



Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



Mise au point

État de l'art du traitement endoscopique des brèches ostéoméningées du sinus frontal[☆]



V. Patron^{a,*}, V. Roger^a, S. Moreau^{a,b}, E. Babin^a, M. Hitier^{a,b}

^a Service d'otorhinolaryngologie et de chirurgie cervicofaciale, CHU de Caen, avenue de la Côte-de-Nacre, 14033 Caen cedex 9, France

^b Service d'anatomie, université de Caen Basse-Normandie, 14032 Caen cedex, France

I N F O A R T I C L E

R É S U M É

Mots clés :

Sinus frontal
Méningocèle
Brèche méningée
Base du crâne
Chirurgie endoscopique

Les brèches méningées du sinus frontal sont rares et leur prise en charge chirurgicale difficile. Jusqu'à récemment, elles nécessitaient la réalisation d'un abord chirurgical externe avec volet osseux de table externe. Depuis le développement de la chirurgie endoscopique, des techniques moins invasives telles que des abords endoscopiques exclusifs sont apparues et permettent aujourd'hui des suites opératoires plus simples. Néanmoins, la réalisation de ces techniques requiert une connaissance approfondie de l'anatomie du sinus frontal et de la prise en charge endoscopique des brèches méningées. Cette connaissance est essentielle pour assurer à la fois la fermeture de la brèche et préserver la perméabilité du sinus frontal.

© 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

1. Introduction

Les brèches de liquide cébrospinal (LCS) provenant du sinus frontal sont rares mais leur traitement est difficile. Ces brèches peuvent être associées de manière variable à une méningocèle ou une méningocéphalocèle, ce qui complique encore leur prise en charge, notamment en cas de hernie méningée de grande taille. Elles sont d'origines variées : elles peuvent faire suite à un traumatisme à haute énergie (accident de la voie publique) ou à un traumatisme chirurgical (iatrogène). Elles peuvent être secondaires au développement d'une tumeur des fosses nasales, ou d'origine congénitale [1]. Ces dernières surviennent chez l'enfant et sont alors fréquemment associées à une méningocéphalocèle. Enfin, elles peuvent être spontanées. Dans ce dernier cas, une entité particulière et fréquemment sous-estimée, l'hypertension intracrânienne bénigne (HIB), doit être recherchée. Cette entité, encore appelée *Pseudotumor Cerebri*, est retrouvée classiquement chez la femme d'âge moyen (4^e décennie) présentant un surpoids ou une obésité [2,3]. Elle s'accompagne de signes d'hypertension intracrânienne : céphalées, nausées, acouphènes pulsatiles, œdème papillaire, etc... L'IRM met fréquemment en évidence des

ventricules normaux ou de petite taille, et une selle turcique vide ou un élargissement de la gaine des nerfs optiques [4].

Le diagnostic des brèches méningées requiert la mise en évidence de LCS dans les sécrétions nasales, soit directement par recueil d'une rhinoliquorrhée, soit sur l'analyse de tampons nasaux laissés en place 24 heures. Le diagnostic positif est effectué de préférence par le dosage immunonéphélémétrique de la bêta-trace protéine dans les sécrétions ou par la positivité de la bêta2-transferrine par mise en évidence en électrophorèse [5-7]. Un bilan par tomodensitométrie (TDM) et par imagerie par résonance magnétique (IRM) est indispensable pour identifier et localiser la brèche avec certitude [7].

Historiquement, le traitement d'une brèche du sinus frontal nécessitait une voie d'abord externe avec réalisation d'un volet osseux de sinus frontal [8,9]. Depuis le développement de la chirurgie endoscopique, des techniques moins invasives telles que les abords endoscopiques exclusifs sont apparues et ont permis des suites opératoires plus simples [10]. Le but de cet article est de décrire les indications, la technique et le type d'intervention permettant la prise en charge de ces brèches.

2. Indications et sélection des patients

L'évaluation préopératoire consiste en un interrogatoire approfondi, une endoscopie nasale et un bilan radiologique.

L'histoire de la maladie doit permettre d'établir la cause de la brèche/méningocèle : traumatique, congénitale, tumorale ou spontanée. En cas de brèche spontanée, une HIB doit être éliminée.

L'examen endoscopique peut permettre parfois de confirmer et de localiser une méningocèle lorsque celle-ci est de grande taille.

DOI de l'article original : <http://dx.doi.org/10.1016/j.anorl.2015.08.031>.

[☆] Ne pas utiliser pour citation la référence française de cet article mais celle de l'article original paru dans *European Annals of Otorhinolaryngology Head and Neck Diseases* en utilisant le DOI ci-dessus.

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : vtromps@yahoo.fr, patron-v@chu-caen.fr (V. Patron).

