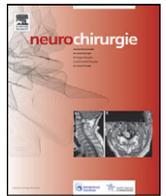




Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

www.em-consulte.com



Article original

Protocole de prise en charge neurochirurgicale des acouphènes invalidants : à propos de trois cas

Feasibility of auditory cortical stimulation for the treatment of tinnitus. Three case reports

C.-F. Litré^{a,*}, F. Giersky^b, E. Theret^a, M. Leveque^c, P. Peruzzi^a, P. Rousseaux^a

^a Unité de neurochirurgie fonctionnelle, service de neurochirurgie, hôpital Maison-Blanche, 45, rue Cognacq-Jay, 51092 Reims cedex, France

^b Service de neuroradiologie, hôpital Maison-Blanche, 51092 Reims, France

^c Service d'ORL, hôpital Robert-Debret, 51092 Reims, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 15 décembre 2008

Accepté le 11 mars 2010

Disponible sur Internet le xxx

Mots clés :

Acouphène

Cortex auditif

Stimulation électrique

Stimulation magnétique transcrânienne

Keywords:

Tinnitus

Auditive cortex

Electric stimulation

Transcranial magnetic stimulation

RÉSUMÉ

Les acouphènes invalidants représentent 1 % de la population. Les différents traitements proposés jusqu'à présent ont des résultats très décevants. L'avènement de la stimulation corticale entrouvre un nouvel espoir thérapeutique pour ces patients. Nous rapportons ici notre expérience sur la prise en charge et le traitement chirurgical pour ces patients.

Patients et méthodes. – Entre 2006 et 2009, 16 patients ont été pris en charge pour acouphènes invalidants unilatéraux ou franchement latéralisés. L'âge moyen des patients est de 47 ans (35 à 71). Tous ont eu une consultation en neurochirurgie, puis une acouphénométrie en ORL. Ils ont tous fait l'objet ensuite de trois séries de stimulation magnétique transcrânienne répétitive neuronaviguée (rTMS), controlatérale à l'acouphène dominant, avec, avant et 12 heures après la stimulation, une IRMf du cortex auditif.

Résultats. – Neuf patients ont répondu à la rTMS, avec variation de l'intensité de l'activation du cortex auditif avant et après stimulation sur l'IRMf chez huit patients. Trois patients ont pu être implantés, avec mise en place de deux électrodes avec un positionnement inédit, plus en arrière qu'à l'accoutumée entre le cortex auditif primaire et secondaire. Le suivi moyen est de 25 mois avec une amélioration significative et durable dans le temps.

Conclusion. – Les résultats préliminaires retrouvent une amélioration significative après rTMS sur les acouphènes invalidants de préférence unilatéraux, et d'origine périphérique. La stimulation corticale semble être un traitement fiable, reproductible, à réserver toutefois à des patients bien sélectionnés, et motivés.

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

ABSTRACT

Tinnitus is a public health issue in France. Around 1% of the population is affected and 30,000 people are handicapped in their daily life. The treatments available for disabling tinnitus have until now been disappointing. We report our experience on the treatment of these patients in neurosurgery.

Patient and methods. – Between 2006 and 2008, transcranial magnetic stimulation (rTMS) was performed following several supraliminal and subliminal protocols in 16 patients whose mean age was 47 years (range, 35–71). All patients underwent anatomical and functional MRI of the auditory cortex before and 18 h after rTMS, to straddle the primary and secondary auditory cortices. All patients underwent audiometric testing by an ENT physician.

Results. – Nine patients responded with rTMS. After these investigations, two quadrapolar electrodes (Resume[®]), connected to a stimulating device implanted under the skin (Synergy[®], from Medtronic), were extradurally implanted in three patients. The electrodes were placed between the primary and secondary auditory cortices. The mean follow-up was 25 months and significant improvement was found in these patients.

Conclusion. – The feasibility of cortical stimulation in symptomatic treatment of tinnitus was demonstrated by this preparatory work. The intermediate- and long-term therapeutic effects remain to be evaluated.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : fabien.litre@mac.com (C.-F. Litré).

1. Introduction

L'acouphène est un problème de santé publique qui touche environ 10% de la population dont 30 000 personnes en France très invalidées dans leur vie quotidienne (Ahmad et Seidman, 2004). Les traitements proposés jusqu'à présent ont des résultats décevants. La prise en charge de ces patients est délicate car le retentissement psychocomportemental de cette souffrance particulière fait que bon nombre de praticiens finissent par s'interroger sur l'organicité de la symptomatologie acouphénique. Pourtant plusieurs travaux réalisés dans les neurosciences ont permis de crédibiliser le symptôme en tant qu'entité singulière et de mieux appréhender ce phénomène en étudiant notamment l'activité métabolique cérébrale liée à l'acouphène (Arnold et al., 1996, Ballester et al., 2001, Wienbruch et al., 2006).

Nous rapportons ici notre protocole de prise en charge de ces patients, et l'amélioration fonctionnelle de la symptomatologie acouphénique qui peut en résulter.

