclusión, asimetría, enoftalmos, distopia orbitaria y necesidad de reintervención. En términos biomecánicos, el problema central es decidir desde qué referencia anatómica conviene reconstruir un macizo facial que perdió continuidad y simetría.⁵⁻⁷

La controversia histórica ha oscilado entre comenzar por la mandíbula y ascender, iniciar en el marco craneofacial y descender, reconstruir de lateral a medial o, en menor medida, de medial a lateral. Los algoritmos clásicos ya advertían que la secuencia no podía separarse de la anatomía residual disponible: cuando la mandíbula conserva una relación dentaria útil puede funcionar como plataforma; cuando predominan fracturas frontales, del complejo cigomático-maxilar o del piso orbitario, el esqueleto superior puede ofrecer una referencia más estable. La literatura moderna ha refinado esta discusión, pero no la ha resuelto por completo.⁶⁻¹¹

En la práctica contemporánea, la preferencia por una secuencia determinada también refleja la formación del equipo tratante. Los cirujanos orales y maxilofaciales

tienden a privilegiar la restauración de la unidad maxilomandibular, mientras que los cirujanos plásticos y craneofaciales suelen apoyarse más en el marco superior y lateral de la cara. A ello se suma el impacto de la planeación digital, la navegación, la tomografía intraoperatoria y los guías impresos, tecnologías que han reabierto la discusión al permitir secuencias híbridas en casos antes dominados por la intuición del cirujano.¹⁰⁻¹²

El objetivo de esta revisión crítica fue analizar la evidencia disponible sobre las secuencias reconstructivas en trauma panfacial complejo, comparar sus resultados funcionales y estéticos, examinar su relación con las complicaciones posoperatorias y discutir el papel de la planeación digital y la navegación en la toma de decisiones interdisciplinaria. La pregunta clínica que orientó la revisión fue la siguiente: en pacientes con trauma panfacial sometidos a tratamiento quirúrgico, ¿cómo se comparan las secuencias reconstructivas estructuradas frente a otras estrategias en la restauración de la oclusión, la simetría facial, la posición orbitaria y la reducción de

complicaciones
reintervenciones?^{5,10} 0

2. Metodología

Se elaboró una revisión crítica narrativa con estrategia de búsqueda estructurada en PubMed, La sintaxis combinó los términos panfacial fracture, pan-facial fracture, sequencing, bottom-up, top-down, outside-in, inside-out, occlusion first, virtual surgical planning, navigation, complications, orbital reconstruction y mandibular condyle. Se revisaron títulos, resúmenes y, cuando estuvieron disponibles, los textos completos de artículos indexados en PubMed relacionados con secuencia reconstructiva, resultados, complicaciones y soporte tecnológico.

Se incluyeron revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios comparativos, cohortes, series clínicas y artículos técnicos que abordaran explícitamente el trauma panfacial o situaciones reconstructivas directamente extrapolables a él, como fracturas con arcos interrumpidos, conminución orbitaria, reducción

condilar o control de la anchura facial. Se priorizaron publicaciones entre 2008 y 2026, de acuerdo con las recomendaciones editoriales de privilegiar referencias contemporáneas; sin embargo, se conservaron algunos trabajos previos por su valor fundacional para entender los principios de secuenciación.

Se excluyeron artículos no indexados en PubMed, reportes sin información reconstructiva útil, estudios centrados en fracturas aisladas sin relación con la estrategia panfacial y manuscritos en los que la secuencia no pudiera

inferirse de manera razonable. La síntesis fue cualitativa por la marcada heterogeneidad en definiciones, patrones anatómicos, tiempos quirúrgicos, seguimiento y medidas de desenlace. El análisis crítico ponderó diseño del estudio, presencia o ausencia de comparador, reproducibilidad de la secuencia descrita, pertinencia de los desenlaces y riesgo de sesgo derivado del patrón fracturario o de la especialidad del equipo tratante.

La secuencia metodológica utilizada para la identificación, selección y síntesis temática de la literatura se resume en la Figura 1.

Figura 1. Flujo de búsqueda y selección de estudios para esta revisión crítica narrativa.
Fuente: elaboración propia a partir de la literatura indexada.



3. Resultados y discusión

Principales estrategias reconstructivas

La literatura revisada muestra que las secuencias reconstructivas no son mutuamente excluyentes, sino combinaciones de dos decisiones: el punto anatómico de inicio y la dirección de avance. La revisión sistemática de Ramakrishnan y colaboradores y la revisión de Yoon y colegas confirmaron que el abordaje de abajo hacia arriba es el más reportado en la literatura, seguido a gran distancia por el de arriba hacia abajo; además, la reconstrucción de afuera hacia adentro aparece con frecuencia como complemento para recuperar tempranamente la anchura facial.^{5,10}

Este predominio, sin embargo, no equivale a superioridad demostrada. Manson ya había descrito al tercio medio como una estructura dependiente y menos estable, por lo que su reducción aislada suele ser frágil si no se restituye primero un soporte sagital confiable. Desde esa lógica, la mandíbula y los cóndilos ofrecen una ventaja cuando permiten restaurar la altura facial posterior y una relación maxilomandibular

reproducibile. Tullio y Sesenna mostraron que iniciar por los cóndilos podía recuperar altura, proyección y anchura del tercio inferior; de forma similar, He y colaboradores propusieron en fracturas tardías una secuencia modulada por el tipo de fractura mandibular.⁷⁻⁹