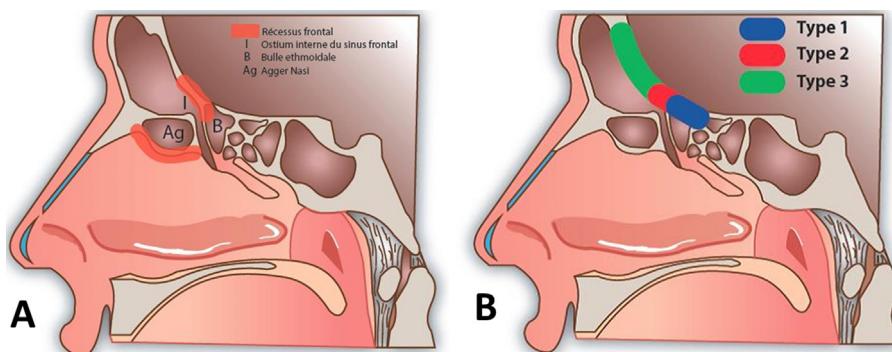


Fig. 1. A. Anatomie du récessus frontal. B. Classification.

D'après Schlosser et al.

Elle se présente alors comme une masse sous-muqueuse translucide et battante. Une brèche méningée n'est que très rarement visible par endoscopie. L'examen nasofibroscopique doit alors se concentrer sur l'anatomie locale pouvant rendre difficile la chirurgie : déviation ou épine septale, synéchies, etc... .

Bilan d'imagerie : une TDM des sinus haute résolution et une IRM sont indispensables au diagnostic et à la localisation de la brèche/méningocèle [6]. Une TDM des sinus avec des coupes sagittales tous les 3 mm est particulièrement utile pour la localisation des défauts en regard du récessus frontal et l'étude de son anatomie.

La localisation des brèches peut être classée en trois sites préférentiels selon Schlosser et Bolger (Fig. 1) [11] :

- type 1 : immédiatement adjacent au récessus frontal ;
- type 2 : dans le récessus frontal ;
- type 3 : dans le sinus frontal proprement dit.

Le type 1 concerne les brèches venant de la partie la plus antérieure du toit éthmoïdal ou de la lame criblée. Il ne concerne pas directement le sinus frontal mais nécessite une dissection complète du récessus frontal pour permettre une exposition et une fermeture optimale de la brèche ainsi qu'une perméabilité à long terme du sinus frontal.

Le type 2 est une localisation plus difficile à traiter car elle implique directement le drainage du sinus frontal. La difficulté à traiter la brèche dans cette région dépend directement de l'anatomie locale, hautement variable dans la région du récessus [12]. Si le maintien de la perméabilité du sinus frontal semble difficile, une voie externe doit être envisagée [9].

Le type 3 concerne les brèches de la paroi postérieure du sinus frontal situées au-dessus du récessus frontal. Jusqu'aux récents progrès de la chirurgie endoscopique du sinus frontal, ces localisations étaient traitées par voie externe. Actuellement, les limites sont les brèches les plus latérales et supérieures (Fig. 2).

Shi et al. proposent une autre classification, basée sur la localisation et la taille de la brèche, permettant au chirurgien de choisir l'approche la plus adaptée [13].

Le type A concerne les brèches de la paroi postérieure du sinus frontal situées à la hauteur du récessus frontal et mesurant moins de 1 cm de diamètre. Ces brèches peuvent être traitées par une approche endoscopique classique après nettoyage de l'agger nasi et du récessus frontal.

Dans le type B, la brèche est située sur la paroi postérieure du sinus frontal. Une exposition et une visualisation adéquate du défaut nécessitent la réalisation d'une sinusotomie frontale. Dans le type C, le défaut est généralement de plus de 1 cm de diamètre avec un petit ostium frontal (dimension antéropostérieure < 6 mm), une agger nasi peu pneumatisée ou un défaut localisé sur la paroi

postéro latéral du sinus frontal. Pour Shi et al., il s'agit d'une indication d'une approche combinée endoscopique et externe [13].

Il est actuellement reconnu que les défauts les plus latéraux et supérieurs de la table postérieure ne sont pas une indication au traitement endoscopique mais nécessitent une voie d'abord externe [10,11]. Les brèches situées immédiatement au contact ou dans le récessus frontal semblent au contraire être une bonne indication au traitement endoscopique exclusif [10,13,14]. Dans ce cas, le nettoyage du récessus frontal peut être suffisant pour avoir accès au défaut. Plus la brèche est haute sur la table postérieure du sinus frontal, plus difficile est son traitement endoscopique : des études anatomiques ont montré que le bord supérieur du sinus frontal ne peut pas être atteint avec l'instrumentation endonasale traditionnelle. Par contre, une brèche peut être facilement visualisée [15]. La forme convexe de la paroi postérieure de la table frontale est une explication probable de cette limitation [15,16]. Jones et al. ont étudié, chez 37 patients consécutifs traités par voie endoscopique, la distance entre le pôle supérieur de la brèche et la partie la plus antérieure et médiale du toit de l'éthmoïde, juste avant le récessus : le défaut le plus haut situé ayant pu être traité avec succès était situé à 30 mm avec une moyenne sur la série de seulement 6,9 mm [10]. Sieskiewicz et al. ont suggéré de tracer une ligne sur le TDM préopératoire en coupes sagittales en partant du point le plus antéro-inférieur de l'ouverture du sinus frontal pour aller à la partie inférieure du défaut sur la table postérieure du sinus frontal dans le but d'évaluer la faisabilité d'une voie d'abord endoscopique exclusive. Si la ligne atteint le défaut sans toucher la table postérieure du sinus, le positionnement du matériel de comblement de la brèche peut être mis en place avec si nécessaire une légère compression de la dure-mère [16]. Au contraire, si la ligne croise ou est tangente à la table postérieure, la fermeture de la brèche sera impossible (Fig. 3). Bien que rarement rapportée, la fermeture des brèches latérales semble possible par voie endoscopique mais requiert un élargissement important de l'ostium du sinus frontal [17]. Après réalisation d'une sinusotomie frontale de type Draf III, le bord le plus latéral du sinus frontal est toujours visualisé mais les instruments ne peuvent l'atteindre que dans seulement 64 % des cas (Fig. 4) [15,18].

