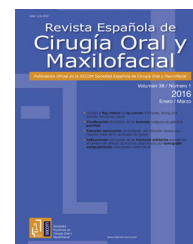




Revista Española de
Cirugía Oral y
Maxilofacial

www.elsevier.es/recom



Original

Uso de fluoroscopia intraoperatoria en el tratamiento de fracturas aisladas de arco cigomático. Ensayo clínico aleatorizado



Christian Pedemonte, Felipe Sáez*, Ilich Vargas, Edgardo González, Marco Canales y Diego Lazo

Departamento de Cirugía Maxilofacial, Hospital Clínico Mutual de Seguridad C. Ch. C., Santiago de Chile, Chile

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 9 de septiembre de 2015

Aceptado el 21 de mayo de 2016

On-line el 27 de junio de 2016

Palabras clave:

Fractura de arco cigomático

Arco en C

Imágenes intraoperatorias

R E S U M E N

Objetivo: La reducción de la fractura aislada de arco cigomático (FAAC) es, habitualmente, realizada a distancia mediante un abordaje temporal de Gillies. No se recomienda una reducción abierta por la gran morbilidad y complicaciones asociadas. Sin embargo, al realizar una reducción cerrada, es muy difícil precisar si fue satisfactoriamente realizada. El objetivo de este trabajo es determinar si la adquisición de imágenes intraoperatorias con un arco en C para evaluar la reducción de FAAC es una técnica útil en el tratamiento de dichas fracturas. **Métodos:** Nuestra hipótesis es que utilizar un arco en C para adquirir imágenes intraoperatorias reduce la necesidad de una segunda cirugía. Entre los años 2009 y 2012, 50 pacientes que fueron diagnosticados con FAAC y que requerían tratamiento quirúrgico fueron distribuidos aleatorizadamente en 2 grupos: 25 pacientes en un grupo experimental en que se realizaba reducción de la fractura y corroboración inmediata de un adecuado resultado con arco en C intraoperatoriamente y 25 pacientes en un grupo control en que se realizaba reducción de la fractura con imagen de control posterior a la cirugía.

Resultados: Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre ambos grupos ($p = 0,05$). Sin embargo, existió la ventaja de poder reducir de nuevo la fractura inmediatamente si el resultado no era satisfactorio en el grupo experimental.

Conclusión: A pesar de que los resultados no son estadísticamente significativos, los autores recomiendan realizar imágenes intraoperatorias en aquellas zonas de las que no se tiene certeza de la reducción.

© 2016 SECOM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: fsaezsalas@gmail.com (F. Sáez).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.maxilo.2016.05.006>

1130-0558/© 2016 SECOM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Use of intraoperative fluoroscope in the treatment of isolated zygomatic arch fractures: A randomized clinical trial

A B S T R A C T

Keywords:

Zygomatic arch fracture
C-arm
Intraoperative imaging

Purpose: Isolated zygomatic arch fractures (IZAF) are habitually reduced at a distance, via a temporal approach. Open reductions are not recommended due to the associated morbidity and complications. However, performing closed reductions makes it difficult to determine whether it was done satisfactorily. This study aims to determine whether the acquisition of intraoperative images with a C-arm to evaluate IZAF reductions is a useful technique in treating such fractures.

Methods: Our hypothesis is that acquiring intraoperative images with a C-arm reduces the need for a second surgery. Between 2009-2012, 50 patients who were diagnosed with IZAF requiring surgery were randomly distributed into 2 groups: 25 patients in the experimental group, where fracture reduction was performed and immediately corroborated intraoperatively for an adequate result using a C-arm; 25 patients were assigned to a control group where the fracture reduction was controlled with post-surgery imaging.

Results: The results did not reveal significant differences between both groups ($P = .05$). Nevertheless, the experimental group had the advantage of being able to immediately reduce the fracture again if the result was unsatisfactory.

Conclusions: Despite the fact that the results are not statistically significant, the authors recommend undertaking an intraoperative imaging analysis in areas where we are not certain of the reduction.