2. Patients et méthodes

Entre 2006 et 2009, nous avons suivi 16 patients qui présentaient des acouphènes invalidants adressés en consultation par des ORL ou des algologues. Tous présentaient des acouphènes invalidants, résistants aux différents traitements classiques (médicamenteux, psychothérapie...). Chaque patient a été vu en consultation. Un examen clinique complet a été réalisé, à la recherche d'une cause organique. Tous ont reçu une information claire sur le rationnel et la méthodologie du traitement qui pouvait leur être proposé.

3. rTMS

Entre 2006 et 2009, ces 16 patients ont bénéficié d'une stimulation magnétique transcrânienne. Les données concernant les patients sont résumées dans le Tableau 1.

On retrouvait huit femmes et huit hommes. L'âge moyen est de 47 ans (35 à 71).

Tous les acouphènes étaient anciens (supérieurs à deux ans), uni ou bilatéraux mais prédominant franchement d'un côté, et ayant échappé à tous les traitements conventionnels.

4. Méthodes

Chaque patient a eu un examen clinique comprenant un examen de la sphère ORL, un examen neurologique et une prise des constantes vitales, ainsi que d'une imagerie anatomique permettant d'écarter une cause organique. Tous ont une acouphénométrie réalisée par un ORL permettant de bien caractériser l'acouphène ; sa fréquence, son intensité, sa latéralité, son caractère continu ou intermittent, ses modifications dans le temps.

Chaque patient a fait l'objet le jour précédant la stimulation d'un préplanning avec repérage du gyrus de Heschl sur une IRM anatomique (séquence T1 gadolinium) par neuronavigation, au bloc opératoire.

Le lendemain du repérage, tous les patients ont une stimulation magnétique transcrânienne. Le protocole de Lefaucheur et al. a été utilisé chez tous les patients (Lefaucheur, 2004). La durée de stimulation est de 20 minutes à raison de 10 s de stimulation et 50 s de repos. Il s'agit d'une stimulation basse fréquence (1 Hz) supraliminaire à 120% du seuil moteur. Cinq patients ont reçu une stimulation en single pulse (TMS) selon le protocole de De Ridder (De Ridder et al., 2004). Il s'agit d'envoyer une seule stimulation de fréquence élevée (10 Hz) et d'étudier le résultat instantanément.

Puis, par la suite, deux IRMf du cortex auditif ont été effectuées avant et 18 heures après trois séances de stimulation magnétique transcrânienne. Les deux séquences ont été réalisées d'un point de vue technique de façon identique.

L'acquisition a été réalisée sur un appareil Philips Achieva 3 Teslas. Les données d'acquisition de la séquence fonctionnelle sont : séquence EPI, *fast field echo* avec un temps de répétition (TR) : 3000 ms, *echo time* (TE) : 33 ms, reconstruit sur une matrice de 128×128 voxels ($1,88 \times 1,88 \times 4$ mm, 34 coupes).

Le paradigme était composé de neuf blocs (cinq *resting* blocs, quatre *activation* blocs). La condition d'activation était un son sans mot, avec de multiples rythmes incluant une large plage de fréquence. La condition *resting* était une période sans son.

Le patient portait un casque permettant au maximum de l'isoler du bruit d'acquisition des séquences IRM, tout en lui permettant d'entendre correctement les sons de la condition *activation*.

Les images ont été générées avec le logiciel SPM5®.

5. Résultats

Les résultats sont résumés dans le Tableau 1. Tous les patients ont pu bénéficier d'une rTMS en condition stéréotaxique. Nous n'avons eu à déplorer aucune complication grave. Un patient a présenté un malaise à distance (à six heures), mal étiqueté, faisant évoquer une crise épileptique.

La stimulation magnétique transcrânienne en *single pulse* a montré des résultats décevants dans notre série. En effet, un seul patient a noté une amélioration transitoire, toutefois non reproductible pour chaque stimulation. Les autres patients n'ont remarqué aucune modification de la symptomatologie acouphénique.

En revanche, la rTMS a montré une amélioration significative chez 11 des 16 patients stimulés. Il s'agit d'une amélioration retardée (de 12 à 24 heures), et transitoire (de 24 à 72 heures).

Plusieurs protocoles de stimulation ont été testés sur les patients. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une fréquence à 1 Hz à 120% du seuil moteur.

Il s'agit du protocole édité par Landero, Lefaucheur et al. (Lefaucheur, 2004).

L'IRMf, après la stimulation magnétique transcrânienne, a permis de comparer les activations du cortex auditif pour évaluer l'action de la stimulation.

La comparaison des deux séries objective une réduction de l'activation du cortex auditif prédominant du côté gauche (côté de la stimulation). L'affinement des images permet de montrer une diminution plus importante sur le cortex auditif secondaire, avec une intensité et un volume d'activation plus faible. Nous avons ainsi comparé les deux séries d'images, avec visualisation de la modification du volume du cortex auditif total gauche avant et après la stimulation sur la station de travail Stealhstation® de Medtronic® (Fig. 1).

