

Fractura de seno frontal: Estudio observacional descriptivo

Ilich Vargas F. ¹, Aracelli Chamorro V. ¹, Paulette Laporte W. ¹,
Camilo Barrientos M. ¹, Christian Pedemonte T. ¹, Edgardo González M. ¹

Frontal Sinus Fracture: Descriptive Observational Study

Objective: To describe the relationship between frontal sinus fractures and the treatment options used, the long-term complications, and the time lapsed between the treatment and onset of complications.

Methods and Materials: Retrospective observational descriptive study on cases with frontal sinus fractures treated at Mutual de Seguridad Hospital between January 2018 and December 2024, with a descriptive analysis of data. **Results:** 52/686 (7,6%) patients with craniofacial trauma suffered a frontal sinus fracture, with 51 men and 1 woman affected, and an average of 43 years of age. 15 patients (28,8%) had anterior table fractures, while 37 (71,2%) had fractures on both tables. 23 (44,2%) had a compromised frontal outflow tract (NFOT). 42 patients (80,8%) showed no complications, while 5 (9,6%) developed mucocoele, 3 (5,8%) frontal abscesses and 2 (3,8%) had cerebrospinal fluid leaks. Mucocoeles took 7 to 11 years to manifest, frontal abscesses between 10 months and 4 years, and leaks 1 month. **Discussion:** In this study, the incidence of frontal sinus trauma rounds 7,7% in all craniofacial trauma. The literature has tried to establish treatment guides, based on the consensus that treatment must be based on the affected structures. However, discrepancies between protocols remain. **Conclusion:** Treatment should be individualized based on the severity of the fracture and compromise of the NFOT, opting for conservative treatments in fractures of less gravity and aggressive approaches in complex cases.

Keywords: mucocoele; frontal sinus; fractures; treatment; complication.

Resumen

Objetivo: Describir la relación entre fracturas del seno frontal, los tratamientos aplicados y las complicaciones a largo plazo asociadas y el tiempo transcurrido entre el tratamiento y la aparición de complicaciones. **Materiales y Métodos:** Estudio observacional descriptivo retrospectivo sobre casos de fractura de seno frontal tratados en Hospital Mutual de Seguridad entre enero 2018 y diciembre 2024, con análisis de datos descriptivos. **Resultados:** 52 de 686 (7,6%) pacientes con trauma craneofacial sufrieron fracturas de seno frontal, siendo 51 hombres y 1 mujer, con 43 años en promedio. 15 pacientes (28,8%) presentaron fractura de pared anterior y 37 (71,2%) fractura de ambas paredes. 23 (44,2%) tuvo compromiso del conducto nasofrontal (NFOT). 42 (80,8%) pacientes no presentaron complicaciones, mientras que 5 (9,6%) presentó mucocoele, 3 (5,8%) abscesos frontales y 2 (3,8%) fistulas de líquido cefalorraquídeo. Los mucocoeles tardan entre 7 y 11 años en manifestarse, los abscesos frontales entre 10 meses y 4 años y las fistulas 1 mes. **Discusión:** En este estudio, la incidencia del compromiso de seno frontal es del 7,7% en trauma craneofacial. La literatura ha intentado establecer guías de tratamiento, basándose en el consenso sobre la indicación del mismo en las estructuras afectadas. Sin embargo, existen discrepancias entre protocolos. **Conclusión:** Se debe individualizar el tratamiento según la severidad de la fractura y compromiso del NFOT, eligiendo técnicas conservadoras en lesiones menos graves y técnicas agresivas en casos complejos.

Palabras clave: mucocoele; seno frontal; tratamiento; complicaciones.

¹Hospital Clínico Mutual de Seguridad. Santiago, Chile.

Recibido el 2025-06-26 y
aceptado para publicación el
2025-08-07

Correspondencia a:
Dra. Araceli Chamorro V.
apchamorro@miuandes.cl

E-ISSN 2452-4549



Introducción

Las fracturas del seno frontal (FSF) son lesiones poco frecuentes, que representan entre el 2% y el 15% de todas las fracturas faciales. Estas lesiones ocurren habitualmente por traumatismos de alta energía y pueden comprometer la pared anterior, la pared posterior o ambas estructuras del seno, así como el conducto naso frontal (de aquí en adelante NFOT por su sigla en inglés *Nasofrontal outflow tract*)¹⁻⁴.

El seno frontal se desarrolla desde los dos años y alcanza su tamaño adulto alrededor de los 12 años². Su anatomía compleja, que incluye el delgado límite con estructuras intracraneales y la cercanía al NFOT, lo convierte en una región de alto riesgo para complicaciones si no se maneja adecuadamente¹⁻⁴.

Existen distintas alternativas terapéuticas; desde la observación hasta intervenciones quirúrgicas como la reconstrucción, obliteración o cranealización⁵⁻⁸. La elección del tratamiento depende del tipo y extensión de la fractura, así como del compromiso del NFOT⁵.