© 2016 SECOM. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Las fracturas aisladas de arco cigomático (FAAC) corresponden aproximadamente al 14% de todas las fracturas cigomáticas¹. Habitualmente la reducción se realiza a distancia mediante abordaje temporal de Gillies o abordaje palpebral superior descrito por Dingman y Natvig en 1964²⁻⁴. Otros abordajes y tratamientos con reducción abierta deben reservarse para fracturas combinadas o panfaciales; no se recomiendan como primera elección debido a que pueden producir mayor morbilidad y complicaciones, comparadas con el tratamiento cerrado^{2,5}. Por otro lado, la reducción asistida por vía endoscópica está siendo reportada cada vez con mayor éxito⁶⁻⁸.

Según los fundamentos de la AO, el desafío del tratamiento cerrado radica en que es difícil afirmar que se ha logrado una reducción adecuada y estable⁴. Adicionalmente, tiene la desventaja de no poder visualizar de forma directa la fractura ni la reducción obtenida. Finalmente, existe el riesgo de lesiones a tejidos blandos, debido a un mal posicionamiento del instrumento de reducción⁶.

Todos estos inconvenientes han animado a los especialistas a utilizar nuevas formas de imágenes intraoperatorias como la tomografía axial computarizada⁹ (TAC), ultrasonido¹⁰, *conebeam*, asistencia endoscópica⁶⁻⁸ y otras para el manejo y control de estas fracturas¹¹. Sin embargo, no siempre está disponible la infraestructura o la tecnología para garantizar de forma rutinaria estos procedimientos dentro del quirófano por lo que la responsabilidad recae en la experiencia del cirujano.

El propósito de este estudio fue determinar si la adquisición de imágenes intraoperatorias con arco en C (un sistema intensificador de imagen móvil) para evaluar la reducción de fracturas de arco cigomático puro es una técnica útil en

el tratamiento de estas fracturas. Como hipótesis se plantea que adquirir imágenes intraoperatorias con arco en C reduce la necesidad de una segunda cirugía. El objetivo específico es contrastar la evaluación subjetiva clínica del cirujano al momento de finalizar la reducción con la evaluación objetiva del control imagenológico.

Material y método

Los autores realizaron un ensayo clínico aleatorizado no ciego aprobado por el Comité de Ética del hospital, que cumple con la Declaración de Helsinki, y está en conformidad con las guías CONSORT. La muestra de este estudio fue seleccionada de la población derivada al Servicio de Cirugía Maxilofacial de nuestro hospital de trauma nivel 1, para el tratamiento quirúrgico de FAAC entre el 1 de enero de 2009 y el 31 de diciembre de 2012 por limitaciones funcionales o estéticas.

Los criterios de inclusión fueron: 1) pacientes mayores de 18 años, 2) FAAC en forma de M, 3) limitación funcional o estética producto de la fractura y 4) tratamiento a distancia mediante abordaje de Gillies.

Los criterios de exclusión fueron: 1) fracturas extendidas a otra estructura esquelética, 2) otros tipos de abordaje y 3) fracturas conminutadas.

Los pacientes aceptados para este estudio aprobaron y firmaron un consentimiento informado. Se realizó una TAC prequirúrgica a todos los pacientes utilizando un escáner marca Siemens®, modelo Somatom Sensation, año 2010, con 64 canales, grosor de corte de un milímetro, traslape del 20%, Kv 120, mAs 120 y usando un algoritmo de reconstrucción óseo (fig. 1). Todos los pacientes fueron tratados de forma aguda por

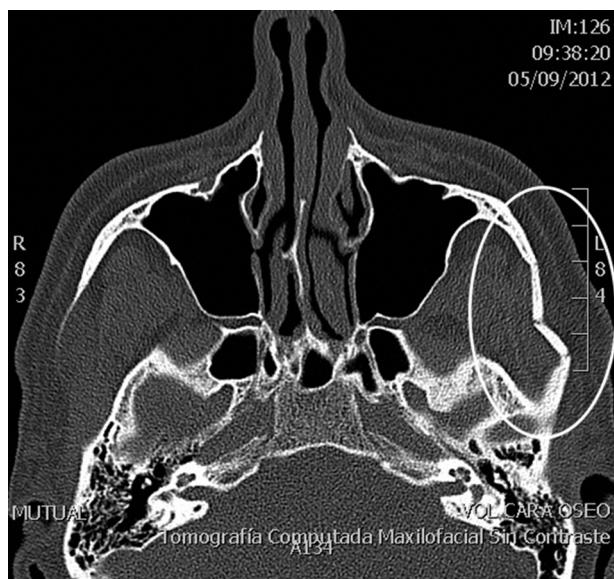


Figura 1 – TAC sin contraste prequirúrgico. Corte axial. FAAC en forma de «M» del lado izquierdo.