Parmi les patients répondeurs, nous avons sélectionné trois malades parmi les plus demandeurs et les plus motivés. Chacun a fait l'objet d'une consultation d'évaluation psychiatrique pré-implantatoire à la recherche d'une pathologie contre-indiquant l'intervention chirurgicale.

6. Patients implantés

6.1. Cas n° 1

Il s'agit d'une patiente née en 1960, droitrière. Elle présentait des antécédents dépressifs depuis huit ans, réactionnels à sa pathologie acouphénique et avait été hospitalisée en milieu psychiatrique en 2002 pour décompensation dépressive.

Tableau 1

Récapitulatif des données de la série de patient ayant eu une stimulation magnétique transcrânienne (rTMS). Les patients 2, 9 et 11 ont bénéficié de la procédure chirurgicale. Summary of the series of patient treated with rTMS. Patients 2, 9 and 11 underwent surgery.

Patients	Audition conservée	Fréquence acouphène	Latéralité acouphène, prédominance	Ancienneté acouphène (ans)	TMS	Single pulse	rTMS (Hz)	Amélioration transitoire	Effets secondaires
1	Oui	Aigu	Bilatéral droite	10	4 séances	Oui	1	Oui	Non
2	Non	Aigu	Bilatéral droite	8	3	Non	1	Non	Non
3	Non	Aigu	Bilatéral gauche	2	4 séances	Oui	1	Oui	Non
4	Oui	Aigu	Bilatéral droite	3	2	Oui	1	Non	Crise comitale
5	Oui	Grave	Bilatéral gauche	5	3	Oui	1	Oui	Non
6	Oui	Grave	Bilatéral droite	2	2	Non	1	Non	Non
7	Non	Grave	Bilatéral droite	2	4 séances	Non	1	Non	Non
8	Oui	Aigu	Bilatéral droite	5	3	Non	1	Non	Non
9	Oui	Grave	Droite	2	1	Non	1	Oui	Non
10	Non	Aigu	Droite	3	4 séances	Non	1	Oui	Non
11	Oui	Aigu	Droite	5	3	Non	1	Oui	Non
12	Oui	Aigu	Droite	3	4 séances	Oui	1	Oui	Non
13	Oui	Aigu	Gauche	10	3	Non	1	Oui	Non
14	Oui	Aigu	Droite	10	3	Non	1	Oui	Non
15	Oui	Aigu	Droite	5	3	Non	1	Oui	Non
16	Oui	Aigu	Gauche	6	3	Non	1	Oui	Non

Elle a eu 12 ans auparavant de plusieurs tympanoplasties gauches avec au décours de la deuxième intervention l'apparition brutale d'un acouphène bilatéral prédominant à droite.

Elle a reçu depuis de nombreux traitements médicamenteux sans amélioration sur sa symptomatologie (vasculotropes, antiépileptiques, antidépresseurs).

Elle n'a pas été sensible ni accessible à une thérapie comportementale.

Lors de sa prise en charge dans notre service, elle prenait comme traitement symptomatique une benzodiazépine (Rivotril® à dose thérapeutique).

L'audiométrie retrouvait une hypoacousie bilatérale avec une surdité de type mixte à droite à 60 dB et une surdité mixte à gauche à 35 dB.

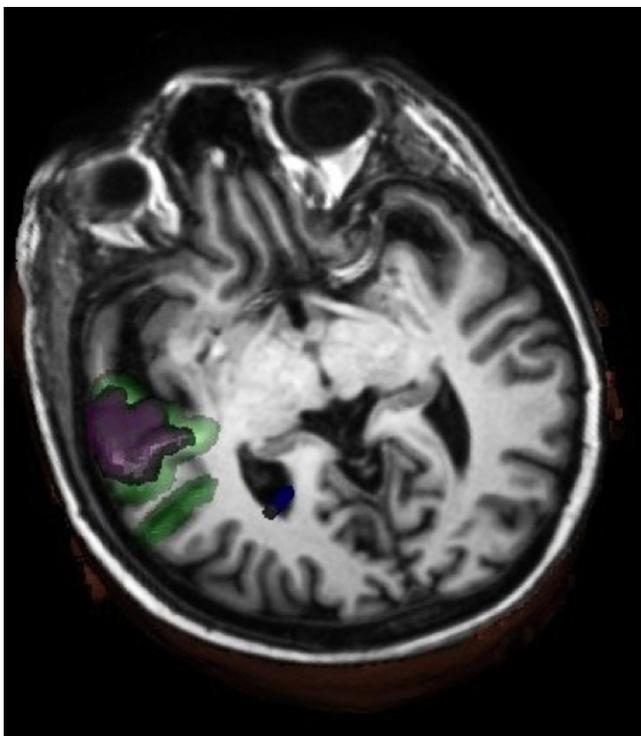


Fig. 1. Reconstruction 3D avec visualisation de l'activation du cortex auditif avant (vert) et après (mauve) rTMS (patient n° 1).
3D reconstruction of the brain showing the activation of the auditory cortex before (green) and after (purple) rTMS (patient no. 1).