D'autres facteurs que la localisation de la brèche sont à prendre en compte pour parvenir avec succès à sa réparation endoscopique : la taille du défaut, la présence de variations anatomiques du sinus frontal, l'expérience du chirurgien et la disponibilité d'un matériel dédié.

La taille n'est pas le facteur le plus important quand on décide d'utiliser ou non un abord endoscopique. Par contre, cela pose le problème du type de reconstruction et du matériel qui doit être utilisé. Un grand défaut (exemple : une large encéphalocèle ou après résection tumorale) nécessitera des techniques de fermeture plus élaborées et une habileté chirurgicale certaine dans un champ opératoire qui reste étroit. Cela doit être pris en compte dans la décision

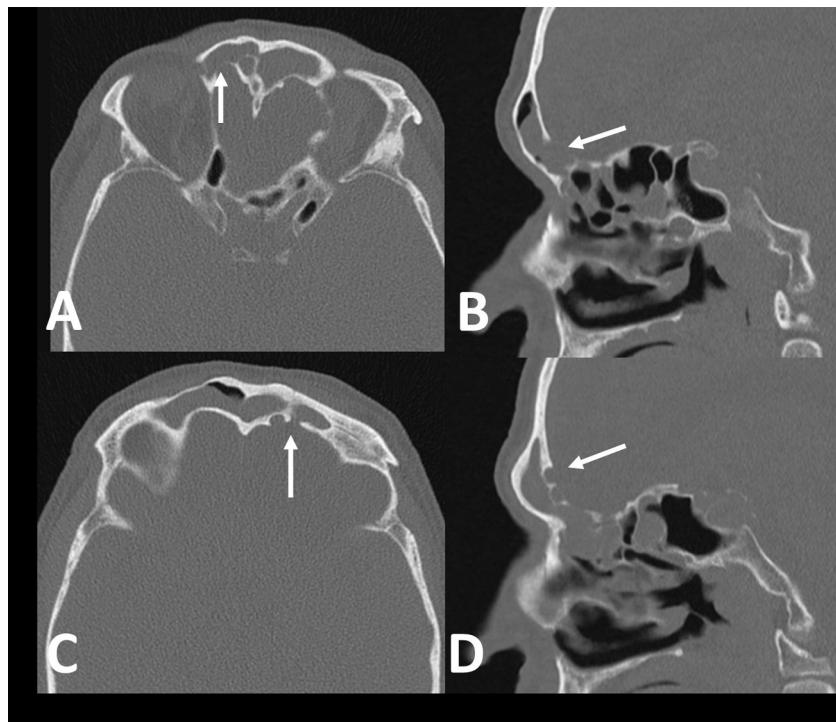


Fig. 2. Brèches bilatérales post-traumatique de type 3 de Schlosser. TDM axiale (A) et sagittale (B) de la brèche droite. TDM axiale (C) et sagittale (D) de la brèche gauche. Ce patient a bénéficié d'une approche combinée. Une sinusotomie de type Draf 3 a permis la fermeture par Tachosil (Baxter, Deerfield, États-Unis), cartilage septal et lambeau de muqueuse septale. À gauche, la brèche étant très haute et latérale, une voix externe sus-sourcilière fut nécessaire. Le patient demeure asymptomatique à 1 an de la chirurgie.

de réaliser ou non une voie endoscopique exclusive. La fermeture de larges défauts pouvant atteindre 48×35 mm après résection tumorale a été rapportée après la réalisation de sinusotomies frontales type Draf III et de lambeaux nasoseptaux [10].

En ce qui concerne les variations anatomiques, un ostium frontal étroit n'est pas une contre-indication à une procédure endoscopique car il peut être facilement élargi dans des mains expérimentées par une sinusotomie frontale de Draf [9]. Une paroi postérieure très convexe peut rendre difficile l'accès à la partie supérieure et/ou latérale du sinus. Un sinus frontal étroit avec une distance antéropostérieure de moins de 1 cm est considéré comme une condition anatomique défavorable à la réalisation d'une chirurgie endoscopique [16].

Le sinus frontal est une des zones les plus exigeantes techniquement de la chirurgie endoscopique des sinus. Les clés du succès d'une fermeture de brèche du sinus frontal sont une bonne connaissance à la fois de l'anatomie du sinus frontal et des techniques de fermeture des brèches méningées. Le chirurgien doit être familier

de l'anatomie du sinus frontal et de ses variantes et capable de réaliser plusieurs types de sinusotomies frontales si nécessaire (Draf I à III). À ce titre, les neurorhinologistes, familiers des techniques à 3 ou 4 mains ainsi que de la panoplie complète des techniques de réparation de la base du crâne, sont les chirurgiens les plus à même de réaliser ce type d'interventions [19].