No obstante, el paradigma mandibulocéntrico falla cuando la oclusión está perdida, los arcos dentarios se encuentran interrumpidos, la mandíbula es el segmento más conminuto o los cóndilos han perdido valor como referencia. En esos escenarios, el marco frontal y cigomático puede ser más útil para definir anchura y proyección, como subrayan varios autores de cirugía craneofacial. Por ello, la controversia real ha migrado desde una oposición rígida entre direcciones a un enfoque que prioriza el contrafuerte más estable o el fragmento mayor más confiable.^{6,10,11}

Desde una perspectiva crítica, las principales estrategias pueden agruparse en seis modelos: abajo hacia arriba y de afuera hacia adentro; abajo hacia arriba y de adentro hacia afuera; arriba hacia

abajo y de afuera hacia adentro; arriba hacia abajo y de adentro hacia afuera; oclusión primero o reducción del segmento mayor; y secuencias individualizadas basadas en contrafuertes o fragmentos mayores. Ninguna resuelve por sí sola todos los patrones fracturarios; su valor

depende de qué referencia anatómica sobreviva al trauma y de la calidad de la reducción que pueda verificarse intraoperatoriamente.

Las estrategias reconstructivas principales y su aplicabilidad clínica se sintetizan en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales estrategias reconstructivas en trauma panfacial complejo

Estrategia reconstructiva	Referencia inicial	Ventajas potenciales	Principales limitaciones	Escenarios donde resulta más útil
Abajo hacia arriba y de afuera hacia adentro	Mandíbula, cóndilos u oclusión; luego complejos laterales	Restaura temprano la unidad maxilomandibular y la anchura facial	Propaga error si la mandíbula o la oclusión no son confiables	Trauma medio-inferior con dentición utilizable y cóndilos reconstruibles
Abajo hacia arriba y de adentro hacia afuera	Unidad maxilomandibular; luego estructuras centrales	Prioriza plano oclusal y altura del tercio medio	Puede dejar sin control temprano la anchura malar	Fracturas con referencia dentaria estable y menor desplazamiento lateral
Arriba hacia abajo y de afuera hacia adentro	Marco frontal o cigomático lateral	Recupera primero anchura y proyección facial	Puede demorar la corrección oclusal	Trauma superior o lateral dominante; mandíbula muy conminuta
Arriba hacia abajo y de adentro hacia afuera	Marco superior y estructuras centrales	Útil cuando predominan lesiones naso-orbita-etmoidales y orbitarias	Alta complejidad; riesgo de discordancia con el tercio inferior	Trauma central superior con canthus, órbita o pared medial comprometidos
Oclusión primero o segmento mayor primero	Plano oclusal o fragmento de mayor tamaño y estabilidad	Facilita la orientación global y la simetría de segmentos pequeños	Depende de que exista una referencia dental o digital reproducible	Series con segmentos grandes preservados o férulas guiadas
Contrafuerte o fragmento mayor más confiable	Pilar óseo o fragmento biomecánicamente más estable, sin importar dirección	Adapta la secuencia al patrón real del trauma	Menor estandarización y mayor dependencia de experiencia e imagen	Conminución extensa, secuelas, arcos interrumpidos, manejo interdisciplinario

Resultados funcionales y estéticos según la secuencia

El mejor intento de comparación directa continúa siendo el estudio

prospectivo de Degala y colaboradores, que enfrentó la secuencia de abajo hacia arriba y de adentro hacia afuera con la de arriba hacia abajo y de afuera hacia

adentro en once pacientes. No encontró diferencias significativas en el resultado final, conclusión importante porque desplaza la discusión desde la preferencia doctrinal hacia la adecuación al patrón fracturario.¹³

Los estudios observacionales posteriores han tendido a confirmar esa lectura. Choi y Kim describieron un enfoque de oclusión primero, basado en reducir inicialmente los segmentos mayores para restablecer el plano oclusal; en su serie retrospectiva de sesenta y un pacientes, el análisis tridimensional posoperatorio no mostró diferencias significativas en el volumen hemifacial de los casos evaluados, lo que sugiere una recuperación aceptable de la simetría global.¹⁴

Koraitim reportó setenta y tres pacientes tratados con una secuencia de abajo hacia arriba y de lateral a medial, con resultados funcionales y cosméticos satisfactorios. La maloclusión fue la complicación más común, pero en la mayoría de los casos fue menor y se corrigió de forma ortodóncica, con reoperación solo en un paciente. Este hallazgo es clínicamente

relevante: aun cuando una secuencia obtiene buenos resultados promedio, el control de la oclusión sigue siendo el punto más vulnerable de la reconstrucción.¹⁵

La evidencia agregada tampoco resuelve la disputa. El metaanálisis de Jeong y colaboradores incluyó catorce estudios y mil doscientos treinta y ocho pacientes; mostró que la secuencia de abajo hacia arriba era la más utilizada, que las tasas de maloclusión eran semejantes entre las series dirigidas por cirugía oral y maxilofacial y las dirigidas por cirugía plástica, y que el enoftalmos fue menor en las segundas. Sin embargo, la heterogeneidad fue muy alta para la tasa global de complicaciones, asimetría y desenlaces estéticos, por lo que el dato debe interpretarse con cautela: probablemente refleja sesgo por patrón fracturario, intereses anatómicos distintos y desenlaces medidos de manera no uniforme.¹⁶