En cuanto a las complicaciones asociadas al tratamiento de las FSF, algunas pueden surgir incluso años después del procedimiento⁹. La literatura menciona la aparición de fistulas de líquido cefalorraquídeo (LCR), sinusitis frontal, abscesos frontales y meningitis^{2,8,10}. Los mucocelos son una complicación reconocida, presentando una alta incidencia en la literatura⁶. Los mucocelos suelen formarse con mayor frecuencia en el seno frontal y frontoetmoidal⁸. Estas complicaciones pueden presentar desafíos y requerir intervenciones adicionales.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo describir la relación entre las FSF, los tratamientos aplicados, el tipo de complicaciones a largo plazo, y el tiempo transcurrido entre la intervención quirúrgica y la aparición de dichas complicaciones, según la experiencia de un hospital de alta complejidad.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio observacional descriptivo retrospectivo en pacientes con FSF, atendidos en el Hospital Mutual de Seguridad entre enero de 2018 y diciembre de 2024. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años, operados en un centro, con confirmación imagenológica de FSF mediante tomografía computarizada (TC). Se excluyeron aquellos casos que no contaban con imágenes de seguimiento o en quienes

no fue posible acceder a estudios imagenológicos.

Las fracturas se clasificaron según su localización en tres categorías: compromiso exclusivo de la pared anterior, compromiso exclusivo de la pared posterior, o compromiso de ambas paredes del seno frontal. Además, se evaluó el estado del NFOT, a través del análisis de los distintos cortes de las tomografías, debido a su relevancia como criterio quirúrgico.

Para cada paciente se registraron las siguientes variables: edad, género, tipo de fractura (pared comprometida), compromiso del NFOT, tipo de tratamiento recibido (observación, reconstrucción de la pared anterior, obliteración o cranealización), aparición de complicaciones tardías (mucocelo, absceso frontal, fistula de LCR) y el tiempo transcurrido entre la cirugía y la aparición de dichas complicaciones. En los casos con eventos adversos, se constató el tiempo de seguimiento clínico y radiológico, verificado mediante controles presenciales y TC de control.

El análisis estadístico fue de tipo descriptivo. Los datos fueron organizados en una base de datos de Microsoft Excel y analizados mediante tablas dinámicas y gráficos. Se realizaron análisis descriptivos cruzados de frecuencias relativas, expresando las variables categóricas en frecuencias absolutas (n) y porcentajes (%).

Este estudio recibió el consentimiento de los participantes y fue exento de revisión por comité de ética, al tratarse de un análisis retrospectivo de datos clínicos anonimizados.

Resultados

De un total de 686 pacientes operados por trauma craneofacial en el periodo estudiado, 52 presentaron FSF, lo que corresponde al 7,6% de los casos. De ellos, 51 pacientes fueron de sexo masculino (98%) y uno de sexo femenino (2%) (Figura 1). La edad promedio fue de 43 años, con un rango entre 28 y 74 años.

En cuanto al patrón de fractura, 15 pacientes (28,8%) presentaron compromiso exclusivo de la pared anterior del seno frontal, mientras que 37 pacientes (71,2%) presentaron compromiso de ambas paredes, anterior y posterior (Figura 2).

En el grupo con fractura aislada de la pared anterior (n = 15), 12 pacientes (80%) fueron tratados mediante reconstrucción con placas y/o tornillos de osteosíntesis, 2 (13,3%) permanecieron en observación sin intervención quirúrgica, y 1 (6,7%) fue tratado mediante obliteración (Figura 3).

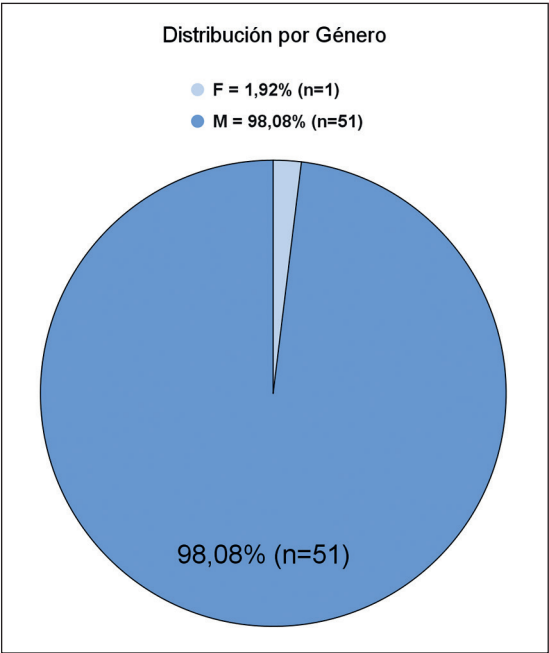


Figura 1. Gráfico de distribución por género de los pacientes con FSF.

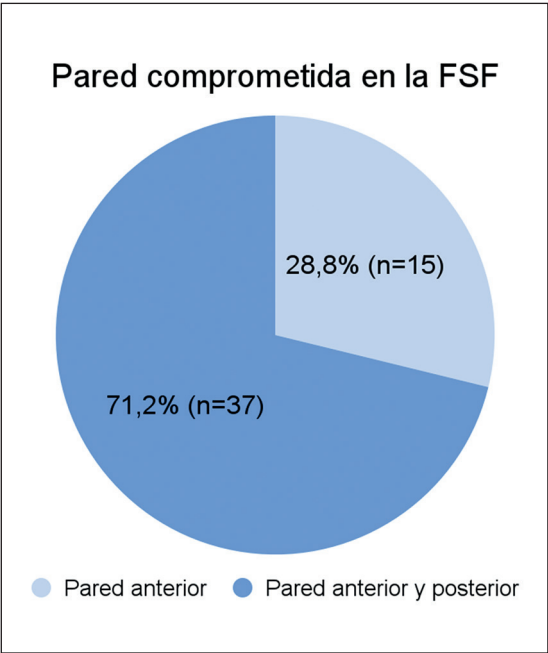


Figura 2. Gráfico de distribución de pacientes según pared comprometida en FSF.