un único cirujano bajo anestesia general en un pabellón quirúrgico. Se realizó un abordaje a distancia de Gillies en todos los pacientes y, con un elevador de Dingman posicionado por debajo de los segmentos fracturados, redujimos la fractura sin fijación. El cierre del abordaje se realizó utilizando sutura 4-0 continua no reabsorbible. Los pacientes fueron seleccionados aleatorizadamente por un autor sin participación clínica en el estudio, utilizando un diseño de bloques permutados y con un generador computacional de números aleatorios, para ingresar a uno de los 2 grupos de tratamiento: 1) grupo «control» en el que la reducción del arco cigomático fue evaluada con imagenología posquirúrgica y 2) grupo «experimental» en el que la reducción de la fractura fue evaluada intraoperatoriamente con imagenología obtenida con un arco en C. El tamaño de cada bloque fue limitado —a 25 pacientes para cada grupo— para asegurar un ratio 1:1 en la comparación entre los grupos. Según el algoritmo de trabajo que diseñamos para este estudio (fig. 2), en los pacientes del grupo «experimental», al momento de finalizar la reducción del arco, el único cirujano responsable debía responder a la pregunta: ¿Es la reducción de la fractura exitosa? Si la respuesta era afirmativa, se obtuvo una imagen intraoperatoria. Al evaluar la imagen intraoperatoria, si no hubo reducción o fue insuficiente, la reducción se repetía y la pregunta se realizaba de nuevo (fig. 3). El algoritmo continuaba hasta que se observaba una correcta reducción en la imagen intraoperatoria (fig. 4). Para la evaluación subjetiva, se consideró como reducción exitosa si el cirujano percibía un adecuado ancho facial, sin escalón óseo palpable ni limitación en la apertura mandibular consignada intraoperatoriamente. Adicionalmente, se utilizó un instrumento para recorrer el arco cigomático y detectar posibles escalones. Para la evaluación objetiva, se consideró como reducción exitosa si en la imagen radiográfica se visualizaba una correcta reducción, con un adecuado contorno del arco cigomático, sin brecha, cabalgamiento ni desplazamiento de los fragmentos. Se

realizó un seguimiento en todos los pacientes durante, al menos, 6 meses.

Las imágenes intraoperatorias para el grupo «experimental» fueron realizadas con un arco en C móvil (marca Siemens® modelo ARCADIS Varic, EE. UU.). Según el algoritmo, una vez finalizada la reducción, el paciente era posicionado en decúbito supino con hiperextensión del cuello. Posteriormente, se posicionaba el arco en C. El rayo central se dirigía en 45° con relación al arco cigomático del lado fracturado —similar a una proyección submento-vórtex— con el intensificador de imagen localizado cranealmente a la cabeza del paciente. La imagen fue obtenida utilizando un pulso de adquisición (dosis 55 a 60kV, 2 a 2,5mA). En nuestra experiencia, el tiempo desde que se posiciona al paciente en hiperextensión hasta que se retira el arco en C del pabellón es de aproximadamente 10 min. Por otro lado, las radiografías de control postoperatorias para el grupo «control» fueron tomadas 4 h poscirugía, utilizando la misma técnica submento-vórtex descrita, pero con un equipo de rayos X convencional (dosis 70 a 75 kV, 10 mAs). En ambos grupos se tomaron medidas preventivas para que el paciente no apoyara la zona intervenida posteriormente a la cirugía.

