

Facteurs scannographiques influençant les résultats audiométriques post opératoires dans l'otospongiose

Computed tomographic factors influencing postoperative audiometric results in otosclerosis

S. Sbaihi¹, G. Kharrat², M. Lagha¹, S. Sammoud¹, K. Bouzaidi¹

⁽¹⁾ Service de radiologie. Hôpital Universitaire Mohamed Taher Maâmourî Nabeul-Tunisie

⁽²⁾ Service d'ORL. Hôpital Universitaire Mohamed Taher Maâmourî Nabeul -Tunisie

Reçu: 19/01/2021; Révisé: 18/11/2021; Accepté: 28/01/2022

ABSTRACT

Aim: To evaluate CT-scan prognostic factors in otosclerosis by correlating postoperative audiometric results and CT findings.

Methods: We conducted a retrospective, descriptive and analytic study, from January 2013 to December 2018 that include 50 patients operated for otosclerosis (54 operated ears). All of them underwent temporal bone CT before surgery and post-operative audiometric evaluation. A residual air-bone gap (RABG) ≤ 10 dB and a cochlear reserve (CR) ≤ 0 were chosen as success criteria.

Results: The sensitivity of the pre-operative CT-scan was 94% and the stage II of Veillon CT grading was the most detected (41%). A correlation study between the CT scan findings and postoperative audiometric parameters identified the following CT-scan prognostic factors: the early stages of otosclerosis (stage I and II of Veillon) and otosclerotic involvement without endosteal layer break and patients without extension to the round window. A statistically significant correlation was noted between the absence of anatomical variants and a better success rate according to the RABG. Multivariate analysis did not identify independent CT factors of functional success for the RABG and the CR.

Conclusion: According to our study, preoperative temporal bone computed tomography findings were not predictive of good functional results. But it remains mandatory to assess the diagnosis of otosclerosis, surgical difficulties and for disease staging.

Key-words: Otosclerosis, Computed tomography, Audiometry, Prognosis

RÉSUMÉ

Objectif: Etudier les facteurs pronostiques scannographiques de l'otospongiose en corrélant les résultats audiométriques post opératoires aux données scannographiques préopératoires.

Méthodes: Nous avons mené une étude rétrospective, descriptive et analytique entre Janvier 2013 et Décembre 2018. Elle a inclus 50 patients soit 54 oreilles opérées pour otospongiose, explorés en préopératoire par une tomodynamométrie (TDM) des rochers et en postopératoire par des audiogrammes. Les critères de succès fonctionnel étaient un rinne résiduel postopératoire (RRPO) ≤ 10 dB et une réserve cochléaire (RC) ≤ 0 .

Résultats: La sensibilité de la TDM pour le diagnostic d'otospongiose était de 94% et le type II de la classification de Veillon était le plus fréquent (41%). La confrontation des données de la TDM préopératoire aux résultats audiométriques a permis d'identifier comme facteurs tomodynamométriques de bon pronostic audiométrique: les stades radiologiques localisés type I et II de Veillon et l'absence d'effraction endostée. L'absence d'atteinte de la fenêtre ronde ainsi que l'absence de variantes anatomiques étaient corrélées à un meilleur taux de fermeture du rinne en postopératoire. L'étude multivariée n'a pas retenu de facteurs scannographiques indépendants de succès fonctionnel.

Conclusion: D'après notre étude, il s'avère que la tomodynamométrie des rochers préopératoire ne prédit pas le résultat audiométrique de la chirurgie de l'otospongiose. Néanmoins, elle reste indispensable pour la confirmation diagnostique, la classification de la maladie et la détection des anomalies associées.

Mots-clés: Otospongiose, Tomodynamométrie, Audiométrie, Pronostic.