Paredes del seno frontal comprometidas en la fractura	Tratamiento Recibido				Suma total
	Cranealización	Obliteración	Observación	Reconstrucción pared anterior	
Pared anterior		6,67% (n = 1)	13,33% (n = 2)	80,00% (n = 12)	100,00% (n = 15)
Pared anterior y posterior	16,22% (n = 6)	40,54% (n = 15)	8,11% (n = 3)	35,14% (n = 13)	100,00% (n = 37)
Suma total	11,54%	30,77%	9,62%	48,08%	100,00%

Figura 3. Tabla de distribución de tratamientos realizados según el tipo de fractura y la pared comprometida.

En el grupo con compromiso de ambas paredes (n = 37), 15 pacientes (40,5%) fueron intervenidos con obliteración, 13 (35,1%) a reconstrucción de la pared anterior, 6 (16,2%) a cranealización y 3 (8,1%) permanecieron en observación (Figura 3).

También se constató que el 44,2% de los pacientes (n = 23) presentaban compromiso del NFOT (Figura 4). Dentro de este subgrupo, la mayoría fue tratada mediante obliteración (69,6%, n = 16),

seguida de cranealización en el 26,1% de los casos (n = 6), mientras que un paciente (4,3%) fue manejado únicamente con reconstrucción de la pared anterior. (Figura 5).

En relación con las complicaciones tardías, 42 pacientes (80,8%) no presentaron eventos adversos. En los 10 pacientes restantes (19,2%), se identificó lo siguiente: 5 mucocelos (9,6%), 3 abscesos frontales (5,8%) y 2 fistulas de líquido cefalorraquídeo (3,8%) (Figura 6).

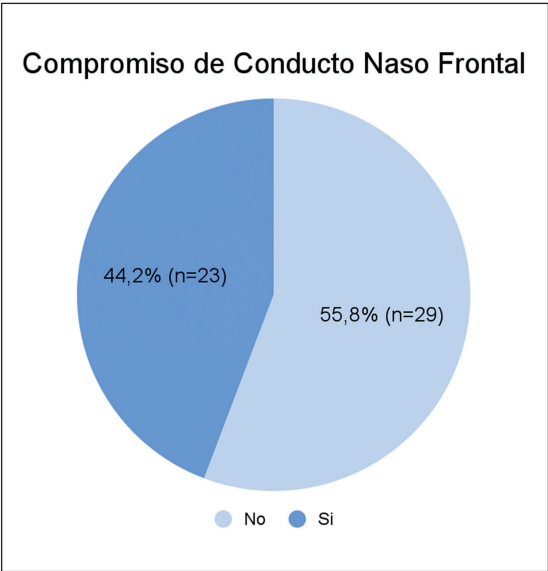


Figura 4. Gráfico de frecuencia de compromiso de conducto nasofrontal (NFOT) en FSF.

Todos los pacientes que desarrollaron absceso frontal (n = 3) fueron tratados inicialmente mediante obliteración. En los casos de fistula de LCR (n = 2), uno fue tratado con obliteración y el otro con reconstrucción de la pared anterior. Entre quienes presentaron mucocelos (n = 5), 2 habían recibido cranealización, 2 obliteración y 1 reconstrucción de pared anterior (Figura 7).

El tratamiento con mayor tasa de complicaciones a largo plazo fue la reconstrucción de la pared anterior (48,1%; n = 25), seguido de la obliteración (30,8%; n = 16) (Figura 8).

Tratamiento de la Fractura	Compromiso de NFOT		
	No	Si	Suma Total
Cranealización		26,09% (n = 6)	100,00% (n = 6)
Obliteración		69,57% (n = 16)	100,00% (n = 16)
Observación	17,24% (n = 5)		100,00% (n = 5)
Reconstrucción pared anterior	82,76% (n = 24)	4,35% (n = 1)	100,00% (n = 25)
Suma total	100% (n = 29)	100% (n = 23)	100,00% (n = 52)

Figura 5. Tabla de distribución de tratamientos según la presencia de compromiso del conducto nasofrontal (NFOT)

