

Traumatismos externos e internos del seno frontal

J. Percodani
E. Serrano
J.-J. Pessey

Resumen. – Aunque los traumatismos externos del seno frontal son cada vez menos frecuentes, no sucede lo mismo con los traumatismos internos. La utilización del cinturón de seguridad y la prevención individual y colectiva durante la práctica de ciertos deportes de riesgo explican en gran parte la disminución de la incidencia de fracturas aisladas del seno frontal. En este capítulo se exponen los principios del planteamiento diagnóstico y terapéutico de los traumatismos externos del seno frontal. Los traumatismos internos suelen producirse como consecuencia de la cirugía endoscópica endonasal. Ante cualquier intervención quirúrgica que afecte a la región etmoidofrontal se debe tener en cuenta el riesgo de estenosis. Las estenosis del receso frontal representan actualmente un auténtico problema terapéutico para el rinólogo. Los a menudo decepcionantes resultados de la cirugía de estas estenosis justifican el interés de su prevención.

© 2004 Elsevier SAS, París. Todos los derechos reservados.

Palabras clave: Seno frontal; Traumatismo; Cirugía endoscópica endonasal; Estenosis; Conducto nasofrontal

Introducción

Debido a su situación, el seno frontal mantiene una estrecha relación con el seno etmoidal, la cavidad orbitaria y la fosa anterior de la base del cráneo. Esta particular anatomía suele explicar la fisiopatología de los traumatismos externos o internos del seno frontal. En este artículo se detallan los principios básicos del tratamiento de estas lesiones, así como las indicaciones terapéuticas y las complicaciones.

Reseña anatómica y fisiológica del seno frontal

RESEÑA ANATÓMICA

■ Anatomía macroscópica del seno frontal ^[28]

El seno frontal constituye la cavidad aérea más anterior del macizo facial y se sitúa en el espesor del hueso frontal entre sus tablas interna y externa. Desde el punto de vista embriológico, es una amplia celda etmoidal que se desarrolla en el espesor del hueso frontal ^[68]. Los senos frontales son pares, asimétricos y se encuentran separados

por el tabique intersinusal. Esta cavidad sinusal presenta numerosas variaciones anatómicas, desde la agenesia a la neumatización masiva. Su altura puede variar desde 0 a 49 mm, su anchura entre 7 y 50 mm y su profundidad de 10 a 46 mm. Algunos autores han descrito variaciones aún mayores. La frecuencia de la aplasia sinusal es variable en función de los autores y de las técnicas de diagnóstico empleadas, oscilando entre el 2 y el 52% ^[32].

Dadas estas importantes variaciones, para su descripción se ha elegido un seno de tamaño medio. Su forma es triangular con una pared anterior o cutánea, una pared posterior o cerebral, una pared medial o tabique intersinusal y una pared inferior u orbitonasal ^[53].

Pared anterior

Es convexa por delante, especialmente en su parte inferior. Se proyecta sobre la parte inferior de la frente siguiendo una forma triangular de vértice inferior, limitada inferiormente por la raíz nasal y por arriba por el borde orbitario superior. Está formada por tejido esponjoso incluido entre las dos láminas de hueso compacto (tablas interna y externa). Es la pared más gruesa. Se relaciona con el periostio, el tejido celular por el que pasan los elementos vasculonerviosos, dos capas musculares (superficial: músculo frontal y profunda: músculo superciliar), el tejido celular subcutáneo y la piel (gruesa y adherente al plano muscular).

Pared posterior

Se describen dos segmentos: uno vertical y cóncavo (anterosuperior) en contacto directo con la duramadre, y otro horizontal (posteroinferior u orbitario). La pared

J. Percodani (Praticien hospitalier)
E. Serrano (Professeur des Universités, praticien hospitalier)
Adresse e-mail: serrano.e@chu-toulouse.fr
J.-J. Pessey (Professeur des Universités, praticien hospitalier)
Service d'ORL et de chirurgie cervico-faciale, CHU de Rangueil-Larrey, 1, avenue Jean-Poulhès,
31059 Toulouse cedex 9, France.

posterior, mucho más fina que la pared anterior, está formada por hueso compacto de grosor variable entre 1 y 2 mm por el que pasan los plexos venosos sinusales y extradural, habiéndose descrito dehiscencias. La hoz del cerebro se inserta en la línea media, donde se unen los dos segmentos verticales (cresta frontal interna). Las dos láminas cribosas encajan en la hendidura formada sobre la línea media por los dos segmentos horizontales. La apófisis crista galli separa estas dos estructuras. Se relaciona con la duramadre (fácilmente despegable a este nivel) y con el lóbulo frontal, especialmente con sus dos primeras circunvoluciones.

Pared inferior

Se diferencian dos segmentos: lateral (orbitario) y medial (etmoidonasal).

El segmento orbitario es triangular y cóncavo: se sitúa lateralmente a la sutura del hueso frontal con el hueso lagrimal y la lámina orbitaria del laberinto etmoidal (*os planum*, lámina papirácea), por detrás del arco orbitario. Cubre el contenido orbitario incluyendo el periostio, la polea de reflexión del músculo oblicuo superior (oblicuo mayor), el cono musculoaponeurótico, la cápsula de Tenon y el paquete adiposo. También se relaciona con la arteria supraorbitaria, el nervio frontal y sus ramas (supraorbitaria y supratrocLEAR) y en el interior del cono musculoaponeurótico, con la arteria oftálmica y con el nervio nasociliar (nasal). También puede relacionarse lateral y posteriormente según su grado de neumatización.

El segmento etmoidonasal forma un cuadrilátero: está limitado lateralmente por el segmento orbitario, anteriormente por la raíz nasal, medialmente por el tabique intersinusal y posteriormente por la hendidura etmoidal del frontal. Esta cubeta así constituida está limitada por delante por hueso grueso y por detrás por una lámina ósea de menor grosor que está suspendida lateralmente sobre las celdas etmoidales anteriores y medialmente sobre la lámina cribosa. La abertura del seno frontal se localiza en el punto más declive y posterior de esta cubeta, y medialmente se corresponde con la extremidad anterior del techo de la cavidad nasal. Las relaciones del piso pueden verse modificadas por la neumatización etmoidal, especialmente por la presencia de bullas frontales.

Pared medial o tabique intersinusal

Separa las dos cavidades frontales. La asimetría es frecuente. Suele ser fina y en ocasiones incompleta, permitiendo la comunicación entre los dos senos. En su parte inferior, el tabique intersinusal siempre está situado en la línea media, pero suele estar desviado en la parte superior debido a la prominencia de uno de los dos senos, llegando a veces a ser horizontal cuando un seno cubre al otro.

Variaciones anatómicas

El seno frontal es el seno que sufre las variaciones anatómicas más importantes y más frecuentes. Estas variaciones son asimétricas y varían desde la agenesia hasta la colonización de todo el hueso frontal. Cualquiera que sea la neumatización frontal, no suele tener repercusiones sobre la morfología de la pared anterior del hueso frontal. La neumatización también puede llegar a la apófisis crista galli. Estas variaciones no tienen ningún significado patológico y sigue siendo poco conocido el mecanismo que las regula [53].

Conducto nasofrontal

Constituye la región de drenaje del seno frontal y se localiza cerca de la línea media. Se encuentra en la parte superior del canal uncibullar, normalmente por dentro de la raíz tabicada del proceso unciforme. Su tamaño es reducido, de 2 a 4 mm de diámetro.

La conferencia internacional sobre enfermedades de los senos de 1995 estableció una nomenclatura estándar que define al conducto nasofrontal como la unidad funcional de drenaje del seno frontal [64]. Esta entidad comprende desde arriba hacia abajo el infundíbulo del seno frontal, el ostium y el receso frontal. El infundíbulo del seno frontal es la hendidura situada en la parte inferior del seno frontal que conduce al ostium del seno, formando un embudo de dirección inferior, posterior y medial. El ostium, redondo u ovalado, está situado en la parte posteromedial del seno, en la parte más inferior del infundíbulo. El receso frontal es la hendidura situada en el complejo etmoidal anterior, justo por debajo del ostium del seno frontal. El receso tiene forma de embudo invertido de dirección inferior y posterior. Está deformado por la prominencia de las celdas etmoidales vecinas. Rara vez el drenaje nasofrontal aparece como un auténtico conducto. Con relativa frecuencia se trata de un ostium simple, que puede ser múltiple [42]. Según Lang et al, en el 85% de los casos, se presenta como foramen que drena directamente en la cavidad nasal [32].