Si disponible, la navigation chirurgicale doit être utilisée [10,20]. Une colonne vidéo haute définition, des endoscopes à 45° et 70° , les fraises angulées à 70° et les curettes malléables à sinus frontal, les curettes à sinus frontal de Kuhn de 55° et 90° ainsi que des canules d'aspiration courbes sont des instruments essentiels pour accéder et opérer au niveau du sinus frontal.

3. Technique chirurgicale endoscopique

La chirurgie est réalisée sous anesthésie générale en décubitus dorsal. Elle peut être réalisée par un seul ou deux chirurgiens utilisant alors les techniques à 3 ou 4 mains. Le champ opératoire doit

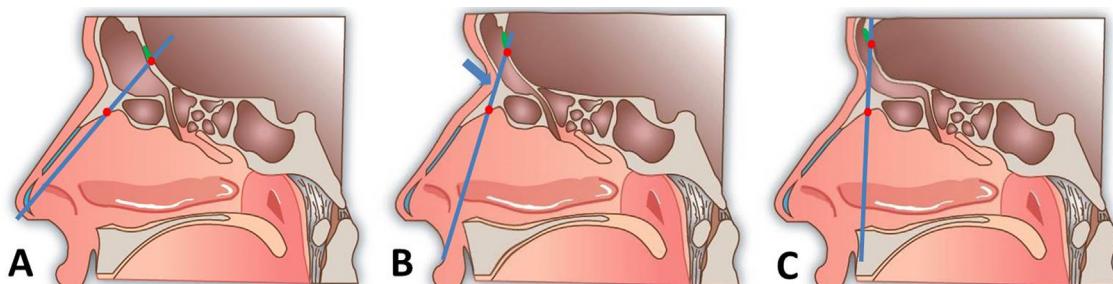


Fig. 3. Schéma préopératoire. A. Une ligne est tracée à la partie la plus antéro-inférieure de l'ostium du sinus frontal et du bord inférieur du défaut (losange vert). La fermeture endoscopique est impossible si la ligne croise l'os nasal (B, flèche bleue), est tangente (C) ou croise la table postérieure du sinus frontal avant d'atteindre le défaut. D'après Sieskiewicz et al.

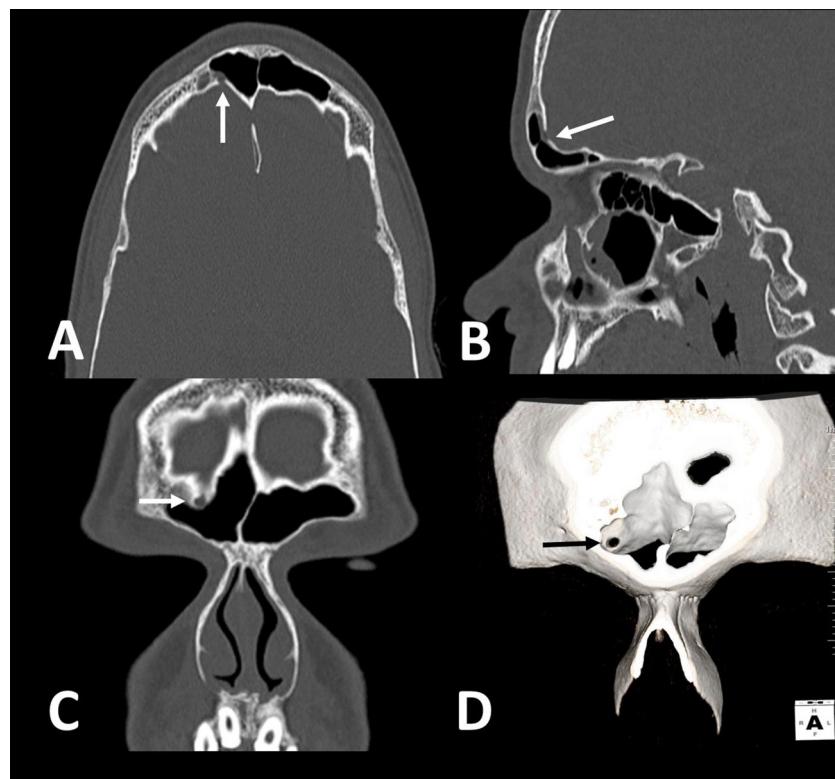


Fig. 4. Défaut latéral droit de la paroi postérieure du sinus frontal. A. Coupe axiale scannographique. B. Coupe sagittale scannographique. C. Coupe coronale scannographique. D. Reconstruction 3D scannographique. Défaut (flèche noire et blanche). Ce patient a nécessité la réalisation d'une voie d'abord externe avec volet ostéoplastique.