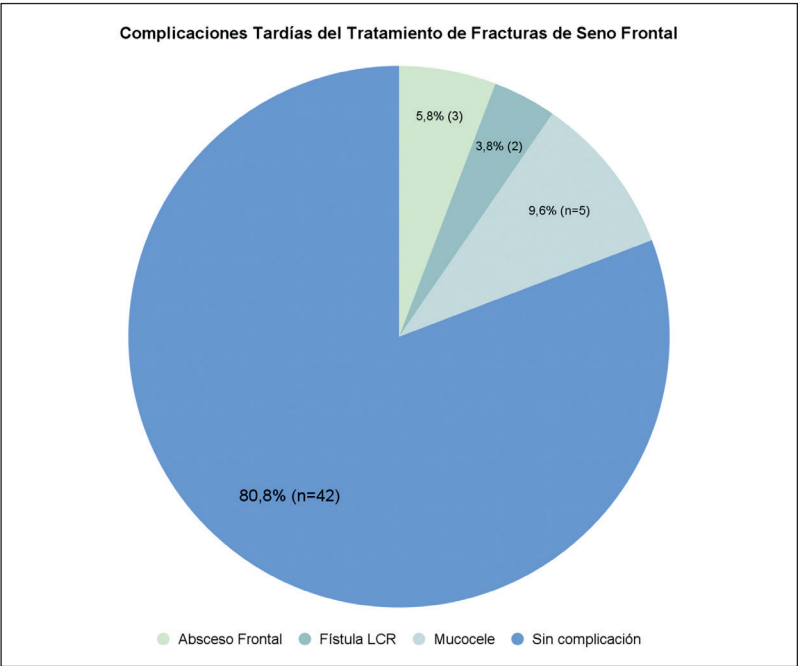


Figura 6. Gráfico de distribución de complicaciones tardías según en tratamiento de FSF.

Complicación	Tratamiento de la fractura				Suma total
	Cranealización	Obliteración	Observación	Reconstrucción pared anterior	
Absceso Frontal		100,00% (n = 3)			100,00% (n = 3)
Fístula LCR		50,00% (n = 1)		50,00% (n = 1)	100,00% (n = 2)
Mucocelo	40,00% (n = 2)	40,00% (n = 2)		20,00% (n = 1)	100,00% (n = 5)
Sin complicación	9,52% (n = 4)	23,81% (n = 10)	11,90% (n = 5)	54,76% (n = 23)	100,00% (n = 42)
Suma total	11,54% (n = 6)	30,77% (n = 16)	9,62% (n = 5)	48,08% (n = 25)	100,00% (n = 52)

Figura 7. Tabla de distribución de complicaciones tardías según el tipo de tratamiento recibido.

Al analizar la asociación entre el compromiso del NFOT y las complicaciones tardías, se evidenció que los abscesos frontales (5,8%; n = 3) y los mucocelos (9,6%; n = 5) ocurrieron exclusivamente en pacientes con compromiso del NFOT. Las fistulas de LCR se distribuyeron equitativamente entre pacientes con y sin compromiso del NFOT(1,9%; n = 1) en cada grupo). La mayoría de los pacientes sin complicaciones (53,8%; n = 28) no presentaban compromiso del NFOT, mientras que el 26,9% (n = 14) sí lo tenía. Estos hallazgos sugieren una posible relación entre el compromiso del NFOT y el desarrollo de complicaciones infecciosas y mucocelos en el seguimiento tardío (Figura 9).

Finalmente, el tiempo transcurrido desde la cirugía hasta la aparición de complicaciones varió según el tipo: en los mucocelos, el intervalo fue de 7 a 11 años; en las fistulas de LCR, fue de 1 mes; y en los abscesos frontales, de 10 meses a 4 años (Figura 10).

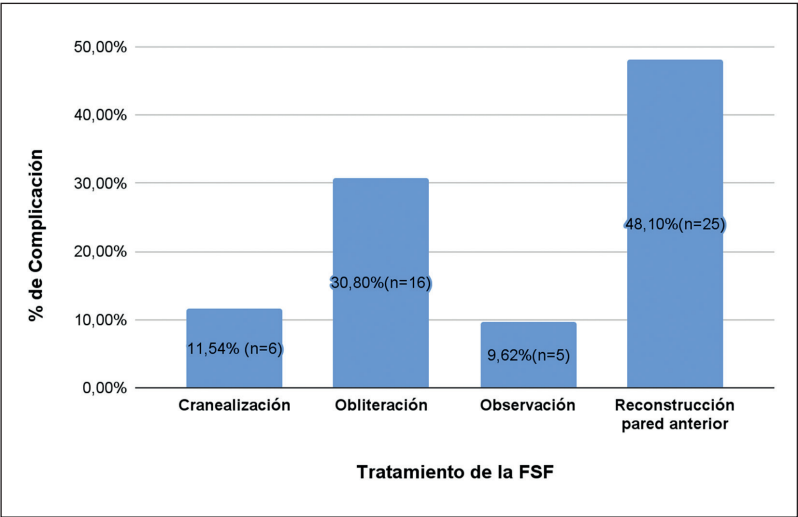


Figura 8. Gráfico de porcentaje de complicaciones tardías según el tipo de tratamiento recibido.

Complicación	Compromiso de NFOT		
	No	Si	
Absceso Frontal		5,77% (n = 3)	100,00% (n = 3)
Fístula LCR	1,92% (n = 1)	1,92% (n = 1)	100,00% (n = 2)
Mucocele		9,62% (n = 5)	100,00% (n = 5)
Sin complicación	53,85% (n = 28)	26,92% (n = 14)	100,00% (n = 42)
Suma total	55,77% (n = 29)	44,23% (n = 23)	100,00%

Figura 9. Tabla de distribución de complicaciones según el compromiso de NFOT.