■ Anatomía endoscópica del seno frontal

La endoscopia del seno frontal por vía etmoidal debe realizarse con la óptica de 30 o 70°. La ablación de todos los tabiques que forman la estrella de los canales (encrucijada bullar) amplía el orificio de drenaje del seno frontal que suele situarse a nivel de la celda meática anterior. No obstante, existen numerosas variantes. Una vez localizado el orificio de drenaje o el receso frontal, la endoscopia permite observar:

- por detrás: la pared posterior del seno frontal, cuya curvatura hacia arriba y hacia delante se inicia por delante del relieve de la arteria etmoidal anterior;
- por delante: la pared anterior del seno frontal en la unión del proceso frontal del maxilar y del hueso frontal [26, 28, 56].

La endoscopia del seno frontal también se puede realizar mediante un acceso limitado a través de la pared anterior, permitiendo entonces ver en su parte inferointerna, en posición declive, la parte superior del orificio nasal del seno frontal en forma de embudo.

RESEÑA FISIOLÓGICA

La fisiología normal de los senos paranasales se basa en el drenaje y la ventilación. El drenaje del seno frontal en el meato medio requiere la permeabilidad del ostium sinusal y una mucosa sana. Esto implica la existencia de un funcionamiento ciliar normal, y secreciones mucosas de viscosidad y elasticidad normales. La ventilación evita la hipoxia del seno impidiendo además la trasudación de las serosidades y la disfunción de los cilios y de las glándulas mucosas [55]. En un seno sano, las glándulas seromucosas y las células caliciformes producen permanentemente un tapiz mucoso que incluye dos capas: una capa interna serosa (fase de sol) en la que baten los cilios y una capa externa viscosa (fase de gel) que es evacuada del seno por el movimiento ciliar. Los cilios baten de forma sincrónica, propulsando la fase de gel durante su movimiento activo, y manteniéndose en la fase de sol durante la recuperación [42]. La frecuencia

de los movimientos ciliares varía de 8 a 20 movimientos por segundo [65]. Las observaciones endoscópicas de Stammberger demuestran que la capa viscosa se renueva dos o tres veces cada hora [65]. El aclaramiento mucociliar puede verse alterado por numerosos factores: hipoxia, variaciones de temperatura, deshidratación, ciertos fármacos (antihistamínicos, anticolinérgicos), cuerpos extraños, infección, traumatismos, tumores, tabaco, contaminación medioambiental y alérgicos. El mal funcionamiento ciliar también forma parte del síndrome de los cilios inmóviles, de la mucoviscidosis y de otras enfermedades sistémicas. Al igual que en el seno maxilar, el transporte ciliar en el seno frontal no se produce al azar, sino que sigue vías que parecen estar predeterminadas genéticamente. El seno frontal es el único en el que existe un fenómeno intrínseco de recirculación. El moco se transporta de forma activa en el seno, a través del techo, las paredes laterales, la base y posteriormente del infundíbulo, para alcanzar el ostium del seno frontal, donde recircula a nivel del tabique intersinusal [45]. Esta recirculación puede producirse varias veces en el seno frontal. El moco también puede encontrar varios obstáculos: crestas óseas, pequeños defectos mucosos y edema mucoso localizado. Aunque en la mayoría de los casos el moco es capaz de atravesar o de evitar estos obstáculos, a veces las secreciones pueden quedar retenidas temporalmente hasta que su tensión superficial, su cohesión o su viscosidad (ayudadas por la gravedad) les permiten sobrepasar estos obstáculos [65]. En condiciones extremas, la acumulación de moco puede impedir la función ciliar de drenaje de las secreciones.

Una vez atravesado el ostium, el moco atraviesa el estrecho paso que constituye el receso frontal. En esta región, el epitelio ciliado actúa como en el tabique intersinusal adyacente, pudiendo transportar el moco de forma retrógrada hasta el seno frontal [42, 45].

Traumatismos externos del seno frontal

Las fracturas del seno frontal suelen ser secundarias a traumatismos importantes (accidentes de tráfico, accidentes deportivos, etc.). Suelen asociarse a otras fracturas (especialmente a nivel del macizo facial, del piso anterior de la base del cráneo o del complejo nasomaxiloetmoidal) o a otras lesiones (estructuras neuromeningeas, lesiones oculares: fracturas orbitarias, lesiones del globo ocular, traumatismos del nervio óptico) [29, 41]. Son excepcionales en el niño, raras en el adolescente y más frecuentes en el adulto [16].

Se han propuesto varias clasificaciones. Los criterios que se emplean con más frecuencia son: si la fractura es lineal o conminuta, si está desplazada o no, la afectación de la pared anterior y/o posterior, la afectación del conducto nasofrontal y la posible asociación a una fractura del complejo nasomaxiloetmoidal.

La tomografía computarizada resulta muy útil para el diagnóstico de estas fracturas, permitiendo además la búsqueda de lesiones asociadas y complicaciones.

CLASIFICACIONES Y MECANISMOS DE LAS LESIONES

Entre las numerosas clasificaciones, conviene citar las dos más utilizadas y que parecen más adaptadas al tratamiento de las fracturas del seno frontal.

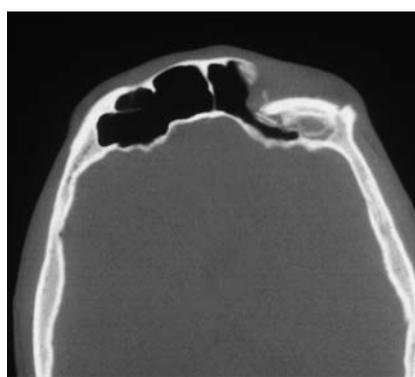


Figura 1 TC en corte axial. Fractura aislada de la pared anterior del seno frontal izquierdo.



Figura 2 TC en corte coronal. Fractura de la pared anterior del seno frontal izquierdo asociada a fractura del reborde orbitario.



Figura 3 TC en corte axial. Fractura de la pared anterior del seno frontal derecho asociada a fractura del complejo nasomaxiloetmoidal.

La clasificación propuesta por Newman et al [49] ha sido reutilizada por varios autores [7, 66] y posteriormente modificada por Gonty et al [15]. Diferencia cuatro tipos de fracturas.

- Tipo I: fracturas de la pared anterior del seno frontal:
 - a: fracturas aisladas de la pared anterior (Fig. 1);
 - b: fracturas asociadas a fractura del reborde orbitario (Fig. 2);
 - c: fracturas asociadas a fractura del complejo nasomaxiloetmoidal (Fig. 3);
- Tipo II: fracturas de las paredes anterior y posterior:
 - a: fracturas lineales: transversales o verticales;
 - b: fracturas conminutas: afectan a las dos paredes o se asocian a fractura del complejo nasomaxiloetmoidal (Fig. 4).



Figura 4 TC en corte coronal. Fractura conminuta de los dos senos frontales asociada a fractura del complejo nasoetmoidal.

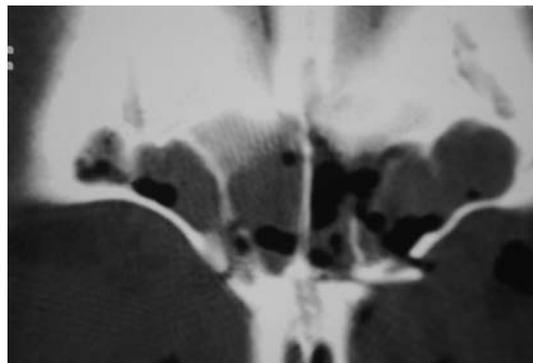


Figura 5 TC en corte coronal. Fractura baja de la pared anterior de los dos senos frontales con afectación del conducto nasofrontal.