inclure les zones nécessaires au prélèvement de tissus autologues destinés à la fermeture de la brèche (exemple : graisse abdominale ou fascia lata). Le drainage lombaire peut être utilisé si on suspecte une HIB ou en cas d'échec d'une précédente chirurgie [21]. Cela peut rendre plus facile l'utilisation intrathécale de fluorescéine utilisée par de nombreux auteurs pour localiser précisément la zone de fuite de LCS et pour vérifier le succès du colmatage de la brèche [10,22–24]. L'utilisation de la fluorescéine se fait néanmoins hors AMM en France, contrairement à de nombreux pays, y compris aux États-Unis où elle est couramment utilisée. Après la préparation des cavités nasales avec de la xylocaïne-naphazolinée, celles-ci sont attentivement inspectées. Un écoulement d'eau de roche provenant du sinus frontal fait suspecter une fuite de LCS. La présence d'une muqueuse œdémateuse ou d'un granulome oriente aussi vers une brèche. Une masse pulsatile, transparente parfois parcourue de fins vaisseaux, fait évoquer une méningocèle.

Avant d'atteindre le sinus frontal, une ethmoïdectomie est recommandée pour permettre d'identifier les repères classiques de la chirurgie fonctionnelle des sinus. Selon certains auteurs, celle-ci doit être complétée d'une sphénoïdotomie pour éviter la survenue d'une mucocèle sphénoïdale postopératoire [11]. Ces deux gestes permettent aussi l'inspection de la base du crâne à la recherche d'autres brèches. Le caractère bilatéral de cette chirurgie dépend de la situation de la brèche sur le sinus frontal : en cas de brèche médiane, une chirurgie bilatérale doit être privilégiée. Si la fuite est plus latérale, une chirurgie unilatérale peut être suffisante. La chirurgie est réalisée par la fosse nasale homolatérale à l'exception des brèches latérales où l'accès par la narine contralatérale peut se révéler plus pratique.

Le choix de l'approche chirurgicale la plus adéquate dépend du site, de la taille de la brèche ainsi que de l'équipement et de l'habileté et de l'expérience du chirurgien. Une connaissance approfondie de l'anatomie du sinus frontal est décisive pour obtenir

une exposition complète du défaut : toutes les cellules ethmoïdales antérieures autour de l'ostium du sinus frontal, telles que l'agger nasi ou les cellules suprabullaires postérieures doivent en effet être ouvertes. Cela permet l'accès à une brèche adjacente au récessus ou située dans le récessus frontal (types 1 et 2 de Schlosser et al. et type A de Shi et al.). Si le défaut ne peut pas être atteint par les instruments après ouverture complète du récessus frontal, une sinusotomie frontale doit être réalisée. L'extension de la sinusotomie doit être adaptée au défaut rencontré et une sinusotomie frontale extensive n'est pas toujours nécessaire (Fig. 5). Une sinusotomie de type Draf III permet néanmoins une meilleure exposition de la table postérieure du sinus frontal [10,16,20].

Une fois que le défaut ou la méningocèle ont été exposés, une collerette de 5 mm de muqueuse saine autour du défaut est retirée pour permettre une meilleure adhérence du greffon et promouvoir l'ostéogenèse autour du défaut. En cas de méningocèle, la masse est électrocoagulée permettant ainsi sa rétraction et la rigidification de la dure-mère. Si nécessaire, la méningocèle peut être réséquée [6]. En cas de fracture de la table postérieure, la muqueuse située sur les fragments fracturés est retirée et les fragments osseux impliqués sont réduits à l'aide d'une canule d'aspiration pour rétablir les contours de la table postérieure. En cas de fuite de LCS spontanée ou de méningocèle, l'os autour du défaut est souvent très fin et doit être manipulé avec précaution car ces manipulations peuvent provoquer un élargissement involontaire du défaut osseux. C'est particulièrement le cas dans les HIB où la paroi postérieure du sinus frontal peut être aussi mince et cassante qu'une coquille d'oeuf.

Lors de la fermeture de la brèche, le maintien de la perméabilité du sinus frontal doit toujours être gardé à l'esprit. Le choix du type de greffon et la technique de mise en place restent souvent une affaire de préférence personnelle [25]. Le matériel de fermeture peut comprendre : de la graisse, du muscle, de l'os ou du



Fig. 5. Méningocéphalocèle spontané de type 2 de Schlosser. TDM axial (A) et sagittale (B) préopératoire. La TDM objective la méningocèle avec un sinus frontal peu pneumatisé. Ce patient a bénéficié d'une approche endoscopique exclusive avec fermeture par greffon adipeux et de cartilage et de muqueuse septale. Une sinusotomie frontale et une ethmoïdectomie postérieure ne furent pas nécessaire car le récessus frontal était largement ouvert par la lésion. TDM axiale (C) et sagittale à 2 ans de la chirurgie (D). La TDM montre une réossification complète du défaut (flèche blanche) avec toutefois une cicatrisation fibreuse du récessus frontal. Le patient demeure asymptomatique à 3 ans de la chirurgie.

cartilage, du fascia lata ou temporal, des lambeaux muqueux pédi culés ou simplement greffés, des éponges de collagène (Tachosil, Baxter, Deerfield, États-Unis), etc. Bien qu'il existe de nombreuses méthodes de fermeture des défauts méningés, seuls quelques principes, s'ils sont respectés, sont nécessaires à l'obtention d'un taux élevé de fermeture de brèche [25–28]. Aucun, néanmoins, n'est incontournable [25,29] :

- ablation méticuleuse de la muqueuse autour du défaut ;
- la première couche doit être imperméable (la colle sert à fixer les couches, non pas à étanchéifier la fermeture) ;
- une fermeture multicouche est préférable ;
- les greffes et lambeaux muqueux aident à mieux cicatriser (mais ne ferment pas le défaut) ;
- garder le sinus frontal perméable.