Tiempo desde la cirugía hasta aparición de complicación	Complicación		
	Absceso Frontal	Fístula LCR	Mucocele
1 mes		1	
10 meses	1		
11 años			1
4 años	1		
7 años			2
7 meses	1		
Fístula		1	
Suma total	3	2	3

Figura 10. Tabla de distribución del tiempo de aparición según el tipo de complicación.

Discusión

El manejo de las FSF permanece como un desafío clínico, principalmente por la falta de estandarización en la clasificación y tratamiento. Distintas publicaciones han tenido por objetivo establecer algoritmos, basados en el consenso de que este depende únicamente de las estructuras afectadas. Con ello, el clínico dispone de alternativas como el tratamiento conservador en casos de menor complejidad, así como las opciones quirúrgicas de reducción y estabilización de la tabla anterior, la obliteración del seno frontal o la cranealización cuando hay una mayor morbilidad. Sin embargo, a pesar de los múltiples algoritmos propuestos, las decisiones terapéuticas suelen basarse en la experiencia del clínico y en las características específicas del caso, lo que genera interrogantes sobre la fiabilidad de los resultados y la necesidad de unificar criterios y recomendaciones.

En nuestra muestra de 686 pacientes operados, 53 presentaron FSF, representando una incidencia del 7,7% del trauma maxilofacial. Esto indica una frecuencia considerable a pesar de la reconocida alta resistencia mecánica del hueso frontal¹¹ y puede explicarse por la naturaleza de estos traumas, con impactos directos, localizados y de alta energía.

El estudio realizado muestra que el sexo masculino es predominante en las FSF. Esto concuerda con Johnson y Roberts⁵, donde 1.239/1473 (84,1%) pacientes con FSF son de dicho género. Esto podría atribuirse a actividades asociadas al mismo, que derivan en accidentes de alta energía.

El rango de edad de este estudio abarcó desde los 27 años hasta los 74 años, con un promedio de 43 años. Al-Moraissi et al¹⁰, describió un rango entre 6 y 93 años. Esta variabilidad es consistente en la literatura y puede asociarse a las diferentes poblaciones atendidas en cada centro.

Se han desarrollado múltiples algoritmos de tratamiento basados en el patrón de fractura y su sintomatología, lo que ha generado variabilidad de enfoques que dificultan la aplicación clínica. Rodríguez et al¹¹, definieron las lesiones de NFOT mediante criterios específicos: obstrucción del NFOT, fractura de las celdas etmoidales anteriores y fractura del piso del seno frontal; metodología respaldada por Yakirevitch et al¹². Alternativamente, algunos autores basaron sus algoritmos en el grado de desplazamiento^{13,14} y otros avalaron la cirugía endoscópica para permeabilizar el NFOT^{15,16}. En contraste, Jafari et al¹⁷, promovieron enfoques más conservadores. Sin embargo, una limitante de estos algoritmos radica en su construcción a partir de un

reducido número de casos, que dificulta la extrapolación de datos y transferibilidad de las recomendaciones. En nuestro centro la decisión quirúrgica se basa en las tablas comprometidas por el trauma, el grado de desplazamiento o conminución, el compromiso de NFOT y de fugas de LCR. En los casos de menor compromiso se opta por conductas expectantes, mientras que en aquellos que se observa compromiso de NFOT, desplazamiento mayor a 3 mm de la tabla anterior (o que genera defectos estéticos) y/o fracturas no desplazadas de la pared posterior, se elige la obliteración del seno. Finalmente, ante fugas de LCR, desplazamiento o conminución de la pared posterior y/o compromiso del NFOT se realiza la cranealización, obliterando el NFOT (Figura 11).

En nuestro estudio, la técnica utilizada para el tratamiento de estas complicaciones se basa en el uso de abordajes coronales y el cuidadoso manejo de colgajos de pericráneo como medida de sellado del seno frontal. El acceso al seno frontal ocurre mediante osteotomías de la pared anterior del hueso frontal seguido del minucioso desbridamiento y remoción de la mucosa que minimice la aparición de mucocelos. Posteriormente se procede a lavar con suero fisiológico para continuar con el relleno de la cavidad y obliterar el NFOT con fosfato tricálcico. Una vez desfuncionalizado el seno, se reubica el colgajo de pericráneo y el segmento de pared anterior del hueso frontal, el cual se fija mediante placas y/o mallas de osteosíntesis. Este protocolo es similar al utilizado por Zubillaga et al¹⁸, que sugiere el uso de injertos de calota obtenidos intraoperatoriamente, tanto por su cuenta como en conjunto a matriz ósea desmineralizada.

Diversos estudios han reportado las indicaciones para la obliteración en FSF. La obstrucción o lesión del NFOT es la indicación más común^{11,18-23}. Otras indicaciones claves son la fractura de la pared posteroinferior^{11,19,21,23} y la fractura desplazada de la pared anterior²⁴. Estas indicaciones refuerzan la necesidad de individualizar el tratamiento según las características anatómo-funcionales de cada caso. Actualmente no existe un consenso sobre el mejor material para realizar las obliteraciones, aunque se sugieren materiales de rápida revascularización, amplia disponibilidad y baja morbilidad para el sitio donante²⁵. Johnson NR y Roberts MJ⁵, reportan el alto uso de grasa abdominal y hueso autólogo, particularmente de calota según Vironneau et al²⁶. Adicionalmente, nuestro estudio reporta buenos resultados mediante el uso de fosfato tricálcico.