Las revisiones narrativas contemporáneas coinciden en que la calidad del resultado depende menos de la etiqueta de la secuencia que de la fidelidad con la que se reconstruyen los pilares óseos, la

relación con la base craneal, el complejo cigomático-maxilar y la unidad maxilomandibular. Wang y colegas enfatizaron que la reconstrucción primaria, la secundaria y el uso de imagen intraoperatoria deben entenderse como un continuo más que como escenarios separados. De forma concordante, la revisión de Yoon concluyó que en la práctica es difícil sostener una secuencia unidireccional pura y que, en muchos casos, la decisión más reproducible es fijar primero el contrafuerte estable y luego completar la cara alrededor de esa referencia.^{10,17}

En síntesis, la comparación disponible favorece una conclusión prudente: la secuencia de abajo hacia arriba y de afuera hacia adentro es la más difundida y cuenta con apoyo histórico, pero no existe evidencia comparativa sólida que la establezca como universalmente superior. El verdadero determinante parece ser la selección de una referencia anatómica fiable y su verificación con criterios funcionales y radiológicos reproducibles.^{5,10,13-17}

Los estudios representativos sobre secuencia, resultados y complicaciones se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Estudios representativos sobre secuencia reconstructiva, complicaciones y resultados

Estudio	Diseño y muestra	Secuencia o concepto	Desenlaces evaluados	Hallazgo principal
Ramakrishnan 2021	Revisión sistemática; 25 estudios	Comparó secuencias reportadas en la literatura	Patrón de secuencia, complicaciones, seguimiento	Predominio de abajo hacia arriba; buenos resultados reportados con abajo-arriba y afuera-adentro, sin prueba comparativa robusta
Yoon 2022	Revisión de la literatura; 22 estudios + serie institucional de 124 pacientes	Secuencia y preferencia por contrafuerte estable	Patrón de secuencia por especialidad y aplicabilidad clínica	La secuencia unidireccional pura es difícil de sostener; recomiendan fijar primero el pilar más confiable
Degala 2015	Prospectivo comparativo; 11 pacientes	Abajo-arriba y adentro-afuera versus arriba-abajo y afuera-adentro	Resultado clínico global	No encontró diferencias significativas entre ambas secuencias
Choi 2019	Retrospectivo; 61 pacientes	Oclusión primero con reducción de segmentos mayores	Simetría tridimensional y restauración global	No hubo diferencia significativa del volumen hemifacial posoperatorio en los casos analizados

Estudio	Diseño y muestra	Secuencia o concepto	Desenlaces evaluados	Hallazgo principal
Koraitim 2020	Retrospectivo; 73 pacientes	Abajo-arriba y lateral-medial	Función, cosmética, maloclusión	La maloclusión fue la complicación más frecuente; solo un caso requirió nueva cirugía
Jang 2020	Retrospectivo; 99 pacientes	Clasificación por patrón anatómico	Lesiones concomitantes y complicaciones	Ochenta y nueve por ciento tuvo lesiones asociadas y 58,6 por ciento presentó complicaciones posoperatorias
Lin 2021	Retrospectivo; 227 pacientes	Categorías anatómicas + escala de severidad facial	Complicaciones y necesidad de manejo multiprofesional	Un valor mayor de 11 en la escala facial predijo más lesiones concomitantes y complicaciones
Jeong 2024	Metaanálisis; 14 estudios y 1238 pacientes	Comparó tendencias por especialidad quirúrgica	Maloclusión, enoftalmos, infección, asimetría, estética	La maloclusión fue similar entre especialidades; el enoftalmos fue menor en series de cirugía plástica, con alta heterogeneidad global

Complicaciones, reintervención y sesgo por patrón fracturario

El análisis de complicaciones muestra una segunda razón por la que la secuencia, por sí sola, no explica el resultado. Jang y colaboradores documentaron que ochenta y nueve por ciento de los pacientes con trauma panfacial presentaban lesiones concomitantes en otros territorios y que cincuenta y ocho coma seis por ciento referían complicaciones posoperatorias. Además, los patrones con compromiso frontal se asociaron con mayores grados de severidad clínica, lo que refuerza la necesidad de integrar al equipo de trauma, neurocirugía y cuidados intensivos desde la fase inicial.³

Lin y colegas aportaron un elemento útil para la estratificación: al combinar categorías anatómicas con la escala de severidad de lesión facial, demostraron que un valor superior a once predice una mayor probabilidad de lesiones concomitantes y complicaciones, así como la necesidad de manejo multiprofesional. Este tipo de clasificación resulta especialmente valioso para evitar comparaciones simplistas entre secuencias que, en realidad, están tratando lesiones de complejidad distinta.⁴

Desde el punto de vista funcional, la maloclusión continúa siendo el desenlace adverso más consistente entre series. Su aparición no depende únicamente de la dirección

de la fijación, sino de variables como pérdida dentaria, fracturas palatinas, compromiso condilar, conminución mandibular y dificultad para reproducir la relación maxilomandibular antes del edema y la fibrosis. Por ello, cuando la oclusión no es utilizable como referencia primaria, intentar forzar una secuencia de abajo hacia arriba puede propagar el error en lugar de corregirlo.^{8,9,14,15}