La première couche doit être placée si possible en intradural (*underlay*) si le défaut est important [28,30–32]. De la graisse, du muscle, un fascia ou un substitut dural peuvent être utilisés [6]. Une deuxième couche peut être placée en extradural, entre la dure-mère et la table osseuse. Dans le cas d'un petit défaut, un fascia peut être utilisé. Dans le cas d'une perte de substance de plus de 1 cm, l'utilisation de greffons rigides comme de la corticale mastoïdienne, un fragment de vomer, de lame perpendiculaire de l'ethmoïde, de cornet moyen ou du cartilage septal doit être envisagée. Jones et al. recommandent l'utilisation systématique d'un greffon osseux en cas de brèche spontanée de LCS ou d'HIB, quelle que soit la taille du défaut [10]. Un greffon muqueux ou un lambeau de muqueuse pédi culé (lambeau nasoseptal) peut être utilisé comme une troisième couche et placé en extracrânien contre la base du crâne (*overlay*) [8,10,13,16,33]. De la colle biologique est très utile pour fixer les différentes couches entre elles. Enfin, une couche de Gelfoam (Baxter Healthcare Corporation, Hayward, États-Unis) ou de Surgicel (Ethicon, Sommerville, États-Unis) permet de sécuriser et de soutenir les greffons. Une feuille de Silastic (Dow Corning Corporation, Midland,

États-Unis) [9,33] ou un stent frontal de Raines (Smith and Nephew, Londres, Royaume-Uni) [17] est disposé dans le récessus frontal pour éviter son obstruction. Un méchage nasal non résorbable tel qu'un Merocel (Medtronic, Minneapolis, États-Unis) recouvert d'un doigt de gant peut être placé dans le récessus pour le garder ouvert et permettre un retrait moins traumatique [34,35].

4. Soins postopératoires

Il n'y a pas de consensus concernant l'utilisation d'antibiotiques pendant la période postopératoire. Néanmoins, la plupart des chirurgiens s'accordent sur l'utilisation d'une antibiothérapie intraveineuse active sur les cocci Gram+ dans les 24/48 h suivant le geste [36,37]. Elle peut ensuite être relayée par une antibiothérapie orale comme de l'amoxicilline/acide clavulanique jusqu'à l'ablation des méchages dans la semaine ou les 15 jours suivant la chirurgie [10,13,20,25]. Les stents sont laissés en place entre 1 et 8 semaines [9,17,33]. Si présent, le drainage lombaire est laissé en place entre 2 et 7 jours. Du mannitol ou de l'acétazolamide peuvent être prescrits. Le repos strict au lit varie beaucoup selon les auteurs pouvant aller de 1 jour à 2 semaines. Il dépend principalement du risque de récidive de la fuite et des habitudes de l'équipe chirurgicale [13,17]. Des antalgiques, des laxatifs sont aussi prescrits. On interdit au patient le port de charges lourdes et le mouchage. Après retour à domicile, les patients sont vus régulièrement pour réaliser un débridement des fosses nasales en vue d'éviter la survenue d'un encroûtement prolongé et de synéchies.

5. Résultats et complications

Jones et al., qui ont publié la série la plus grande de fermeture de brèche du sinus frontal par voie endoscopique (37 patients), rapportent un taux de fermeture à la première tentative de 91,9% avec un suivi moyen de presqu'une année (51 semaines) [10]. Trois de leurs patients ont nécessité une reprise due à des fuites

persistentes. Deux ont été réopérés avec succès par voie endoscopique, ce qui donne un taux de réussite global de 97,3 %. Shi et al. ont traité avec succès 12 de leurs 13 patients par voie endoscopique (92 %) avec un suivi moyen de 30 mois [13].

Les complications de la fermeture de brèches méningées par voie endoscopique ont été étudiées dans la méta-analyse d'Hegazy et al., mais celles-ci ne sont pas spécifiques du sinus frontal [29]. Il s'agissait de méningites (0,3 %), d'abcès cérébraux (0,9 %), d'hématome sous-dural (0,3 %), de troubles de l'olfaction (0,6 %) et de céphalées (0,3 %).