De plus, l'acouphénométrie complète de la patiente objectivait un acouphène bilatéral prédominant à droite (30% à gauche, 70% à droite) sur une fréquence aiguë assez restreinte retrouvée à 6000 Hz. L'intensité était assez importante, évaluée à 105 dB à droite. Il s'agissait alors d'un acouphène de type continu, permanent.

6.2. Cas n° 2

Il s'agit d'un patient né en 1954, droitier. Il présentait des acouphènes unilatéraux droits depuis cinq ans, apparus brutalement lors du passage d'une IRM lombaire. On retrouvait des antécédents dépressifs réactionnels à sa pathologie. Il a pu bénéficier de toute la prise en charge ORL spécifique sans amélioration.

L'audiométrie retrouvait une hypoacousie légère bilatérale à 25 dB. L'acouphénométrie retrouvait un acouphène unilatéral droit sur une fréquence restreinte à 5000 Hz. L'intensité était évaluée à 45 dB. Il s'agissait alors d'un acouphène de type continu, permanent.

6.3. Cas n° 3

Il s'agit d'une patiente née en 1969, droitière. On retrouve dans ses antécédents un méningiome du bord libre de la tente découvert sur une atteinte du VI droit. Elle est traitée par radiothérapie stéréotaxique fractionnée en 2006. À partir de 2007 apparaît progressivement un acouphène unilatéral invalidant droit avec un contrôle tumoral sur les imageries anatomiques itératives.

L'audiométrie retrouvait une audition tonale et vocale normale. L'acouphénométrie objectivait un acouphène unilatéral droit sur une fréquence restreinte à 125 Hz avec une intensité évaluée à 25 dB.

7. Procédure chirurgicale

Nous avons réalisé la veille de l'intervention chirurgicale un préplanning sur la station de neuronavigation Stealhstation® de Medtronic®.

Nous avons ainsi fusionné une IRM anatomique avec les deux séquences d'IRMf, l'une avant et l'autre après la rTMS. Nous avons ainsi pu examiner en trois dimensions le cortex auditif primaire et secondaire, les zones activées, et hypoactivées lors de la rTMS (Fig. 1).

Nous avons décidé de poser une électrode à cheval entre le cortex auditif primaire et secondaire mais principalement sur le cortex auditif secondaire, repère utilisé pour la rTMS.

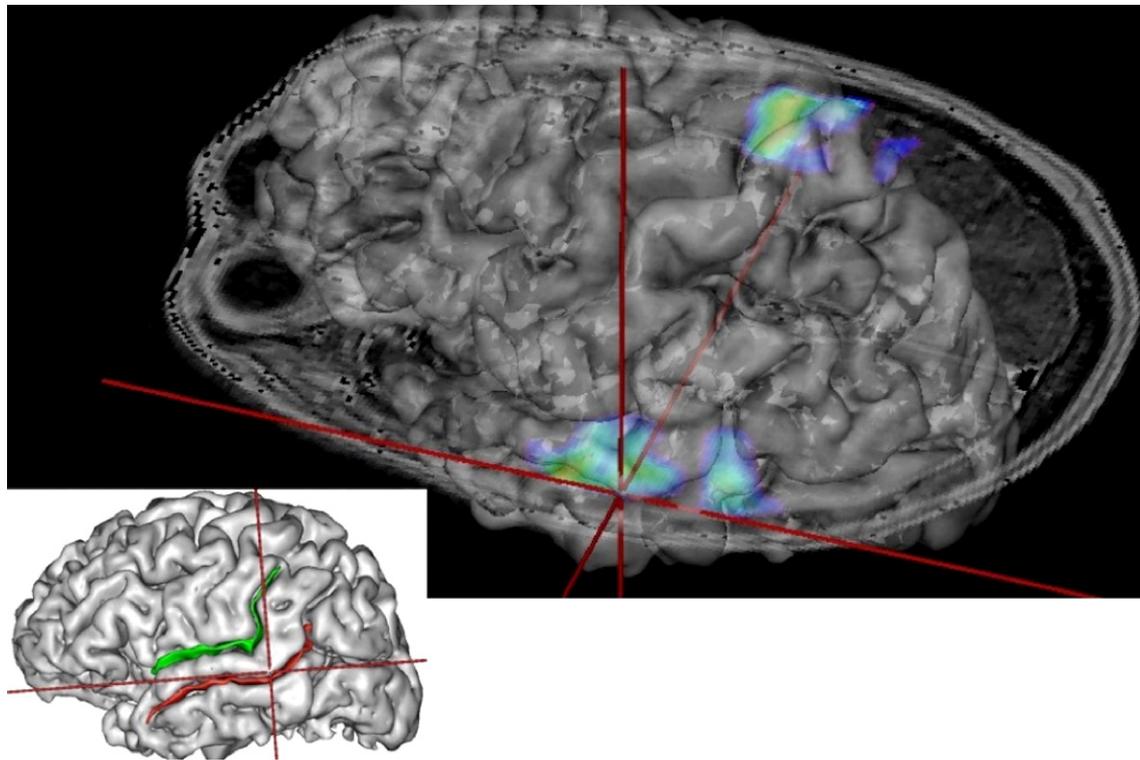


Fig. 2. Préplanning opératoire (patient n° 1).
Surgical plan (patient no. 1).