Los desenlaces orbitarios merecen una lectura aparte. Enoftalmos, distopia y asimetría malar guardan relación con la precisión con la que se restablecen la proyección del complejo cigomático-maxilar, el volumen orbitario y la posición de la pared medial y el piso. El metaanálisis reciente sugiere menores tasas de enoftalmos en series de cirugía plástica, pero ese hallazgo probablemente refleja que estos grupos seleccionan y miden con mayor detalle los desenlaces orbitarios, más que una superioridad inherente de la secuencia empleada.¹⁶

Las series institucionales mejor organizadas sugieren que la concentración de casos y la cooperación interdisciplinaria son

factores pronósticos subestimados. Bicsák y colaboradores informaron una tasa de complicaciones de cuatro coma cinco por ciento en un centro supraregional, y atribuyeron este desempeño a la existencia de equipos experimentados y flujos interdisciplinarios definidos. Esa observación encaja con la literatura sobre trauma panfacial: cuando la estrategia se planifica de manera aislada por subunidades, aumentan la discordancia oclusal, la ampliación facial, la malposición orbitaria y la reintervención.¹⁸

Navegación y planeación digital

La planeación digital y la navegación no sustituyen la comprensión anatómica de la secuencia, pero modifican de manera sustancial el problema cuando los puntos de referencia tradicionales son poco confiables. La revisión de Thakker y colaboradores consolidó su valor conceptual en el trauma maxilofacial complejo: la simulación preoperatoria, la navegación, la imagen intraoperatoria y los implantes específicos del paciente permiten convertir una reconstrucción basada en estimación visual en una reconstrucción basada en

comparación objetiva con un objetivo digital.¹⁹

La mayor fortaleza actual de estas herramientas está en el control del complejo cigomático-maxilar y la órbita. El protocolo ZYGOMAS de Cuddy y colaboradores mostró en setenta y un pacientes que la tomografía tridimensional intraoperatoria condujo a revisión de la reducción en veintitrés coma nueve por ciento de los casos, sobre todo cuando coexistían fracturas adyacentes o desplazamiento en varios ejes. De manera concordante, van Hout y colegas documentaron que la tomografía computarizada de haz cónico intraoperatoria acercó la asimetría posoperatoria del complejo cigomático-maxilar a la de controles sanos. La revisión sistemática de Dubron también encontró mejor exactitud lineal en varias series y mejor restauración del volumen orbitario en algunos estudios, aunque con resultados variables en tiempo operatorio y coste.²⁰⁻²²

Cuando la oclusión no puede utilizarse como ancla confiable, la utilidad de la planeación digital se vuelve todavía más evidente. Chen y colaboradores describieron diez

pacientes con arcos maxilomandibulares interrumpidos en quienes la planeación inversa asistida por diseño e impresión tridimensional permitió fabricar una férula guía; ninguno necesitó una gran revisión por maloclusión o asimetría. En otra línea, Shakya y colegas demostraron en un ensayo clínico aleatorizado sobre fracturas condilares que la planeación virtual acortó el tiempo operatorio y mejoró la reducción anatómica, hallazgo relevante para los casos panfaciales en los que la altura posterior de la cara depende de una reconstrucción condilar precisa.^{23,24}

También se han propuesto referencias anatómicas indirectas para decidir la secuencia cuando los segmentos dentarios están pulverizados. Wu y colaboradores observaron que la distancia entre los forámenes supraorbitarios se correlaciona con la anchura del arco maxilar medida en la fosa central de los primeros molares, lo que sugiere una ayuda potencial para reconstruir anchura facial y relación oclusal en casos donde el maxilar no conserva un patrón premórbido evidente. Aunque este concepto es preliminar, resulta especialmente atractivo para

trauma panfacial con paladar fracturado y referencias dentarias pobres.²⁵

La navegación y la planeación también empiezan a ocupar un lugar definido en la reconstrucción orbitaria primaria y secundaria. Consorti y colaboradores reportaron en fracturas orbitarias inferomediales una discrepancia media inferior a un milímetro entre la malla colocada y el plan virtual, con adecuada restauración volumétrica. Bou Zeid y colegas aplicaron realidad virtual usando tomografías pre y posreconstrucción para planificar osteotomías de rescate en secuelas de malunión panfacial, demostrando que la tecnología puede ser no solo un apoyo para la secuencia primaria, sino una

herramienta de rescate cuando la secuencia inicial falló.^{26,28}

Por último, los protocolos estratégicos asistidos por computadora y el uso de tomografía intraoperatoria en revisiones complejas sugieren una tendencia clara: la secuencia reconstructiva del futuro probablemente será menos direccional y más verificable. En vez de preguntar si debe empezarse arriba o abajo, la pregunta operativa pasa a ser cuál objetivo digital puede comprobar mejor, en tiempo real, que la anchura, la proyección, la órbita y la oclusión están siendo restauradas sin arrastrar un error acumulativo.^{27,31}

El papel clínico de la navegación, la planeación digital y la imagen intraoperatoria se resume en la Tabla 3.

Tabla 3. Papel de la navegación y de la planeación digital en la secuencia reconstructiva.