- Tipo III: fracturas de la pared posterior.
- Tipo IV: fracturas penetrantes.

En las fracturas aisladas de la pared anterior, el trastorno suele ser únicamente estético, sobre todo cuando se trata de fracturas conminutas.

En las fracturas de la pared anterior con afectación del borde orbitario, puede lesionarse el conducto nasofrontal.

En las fracturas de la pared anterior asociadas a fractura del complejo nasoetmoidal, los dos conductos nasofrontales pueden estar lesionados. Pueden existir desgarros de la duramadre a nivel del etmoides, por lo que resulta obligado buscar cualquier fuga de líquido cefalorraquídeo (LCR).

En las fracturas lineales de las paredes anterior y posterior del seno frontal, el conducto nasofrontal suele verse afectado en las fracturas verticales o transversales cercanas a la base del seno. La duramadre se suele lesionar a nivel del piso anterior y no a nivel frontal, donde es menos adherente.

En la fractura conminuta de las paredes anterior y posterior, suelen lesionarse los conductos nasofrontales y la duramadre.

Las fracturas aisladas de la pared posterior no siempre se asocian a desgarramiento de la duramadre debido al carácter grueso y despegable de la misma a este nivel.

Ioannides et al.^[21] han propuesto la siguiente clasificación.

- Tipo I: fracturas de la pared anterior:
 - IA: sin dislocación, sin afectación del conducto nasofrontal;
 - IB: fractura alta con dislocación, sin afectación del conducto nasofrontal;
 - IC: fractura con pérdida tisular, sin afectación del conducto nasofrontal;
 - ID: fractura baja con afectación del conducto nasofrontal (Fig. 5);
 - IE: fractura de toda el muro anterior con afectación del conducto nasofrontal.
- Tipo II: fracturas de la pared posterior:
 - IIA: sin dislocación, sin fuga de LCR;
 - IIB: dislocación y/o pérdida ósea, sin fuga de LCR;
 - IIC: dislocación y fuga de LCR;
 - IID: fractura extensa y conminuta de la pared posterior con fuga de LCR, seno grande.
- Tipo III:
 - IIIA: Tipo I + IIA o IIB;

- IIIB : Tipo I + IIC o IID.

- Tipo IV: fractura conminuta de toda la región nasofrontoorbitaria.

DIAGNÓSTICO

■ Diagnóstico clínico

El paciente con fractura del seno frontal se presenta clínicamente como traumatizado craneofacial. La exploración neurológica y de las estructuras maxilofaciales es por lo tanto indispensable, aunque en ocasiones se ve limitada por el estado general del paciente.

La inspección debe buscar heridas cutáneas, equimosis o deformaciones (frecuentemente enmascaradas por el edema precoz) y explorar la motricidad facial.

Se debe investigar la existencia de rinorrea cefalorraquídea, que suele estar mezclada con sangre. A veces se puede observar mediante la clásica prueba de la compresa: la sangre mezclada con LCR forma una mancha roja rodeada de un halo claro. La búsqueda de glucosa en las secreciones nasales mediante tiras reactivas con glucosa-oxidasa obtiene numerosos resultados falsos positivos y también falsos negativos. Para el diagnóstico de rinorrea de LCR pueden ser útiles diversas maniobras clínicas: compresión de las venas yugulares externas, compresión abdominal o la inclinación de la cabeza hacia delante en posición sedente.

Mediante la palpación se exploran los diferentes relieves de la cara en busca de puntos dolorosos o alguna movilidad del macizo facial. Se debe explorar la sensibilidad de las diferentes ramas del trigémino.

Es preciso medir la abertura bucal. Mediante exploración endobucal se buscan heridas gingivales, fracturas alveolares y se estudia la articulación de los dientes durante la oclusión.

La presencia de hematoma puede dificultar la exploración oftalmológica, que debe investigar la existencia de exoftalmos, enoftalmos, disminución de la agudeza visual, diplopía, alteraciones de la motilidad ocular y heridas o desplazamientos del globo ocular.

■ Pruebas complementarias

Las pruebas radiológicas son fundamentales para el diagnóstico y el tratamiento del paciente con patología traumática del seno frontal.

Radiografías simples

Han sido ampliamente superadas por el escáner. No obstante, las radiografías simples siempre forman parte de la valoración inicial de cualquier paciente con traumatismo

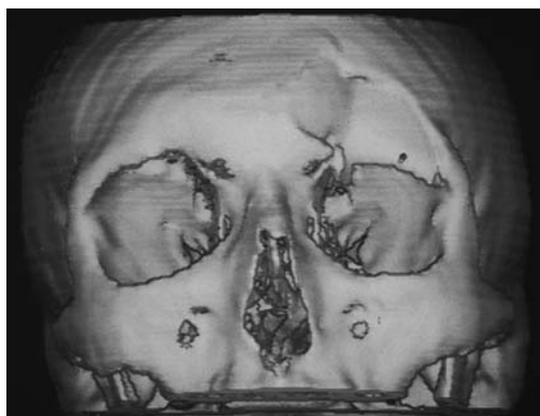


Figura 6 TC: reconstrucción en tres dimensiones. Fractura de la pared anterior del seno frontal izquierdo.

craneoencefálico atendido en urgencias. Las incidencias realizadas son: anteroposterior, lateral derecha e izquierda, y la incidencia de Blondeau o mentonasoplaca. La incidencia de Hirtz no se realiza hasta que se haya comprobado que no existe lesión cervical.

Tomografía computarizada (TC)

Esta exploración constituye la prueba de referencia en el marco de las afecciones traumáticas del seno frontal. La mayoría de las fracturas del seno frontal pueden visualizarse en la TC craneal estándar. No obstante, para establecer el diagnóstico preciso de las lesiones, son preferibles cortes de 3 mm de grosor en los planos axial y coronal. Si el paciente no puede tolerar la hiperextensión de la cabeza necesaria para la realización de los cortes coronales, es preciso realizar reconstrucciones en el plano coronal a partir de cortes obtenidos en el plano axial^[58]. La TC permite clasificar las fracturas del seno frontal. Por otro lado, resulta obligatorio buscar líneas de fractura asociadas a la fractura del seno frontal y lesiones a ellas asociadas: lesiones orbitarias, como hematoma orbitario o periorbitario, y lesiones intracraneales, como contusiones del lóbulo frontal, neumoencefalo, hematoma subdural o hemorragia subaracnoidea. Las lesiones intracraneales suelen asociarse a fracturas de la pared posterior del seno frontal y en ocasiones no se observan en la TC craneal inicial. El seguimiento clínico y radiológico es por lo tanto indispensable.

La realización de reconstrucciones en tres dimensiones permite apreciar la importancia de las deformaciones iniciales (Figs. 6 y 7).

Resonancia magnética (RM)

No forma parte de las pruebas de rutina ante un traumatismo craneoencefálico. La RM en secuencias CISS 3D practicada cierto tiempo después del traumatismo puede ser interesante para el diagnóstico topográfico de las rinorreas cefalorraquídeas postraumáticas.

PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO

■ Principios básicos

Aunque no existen recomendaciones sobre el tratamiento de las fracturas del seno frontal, e incluso es un tema controvertido, se ha llegado a un consenso sobre algunos principios.

Se basan en tres preocupaciones principales: la prevención de las secuelas estéticas faciales mediante el restablecimiento



Figura 7 TC: reconstrucción en tres dimensiones. Fractura de la pared anterior del seno frontal izquierdo tras tratamiento quirúrgico.

del relieve de la pared anterior, la prevención del riesgo de infección meningea y la prevención de las infecciones tardías de los senos debidas al mal funcionamiento fisiológico del seno frontal^[59]. La corrección de las deformaciones frontales requiere una vía de acceso externa. Ésta depende de la presencia o no de herida y de la gravedad de las lesiones. Se pueden emplear varias vías de acceso: supraciliar, mediofrontal (en una arruga frontal) o bicoronal de Kern-Unterberger. La prevención de las infecciones tardías pasa por la restauración del funcionamiento fisiológico normal del seno frontal, o por la exclusión de dicho seno mediante cranealización o relleno.