Ainsi, le repère pris sur l'IRM anatomique a été le rameau transverse du sillon temporal supérieur avec un plot en avant (sur le cortex auditif primaire) et trois plots sur le cortex auditif secondaire en arrière (Fig. 2).

Une deuxième électrode a été ajoutée contre la première, légèrement plus en bas et en arrière afin d'augmenter au maximum la superficie stimuable.

Les patients ont eu une anesthésie générale. Après repérage sous neuronavigation, nous avons réalisé un volet crânien avec quatre trous de trépan, puis fixation des deux électrodes en regard des points déterminés lors de notre préplanning.

Il était prévu à l'origine de recueillir des otoémissions acoustiques avant et pendant la stimulation, nous rapprochant ainsi du travail de Perrot et al. (Perrot et al., 2006). Nous aurions ainsi réalisé des stimulations grâce aux électrodes en place et éventuellement plus en avant sur le cortex auditif primaire afin de rechercher la présence de modifications du pattern des otoémissions, objectivant ainsi la voie olivocochléaire et le faisceau médian (MOC), à travers le mouvement des cellules ciliées externes.

Malheureusement, les trois patients ne présentaient pas d'otoémissions. Toutefois, un EEG de surface peropératoire a été effectué à l'aide des deux électrodes en place.

Des enregistrements ont ainsi pu être réalisés (patient endormi, puis patient éveillé) en regard des points déterminés par le préplanning, à distance, et enfin avec ou sans bruit. Les bruits utilisés étaient soit un générateur de bruit blanc à 90 dB, soit un bruit bref et intense réalisé à l'aide d'un marteau sur une surface métallique.

Nous avons ainsi pu mettre en évidence une congruence temporo-spatiale, avec certains plots des électrodes plus répondeurs que d'autres. Les résultats étaient bien meilleurs chez la patiente lorsque la sédation était légère. Ces informations étaient en adéquation avec notre préplanning et les résultats de l'IRMf.

Les électrodes ont été raccordées à un stimulateur de type Synergy® ou Prime Advanced®.

Un scanner cérébral sans injection a été réalisé après l'intervention, permettant de vérifier l'absence de complication, et de contrôler le positionnement des électrodes. Les clichés scanographiques ont ainsi été fusionnés sur la station de travail avec le préplanning (Fig. 3). Les images ainsi obtenues ont permis de confirmer le positionnement des deux électrodes, en regard de l'activation fonctionnelle auditive de l'IRMf et du préplanning opératoire.

8. Suivi et réglage du stimulateur

Les patients sont restés hospitalisés quatre jours après la pose du stimulateur. Au deuxième jour postopératoire, nous avons mis en route le stimulateur, en adoptant des paramètres de stimulation proposés dans la littérature existante (Nguyen et al., 2000 ; Nguyen et al., 1999 ; De Ridder et al., 2006 ; Litre et al., 2009).

Nous avons essayé de synthétiser les principaux réglages trouvés dans la littérature, que cela soit dans le cadre des acouphènes ou de la douleur chronique. Ainsi, le travail de Drouot et al. nous proposait dans le cadre de la stimulation antalgique un pattern séquentiel variant entre 1 et 3 V (Drouot et al., 2002). De Ridder et al. ont utilisé un pattern légèrement différent dans le traitement des acouphènes avec un mode continu et une durée d'impulsion très longue (De Ridder et al., 2006). Nous avons décidé de paramétrer le stimulateur, en prenant surtout en compte notre expérience de la stimulation corticale motrice antalgique.

Il a été décidé de ne commencer la stimulation qu'avec une seule électrode, en bipolaire, en prenant en compte les données de l'IRMf et de l'EEG de surface peropératoire.

Nous avons positionné notre plot le plus prometteur en anode. Holsheimer et al. ont montré que la réponse la plus directe au niveau cortical se faisait avec l'anode (Manola et al., 2007).