Tecnología o estudio	Escenario clínico	Hallazgo cuantitativo o cualitativo	Valor para la secuencia reconstructiva	Limitaciones
Thakker 2019	Trauma maxilofacial complejo	Revisión de conceptos de simulación, navegación, imagen intraoperatoria e implantes personalizados	Convierte la secuencia en un proceso verificable y no solo intuitivo	No es un estudio comparativo de trauma panfacial
Cuddy 2021	Complejo cigomático-maxilar	La tomografía tridimensional intraoperatoria motivó revisión de la reducción en 23,9 por ciento de 71 pacientes	Ayuda a corregir errores antes de cerrar cuando la anchura y la órbita son inciertas	Aplicado a subunidad lateral, no a toda la cara

Tecnología o estudio	Escenario clínico	Hallazgo cuantitativo o cualitativo	Valor para la secuencia reconstructiva	Limitaciones
van Hout 2022	Complejo cigomático-maxilar unilateral	La asimetría posoperatoria bajó de 2,69 a 1,67 milímetros y se aproximó a controles sanos	Mejora el control de la proyección y la anchura malar	No estudia secuencia panfacial completa
Dubron 2022	Revisión sistemática de navegación en trauma cigomático-maxilar	Mejor exactitud lineal en varias series y mejor restauración volumétrica orbitaria en algunos estudios	Respalda la navegación cuando el objetivo principal es la precisión orbitaria	Coste y tiempo operatorio variables; evidencia indirecta para trauma panfacial
Chen 2022	Arcos maxilomandibulares interrumpidos	Diez pacientes; sin grandes revisiones por maloclusión o asimetría	Útil cuando la oclusión no puede servir como referencia primaria	Serie pequeña y retrospectiva
Shakya 2022	Fracturas condilares quirúrgicas	Reducción anatómica 90,63 frente a 68,57 por ciento y menor tiempo operatorio con planeación virtual	Fortalece la reconstrucción de la altura facial posterior cuando los cóndilos son clave	No es una cohorte panfacial
Consorti 2024	Reconstrucción orbitaria primaria	Diferencia media de 0,692 milímetros entre malla colocada y plan virtual	Apoya la restitución volumétrica en casos con alto riesgo de enoftalmos y distopia	Estudio piloto, centrado en órbita
Bou Zeid 2025	Reconstrucción secundaria de secuelas panfaciales	Uso de realidad virtual sobre tomografías pre y posreconstrucción para planear osteotomías	Permite rescatar secuelas cuando la secuencia primaria falló	Reporte técnico de dos casos

Discusión

La primera conclusión crítica de la literatura es que la secuencia reconstructiva no debe entenderse como una doctrina, sino como una herramienta de control del error. La cara lesionada pierde su simetría y sus referencias al mismo tiempo; por eso, cada movimiento de reducción puede corregir o amplificar una desviación previa. Cuando la mandíbula, los cóndilos y la dentición

permiten reconstruir una relación maxilomandibular estable, la secuencia de abajo hacia arriba sigue siendo lógica porque restituye temprano una plataforma funcional. Pero esa lógica se rompe si la mandíbula es el segmento menos fiable. En ese caso, insistir en empezar abajo convierte una hipótesis inestable en un marco de referencia falso.^{5,8,11,13-15}

La secuencia de arriba hacia abajo tampoco es universal. Funciona mejor cuando el reborde frontal, la sutura frontocigomática o un complejo cigomático-maxilar relativamente preservado pueden devolver anchura y proyección al esqueleto medio superior. Sin embargo, si el frontal está conminuto, existe pérdida ósea, o el problema dominante es una fractura palatina con arcos interrumpidos, el marco superior deja de ser un punto de partida confiable. En otras palabras, ninguna dirección es superior por esencia; su utilidad depende de la disponibilidad de una referencia anatómica reproducible.^{6,10,17}

Esta lectura explica por qué los enfoques híbridos han ganado terreno. El principio de fijar primero el contrafuerte estable, defendido por Yoon, se alinea con la teoría del fragmento mayor propuesta en 2025: en fracturas extremadamente conminutas, el cirujano debería identificar el segmento más grande y biomecánicamente fiable para usarlo como pivote reconstructivo, en lugar de someter el caso a una dirección prefijada. Aunque esta teoría aún es más conceptual que probatoria,

refleja con fidelidad lo que la práctica interdisciplinaria ya venía haciendo: individualizar la secuencia según topografía, conminución y valor de cada referencia residual.^{10,29}

El segundo punto crítico es que los desenlaces funcionales y estéticos no pueden separarse. En trauma panfacial, una mala oclusión rara vez es un problema exclusivamente dentario; suele ser la expresión de una discordancia espacial más amplia entre altura posterior, anchura malar, soporte maxilar y orientación del plano oclusal. Del mismo modo, el enoftalmos y la distopia no dependen solo de la órbita: con frecuencia son la consecuencia tardía de una reconstrucción insuficiente del complejo cigomático-maxilar o de un control deficiente de la anchura facial. Esto explica por qué la evaluación posoperatoria debería integrar exploración clínica, tomografía y, cuando sea posible, mediciones tridimensionales comparativas.^{14,16,17,20-22}

El tercer hallazgo de interés es el papel creciente de la tecnología como corrector de sesgo anatómico. La planeación digital es especialmente valiosa en cuatro

escenarios: cuando la oclusión no es utilizable; cuando la órbita y el reborde cigomático requieren una restitución milimétrica; cuando existe fractura condilar compleja con riesgo de perder altura posterior; y cuando se aborda una reconstrucción secundaria tras una secuencia primaria fallida. En esos contextos, la navegación, la tomografía intraoperatoria y los guías impresos no reemplazan la secuencia; la vuelven verificable.^{19-28,31}