El principio de la normalización de la función de drenaje del seno frontal consiste, o en el reestablecimiento de la continuidad del conducto nasofrontal, o en la sinusotomía frontal con ablación del piso del seno. El diámetro del tutor debe estar adaptado y mantenerse en posición durante bastante tiempo para prevenir la retracción de la mucosa y la oclusión del conducto durante la cicatrización^[60]. Los materiales empleados para los tutores del conducto nasofrontal son variados: elastómero de silicona, caucho, oro, etc. Se han utilizado diferentes técnicas de sinusotomía frontal, que se describen en el apartado sobre el tratamiento de los traumatismos internos del seno frontal.

El principio del relleno del seno frontal consiste en eliminar todo el revestimiento mucoso sinusal, manteniendo las paredes óseas en su sitio, y hacer que el seno no sea funcional, suprimiendo la cavidad sinusal llena de aire. Algunos autores preconizan incluso la ablación del periostio interno, ya que en él existen pequeños orificios que permiten el paso a las venas diploicas de Breschet. Éstas hacen que la mucosa se comunique con la cavidad medular y desembocan directamente en las venas durales^[48]. El relleno del seno frontal puede realizarse con diferentes materiales. Los injertos autólogos (hueso, grasa, músculo) tienen como inconveniente su carácter avascular y el riesgo de reabsorción e infección, añadidos a la morbilidad del sitio donante. También puede emplearse el colgajo pericraneal, que es un colgajo vascular regional (representado por el periostio de la base y su tejido conjuntivo: fascia subgaleal)^[50]. Se han utilizado otros materiales como cartílago, esponja de gelatina reabsorbible o metil-metacrilato.

La cranealización fue descrita en 1978 por Donald y Berstein^[7]. Su objetivo consiste en separar el seno y la

cavidad nasal no estériles de la región intracraneal creando entre ellos una barrera hermética. Los principios de la cranealización son la resección completa de la pared posterior del seno frontal, la ablación meticulosa de la totalidad de la mucosa sinusal, el fresado de las paredes óseas y la obturación cuidadosa del conducto nasofrontal. La ablación de la pared posterior del seno y de la mucosa permite la expansión cerebral a nivel del espacio anteriormente ocupado por la cavidad sinusal. Se obtura el conducto nasofrontal con una cuña ósea y polvo de hueso, o con un colgajo pericraneal que se interpone separando el conducto nasofrontal restante y la duramadre [3, 41].

La anosmia es una secuela frecuente de esta vía de acceso [3]. La suspensión sistemática de la duramadre de la pared ósea evita el riesgo de hematoma extradural.

No existe consenso con respecto a la elección entre cranealización y relleno. Sin embargo, parece preferible la cranealización en los senos de gran tamaño, pues técnicamente es más sencilla que el relleno (prolongaciones supraorbitarias o externas de difícil acceso) y se precisa menos cantidad de material de relleno.

■ Indicaciones

Fracturas de la pared anterior [21, 60, 63]

Las fracturas no desplazadas de la pared anterior del seno frontal no requieren tratamiento quirúrgico.

Las fracturas de la pared anterior con desplazamiento y repercusión estética deben tratarse mediante reducción de los fragmentos y contención (hilos de acero, suturas reabsorbibles de poliglactina, microplacas).

En la fractura conminuta de la pared anterior se realiza el desbridamiento de la herida, la reducción de los fragmentos y la reconstrucción mediante injertos óseos autólogos. Aunque clásicamente se extraen a partir de la cresta ilíaca, suele preferirse el hueso de la bóveda craneal (hueso parietal) por varias razones [21, 25]: campo quirúrgico único, presencia de material en cantidad suficiente para cualquier reconstrucción, menor grado de reabsorción a causa de su origen membranoso, disminución de las molestias postoperatorias y mínimas secuelas posquirúrgicas.

La actitud con respecto al conducto nasofrontal es variable en función de los autores. Algunos [63] proponen la reducción de la fractura, administrar tratamiento antibiótico de amplio espectro durante 4 semanas y realizar una vigilancia regular mediante TC a las 8 semanas, a las 16 semanas, a los 6 meses y al año. No realizan ninguna intervención a nivel del conducto nasofrontal, salvo en el caso de que persista alguna obstrucción a su nivel. Otros autores no preconizan esta vigilancia e intervienen de entrada sobre el conducto nasofrontal. Cuando esto es posible, parece preferible intentar reestablecer la función de drenaje del seno frontal [14]; cuando no es posible, es necesaria la exclusión del mismo.

No obstante, en ocasiones es difícil confirmar la afectación de la vía de drenaje, incluso mediante la irrigación del seno frontal con azul de metileno o con fluoresceína diluida [20]. La tomografía computarizada en cortes finos axiales y coronales es muy útil, pero no existe ningún signo patognomónico [20]. El edema de los tejidos blandos, los restos óseos y la presencia de sangre son elementos que dificultan la interpretación de las imágenes radiológicas.

Fracturas de la pared posterior [21]

Las fracturas de la pared posterior que están poco o nada desplazadas no precisan tratamiento quirúrgico, pero sí vigilancia clínica, que resulta fundamental para detectar precozmente la aparición secundaria de una fuga de LCR.

Las fracturas desplazadas de la pared posterior sin fuga de LCR requieren desbridamiento y exploración. En ausencia de salida de LCR, no precisan ningún tratamiento complementario.

El resto de las fracturas de la pared posterior deben ser tratadas conjuntamente por los neurocirujanos y los ORL.

Las fracturas desplazadas de la pared posterior con fuga de LCR requieren, después del desbridamiento, la reparación de la duramadre, la ablación minuciosa de toda la mucosa sinusal y la exclusión de la cavidad sinusal mediante relleno o cranealización.

Las fracturas conminutas de la pared posterior se tratan mediante desbridamiento, reparación de la duramadre, ablación minuciosa de toda la mucosa sinusal y cranealización del seno frontal.

Las fracturas conminutas de la región nasofrontoorbitaria se tratan mediante desbridamiento, reparación de la duramadre, relleno [21] o cranealización en función del tamaño de la cavidad, relleno del conducto nasofrontal con hueso autólogo, reducción y fijación de los fragmentos óseos e injerto óseo autólogo en el caso de que exista pérdida de sustancia ósea.

Fuga de líquido cefalorraquídeo

Cuando en una fractura poco o nada desplazada existe fuga de LCR, se coloca al paciente en reposo, en posición de decúbito, con la cabeza sobreelevada, para intentar el cierre espontáneo. Si la salida persiste después de 5-7 días, debe plantearse la conveniencia de cerrar el desgarramiento por vía neuroquirúrgica, con posterior cranealización con el fin de evitar complicaciones intracraneales [41].

Para localizar el desgarramiento en caso de salida de LCR a distancia, puede ser útil el escáner con inyección de metrizamida y la RM en secuencias CISS 3D.

La fuga de LCR en una fractura desplazada constituye un argumento quirúrgico suplementario.

Cuando no existe salida de LCR, es necesario vigilar clínicamente al paciente, puesto que puede producirse de forma secundaria.

COMPLICACIONES PRECOCES Y TARDÍAS [14, 21, 35, 36, 41]

Las fracturas del seno frontal pueden producir deformaciones de la región frontal. La segunda gran complicación es la infección: precoz (en general debida a un desgarramiento meníngeo), o tardía (en relación con la pérdida de la función fisiológica de drenaje del seno frontal).

Las complicaciones infecciosas de las fracturas del seno frontal (que pueden aparecer incluso varios años después del traumatismo) son: sinusitis aguda o crónica, mucocelo, mucopiocele, osteomielitis, meningitis, absceso cerebral, encefalitis y trombosis del seno cavernoso.