Les complications spécifiques aiguës de la chirurgie du sinus frontal sont la survenue de lésions de l'artère ethmoidale antérieure pouvant provoquer un saignement endonasal postopératoire immédiat ou différé, voire un hématome intraorbitaire nécessitant une décompression en urgence [38]. Une spécificité du récessus frontal étant son ostium étroit, les risques de survenue à moyen ou long terme de sténose postopératoire, donc de muco-cèle ou de sinusite frontale demeurent important après la chirurgie [39]. Plusieurs facteurs y participent. Certains sont évitables, telles que les dissections incomplètes de l'agger nasi, la persistance de cellules ethmoidales ou frontales proche du récessus frontal ou la latéralisation cicatricielle du cornet moyen [40,41]. D'autres sont difficilement prévisibles, telles que la survenu d'une néo-ostéogénèse de l'ostium du sinus frontal ou la présence d'une muqueuse hypertrophique et œdémateuse [42]. La préservation méticuleuse de la muqueuse du récessus et un éventuel calibrage du sinus frontal peuvent permettre de diminuer le risque de sténose qui reste malgré tout élevé [43,44].

6. Conclusion

La prise en charge endoscopique des brèches du sinus frontal nécessite une bonne connaissance à la fois des techniques chirurgicales spécifiques du sinus frontal telles que les sinusotomies frontales de type Draf, mais aussi des techniques de base de fermeture endoscopique des brèches méningées. Le maintien de la perméabilité du sinus frontal doit être une priorité et doit toujours rester à l'esprit du chirurgien durant l'intervention. Si ces conditions sont remplies, le traitement endoscopique permet un taux de succès très élevé de fermeture avec un faible taux de complication. Il est très probable que les limitations actuelles de cette chirurgie vont continuer à diminuer au fur et à mesure que l'expérience des chirurgiens, les instruments et les techniques chirurgicales vont continuer à se développer.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] Ommaya AK, Di Chiro G, Baldwin M, et al. Non-traumatic cerebrospinal fluid rhinorrhoea. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1968;31:214–25.
- [2] Yang Z, Wang B, Wang C, et al. Primary spontaneous cerebrospinal fluid rhinorrhoea: a symptom of idiopathic intracranial hypertension? *J Neurosurg* 2011;115:165–70.
- [3] Clark D, Bullock P, Hui T, et al. Benign intracranial hypertension: a cause of CSF rhinorrhoea. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1994;57:847–9.
- [4] Friedman DI, Liu GT, Digre KB. Revised diagnostic criteria for the pseudotumor cerebri syndrome in adults and children. *Neurology* 2013;81:1159–65.
- [5] Mantur M, Łukaszewicz-Zająć M, Mroczko B, et al. Cerebrospinal fluid leakage – reliable diagnostic methods. *Clin Chim Acta* 2011;412:837–40.
- [6] Lund VJ, Stammberger H, Nicolai P, et al. European position paper on endoscopic management of tumours of the nose, paranasal sinuses and skull base. *Rhinol Suppl* 2010;(22):1–143.
- [7] Meco C, Oberascher G. Comprehensive algorithm for skull base dural lesion and cerebrospinal fluid fistula diagnosis. *Laryngoscope* 2004;114:991–9.
- [8] Simmen D, Jones N. Manual of endoscopic sinus surgery and its extended applications. Stuttgart: Thieme; 2005, 314 p.
- [9] Woodworth B, Schlosser R. Frontal sinus cerebrospinal fluid leaks. In: Kountakis BE, Senior B, Draf W, editors. The frontal sinus. Berlin: Springer; 2005. p. 143–52.
- [10] Jones V, Virgin F, Riley K, et al. Changing paradigms in frontal sinus cerebrospinal fluid leak repair. *Int Forum Allergy Rhinol* 2012;2:227–32.
- [11] Schlosser RJ, Bolger WE. Endoscopic management of cerebrospinal fluid rhinorrhea. *Otolaryngol Clin North Am* 2006;39:523–38 [ix].
- [12] Karanfilov B, Kuhn F. The endoscopic frontal recess approach. In: Kountakis BE, Senior B, Draf W, editors. The frontal sinus. Berlin: Springer; 2005. p. 179–89.
- [13] Shi J-B, Chen F-H, Fu Q-L, et al. Frontal sinus cerebrospinal fluid leaks: repair in 15 patients using an endoscopic surgical approach. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2010;72:56–62.
- [14] Woodworth BA, Schlosser RJ, Palmer JN. Endoscopic repair of frontal sinus cerebrospinal fluid leaks. *J Laryngol Otol* 2005;119:709–13.
- [15] Becker SS, Bomeli SR, Gross CW, et al. Limits of endoscopic visualization and instrumentation in the frontal sinus. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;135:917–21.
- [16] Sieskiewicz A, Lyson T, Rogowski M, et al. Endoscopic repair of CSF leaks in the posterio-superior wall of the frontal sinus – report of 2 cases. *Minim Invasive Neurosurg* 2011;54:260–3.
- [17] Becker SS, Duncavage JA, Russell PT. Endoscopic endonasal repair of difficult-to-access cerebrospinal fluid leaks of the frontal sinus. *Am J Rhinol Allergy* 2009;23:181–4.