Las indicaciones reportadas para la cranealización incluyen fracturas conminutas desplazadas de la pared posteroinferior, necesidad de interven-

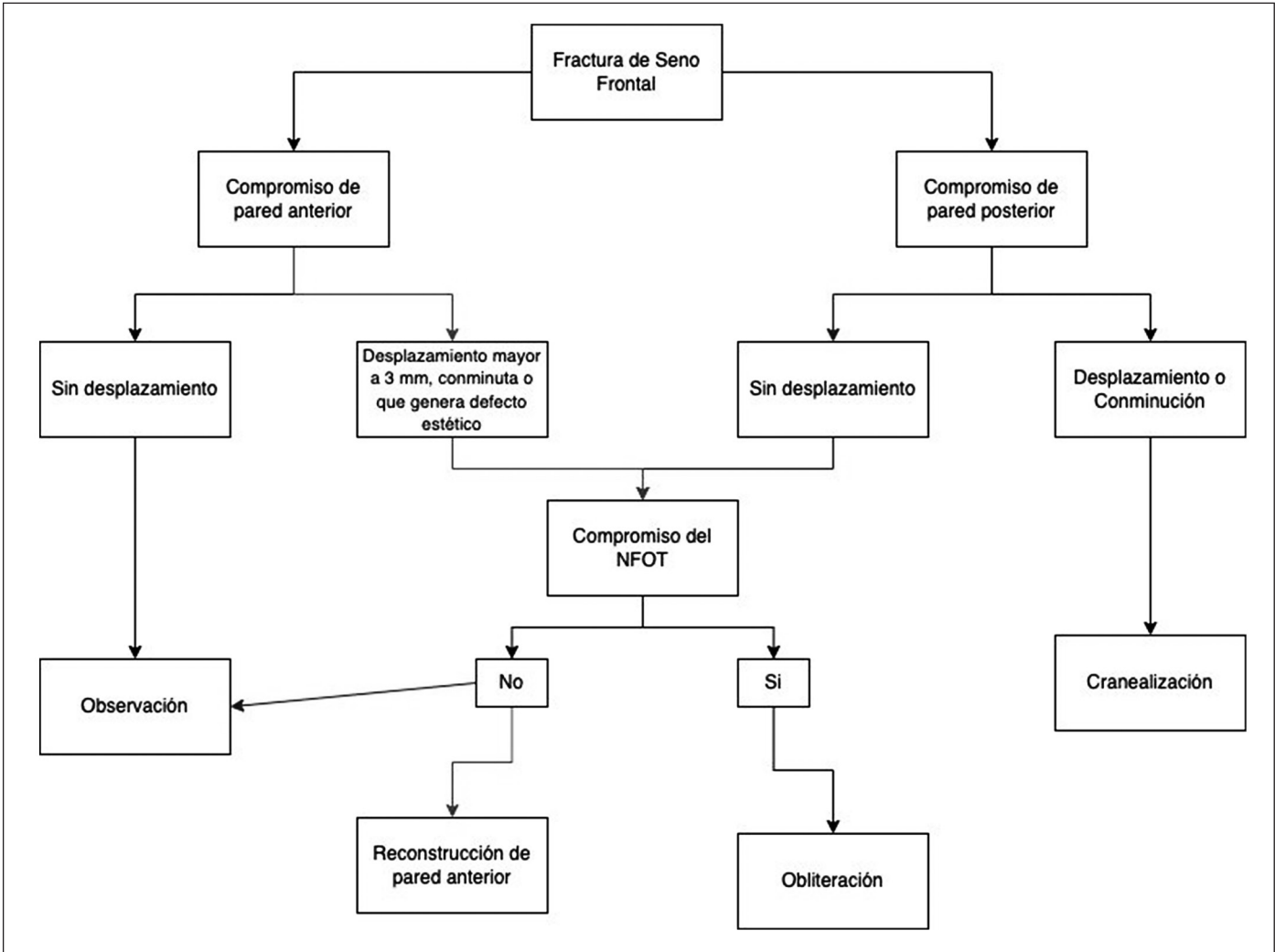


Figura 11. Algoritmo utilizado en Hospital Mutual de Seguridad para la indicación de tratamientos de FSF.

ción neuroquirúrgica y la obstrucción o lesión del NFOT^{11,13,16,19-24,27}.

En cuanto a las tasas de complicaciones relacionadas a las alternativas terapéuticas, es esperable que aumenten con la extensión, severidad y cantidad de estructuras anatómicas comprometidas. Así, las fracturas tratadas con observación presentan menores tasas de complicación debido a su menor complejidad y las fracturas de mayor morbilidad que requieren intervenciones más extensas presentan mayores tasas de complicación. Esto es respaldado por Al-Moraissi et al¹⁰, donde el manejo conservador tuvo la menor tasa de complicaciones (7%), seguido de ORIF (9,4%), obliteración (10,6%) y cranealización (11%). Particularmente, el compromiso de NFOT mostró un mayor índice de

complicaciones (8%) *versus* aquellas sin afectación (5%), presentando un riesgo relativo de 1,78. Esto es sustentado por Rodríguez et al¹¹, que reportó 60/61 complicaciones ante un compromiso de NFOT. Estos hallazgos destacan el daño al NFOT como factor clave en el pronóstico y la recomendación de optar por enfoques quirúrgicos ante su daño.