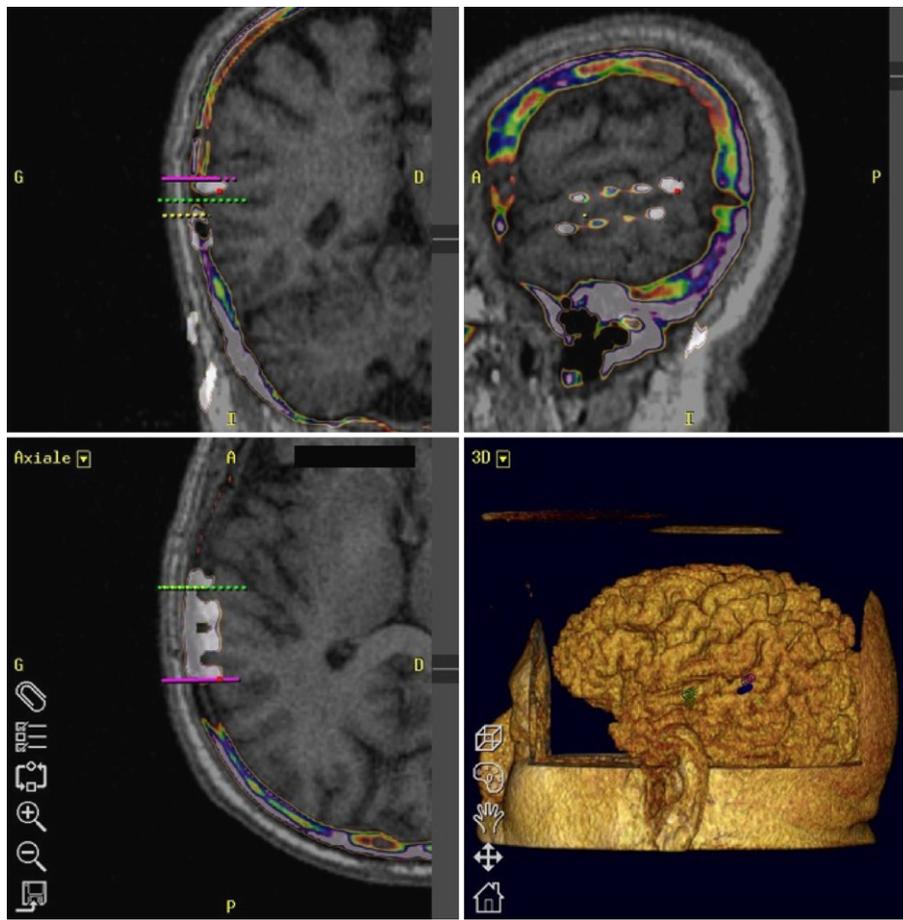


Fig. 3. Postoperative plan. Position of the electrodes between the first and second auditory cortices (patient n° 2).

9. Résultats

Le recul moyen est de 25 mois (10–36). Toutefois, les premiers résultats sont assez encourageants. Nous leur avons fait passer de nouveau le questionnaire TRQ à dix jours, un mois, six mois (Wilson et al., 1991, Henry and Wilson, 1998). L'amélioration est constante et durable dans le temps avec un TRQ amélioré de 60% pour le patient n° 1 et 40% pour le patient n° 2. Ce dernier présente une amélioration moins importante car il reste gêné par un acouphène résiduel du côté de la stimulation.

L'amélioration du TRQ est de 100% pour la patiente n° 3 avec disparition complète de la symptomatologie acouphénique et une action durable dans le temps (recul de dix mois).

Aucun effet secondaire lié à la stimulation chronique n'a été décelé chez les trois patients.

La patiente n° 3, institutrice de formation a pu reprendre son activité professionnelle.

10. Discussion

L'acouphène, symptôme le plus souvent temporairement gênant, peut parfois atteindre un degré de gêne insupportable. Pour autant, l'escalade thérapeutique nécessaire à la résolution du symptôme doit être pondérée. La stimulation électrique du cortex auditif peut sembler inadaptée car trop lourde. Pourtant, cette thérapeutique a déjà été utilisée dans le cadre de symptôme chronique comme la douleur, avec une réussite certaine. Bien sûr, le traitement n'est pas curatif, mais symptomatique. Dans le traitement de

la douleur, la stimulation corticale amène une réelle amélioration chez des patients qui ont un bénéfice direct très important (diminution de la douleur), réduction des traitements médicamenteux ainsi qu'une amélioration de l'insertion sociale, et des pathologies thymiques.

Le traitement semble donc possiblement adapté à une symptomatologie acouphénique très invalidante. Il en découle une difficulté de sélection des malades. Le traitement doit en effet être réservé aux patients qui ont une symptomatologie très invalidante, chez qui tous les traitements conventionnels ont échoué.

Il est important de travailler de façon multidisciplinaire avec les ORL, les psychiatres, les neurologues, les neurophysiologistes, tant pour la sélection que pour le suivi des malades.

La procédure opératoire est basée sur notre expérience de la stimulation corticale antalgique. Toutefois, de nombreux facteurs diffèrent entre ces deux interventions. La zone de stimulation est très différente : d'un côté, le cortex sensitivomoteur, plutôt linéaire dont on connaît bien la somatotopie, vérifiable en peropératoire par la stimulation et les potentiels évoqués somesthésiques, et de l'autre, le cortex auditif, avec un relief plus élaboré aux limites moins connues. Notre travail a permis de confirmer à ce niveau la faisabilité de la stimulation grâce notamment à la rTMS et à l'IRMf. Ces travaux préliminaires nous semblent indispensables dans la procédure de sélection des patients. En effet, la stimulation magnétique transcrânienne permet d'améliorer la symptomatologie de façon transitoire, ce qui est déjà satisfaisant chez des patients sans traitement efficace depuis de nombreuses années. Le caractère prédictif de la stimulation magnétique transcrânienne est plus débattu,

non prouvé, mais utilisé par pratiquement toutes les équipes qui font de la stimulation corticale (Langguth et al., 2006; Londero et al., 2006).