Las secuelas tardías más frecuentes son las cefaleas, las parestesias, las cicatrices y las secuelas estéticas.

Traumatismos internos del seno frontal

FISIOPATOLOGÍA

La anatomía del seno frontal, y especialmente de su unidad funcional de drenaje representada por el infundíbulo, el ostium y el receso del seno frontal, explica que esta región

esté especialmente expuesta a los traumatismos, fundamentalmente iatrogénicos en relación con el desarrollo de la cirugía endoscópica endonasal. Las reducidas dimensiones de esta región hacen que sea difícil dirigir la cicatrización en una zona que tiene una tendencia especial a la estenosis. Un proceso cicatrizal fibroso u osteogénico posquirúrgico puede tener repercusiones sobre la permeabilidad y por lo tanto sobre la ventilación y el drenaje del seno frontal. El principal riesgo son las sinusitis frontales iatrogénicas debidas a la estenosis del conducto nasofrontal secundaria a los traumatismos endoscópicos de la región. La infección sinusal puede producir osteítis o fistulización hacia la piel o hacia la órbita. La estenosis del conducto nasofrontal también puede originar un mucocele frontal o etmoidofrontal. Para reducir el riesgo de complicaciones iatrogénicas, se deben tener en cuenta algunas precauciones clásicas: ser especialmente prudente y económico en todas las intervenciones próximas al ostium del seno frontal, conservar una corona de mucosa periorificial y realizar el cateterismo atraumático del orificio sinusal con instrumentos de punta roma. Bajo anestesia general, la colocación de un clavo de Lemoyne y la irrigación intraoperatoria de la cavidad facilitan la localización del orificio sinusal [27, 28]. Aunque la colocación de elementos que sirven de guía a la cicatrización (como el elastómero de silicona) mejora los resultados, ninguna técnica evita del todo la estenosis posquirúrgica. Esto justifica la prudencia con la que deben plantearse las indicaciones quirúrgicas.

DIAGNÓSTICO

■ Diagnóstico clínico

Las cefaleas supraorbitarias representan el principal síntoma de la dispersemeabilidad del seno frontal. Pueden asociarse a edema del ángulo interno del ojo y de los párpados, tumefacción frontal, rinorrea purulenta o a obstrucción nasal. Aparecen tras un intervalo posquirúrgico libre, que puede durar desde algunas semanas hasta varios meses, e incluso años. Pueden observarse otras manifestaciones clínicas, particularmente cuando existe un mucocele; tratándose sobre todo de manifestaciones orbitarias como diplopía, exoftalmos, alteraciones de la motilidad ocular o disminución de la agudeza visual [6, 54].

■ Pruebas complementarias

Tomografía computarizada

Es la prueba diagnóstica de primera elección. Permite comprobar los signos de dispersemeabilidad del seno frontal como la opacidad parcial o completa del mismo y en ocasiones la existencia de signos de osteítis frontal. Otras veces, pone en evidencia un mucocele frontal o etmoidofrontal, que aparece como una formación redondeada e isodensa al parénquima cerebral, que abomba las paredes óseas del seno sin destruirlas. Además, permite diferenciar las estenosis tisulares del conducto nasofrontal de las estenosis óseas. Por último, se pueden observar variaciones anatómicas capaces de repercutir sobre la ventilación frontal: concha bullosa, cornete medio paradójico, bulla frontal, etc. [19, 58].

Resonancia magnética

Está indicada en el diagnóstico de extensión orbitaria o endocraneal de un mucocele, o ante una opacidad frontal para establecer el diagnóstico diferencial entre su origen

tisular o de retención. El mucocele se caracteriza por su imagen intensa en T2, que muestra la naturaleza líquida de su contenido. En T1, tras la inyección de gadolinio, se observa una membrana limitante más o menos gruesa en función del grado de inflamación [19,58].

PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO

■ Tratamiento médico

El tratamiento médico de la sinusitis frontal por estenosis del conducto nasofrontal se basa en la prescripción de antibióticos asociados a antiinflamatorios esteroideos. Las nuevas fluoroquinolonas poseen propiedades bactericidas muy potentes, especialmente frente al neumococo y *Haemophilus*. Además presentan un importante poder de difusión en el seno infectado, lo que hace preferible su utilización en las localizaciones frontales con alto riesgo de complicaciones [1, 22]. Es importante disponer del estudio bacteriológico obtenido a partir de muestras tomadas del conducto nasofrontal cuando éste no está totalmente obturado o durante la intervención quirúrgica. El tratamiento antibiótico debe durar al menos 1 mes.

■ Diferentes tipos de intervención

Se han descrito numerosas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de las lesiones iatrogénicas del seno frontal. El gran número de técnicas por vía externa o por vía endoscópica, así como los numerosos debates sobre el tema, reflejan probablemente la insuficiencia y los inconvenientes de cada una de ellas [6, 54]. La técnica ideal debería conseguir la curación completa de los síntomas y la erradicación total del proceso patológico subyacente, preservando la función fisiológica normal del seno y permitiendo su seguimiento postoperatorio.

Se pueden practicar dos tipos de intervención, cuya filosofía es opuesta: las que pretenden reopermeabilizar el conducto nasofrontal y las que pretenden excluir el seno frontal.

Intervenciones de reopermeabilización del conducto nasofrontal

Diferentes intervenciones pretenden restablecer la fisiología normal del seno frontal mediante la reopermeabilización del conducto nasofrontal.

– Inyección de corticoides.

Algunos autores han propuesto la inyección directa de corticoides de liberación retardada sobre la fibrosis de la región del conducto nasofrontal [10]. No se ha descrito ninguna complicación en este estudio y los resultados subjetivos a corto plazo son satisfactorios.

- Acceso endoscópico endonasal.

Consiste en practicar un vaciamiento etmoidal anterior, lo que permite la visualización y la liberación del conducto nasofrontal. Se debe evitar cualquier maniobra agresiva de exéresis de mucosa en la región del conducto nasofrontal. Puede asociarse a la colocación de un clavo de Lemoyne, que permite localizar de forma más sencilla el orificio del conducto nasofrontal gracias a la inyección de un líquido coloreado a su través [27]. Algunos autores preconizan la colocación de una lámina de silicona enrollada [2]. Las dificultades quirúrgicas de este acceso endoscópico endonasal son variables en función de la causa de la estenosis del conducto nasofrontal. Cuando el vaciamiento ha sido incompleto en la intervención previa, se deben abrir las celdas etmoidales restantes y reseca totalmente la

porción ascendente de la raíz tabicante de la bulla, permitiendo de esta forma la abertura del conducto nasofrontal [26, 28, 31, 42]. Algunos autores insisten en la necesidad de reseca completamente la apófisis unciforme, incluyendo su inserción superior (que se sitúa de manera variable a nivel de la lámina papirácea, de la base del cráneo o del cornete medio), así como la exéresis de las celdas del agger nasi para lograr el correcto acceso quirúrgico a la vía de drenaje del seno frontal [12, 51]. El microdesbridador representa el instrumento ideal.

Cuando se trata de estenosis fibrosas u óseas del canal nasofrontal, en ocasiones no queda ninguna referencia anatómica y la repermeabilización resulta más difícil. En esos casos, la cirugía guiada por ordenador facilita la localización intraoperatoria de las estructuras nobles (la órbita y el cerebro), disminuyendo de esta forma el riesgo de complicaciones; y por otro lado, permite mejorar la calidad de la intervención quirúrgica de repermeabilización en una región estrecha en la que las maniobras son especialmente difíciles [37].

– Trepanación del seno frontal.

Se puede practicar un orificio mínimo por vía externa asociado a la repermeabilización del conducto nasofrontal por vía endoscópica [13]. El vaciamiento etmoidal anterior se realiza según los principios descritos anteriormente. El instrumento que permite realizar dicha minitrepanación se introduce a través de una pequeña incisión supraorbitaria de 1,5 centímetros. Se pueden practicar irrigaciones, facilitando así la localización del conducto nasofrontal y la exéresis de los tejidos y de las células obstructivas de manera más precisa que con el simple clavo de Lemoyne. Otra ventaja de esta técnica consiste en la posibilidad de tomar muestras para estudios bacteriológicos mediante aspiración.