En la literatura, las complicaciones de las FSF se clasifican según su tiempo de aparición, en complicaciones tempranas (dentro de los primeros 6 meses posteriores a la cirugía) y complicaciones tardías (después de 6 meses)⁵. En la revisión sistemática de Johnson y Roberts⁵, se observó una incidencia de 6,9% para las complicaciones tempranas y 11,9% para las tardías. En nuestro estudio, 20% de los pacientes desarrolló complicaciones tardías, distri-

buidas de la siguiente manera: un 6% presentó absceso frontal, todos tratados inicialmente mediante obliteración del seno; un 4% desarrolló fístula de LCR, siendo tratado el 50% con obliteración y el otro 50% con reconstrucción de la pared anterior; y un 10% presentó mucocelos, con tratamientos iniciales distribuidos en un 40% mediante cranealización, 40% con obliteración y 20% con reconstrucción de la pared anterior. El tiempo de aparición de estas complicaciones depende del tipo: los mucocelos se presentaron entre 7 y 11 años después de la cirugía, las fistulas de LCR a 1 mes postquirúrgico, y los abscesos frontales entre los 10 meses y los 4 años. Estos y los resultados de Scangas et al²⁵, refuerzan la necesidad de mantener una vigilancia postoperatoria prolongada.

Conclusión

Las FSF representan un desafío clínico significativo, dado su vínculo con lesiones de alta energía y la frecuencia de daño al NFOT. En nuestro estudio, el manejo quirúrgico representó una proporción considerable de casos. Las complicaciones tardías, aunque poco frecuentes, subrayan la importancia de la vigilancia a largo plazo, especialmente en intervenciones invasivas como la obliteración y cranealización. Sin embargo, las limitaciones de esta investigación, incluyendo la falta de causas del trauma, el daño neurológico asociado, e información sobre los materiales de reconstrucción, impiden la comparación directa con la literatura disponible. No obstante, nuestros hallazgos destacan la necesidad de individualizar el tratamiento según la severidad de la fractura y la afectación del NFOT, prefiriendo enfoques conservadores en lesiones de menor morbilidad y técnicas agresivas a casos complejos. Este estudio resalta la impor-

tancia de futuros trabajos que incluyan caracterizaciones detalladas sobre los factores etiológicos, las lesiones asociadas y los planes reconstructivos para optimizar los resultados clínicos en el manejo de estas fracturas.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que en este manuscrito no se han realizado experimentos en seres humanos ni animales.
Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación: Ninguna.

Conflictos de interés: Ninguno.

Contribución de los Autores

	Colaboración Académica													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Illich Vargas F.	x		x	x		x		x		x		x	x	
Araceli Chamorro V.	x			x		x	x	x		x				x
Camilo Barrientos						x	x	x		x				
Paulette Laporte W.			x	x		x	x			x				
Christian Pedemonte T.				x		x						x	x	
Edgardo Gonzalez M.				x	x	x			x			x	x	

1. Administración del proyecto; 2. Adquisición de fondos; 3. Análisis formal, 4. Conceptualización, 5. Curaduría de datos; 6. Escritura - revisión y edición, 7. Investigación; 8. Metodología; 9. Recursos; 10. Redacción - borrador original; 11. Software; 12. Supervisión; 13. Validación. 14. Visualización.

Bibliografía

1. Rodríguez-Perales MA, Canul-Andrade LP, Villagra-Siles E. Tratamiento quirúrgico de las fracturas del seno frontal. Otorrinolaringología 2004;49(2):43-57.

2. Heredero Jung S, Zubillaga Rodríguez I, Castrillo Tambay M, Sánchez Aniceto G, Montalvo Moreno JJ. Tratamiento y complicaciones de las fracturas de seno frontal. Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac [Internet]. 2007 Jun [citado 2024 Nov 24]; 29(3):145-53.

3. Farag A, Rosen MR, Ziegler N, Rimmer RA, Evans JJ, Farrell CJ, et al. Management and surveillance of frontal sinus violation following craniotomy. J Neurol Surg B Skull Base 2020 Feb;81(1):1-7.doi: 10.1055/s-0038-1676826.

4. Pefaure J, Mackfarlane M, Bustos-Martínez G, Angrigiani C. Obliteración de fracturas de seno frontal con colgajos pediculados. Cir Plást Ibero-Latinoam. 2014 Mar;40(1):55-61. Doi:10.4321/S0376-78922014000100008.

5. Johnson NR, Roberts MJ. Frontal sinus fracture management: a systematic review and meta-analysis. Int J Oral Maxillofac Surg. 2021 Jan;50(1):75-82. doi: 10.1016/j.ijom.2020.06.004.