La variable predictora primaria analizada fue el tiempo de adquisición de la imagen de control de la reducción (adquisición intraoperatoria obtenida con arco en C versus adquisición convencional postoperatoria). La variable principal de resultado fue la necesidad de una segunda intervención. Otra variable estudiada fue la evaluación subjetiva realizada por el único cirujano responsable al momento de finalizar la reducción. El cirujano consignó, según su percepción, si la reducción fue satisfactoriamente lograda o no según los parámetros definidos. Esta variable fue contrastada con la evaluación objetiva dada por la imagenología de control.

Para realizar el análisis estadístico, se utilizó el software Stata®. El test de diferencia de proporciones fue utilizado para determinar si existían diferencias significativas entre los distintos grupos. Se estableció como diferencia significativa un valor para $p < 0,05$.

Resultados

Entre el 1 de enero de 2009 y el 31 diciembre de 2012, un total de 109 pacientes (96 hombres y 13 mujeres) con fracturas del complejo cigomático fueron tratados en nuestro centro. Del total, 50 pacientes (44 hombres y 6 mujeres) diagnosticados con FAAC en forma de «M» y que recibieron tratamiento quirúrgico con una reducción a distancia utilizando un abordaje de Gillies fueron incluidos en este estudio. De ellos, 25 pacientes fueron aleatorizadamente asignados al grupo «control» y los restantes 25 al grupo «experimental». El promedio de edad fue de 45 años (rango 18-79 años). El análisis primario fue por protocolo e involucró a todos los pacientes que fueron aleatorizadamente asignados. Fueron excluidos del estudio 58 debido a que tenían fracturas que se extendían a otras estructuras esqueléticas (mayoritariamente fractura cigomatomaxilar). El otro paciente que fue excluido tenía fractura conminutada del arco cigomático que fue tratada con reducción abierta y fijación interna. La etiología más frecuente del