– Colocación de un tutor en el conducto nasofrontal por vía externa.

La vía bicoronal permite el acceso a la pared anterior del seno frontal. Mediante la abertura de una ventana a dicho nivel se permite acceder al seno frontal y al conducto nasofrontal por vía superior. De esta forma se puede agrandar mediante fresado cuando la causa del estrechamiento es una reacción osteogénica. Al final de la intervención, se coloca un tutor. Para ello se han empleado diferentes materiales: láminas de silicona enrolladas [2], tubos específicos de silicona [11], polímeros sintéticos, etc., debiendo adaptar su calibre al tamaño del nuevo conducto. Si es demasiado grande, puede ejercer una presión excesiva sobre las paredes del nuevo conducto e inducir a su vez una reacción osteogénica. Estos moldes se deben mantener, según los autores, de 2 semanas a 6 meses. La mayoría de ellos prefieren los materiales blandos a los rígidos [11, 57].

– Trepanación del piso del seno frontal.

Constituye la técnica de Lothrop [38, 39], modificada y readaptada por Draf [8, 9], que consiste en la nasalización por vía endonasal de uno o de los dos senos frontales. El objetivo de esta técnica es restaurar el aclaramiento mucociliar y el drenaje del seno frontal creando una amplia comunicación frontonasal.

La técnica descrita por Lothrop en 1914 [38] consiste en la exéresis unilateral o bilateral del complejo etmoidal, la parte medial del piso del seno frontal, el septo intersinusal y la parte superior del septo nasal, de forma que los dos senos frontales se comuniquen en un solo conducto. No preconiza la reepitelización inmediata con injerto dérmico o mucoso. La principal complicación posquirúrgica de esta técnica quirúrgica es el riesgo de colapso de la órbita en la cavidad quirúrgica debido a la exéresis de la lámina papirácea.

La técnica descrita por Lynch en 1921 [40] consiste en la extirpación del laberinto etmoidal a través de una incisión periorbitaria interna, con exéresis de la lámina papirácea y de la apófisis frontal del maxilar. También se reseca el piso del seno frontal, permitiendo el legrado de la mucosa sinusal. Se coloca un tutor en la zona.

La técnica descrita por Draf combina la vía externa y la vía endonasal, se realiza bajo control microscópico y propone varios estadios en la trepanación de la base del seno frontal [8, 9].

La intervención de Draf tipo I consiste en la realización de un vaciamiento etmoidal anterior. En la intervención de Draf tipo IIA se realiza además la resección de celdas etmoidales hasta el receso del seno frontal.

La intervención de Draf tipo IIB comprende, además de lo anterior, la resección del piso del seno frontal entre la lámina papirácea y el tabique nasal.

En la intervención de Draf tipo III, se extirpa además la parte alta del tabique nasal y la parte inferior del tabique intersinusal. Posteriormente se debe fresar la parte anterior del piso sinusal y reunir al máximo los dos conductos nasofrontales para lograr, tras la resección del tabique intersinusal, una cavidad frontal única, ampliamente abierta a las fosas nasales. El microscopio aporta ventajas en el trabajo endonasal al permitir la conservación de la lámina papirácea, evitando así el colapso medial del contenido orbitario.

Stennert [67] ha descrito una variante de esta técnica en la que preconiza la resección del tabique intersinusal y la parte alta del tabique nasal, la resección bilateral subtotal de los dos cornetes medios (siendo sus objetivos la ampliación máxima del meato medio y la ganancia suplementaria de mucosa), el vaciamiento etmoidal bilateral por vía endoscópica y la resección del piso del seno frontal. Posteriormente recubre la comunicación nasofrontal con injertos libres de mucosa septal y del cornete fijados con cola de fibrina. El objetivo de la reepitelización es reducir la incidencia de reestenosis de la región del conducto nasofrontal.

Varios autores han retomado estas técnicas, optimizándolas para la utilización de la vía endoscópica endonasal, de la neuronavegación y del microdesbridador [4, 16, 17, 33, 43, 61, 71]. Algunos han propuesto la práctica de una minitrepanación de la pared anterior del seno frontal con el fin de facilitar la localización del conducto nasofrontal [16].

Otros autores [43] utilizan exclusivamente la vía de acceso endoscópica endonasal, realizando una perforación septal en frente del piso del seno frontal por la vía de acceso de la septoplastia. Se identifica entonces la base del seno frontal. Su exéresis permite el acceso al seno frontal. La ampliación de la región se realiza mediante fresado y de forma instrumental.

De forma similar, Kuhn y Javer [31] proponen la sinusotomía frontal por vía endoscópica, cuyas ventajas son, cuando la practica un cirujano entrenado, su menor morbilidad (disminución de la duración de la hospitalización, postoperatorio más sencillo, ausencia de cicatriz) y la preservación de la anatomía frontal, lo que permite su posterior seguimiento endoscópico y radiológico. Estos autores insisten en la necesidad de preservar la mucosa periorificial del receso frontal y del ostium para que los resultados de esta técnica sean óptimos.

Otros equipos [5, 30] han propuesto un planteamiento más conservador que han denominado «*the frontal sinus rescue*» (rescate del seno frontal), que consiste en utilizar un injerto mucoso de cornete medio para alargar y modificar la

morfología del ostium del seno frontal. El principio de esta intervención es la resección de la mucosa interna y del hueso del cornete medio y la realización de un colgajo mucoperióstico con la mucosa externa del cornete medio que se recubre medialmente a nivel de la base del cráneo.

Es necesario conservar lo máximo posible la mucosa sana con el fin de facilitar la cicatrización. Hoy en día, el conjunto de estas técnicas más conservadoras y más fisiológicas tiende a sustituir inicialmente a la técnica de relleno del seno frontal, que ha marcado la pauta durante varios años. Estas técnicas requieren una evaluación preoperatoria mediante tomografía computarizada, que permite el estudio anatómico preciso de los diferentes elementos de la región del conducto nasofrontal (grado de neumatización, presencia de celdas en el tabique intersinusal, celdas etmoidales supraorbitarias, tabique nasal que se une en Y al piso del seno frontal, apófisis crista galli neumatizada, integridad de la base del cráneo, relaciones del cornete medio con el seno frontal y celdas del agger nasi). También es necesario medir el seno frontal, pues un diámetro frontal inferior a 1,2 cm es el límite para cualquier procedimiento de fresado por vía endonasal [33].

En resumen, la reopermeabilización del conducto nasofrontal o sinusotomía frontal comprende: desde la simple resección por vía endoscópica de las celdas etmoidales residuales que obstruyen el receso frontal o de la parte alta de la apófisis unciforme, hasta intervenciones quirúrgicas más complejas en las que se realizan la ablación unilateral o bilateral de la base del seno frontal [70].

Intervenciones de exclusión del seno frontal

El objetivo de estas técnicas es opuesto al de las intervenciones de reopermeabilización. Existen diferentes métodos para excluir el seno frontal enfermo.

– Relleno del seno frontal.

Esta técnica ha sido promovida por Montgomery en los años 1960 [18, 47, 72]. Se pueden realizar tres tipos de incisión: supraciliar bilateral, bicoronal y mediofrontal. El labrado de una ventana ósea en la pared anterior del seno frontal (preservando los nervios supraorbitarios y supratrocleares) permite una amplia vía de acceso al seno frontal. Debe retirarse minuciosamente toda la mucosa sinusal para prevenir el riesgo de sobreinfección o mucocele. Lo mismo sucede con el periostio interno de la cavidad sinusal. Se oblitera el conducto nasofrontal y se rellena la cavidad sinusal [44, 69]. Para ello se han propuesto diferentes materiales: grasa (es el material autólogo que se emplea con mayor frecuencia), hueso esponjoso, músculo, colgajos pericraneales, material sintético como esponja de gelatina, hidroxapatita, etc. Las ventajas de la hidroxapatita son la ausencia de morbilidad del sitio donante, como ocurre con todos los materiales sintéticos, y la posibilidad de osteointegración completa [52]. Uno de los principales impedimentos de esta técnica de relleno es la dificultad para la vigilancia posterior de las afecciones frontales [11, 69]. Además, puede deformar el contorno óseo de la frente [34].