6. Metzinger SE, Guerra AB, Garcia RE. Frontal sinus fractures: management guidelines. Facial Plast Surg. 2005 Nov;21(3):199-206.Doi: 10.1055/s-2005-922860

7. Manolidis S. Frontal sinus injuries: associated injuries and surgical management of 93 patients. J Oral

- Maxillofac Surg. 2004 Jul;62(7):882-91. doi: 10.1016/j.joms.2003.04.020.
8. Koudstaal MJ, van der Wal KGH, Bijvoet HWC, Vincent AJPE, Poulblon RMI. Post-trauma mucocele formation in the frontal sinus: a rationale of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2004 Dec;33(8):751-4. doi: 10.1016/j.ijom.2004.01.019.
9. Pappachan B, Alexander M. Correlating facial fractures and cranial injuries. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Jul;64(7):1023-9. doi:10.1016/j.joms.2006.03.021.
10. Al-Moraissi EA, Alyahya A, Ellis E. Treatment of frontal sinus fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2021 Dec;79(12):2528-36. doi: 10.1016/j.joms.2021.06.013
11. Rodríguez ED, Stanwix MG, Nam AJ, St Hilaire H, Simmons H, Christy O, et al. Twenty-six-year experience treating frontal sinus fractures: a novel algorithm based on anatomical fracture pattern and failure of conventional techniques. *Plast Reconstr Surg.* 2008 Dec;122(6):1850-66. doi: 10.1097/PRS.0b013e31818d58ba
12. Yakirevitch A, Bedrin L, Alon E, Yoffe T, Wolf M, Yahalom R. Relation between preoperative computed tomographic criteria of injury to the nasofrontal outflow tract and operative findings in fractures of the frontal sinus. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2013 Dec;51(8):799-802. doi: 10.1016/j.bjoms.2013.06.001.
13. Chegini S, Gallighan N, McLeod N, Corkill R, Bojanic S, Griffiths S, et al. Outcomes of treatment of fractures of the frontal sinus: review from a tertiary multispecialty craniofacial trauma service. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2016 Sep;54(7):801-5. doi: 10.1016/j.bjoms.2016.05.016.
14. Dalla Torre D, Burtscher D, Kloss-Brandstätter A, Rasse M, Kloss F. Management of frontal sinus fractures: treatment decision based on metric dislocation extent. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014 Oct;42(7):1515-9. doi: 10.1016/j.jcms.2014.04.023
15. Emara T, OdaBasha AE, Omara TA, Abdelazem MS, Anany AM. Endoscopic-assisted rigid internal fixation of anterior wall frontal sinus fractures. *Pan Arab J Rhinol.* 2021 Jan;10:45-9. doi:10.4103/pajr.pajr_3_20
16. Grayson JW, Jeyarajan H, Illing EA, Cho DY, Riley KO, Woodworth BA. Changing the surgical dogma in frontal sinus trauma: transnasal endoscopic repair. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2017 May;7(5):441-9. doi: 10.1002/alr.21897.
17. Jafari A, Nuyen BA, Salinas CR, Smith AM, DeConde AS. Spontaneous ventilation of the frontal sinus after fractures involving the frontal recess. *Am J Otolaryngol.* 2015 Nov-Dec;36(6):837-42. doi: 10.1016/j.amjoto.2015.04.015.
18. Zubillaga I, Lora D, Falguera MI, Diez R, Sánchez G. Frontal sinus obliteration after trauma: analysis of bone regeneration for two selected methods. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Jul;43(7):827-33. doi: 10.1016/j.ijom.2014.02.012. doi: 10.1016/j.ijom.2014.02.012.
19. Gonty AA, Marciani RD, Adornato DC. Management of frontal sinus fractures: a review of 33 cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999 Apr;57(4):372-9. doi: 10.1016/s0278-2391(99)90270-7.
20. Xie C, Mehendale N, Barrett D, Bui CJ, Metzinger SE. 30-year retrospective review of frontal sinus fractures: The Charity Hospital experience. *J Craniomaxillofac Trauma* 2000;6(1):7-15.
21. Grossman DG, Archer SM, Arosarena O. Management of frontal sinus fractures: a review of 96 cases. *Laryngoscope* 2006 Aug;116(8):1357-62. doi: 10.1097/01.mlg.0000226009.00145.85.
22. Bell RB, Dierks EJ, Brar P, Potter JK, Potter BE. A protocol for the management of frontal sinus fractures emphasizing sinus preservation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 May;65(5):825-39. doi: 10.1016/j.joms.2006.05.058.
23. Choi M, Li Y, Shapiro SA, Havlik RJ, Flores RL. A 10-year review of frontal sinus fractures: clinical outcomes of conservative management of posterior table fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2012 Aug;130(2):339-46. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182589d91.
24. El Khatib K, Danino A, Malka G. The frontal sinus: a culprit or a victim? A review of 40 cases. *J Craniomaxillofac Surg.* 2004 Oct;32(5):314-7. doi: 10.1016/j.jcms.2004.04.007.
25. Scangas GA, Gudis DA, Kennedy DW. The natural history and clinical characteristics of paranasal sinus mucoceles: a clinical review. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2013 Sep;3(9):712-7. doi: 10.1002/alr.21178.
26. Vironneau P, Coste A, Pruliere-Escabasse V. Frontal sinus obliteration with autologous calvarial bone graft: indications and results. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2014 Nov;271(11):2957-62. doi: 10.1007/s00405-014-2967-9.
27. Ioannides CH, Freihofer HP, Friens J. Fractures of the frontal sinus: a rationale of treatment. *Br J Plast Surg.* 1993;46(3):208-14. doi: 10.1016/0007-1226(93)90170-g.