- [18] Chaaban MR, Conger B, Riley KO, et al. Transnasal endoscopic repair of posterior table fractures. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;147:1142–7.
- [19] Snyderman CH, Fernandez-Miranda J, Gardner PA. Training in neurorhinology: the impact of case volume on the learning curve. *Otolaryngol Clin North Am* 2011;44:1223–8.
- [20] Anverali JK, Hassaan AA, Saleh HA. Endoscopic modified Lothrop procedure for repair of lateral frontal sinus cerebrospinal fluid leak. *J Laryngol Otol* 2009;123:145–7.
- [21] Mehta GU, Oldfield EH. Prevention of intraoperative cerebrospinal fluid leaks by lumbar cerebrospinal fluid drainage during surgery for pituitary macroadenomas. *J Neurosurg* 2012;116:1299–303.
- [22] Nallet E, Decq P, Bezzo A, et al. Endonasal endoscopic surgery in the treatment of spontaneous or post-traumatic cerebrospinal fluid (csf) leaks. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1998;115:222–7.
- [23] Wolf G, Greitstorfer K, Stammberger H. Endoscopic detection of cerebrospinal fluid fistulas with a fluorescence technique. Report of experiences with over 925 cases. *Laryngorhinootologie* 1997;76:588–94.
- [24] Keerl R, Weber RK, Draf W, et al. Use of sodium fluorescein solution for detection of cerebrospinal fluid fistulas: an analysis of 420 administrations and reported complications in Europe and the United States. *Laryngoscope* 2004;114:266–72.
- [25] Verillaud B, Bresson D, Sauvaget E, et al. Endoscopic endonasal skull base surgery. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2012;129:190–6.
- [26] Kassam AB, Thomas A, Carrau RL, et al. Endoscopic reconstruction of the cranial base using a pedicled nasoseptal flap. *Neurosurgery* 2008;63:ONS44–52 [discussion ONS52–53].
- [27] Tomio R, Toda M, Tomita T, et al. Primary dural closure and anterior cranial base reconstruction using pericranial and nasoseptal multilayered flaps in endoscopic-assisted skull base surgery. *Acta Neurochir (Wien)* 2014;156:1911–5.
- [28] Bernal-Sprekelsen M, Rioja E, Enseñat J, et al. Management of anterior skull base defect depending on its size and location. *Biomed Res Int* 2014;2014:346873.
- [29] Hegazy HM, Carrau RL, Snyderman CH, et al. Transnasal endoscopic repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea: a meta-analysis. *Laryngoscope* 2000;110:1166–72.
- [30] Saafan ME, Albirmawy OA, Tomoum MO. Sandwich grafting technique for endoscopic endonasal repair of cerebrospinal fluid rhinorrhoea. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014;271:1073–9.
- [31] Bernal-Sprekelsen M, Alobid I, Mulloj J, et al. Closure of cerebrospinal fluid leaks prevents ascending bacterial meningitis. *Rhinology* 2005;43:277–81.
- [32] Kassam A, Carrau RL, Snyderman CH, et al. Evolution of reconstructive techniques following endoscopic expanded endonasal approaches. *Neurosurg Focus* 2005;19:E8.
- [33] Virgin F, Barañano CF, Riley K, et al. Frontal sinus skull base defect repair using the pedicled nasoseptal flap. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;145:338–40.
- [34] Kim DW, Lee E-J, Kim S-W, et al. Advantages of glove finger-coated polyvinyl acetate pack in endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy* 2012;26:e147–9.
- [35] Akbari E, Philpott CM, Ostry AJ, et al. A double-blind randomised controlled trial of gloved versus ungloved merozel middle meatal spacers for endoscopic sinus surgery. *Rhinology* 2012;50:306–10.
- [36] Brown SM, Anand VK, Tabaee A, et al. Role of perioperative antibiotics in endoscopic skull base surgery. *Laryngoscope* 2007;117:1528–32.
- [37] Orlando R, Cappabianca P, Tosone G, et al. Retrospective analysis of a new antibiotic chemoprophylaxis regimen in 170 patients undergoing endoscopic endonasal transsphenoidal surgery. *Surg Neurol* 2007;68:145–8 [discussion 148].
- [38] Graham SM. Complications of frontal sinus surgery. In: Sek MD, Bas MD, FRCS WDM, editors. The frontal sinus. Springer Berlin Heidelberg; 2005. p. 267–73.
- [39] Huang BY, Lloyd KM, DelGaudio JM, et al. Failed endoscopic sinus surgery: spectrum of CT findings in the frontal recess. *Radiographics* 2009;29:177–95.
- [40] Otto KJ, DelGaudio JM. Operative findings in the frontal recess at time of revision surgery. *Am J Otolaryngol* 2010;31:175–80.

- [41] Bradley DT, Kountakis SE. The role of agger nasi air cells in patients requiring revision endoscopic frontal sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;131:525–7.
- [42] Valdes CJ, Bogado M, Samaha M. Causes of failure in endoscopic frontal sinus surgery in chronic rhinosinusitis patients. *Int Forum Allergy Rhinol* 2014;4:502–6.
- [43] Kanowitz SJ, Jacobs JB, Lebowitz RA. Frontal sinus stenting. In: Sek MD, Bas MD, FRCS WDM, editors. *The frontal sinus*. Springer Berlin Heidelberg; 2005. p. 261–6.
- [44] Rains BM. Frontal sinus stenting. *Otolaryngol Clin North Am* 2001;34:101–10.