También es importante reconocer las limitaciones de esta evidencia. La mayoría de los estudios son retrospectivos, no comparativos y con tamaños muestrales modestos. Las definiciones de trauma panfacial varían entre dos y cuatro subunidades, las complicaciones no se reportan con la misma profundidad y los seguimientos son heterogéneos. Además, la especialidad del equipo tratante introduce confusión difícil de ajustar: grupos distintos operan patrones anatómicos distintos y miden desenlaces distintos. Por esa razón, la predominancia de una secuencia en la literatura debe interpretarse como prevalencia de uso, no como prueba de superioridad.^{2-5,10,16}

Desde una visión práctica e interdisciplinaria, la secuencia debería decidirse con una lógica de preguntas progresivas. Primero, ¿existe una oclusión o una mandíbula confiable? Si la respuesta es sí, comenzar por la unidad maxilomandibular suele ser razonable. Segundo, si la respuesta es no, ¿existe un marco frontal o cigomático capaz de definir anchura y proyección? Si también es negativo, la mejor estrategia puede ser un enfoque por contrafuerte estable o fragmento mayor, idealmente asistido por planeación digital. En lesiones centrales graves, la órbita y las fracturas naso-orbitomoidales requieren pasos específicos y una coordinación estrecha con oftalmología, neurocirugía y radiología.^{11,17,19,23,25,29,33}

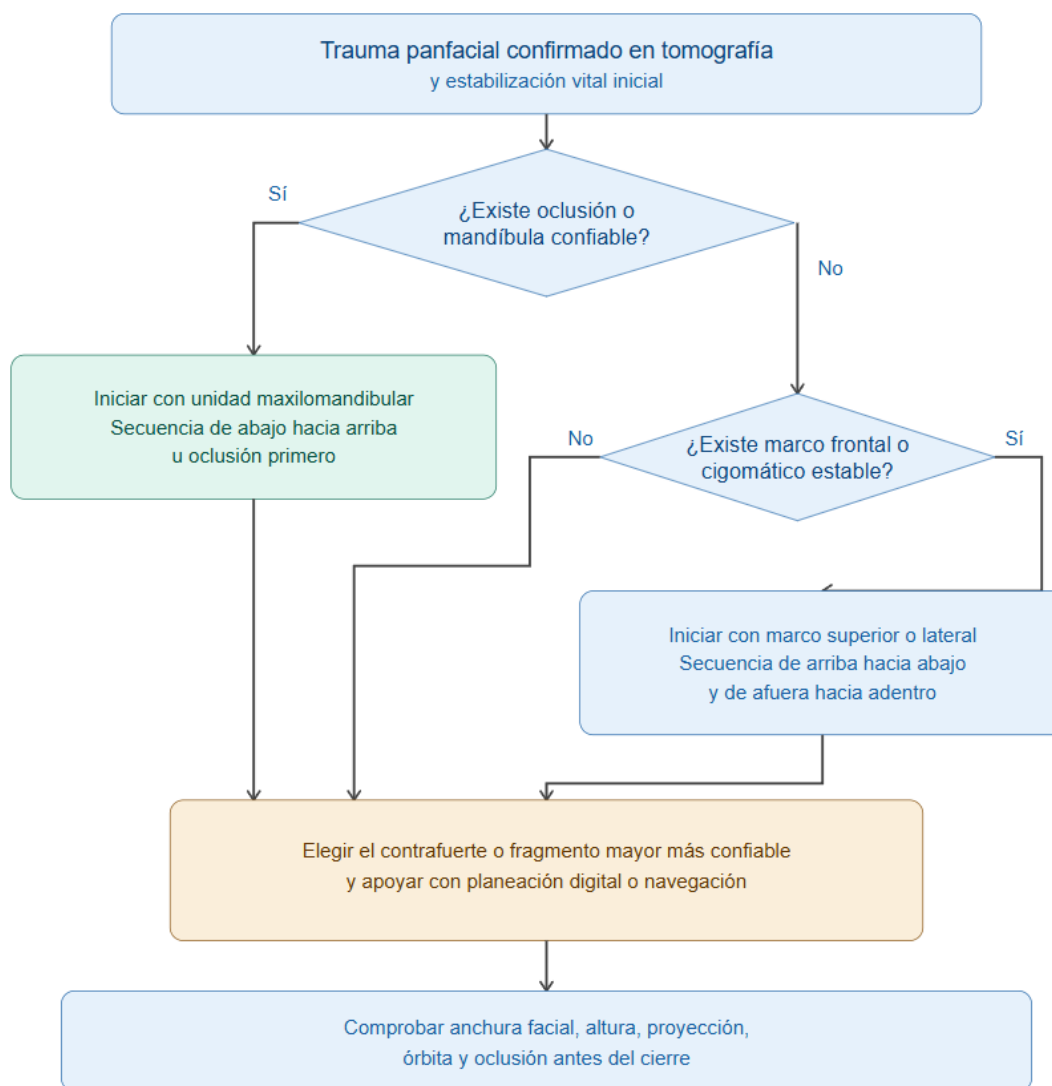
Por último, la secuencia reconstructiva no puede aislarse del momento quirúrgico. La revisión sistemática más reciente sobre fijación maxilofacial en pacientes politraumatizados no encontró ventajas claras del retraso rutinario de la cirugía definitiva, aunque la calidad de la evidencia fue baja. La implicación razonable es mantener