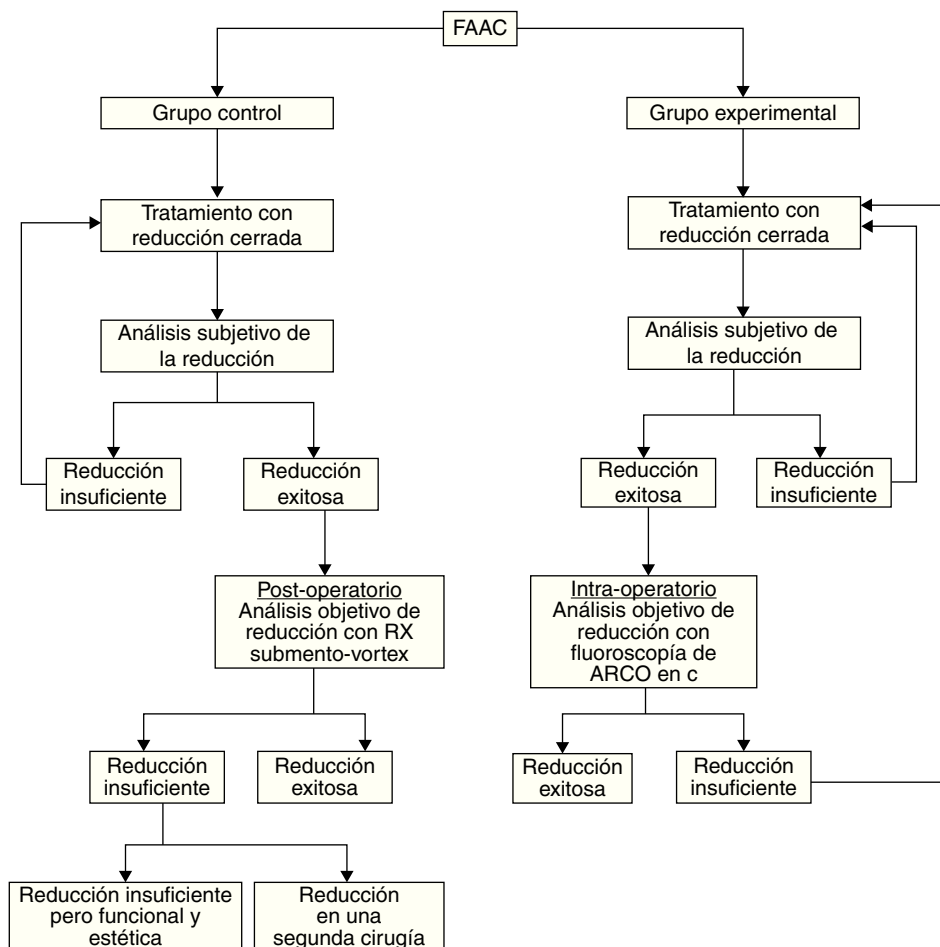


Figura 2 – Algoritmo utilizado en este estudio. En el grupo «control», una reducción insuficiente en la primera cirugía requería una segunda cirugía para corregir alteraciones, a menos que se lograra una reducción funcional y con una estética aceptable. Por otro lado, en el grupo «experimental», si no se logró una reducción o fue insuficiente en la evaluación de la imagen intraoperatoria, la reducción se repetía en la misma cirugía.

trauma fue accidentes de tránsito (34%) seguido por agresiones (30%) (fig. 5).

Del grupo «control», 21 pacientes tuvieron reducción satisfactoria, tanto subjetiva como objetivamente (en el control imagenológico posquirúrgico). En 3 que se creía haber logrado clínicamente una reducción adecuada, la radiografía control postoperatoria mostró una reducción insatisfactoria. Sin embargo, en estos 3 pacientes la reducción fue funcional y estéticamente aceptable, por lo que no fue necesaria una segunda intervención. El otro paciente de este grupo requirió una segunda cirugía para corregir el hundimiento con compromiso estético que, adicionalmente, provocaba limitación funcional. Es difícil determinar si el hundimiento observado en la radiografía posquirúrgica es producto de una reducción insuficiente o de un desplazamiento de los fragmentos provocado en la sala de recuperación, dado que no se realizó fijación interna. Sin embargo, la resolución para este paciente consistió en repetir la misma técnica quirúrgica descrita en material y método, sumada a la maximización de medidas para prevenir la presión local en el sitio reintervenido y evitar de esta forma una redislocación por apoyo en la fractura.

Por otro lado, en el grupo «experimental» las imágenes intraoperatorias mostraron una reducción insuficiente en 4 pacientes y, por tanto, requirieron 2 o más intentos de reducción realizados en el mismo acto operatorio. En 21 pacientes de este grupo se logró una reducción satisfactoria en el primer intento (tabla 1). Adicionalmente, ningún paciente de este grupo requirió una segunda cirugía, ya que en todos se logró una correcta reducción intraoperatoria.

En la experiencia de nuestro grupo, al realizar el test de diferencia de proporciones con los datos obtenidos, no existe diferencia significativa ($p=0,05$) con relación a la necesidad de una segunda intervención al utilizar radiografía posquirúrgica como control de la reducción, comparada con la adquisición intraoperatoria.

Discusión

De acuerdo con el propósito de este estudio, determinamos la utilidad de obtener imágenes intraoperatorias para el control de la reducción de FAAC, con la hipótesis de que utilizar

Tabla 1 – Reducción cerrada de FAAC

| Grupo control | | Grupo experimental (pacientes) | |
|--|----------------|--|----|
| Reducción exitosa en la primera cirugía | 21 | Reducción exitosa en el primer intento | 21 |
| Reducción insuficiente en la primera cirugía | 3 ^a | Reducción exitosa en 2 o más intentos | 4 |
| Necesidad de segunda cirugía | 1 paciente | Necesidad de segunda cirugía | 0 |

^a Reducción insuficiente en el control imagenológico posquirúrgico. Sin embargo, la reducción fue funcional y con una estética aceptable en estos 3 pacientes, por lo que una segunda cirugía no fue necesaria.