– Cranealización.

Es preciso acceder por vía endocraneal mediante una ventana bifrontal, procediendo posteriormente a la exposición de la pared posterior de los senos frontales mediante despegamiento extradural. La exéresis de la pared posterior del seno frontal, de la mucosa sinusal y el relleno del conducto nasofrontal permiten la expansión del tejido cerebral, quedando en contacto los lóbulos frontales con la pared sinusal anterior [3].

■ Indicaciones

Estenosis del conducto nasofrontal

La conducta que hay que seguir ante una estenosis sintomática del conducto nasofrontal debe adaptarse a su estadio. En ocasiones es necesaria una «escalada terapéutica». Resulta correcto comenzar con técnicas de reopermeabilización, con vaciamiento etmoidal anterior de primera intención y colocación de un clavo de Lemoyne en ausencia de lisis ósea, o para algunos autores con minitrepanación del seno frontal. Si fracasa esta técnica, se recomienda dejar un tutor por vía externa. Las diferentes técnicas de sinusotomía frontal tienen su papel en los procedimientos de reopermeabilización pero requieren un gran dominio [24]. Las intervenciones de exclusión se reservan para los fracasos de las técnicas de reopermeabilización. El relleno se indica preferentemente en caso de senos frontales de pequeño tamaño, que no tengan prolongaciones laterales muy desarrolladas (en las que la exéresis mucosa completa y el relleno serían difíciles). En estas condiciones anatómicas poco favorables, o cuando fracasan las técnicas de relleno, está indicada la cranealización [23, 44, 62].

Mucocele

– Etmoidofrontal.

Se puede realizar la marsupialización del mucocele por vía endoscópica. La reopermeabilización del conducto nasofrontal suele verse facilitada por el mucocele, ya que lo suele agrandar. Es necesario un seguimiento a largo plazo de la cavidad.

– Frontal.

Cuando no existe destrucción de la pared posterior y la localización no es muy externa, merece la pena intentar de entrada la vía de acceso endonasal, informando al paciente de la posibilidad de que se precise una vía externa (supraciliar o bicoronal) si la marsupialización no fuera satisfactoria por vía endoscópica.

Cuando existe destrucción de la pared posterior o la localización frontal es muy externa, es necesaria la vía bicoronal alta. La lisis de la pared posterior o del techo orbitario contraindica el relleno de la cavidad [19]. Se marsupializa ampliamente el mucocele, sin reseca su membrana limitante cuando está adherida a la duramadre desnuda. La abertura del conducto nasofrontal se hace por vía doble, dejándose por lo general colocado un tutor. En caso de cierre del conducto nasofrontal tras su retirada, se planteará el relleno o la cranealización.

Conclusión

Los traumatismos externos del seno frontal han disminuido en la actualidad. Las pruebas por imágenes permiten establecer con precisión el diagnóstico de las lesiones, optimizando su tratamiento.

Los traumatismos externos e internos del seno frontal plantean los mismos problemas de estenosis iatrogénica. La enorme variedad de técnicas [23, 44] y la ausencia de consenso demuestran la dificultad que plantea el tratamiento de las estenosis iatrogénicas del seno frontal. La mejor actitud sigue siendo por lo tanto la prevención, respetando al máximo la mucosa periorificial del conducto nasofrontal durante cualquier intervención quirúrgica sinusal por afecciones inflamatorias o tumorales. Las técnicas quirúrgicas del seno frontal se consideran como las más difíciles dentro de la cirugía endoscópica endonasal (localización de difícil acceso,

numerosas variaciones anatómicas, estrechas relaciones anatómicas con la órbita y con las meninges)^[12]. Sin embargo, el perfeccionamiento del instrumental quirúrgico y la cirugía guiada

por ordenador han permitido aumentar las posibilidades de tratamiento por vía endonasal, disminuyendo así la morbilidad de estas intervenciones^[24, 46].