L'IRM fonctionnelle permet de matérialiser l'acouphène chez le patient en objectivant le caractère organique de sa plainte (Ballester et al., 2001). D'après nos premiers résultats, il permet également d'observer la neuromodulation liée à l'action de la rTMS. Malheureusement, il est impossible d'objectiver la neuromodulation liée à la stimulation électrique en IRMf du fait de la composition métallique des électrodes qui provoquent des distorsions importantes en regard du cortex stimulé.

La position idéale de l'électrode corticale n'est pas clairement définie. La plupart des travaux positionne une électrode en regard du cortex auditif primaire, représenté par le gyrus de Heschl (De Ridder et al., 2006; Seidman et al., 2008; Friedland et al., 2007). Pour notre part, nous nous sommes basés sur des travaux réalisés sur la rTMS du cortex auditif secondaire de schizophrènes présentant des hallucinations auditives (Hoffman et al., 2003). Positionner l'électrode plus en arrière semble permettre une double action sur la réduction de l'acouphène : direct par le cortex auditif, et indirect sur le ressenti par les aires associatives hétéromodales (Litre et al., 2009). Enfin, il paraît admis actuellement que le positionnement de l'électrode doit être controlatéral à l'acouphène (Eichhammer et al., 2003).

Il a souvent été rapporté que le vécu des patients acouphéniques et douloureux était très différent. Cependant, ces dires s'appuient aussi sur le fait que les acouphènes ont longtemps été considérés comme une symptomatologie inorganique. Dans notre prise en charge, nous n'avons pas rencontré de différences significatives entre ces deux types de populations.

Le suivi ainsi que les paramètres de stimulation sont un défi à relever. En effet, peu de données sont accessibles. De Ridder et al. ont présenté une série de 12 patients traités par stimulation corticale dans le cadre d'acouphènes unilatéraux pour dix patients et bilatéraux pour deux patients (De Ridder et al., 2006). Les résultats de la stimulation sont prometteurs, surtout sur les acouphènes unilatéraux à gamme de fréquence étroite où les auteurs ont pu remarquer une baisse de l'acouphène dans 97% des cas, avec une EVA moyenne qui passe de 0,5 à 1,5. Les résultats pour des acouphènes prédominant sur une large gamme de fréquence sont moins bons, avec une baisse de l'acouphène dans 24% des cas et une EVA moyenne qui passe de 8,8 à 6,8. Les auteurs insistent donc sur l'importance de l'acouphénométrie pour caractériser la fréquence de l'acouphène. Pour le protocole de stimulation, ils insistent sur l'importance d'un réglage cyclique, voire même de la possibilité pour le patient de pouvoir influencer sur le réglage à tous moments grâce à une télécommande.

Friedland et al. ont rapporté leur expérience sur huit patients traités par la mise en place d'une électrode épidurale en regard du gyrus de Heschl (Friedland et al., 2007). Avec une stimulation chronique sur plus de quatre semaines, deux patients ont vu une diminution de la symptomatologie, et six patients des courtes périodes de suppression totale de l'acouphène.

Enfin, Seidman et al. ont implanté deux patients en s'aidant pour le préplanning de l'IRMf auditive (Seidman et al., 2008). Les résultats vont dans le même sens, avec une amélioration constante chez un patient et inconstante chez l'autre patient.

11. Conclusion

Les premiers résultats cliniques nous incitent à poursuivre notre protocole de prise en charge des acouphéniques en milieu neurochirurgical, avec toute la procédure que nous avons mise en place

depuis trois ans. Le traitement des acouphènes sévères par stimulation électrique du cortex auditif secondaire restera bien sûr un traitement lourd et exceptionnel. Il sera toutefois une alternative thérapeutique crédible à l'attitude expectative et laisse entrevoir un espoir pour ces patients.

Conflit d'intérêt

Aucun.