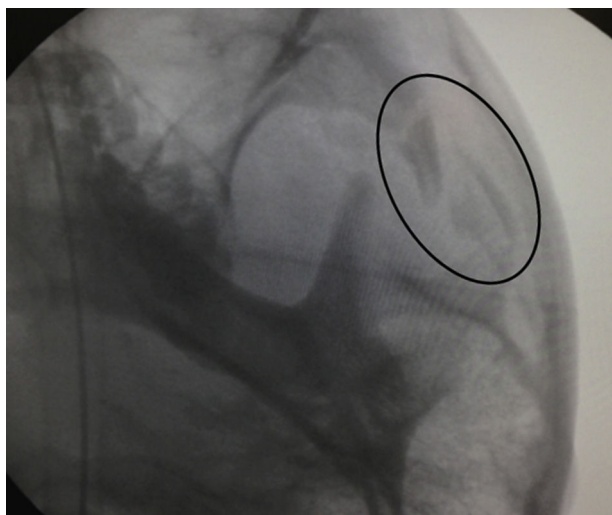


Figura 3 – Imagen intraoperatoria obtenida con el arco en C. Se observa una reducción insuficiente en el arco izquierdo. La tecnología permite al cirujano reaccionar inmediatamente dentro del quirófano.

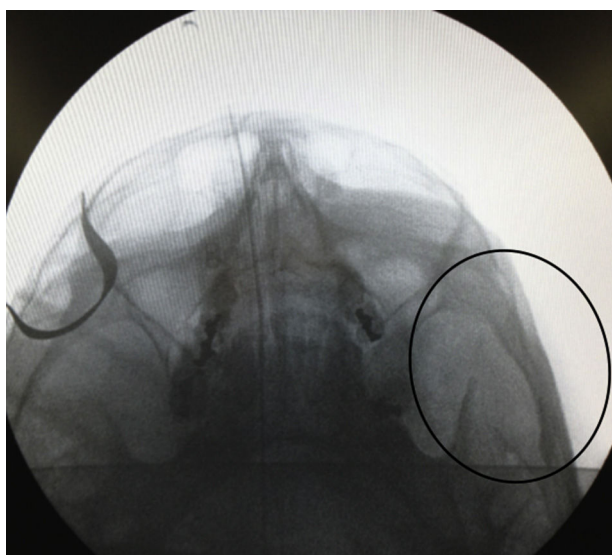


Figura 4 – Reducción exitosa de la FAAC izquierda del paciente de la figura 3, evaluada de forma objetiva con una imagen intraoperatoria obtenida con arco en C.

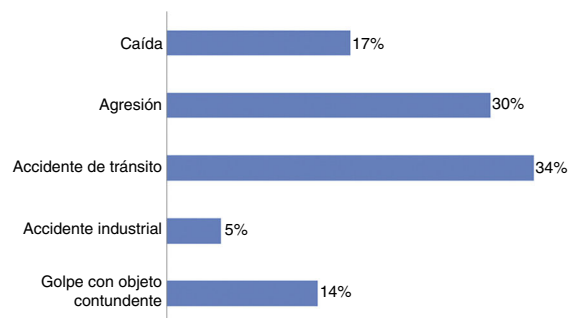


Figura 5 – Etiología de las fracturas.

arco en C en la evaluación intraoperatoria reduce la necesidad de una segunda cirugía. Adicionalmente, contrastamos la evaluación subjetiva realizada por el cirujano una vez finalizada la reducción con la evaluación objetiva del control imagenológico.

Los resultados de este estudio no permiten confirmar la hipótesis de que adquirir imágenes intraoperatorias con arco en C reduzca la necesidad de segundas intervenciones. Al comparar los resultados con el grupo control, no obtuvimos diferencia significativa en cuanto al éxito o fracaso en la reducción al utilizar una radiografía postoperatoria convencional como control. Adicionalmente, en ambos grupos se obtuvo un 84% de reducción satisfactoria en el primer intento. Considerando estos resultados, podemos afirmar que la reducción a distancia realizada de una FAAC por un cirujano con experiencia será habitualmente realizada con éxito, con o sin imágenes intraoperatorias. Sin embargo, a pesar de que los resultados no son significativamente estadísticos, recomendamos utilizar radiografías intraoperatorias obtenidas con un arco en C u otros métodos de imagenología como control de la reducción en FAAC. Esta tecnología permite al cirujano reaccionar inmediatamente en el intraoperatorio cuando se visualiza una reducción insuficiente. De esta forma, se puede lograr una tasa de éxito cercana al 100% en la primera cirugía, y disminuir la necesidad de una segunda intervención. En adición, si está disponible una modalidad de imagen intraoperatoria en el pabellón, esta puede reemplazar a una imagen postoperatoria control.