Bibliografía

- [1] AFSSAPS Antibiothérapie par voie générale en pratique courante : sinusite aiguë de l'adulte. *Méd Mal Infect* 2001; 31 suppl4:
- [2] Amble FR, Kern EB, Neel HB, Facer GW, McDonald TJ, Czaja JM. Nasofrontal duct reconstruction with silicone rubber sheeting for inflammatory frontal sinus disease: analysis of 164 cases. *Laryngoscope* 1996; 106: 809-815
- [3] Ameline E, Wagner I, Delbove H, Coquille F, Visot A, Chabolle F. La cranialisation des sinus frontaux. À propos de 19 cas. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 2001; 118: 352-358
- [4] Becker D, Moore D, Lindsey W, Gross W, Gross C. Modified transnasal endoscopic Lothrop procedure: further considerations. *Laryngoscope* 1995; 105: 1161-1166
- [5] Citardi MJ, Javer AR, Kuhn FA. Revision endoscopic frontal sinusotomy with mucoperiosteal flap advancement. The frontal sinus rescue procedure. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 123-132
- [6] De Dieuleveult T. Une sténose iatrogène du canal nasofrontal. *OPA* 2001; 145: 9-10
- [7] Donald PJ, Berstein L. Compound frontal sinus injuries with intracranial penetration. *Laryngoscope* 1978; 88: 225-232
- [8] Draf W, Weber R, Keerl R, Constantinidis J. Aspects of frontal sinus surgery. Part I: endonasal frontal sinus drainage for inflammatory sinus disease. *HNO* 1995; 43: 352-357
- [9] Draf W, Weber R. Endonasal pansinus operation in chronic sinusitis. I: Indication and operation technique. *Am J Otolaryngol* 1993; 14: 394-398
- [10] Dutton JM, Bumsted RM. Safety of steroid injections in the treatment of nasofrontal recess obstruction. *Am J Rhinol* 2001; 15: 391-394
- [11] Freeman S, Blom E. Frontal sinus stents. *Laryngoscope* 2000; 110: 1179-1182
- [12] Friedman M, Landsberg R, Schultz RA, Tanyeri H, Caldarelli DD. Frontal sinus surgery: endoscopic technique and preliminary results. *Am J Rhinol* 2000; 14: 393-403
- [13] Gallagher RM, Gross CW. The role of minitrephination in the management of frontal sinusitis. *Am J Rhinol* 1999; 13: 289-293
- [14] Gerbino G, Rocca F, Benech A, Caldarelli C. Analysis of 158 frontal sinus fractures: current surgical management and complications. *J Craniomaxillofac Surg* 2000; 28: 133-139
- [15] Gonty AA, Marciani RD, Adornato DC. Management of frontal sinus fractures: a review of 33 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57: 372-379
- [16] Gross CW, Harrison SE. The modified Lothrop procedure. Indications, results, and complications. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 133-137
- [17] Gross W, Gross C, Becker D, Moore D, Phillips D. Modified transnasal endoscopic Lothrop procedure as alternative to frontal sinus obliteration. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 113: 427-434
- [18] Hardy JM, Montgomery WW. Osteoplastic frontal sinusotomy. An analysis of 250 operations. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976; 85 4Pt1: 523-532
- [19] Har-El G. Transnasal endoscopic management of frontal mucocoeles. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 243-251
- [20] Heller EM, Jacobs JB, Holliday RA. Evaluation of the frontonasal duct in frontal sinus fractures. *Head Neck* 1989; 11: 46-50
- [21] Ioannides C, Freihofer HP. Fractures of the frontal sinus: Classification and its implications for surgical treatment. *Am J Otolaryngol* 1999; 20: 273-280
- [22] ISSG Current approaches to community-acquired acute maxillary rhinosinusitis or sinusitis in France and literature review. *Rhinology* 2001(suppl17): (ISSG)
- [23] Jacobs J. 100 years of frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 1997; 107: 1-36
- [24] Javer AR, Sillers MJ, Kuhn FA. The frontal sinus unobliteration procedure. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 193-210
- [25] Kline RM, Wolfe SA. Complications associated with the harvesting of cranial bone grafts. *Plast Reconstr Surg* 1995; 95: 5-13
- [26] Klossek JM, Fontanel JP, Dessi P, Serrano E. Chirurgie endonasale sous guidage endoscopique. Paris: Masson, 1995; 140p.
- [27] Klossek JM, Fontanel JP. Frontal sinus irrigation. Indications, results, and complications. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 91-100
- [28] Klossek JM, Serrano E, Desmons C, Percodani J. Anatomie des cavités nasosinusiennes. *Encycl Méd Chir (Elsevier SAS, Paris), Oto-rhino-laryngologie* 1997; 13p20-265-A-10
- [29] Korniloff A, Andrieu-Guitrancourt J, Marie JP, Dehesdin D. Fractures du sinus frontal. *Encycl Méd Chir (Elsevier SAS, Paris), Oto-rhino-laryngologie* 1994; 20-475-A-10, 14p.
- [30] Kuhn FA, Javer AR, Nagpal K, Citardi MJ. The frontal sinus rescue procedure: early experience and three-year follow-up. *Am J Rhinol* 2000; 14: 211-216
- [31] Kuhn FA, Javer AR. Primary endoscopic management of the frontal sinus. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 59-75
- [32] Lang J. Clinical anatomy of the nose, nasal cavity and paranasal sinuses. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1989; 144p.
- [33] Lanza DC, McLaughlin RB, Hwang PH. The five year experience with endoscopic trans-septal frontal sinusotomy. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 139-152
- [34] Lawson W, Reino AJ. Management of embossment following the frontal osteoplastic operation. *Laryngoscope* 1996; 106: 1259-1265
- [35] Le Clech G, Bourdinière J, Rivron A, Demoulin PY, Inigues JP, Marechal V. Infections post traumatiques du sinus frontal. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 2000; 111: 103-105
- [36] Lee TT, Ratzker PA, Galzarza M, Villanueva PA. Early combined management of frontal sinus and orbital and facial fractures. *J Trauma* 1998; 44: 665-669
- [37] Loehrl T, Toohill RJ, Smith TL. Use of computer-aided surgery for frontal sinus ventilation. *Laryngoscope* 2000; 110: 1962-1967
- [38] Lothrop HA. Frontal sinus suppuration. *Ann Surg* 1914; 59: 937-957
- [39] Lothrop HA. The treatment of frontal sinus suppuration. *Laryngoscope* 1917; 27: 1-13
- [40] Lynch RC. The technique of a radical frontal sinus operation which has given me the best results. *Laryngoscope* 1921; 31: 1-5
- [41] McGraw-Wall B. Frontal sinus fractures. *Fac Plast Surg* 1998; 14: 59-66
- [42] McLaughlin RB, Rehl RM, Lanza DC. Clinically relevant frontal sinus anatomy and physiology. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 1-22
- [43] McLaughlin RB, Hwang PH, Lanza DC. Endoscopic trans-septal frontal sinusotomy: the rationale and results of an alternative technique. *Am J Rhinol* 1999; 13: 279-287
- [44] McLaughlin RB. History of surgical approaches to the frontal sinus. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 49-58
- [45] Messerklinger W. On the drainage of the frontal sinus of man. *Acta Otolaryngol* 1967; 63: 176
- [46] Metson R, Gliklich RE. Clinical outcome of endoscopic surgery for the frontal sinusitis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 124: 1090-1096
- [47] Montgomery WW. State-of-the-art for osteoplastic frontal sinus operation. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 167-177
- [48] Mosher HP, Judd DK. An analysis of seven cases of osteomyelitis of the frontal bone complicating frontal sinusitis. *Laryngoscope* 1933; 43: 153-161
- [49] Newman MH, Travis LW. Frontal sinus fractures. *Laryngoscope* 1973; 83: 1281-1292
- [50] Parhiscar A, Har-El G. Frontal sinus obliteration with the pericranial flap. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 124: 304-307
- [51] Perko D. Endoscopic surgery of the frontal sinus without external approach. *Rhinology* 1989; 27: 119-123
- [52] Petruzzelli GJ, Stankiewicz JA. Frontal sinus obliteration with hydroxyapatite cement. *Laryngoscope* 2002; 112: 32-36
- [53] Peynegre R, Rouvier P. Anatomy and anatomical variations of the paranasal sinuses. In: Gershwin ME, Incaudo GA, eds. *Diseases of the sinuses*. New York: Humana Press Totowa, 1996; 3-32
- [54] Peynegre R. La pathologie iatrogène du sinus frontal. *OPA* 2000; 132: 1-3
- [55] Pinheiro AD, Facer GW, Kern EB. Sinusitis: current concepts and management. In: Bailey BJ, ed. *Head and neck surgery-otolaryngology*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998; p. 441
- [56] Prades JM, Veyret C, Martin C. Microsurgical anatomy of the ethmoid. *Surg Radiol Anat* 1993; 15: 9-14
- [57] Rains BM. Frontal sinus stenting. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 101-110
- [58] Rao VM, Sharma D, Madan A. Imaging of frontal sinus disease. Concepts, interpretation and technology. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 23-39
- [59] Rohrich RJ, Hollier LH. Management of frontal sinus fractures: changing concepts. *Clin Plast Surg* 1992; 19: 219-232
- [60] Rohrich RJ, Hollier LH. The role of the nasofrontal duct in frontal sinus fracture management. *J Craniomaxillofac Trauma* 1996; 2: 31-40
- [61] Schlosser RJ, Zachmann G, Harrison S, Gross CW. The endoscopic modified Lothrop: long-term follow-up on 44 patients. *Am J Rhinol* 2002; 16: 103-108
- [62] Seiden AM, Stankiewicz JA. Frontal sinus surgery: the state of the art. *Am J Otolaryngol* 1998; 19: 183-193
- [63] Smith TL, Han JK, Loehrl TA, Rhee JS. Endoscopic management of the frontal recess in frontal sinus fractures: a shift in the paradigm? *Laryngoscope* 2002; 112: 784-790
- [64] Stammberger H, Kennedy DW. Paranasal sinuses: anatomic terminology and nomenclature. The anatomic terminology group. *Ann Otol Rhinol Laryngol [suppl]* 1995; 167: 7-16
- [65] Stammberger H. Functional endoscopic sinus surgery. Philadelphia: DC Becker, 1991
- [66] Stanley RB. Fractures of the frontal sinus. *Clin Plast Surg* 1989; 16: 115-123
- [67] Stennert E. Rhino-frontal sinusotomy (RFS): a combined intra-extranasal approach for the surgical treatment of severely diseased frontal sinuses. *Laryngoscope* 2001; 111: 1237-1245
- [68] Terracol J, Ardouin P. Anatomie des fosses nasales et des cavités annexes. Paris: Maloine, 1965; 213p.
- [69] Weber R, Draf W, Keerl R, Kahle G, Schinzel S, Thomann S et al. Osteoplastic frontal sinus surgery with fat obliteration: technique and long-term results using magnetic resonance imaging in 82 operations. *Laryngoscope* 2000; 110: 1037-1044
- [70] Weber R, Draf W, Kratzsch B, Hosemann W, Schaefer S. Modern concepts of frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 2001; 111: 137-146
- [71] Wormald PJ. Salvage frontal sinus surgery: the endoscopic modified Lothrop procedure. *Laryngoscope* 2003; 113: 276-283
- [72] Zonis RD, Montgomery WW, Goodale RL. Frontal sinus disease: 100 cases treated by osteoplastic operation. *Laryngoscope* 1966; 76: 1816-1825