una reparación temprana cuando la fisiología del paciente lo permita, pero sin subordinar la estabilización vital a un ideal de reconstrucción inmediata. En trauma panfacial complejo, la secuencia correcta comienza incluso antes del primer tornillo: empieza con la priorización adecuada del paciente y con la

construcción de un plan común entre especialidades.^{5,18,30,32}

Un algoritmo práctico para seleccionar la referencia reconstructiva, basado en la evidencia disponible y en la factibilidad anatómica del caso, se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Flujo práctico de decisión para elegir la referencia reconstructiva en trauma panfacial complejo. Fuente: elaboración propia a partir de la literatura revisada.



4. Conclusiones

La evidencia disponible no demuestra que una secuencia reconstructiva sea universalmente superior para todo trauma panfacial complejo. La estrategia de abajo hacia arriba y de afuera hacia adentro es la más reportada, pero esa frecuencia de uso no equivale a una ventaja comparativa definitiva.

El principio más sólido es seleccionar primero la referencia anatómica más estable y reproducible del caso: la unidad maxilomandibular cuando la oclusión y la altura posterior son confiables; el marco frontal o cigomático cuando el tercio superior o lateral ofrece mejor soporte; y un contrafuerte o fragmento mayor cuando ninguna dirección clásica resuelve la conminución.

La maloclusión, la asimetría y los desenlaces orbitarios siguen siendo los puntos críticos del resultado, por lo que la verificación clínica y radiológica debe ser parte de la secuencia y no solo del control final. La planeación digital y la navegación son especialmente útiles en arcos interrumpidos, reconstrucción

orbitaria, reducción condilar compleja y cirugía secundaria.

Se necesitan estudios multicéntricos comparativos, con definiciones anatómicas homogéneas y desenlaces estandarizados, para determinar con mayor precisión qué secuencias ofrecen mejores resultados en subgrupos específicos de trauma panfacial.

Bibliografía

1. Curtis W, Horswell BB. Panfacial fractures: an approach to management. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2013;25(4):649-60. doi:10.1016/j.coms.2013.07.010.
2. Yun S, Na Y. Panfacial bone fracture: cephalic to caudal. *Arch Craniofac Surg.* 2018;19(1):1-2. doi:10.7181/acfs.2018.19.1.1.
3. Jang SB, Choi SY, Kwon TG, Kim JW. Concomitant injuries and complications according to categories of pan-facial fracture: a retrospective study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2020;48(4):427-34. doi:10.1016/j.jcms.2020.02.018.
4. Lin C, Wu J, Yang C, Zhang C, Xu B, Zhang Y, et al. Classifying

- and standardizing panfacial trauma according to anatomic categories and Facial Injury Severity Scale: a 10-year retrospective study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):557. doi:10.1186/s12903-021-01900-w.
5. Ramakrishnan K, Palanivel I, Narayanan V, Chandran S, Narayanan J. Sequencing of fixation in panfacial fracture: a systematic review. *J Maxillofac Oral Surg*. 2021;20(2):180-8. doi:10.1007/s12663-020-01387-y.
 6. Gruss JS, Bubak PJ, Egbert MA. Craniofacial fractures. An algorithm to optimize results. *Clin Plast Surg*. 1992;19(1):195-206.
 7. Manson PN, Clark N, Robertson B, Slezak S, Wheatly M, Vander Kolk C, et al. Subunit principles in midface fractures: the importance of sagittal buttresses, soft-tissue reductions, and sequencing treatment of segmental fractures. *Plast Reconstr Surg*. 1999;103(4):1287-306.
 8. Tullio A, Sesenna E. Role of surgical reduction of condylar fractures in the management of panfacial fractures. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2000;38(5):472-6. doi:10.1054/bjom.1999.0236.
 9. He D, Zhang Y, Ellis E 3rd. Panfacial fractures: analysis of 33 cases treated late. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(12):2459-65. doi:10.1016/j.joms.2007.06.625.
 10. Yoon JH, Kang DH, Kim H. Sequencing of panfacial fracture surgery: a literature review and personal preference. *Arch Craniofac Surg*. 2022;23(6):256-61. doi:10.7181/acfs.2022.00976.
 11. Ali K, Lettieri SC. Management of panfacial fracture. *Semin Plast Surg*. 2017;31(2):108-17. doi:10.1055/s-0037-1601579.
 12. de Melo WM, Sonoda CK, Shinohara EH, Garcia IR Jr. Using the "bottom-up and outside-in" sequence for panfacial fracture management: does it provide a clinical significance? *J Craniofac Surg*. 2013;24(5):e479-81. doi:10.1097/SCS.0b013e318290333c.
 13. Degala S, Shyam Sundar S, Mamata KS. A comparative prospective study of two different treatment sequences i.e. bottom up-inside out and topdown-outside in, in the treatment of panfacial fractures. *J Maxillofac Oral Surg*. 2015;14(4):986-94. doi:10.1007/s12663-015-0769-2.