La utilización de imágenes intraoperatorias no es todavía un procedimiento rutinario en el trauma maxilofacial⁹. Los controles imagenológicos intraoperatorios son, cada vez con mayor frecuencia, descritos en la literatura, aunque su necesidad aún no es ampliamente reconocida^{9,11-15}. En su contra están los argumentos de la dosis de radiación emitida (en

general, 0,01-0,03 mSv para radiografías convencionales versus un aproximado de 2-2,3 mSv para TAC) y el costo¹⁴. Aunque el arco en C emite radiación, en esta técnica radiográfica (sin haz de cono), se utilizan solo bajas dosis no fluoroscópicas y las reducciones pueden ser realizadas con satisfacción con no más de 5 imágenes. En consecuencia, la dosis acumulada final es considerablemente menor que aquella emitida por una TAC maxilofacial¹⁴. Con respecto al costo, es un tema no solo económico sino también médico. Cuando se elimina la necesidad de una segunda o de más intervenciones quirúrgicas, los costos operacionales del quirófano disminuyen, lo que incluso puede corresponder a un 30-40% de los costos totales del hospital^{12,14}. Por lo que el argumento del costo en la utilización del arco en C se transforma en un respaldo para su utilización. Además, el equipo requerido para adquirir este tipo de imágenes es ampliamente disponible, incluso en hospitales con escasos recursos.

Se han descrito diferentes técnicas imagenológicas para evaluar de forma intraoperatoria la reducción del cigoma. La fluoroscopia de arco en C, como se ha mencionado recientemente, está disponible en la mayoría de los hospitales. Tanto el contorno del arco cigomático como la proyección del malar pueden ser evaluados con una proyección submento-vórtex. Sin embargo, la evaluación de la unión cigomatomaxilar, esfenocigomática y frontocigomática es difícil de realizar debido al traslape de estructuras¹⁵. Por otro lado, el suelo orbitario no puede ser evaluado mediante fluoroscopia, pero sí con las imágenes intraoperatorias adquiridas con TAC o *conebeam*¹⁶. La ultrasonografía intraoperatoria entrega una buena visualización del arco y, eventualmente, de la unión frontocigomática y del reborde infraorbitario¹⁰. Por el contrario, la unión cigomatomaxilar y esfenocigomática son difíciles de visualizar y la proyección del malar no puede ser evaluada mediante ultrasonografía¹⁵. La TAC es el *gold standard* en la evaluación prequirúrgica del trauma facial¹⁷. Todos los puntos de articulación del malar, como también el contorno del arco, la proyección del malar y el suelo orbitario pueden ser evaluados. Sin embargo, la utilización de TAC intraoperatorias aún no es una técnica rutinaria debido a la limitada disponibilidad de equipos móviles y limitaciones como el peso, tamaño y costo del equipo¹⁵. Finalmente el *conebeam* móvil es una modalidad imagenológica relativamente nueva que otorga imágenes intraoperatorias precisas a una baja exposición de radiación y tiene un tamaño y peso similar al fluoroscopio de arco en C. Su uso ha sido reportado con éxito, pero no rutinariamente^{15,16}.

En nuestro centro de trauma nivel 1, la evaluación de un evento traumático en el territorio maxilofacial se realiza con la ayuda de una TAC cuando está indicado. Si existe una FAAC con indicación quirúrgica, el control de la reducción se realiza mediante una imagen bidimensional para disminuir la radiación emitida al paciente, de acuerdo con lo descrito en la literatura^{4,5}. Sin embargo, si existe compromiso de otras estructuras, como el cigoma, nuestro protocolo indica control con imagen multiplanar. Creemos necesario realizar un análisis imagenológico intraoperatorio utilizando rayos X, TAC, endoscopio, ultrasonido, etc., en aquellas áreas donde no se tiene certeza de la reducción. Sin embargo, la complejidad de la anatomía del esqueleto maxilofacial, que causa sobreproyección de las estructuras y dificultad en la interpretación (en contraste con los huesos largos), debe ser considerada.