Références

- Ahmad, N., Seidman, M., 2004. Tinnitus in the older adult: epidemiology, pathophysiology and treatment options. *Drugs Aging* 21, 297–305.
- Arnold, W., Bartenstein, P., Oestreich, E., Romer, W., Schwaiger, M., 1996. Focal metabolic activation in the predominant left auditory cortex in patients suffering from tinnitus: a PET study with [¹⁸F]deoxyglucose. *ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec.* 58, 195–199.
- Ballester, M.L.K., Nirkko, A.C., Häusler, R., 2001. Fonctionnel MRI of tinnitus - Preliminary results using Echo-Planar Imaging. In: 7th International Annual Meeting of Human Brain Mapping.
- De Ridder, D., De Mulder, G., Verstraeten, E., Van Der Kelen, K., Snaert, S., Smits, M., Kovacs, S., Verlooy, J., Van De Heyning, P., Moller, A.R., 2006. Primary and secondary auditory cortex stimulation for intractable tinnitus. *ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec.* 68, 48–54 (discussion 54–5).
- De Ridder, D., De Mulder, G., Walsh, V., Muggleton, N., Snaert, S., Moller, A., 2004. Magnetic and electrical stimulation of the auditory cortex for intractable tinnitus. *Case report. J. Neurosurg.* 100, 560–564.
- Drouot, X., Nguyen, J.P., Peschanski, M., Lefaucheur, J.P., 2002. The analgesic efficacy of chronic motor cortex stimulation is related to sensory changes in the painful zone. *Brain* 125, 1660–1664.
- Eichhammer, P., Langguth, B., Marienhagen, J., Kleinjung, T., Hajak, G., 2003. Neuro-navigated repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with tinnitus: a short case series. *Biol. Psychiatry* 54, 862–865.
- Friedland, D.R., Gaggi, W., Runge-Samuelsen, C., Ulmer, J.L., Kopell, B.H., 2007. Feasibility of auditory cortical stimulation for the treatment of tinnitus. *Otol. Neurotol.* 28, 1005–1012.
- Henry, J.L., Wilson, P.H., 1998. The psychometric properties of two measures of tinnitus complaint and handicap. *Int. Tinnitus J.* 4, 114–121.
- Hoffman, R.E., Hawkins, K.A., Gueorguieva, R., Boutros, N.N., Rachid, F., Carroll, K., Krystal, J.H., 2003. Transcranial magnetic stimulation of left temporoparietal cortex and medication-resistant auditory hallucinations. *Arch. Gen. Psychiatry* 60, 49–56.
- Langguth, B., Zowe, M., Landgrebe, M., Sand, P., Kleinjung, T., Binder, H., Hajak, G., Eichhammer, P., 2006. Transcranial magnetic stimulation for the treatment of tinnitus: a new coil positioning method and first results. *Brain Topogr.* 18, 241–247.
- Lefaucheur, J.P., 2004. Transcranial magnetic stimulation in the management of pain. *Suppl. Clin. Neurophysiol.* 57, 737–748.
- Litre, C.F., Theret, E., Tran, H., Leveque, M., Peruzzi, P., 2009. Surgical treatment by electrical stimulation of the auditory cortex for intractable tinnitus. *Brain Stimulation* 3, 132–137.
- Londero, A., Langguth, B., De Ridder, D., Bonfils, P., Lefaucheur, J.P., 2006. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): a new therapeutic approach in subjective tinnitus? *Neurophysiol. Clin.* 36, 145–155.
- Manola, L., Holsheimer, J., Veltink, P., Buitenveg, J.R., 2007. Anodal vs cathodal stimulation of motor cortex: a modeling study. *Clin. Neurophysiol.* 118, 464–474.
- Nguyen, J.P., Lefaucheur, J.P., Le Guerin, C., Eizenbaum, J.F., Nakano, N., Carpentier, A., Brugieres, P., Pollin, B., Rostaing, S., Keravel, Y., 2000. Motor cortex stimulation in the treatment of central and neuropathic pain. *Arch. Med. Res.* 31, 263–265.
- Nguyen, J.P., Lefaucheur, J.P., Decq, P., Uchiyama, T., Carpentier, A., Fontaine, D., BRUGIERES, P., Pollin, B., Feve, A., Rostaing, S., Cesaro, P., Keravel, Y., 1999. Chronic motor cortex stimulation in the treatment of central and neuropathic pain. Correlations between clinical, electrophysiological and anatomical data. *Pain* 82, 245–251.
- Perrot, X., Rylvlin, P., Isnard, J., Guenot, M., Catenoix, H., Fischer, C., Mauguiera, F., Collet, L., 2006. Evidence for corticofugal modulation of peripheral auditory activity in humans. *Cereb. Cortex* 16, 941–948.
- Seidman, M.D., Ridder, D.D., Elisevich, K., Bowyer, S.M., Darrat, I., Dria, J., Stach, B., Jiang, Q., Tepley, N., Ewing, J., Seidman, M., Zhang, J., 2008. Direct electrical stimulation of Heschl's gyrus for tinnitus treatment. *Laryngoscope* 118, 491–500.
- Wienbruch, C., Paul, I., Weisz, N., Elbert, T., Roberts, L.E., 2006. Frequency organization of the 40 Hz auditory steady-state response in normal hearing and in tinnitus. *Neuroimage* 33, 180–194.
- Wilson, P.H., Henry, J., Bowen, M., Haralambous, G., 1991. Tinnitus reaction questionnaire: psychometric properties of a measure of distress associated with tinnitus. *J. Speech Hear. Res.* 34, 197–201.