14. Choi JW, Kim MJ. Treatment of panfacial fractures and three-dimensional outcome analysis: the occlusion first approach. *J Craniofac Surg.* 2019;30(4):1255-8. doi:10.1097/SCS.0000000000000528.
15. Koraitim M. Panfacial fractures management. *J Craniofac Surg.* 2020;31(4):e329-e331. doi:10.1097/SCS.00000000000006208.
16. Jeong YJ, Shin YM, Jeong W. Risk of complications in panfacial bone fracture according to surgeons: a meta-analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2024;88:257-65. doi:10.1016/j.bjps.2023.11.004.
17. Wang L, Lee TS, Wang W, Yi DI, Sokoya M, Ducic Y. Surgical management of panfacial fractures. *Facial Plast Surg.* 2019;35(6):565-77. doi:10.1055/s-0039-1700800.
18. Bicsák Á, Abel D, Wruck Y, Hassfeld S, Bonitz L. Evaluation of panfacial fractures in a German supraregional trauma center between 2015 and 2017 - a retrospective study. *Ann Maxillofac Surg.* 2021;11(1):97-102. doi:10.4103/ams.ams_418_20.
19. Thakker JS, Pace M, Lowe I, Jung P, Herford AS. Virtual surgical planning in maxillofacial trauma. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2019;27(2):143-55. doi:10.1016/j.cxom.2019.05.006.
20. Cuddy K, Dierks EJ, Cheng A, Patel A, Amundson M, Bell RB. Management of zygomaticomaxillary complex fractures utilizing intraoperative 3-dimensional imaging: the ZYGOMAS protocol. *J Oral Maxillofac Surg.* 2021;79(1):177-82. doi:10.1016/j.joms.2020.08.028.
21. van Hout WMMT, de Kort WWB, Ten Harkel TC, Van Cann EM, Rosenberg AJWP. Zygomaticomaxillary complex fracture repair with intraoperative CBCT imaging. A prospective cohort study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2022;50(1):54-60. doi:10.1016/j.jcms.2021.09.009.
22. Dubron K, Van Camp P, Jacobs R, Politis C, Shaheen E. Accuracy of virtual planning and intraoperative navigation in zygomaticomaxillary complex fractures: a systematic review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2022;123(6):e841-e848. doi:10.1016/j.jormas.2022.07.003.

23. Chen CC, Yang CH, Chang YJ, Wu CC, Chang LR, Lai JP. Repairing facial fractures with interrupted maxillary-mandibular arches by computer-assisted reverse planning model surgery. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2022;10(2):e4149. doi:10.1097/GOX.00000000000004149.
24. Shakya S, Li KD, Huang D, Liu ZQ, Zhang X, Liu L. Virtual surgical planning is a useful tool in the surgical management of mandibular condylar fractures. *Chin J Traumatol*. 2022;25(3):151-5. doi:10.1016/j.cjtee.2021.12.002.
25. Wu TJ, Wu CC, Yen YH, Tsai YJ, Tsai PL, Lee YH, et al. Approaching patients with panfacial fractures by using an anatomical reference: a novel concept and preliminary study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2022;75(11):4249-53. doi:10.1016/j.bjps.2022.06.103.
26. Consorti G, Monarchi G, Catarzi L. Presurgical virtual planning and intraoperative navigation with 3D-preformed mesh: a new protocol for primary orbital fracture reconstruction. *Life (Basel)*. 2024;14(4):482. doi:10.3390/life14040482.
27. Tel A, Costa F, Sembronio S, Robiony M. Contemporary management of complex craniofacial trauma: virtual planning, navigation and the novel thermoformed cage splints in a strategic, sequential, computer-guided protocol. *J Craniomaxillofac Surg*. 2022;50(11):837-47. doi:10.1016/j.jcms.2022.09.010.
28. Bou Zeid N, Scharf IM, Nahass GR, Yang K, Purnell CA, Alkureishi LWT. Secondary reconstruction of panfacial fractures with virtual reality surgical planning using both pre and postreconstruction scans. *J Craniofac Surg*. 2025;36(2):445-7. doi:10.1097/SCS.00000000000010780.
29. Wong P, Atte A, Powers D, Tiwana P. A shift in conceptual thinking of panfacial fracture sequencing: the major fragment theory. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr*. 2025;18(1):3. doi:10.3390/cmtr18010003.
30. Malagón Hidalgo HO, Ayala Ugalde FA, González Magaña F, Guerrero Zambrano SP, Blas Mondragón JG, Molina González AO, et al. Effective management of panfacial fractures in a craniofacial trauma center: a retrospective study. *J Craniofac Surg*. 2025;36(5):1537-42. doi:10.1097/SCS.00000000000011159.

31. Singh M, Ricci JA, Caterson EJ.
Use of intraoperative
computed tomography for
revisional procedures in
patients with complex
maxillofacial trauma. *Plast
Reconstr Surg Glob Open.*
2015;3(7):e463.
doi:10.1097/GOX.0000000000
0000455.
32. Chen J, Vuong K, Balogh ZJ.
Early versus delayed fixation
of maxillofacial fractures in
polytrauma: a systematic
review. *Eur J Trauma Emerg
Surg.* 2026;52(1):58.
doi:10.1007/s00068-026-
03127-2.
33. Ellis E 3rd. Sequencing treatment
for naso-orbito-ethmoid
fractures. *J Oral Maxillofac
Surg.* 1993;51(5):543-58.
doi:10.1016/S0278-
2391(10)80512-9.