A pesar de que la estadística en nuestro estudio demuestra que no hay diferencia significativa entre realizar el control intra- o postoperatorio, obtener un óptimo resultado en la primera intervención, con una mínima radiación, reduciendo la necesidad de una segunda intervención, como también costos económicos, médicos y morbidos, avalan la recomendación de obtener imágenes intraoperatorias con el arco en C para el control de la reducción de FAAC. Finalmente, estudios multicéntricos, con un mayor tamaño de muestra son necesarios para validar estos resultados.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Financiamiento

No obtuvimos aportes financieros para realizar este estudio.

Conflicto de intereses

Ni los autores ni ningún miembro de nuestra familia inmediata tienen una relación financiera o de interés (actualmente o en los últimos 12 meses) con cualquier entidad de producción, comercialización, reventa o distribución de productos para el cuidado de la salud o servicios consumidos por los pacientes o utilizados en ellos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ungari C, Filiaci F, Riccardi E, Rinna C, Iannetti G. Etiology and incidence of zygomatic fracture: A retrospective study related to a series of 642 patients. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2012;16:1559-62.
2. Marinho RO, Freire-Maia B. Management of fractures of the zygomaticomaxillary complex. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2013;25:617-36.
3. Swanson E, Vercler C, Yaremchuk MJ, Modified Gordon CR. Gillies approach for zygomatic arch fracture reduction in the setting of bicoronal exposure. *J Craniofac Surg*. 2012;23:859-62.
4. Kim J, Kim S, Chung S, Chung YK. Zygomatic arch fracture: A new classification and treatment algorithm with epidemiologic analysis. *J Craniofac Surg*. 2014;25:1389-92.
5. Ellstrom CL, Evans GR. Evidence-based medicine: Zygoma fractures. *Plast Reconstr Surg*. 2013;132:1649-57.

6. Xie L, Shao Y, Hu Y, Li H, Gao L, Hu H. Modification of surgical technique in isolated zygomatic arch fracture repair: Seven case studies. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38:1096-100.
7. Czerwinski M, Lee C. The rationale and technique of endoscopic approach to the zygomatic arch in facial trauma. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2006;14:37-43.
8. Czerwinski M, Lee C. Traumatic arch injury: Indications and an endoscopic method of repair. *Facial Plast Surg.* 2004;20:231-8.
9. Wilde F, Lorenz K, Ebner AK, Krauss O, Mascha F, Schramm A. Intraoperative imaging with a 3D C-arm system after zygomatico-orbital complex fracture reduction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71:894-910.
10. Akizuki H, Yoshida H, Michi K. Ultrasonographic evaluation during reduction of zygomatic arch fractures. *J Craniomaxillofac Surg.* 1990;18:263-6.
11. Woolley EJ, Jones DC. The use of the image intensifier in fractures of the zygomatic arch-a technical note. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34:440-2.
12. Imai T, Michizawa M, Fujita G, Shimizu H, Ota Y, Kitamura T, et al. C-arm-guided reduction of zygomatic fractures revisited. *J Trauma.* 2011;71:1371-5.
13. Czerwinski M, Parker WL, Beckman L, Williams HB. Rapid intraoperative zygoma fracture imaging. *Plast Reconstr Surg.* 2009;124:888-98.
14. Czerwinski M. C-arm assisted zygoma fracture repair: A critical analysis of the first 20 cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015;73, 692 e1-8.
15. Van Hout WM, van Cann EM, Muradin MS, Frank MH, Koole R. Intraoperative imaging for the repair of zygomaticomaxillary complex fractures: A comprehensive review of the literature. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014;42:1918-23.
16. Heiland M, Schulze D, Blake F, Schmelzle R. Intraoperative imaging of zygomaticomaxillary complex fractures using a 3D C-arm system. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34:369e375.
17. Manson PN, Markowitz B, Mirvis S, Dunham M, Yaremchuk M. Toward CT-based facial fracture treatment. *Plast Reconstr Surg.* 1990;85:202e212.