Auteur correspondant: Siwar Sbaihi

Adresse: Service de radiologie. Hôpital Universitaire Mohamed Taher Maâmourî Nabeul-Tunisie

Email: siwar_sb@hotmail.com



INTRODUCTION

L'otospongiose est une ostéodystrophie primitive de la capsule otique, responsable d'une surdité du fait d'un blocage de la platine de l'étrier au niveau de la fenêtre ovale. Le diagnostic d'otospongiose est suspecté sur les données cliniques et audiométriques et est confirmé en per opératoire en visualisant directement le foyer d'otospongiose et en montrant une fixation du stapes [1,2,3].

Le traitement de référence de l'otospongiose est chirurgical permettant d'assurer la transmission des vibrations sonores de l'oreille moyenne vers l'oreille interne à travers une prothèse [4,5]. La tomodensitométrie (TDM) est actuellement l'examen radiologique de choix pour le bilan préopératoire de l'otospongiose. Elle permet de confirmer le diagnostic, de préciser le stade de la maladie et d'éliminer les diagnostics différentiels. Elle révèle également certaines particularités anatomiques et facteurs pronostiques qui peuvent influencer l'acte chirurgical et le résultat fonctionnel post opératoire [6,7].

Plusieurs études se sont intéressées à l'analyse de ces facteurs scannographiques et il existe des controverses entre les différentes séries concernant leurs valeurs pronostiques. Pour ces raisons, nous avons réalisé une étude rétrospective dans l'objectif d'identifier les facteurs scannographiques qui influencent le résultat audiométrique après la chirurgie stapédienne pour otospongiose.

MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude rétrospective, descriptive et analytique, menée sur une période de 6 ans, allant de janvier 2013 jusqu'à décembre 2018 et colligeant 50 patients et 54 oreilles opérées.

Ont été inclus dans l'étude les patients ayant été explorés en préopératoire par une TDM des rochers, ayant une otospongiose confirmée en per opératoire et un suivi postopératoire par aux moins deux audiogrammes à 3 mois et à 1 an. Les patients opérés dans un autre centre et les reprises chirurgicales pour échec de chirurgie stapédienne n'ont pas été inclus.

Tous les patients ont été explorés par un scanner multi-détecteur (16 barrettes) du constructeur General Electric. Les éléments précisés dans le compte rendu du scanner étaient la présence ou non de signe radiologique en faveur d'otospongiose (épaisseur de la platine, hypodensité de la capsule otique), la classification scannographique proposée par Veillon [3], l'existence d'une effraction endostée ou d'une variante anatomique telle qu'une procidence du canal du nerf facial, une branche descendante de l'enclume courte ou une fenêtre ovale étroite selon la méthode de Ukkola-Pons [8]. Nous avons adopté également la classification de Mansour pour l'étude de la fenêtre ronde [9].

Le compte-rendu opératoire a précisé le type du geste platinaire réalisé, le stade de l'otospongiose selon la

classification de Portmann, la nature de la prothèse utilisée et les difficultés per opératoires.

Pour l'évaluation du résultat fonctionnel postopératoire, nous avons utilisé les critères de laryngology-Head and Neck Surgery (AAO-HNS) de 1995 [10]. Ainsi les calculs suivants ont été effectués pour l'étude des données audiométriques:

- La conduction aérienne (CA) moyenne correspondant à la moyenne de la CA sur les fréquences de 500, 1000, 2000 et 4000Hz.
- La conduction osseuse (CO) moyenne correspondant à la moyenne de la CO sur les fréquences de 500, 1000, 2000 et 4000Hz.
- Le Rinne résiduel postopératoire (RRPO) correspondant à la différence entre la CA moyenne postopératoire et la CO moyenne postopératoire.
- La réserve cochléaire (RC) correspondant à la différence entre CO moyenne postopératoire et la CO moyenne préopératoire.

Les données ont été saisies et analysées au moyen du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Science) version 20.

Les critères d'évaluation du résultat fonctionnel retenus dans la série étaient une valeur de RRPO inférieure ou égale à 10dB à un an et une valeur négative de la RC à trois mois. Afin d'augmenter la puissance statistique, les patients ayant une procidence du canal du nerf facial, une fenêtre ovale étroite et une branche descendante de l'enclume courte ont été regroupés au sein d'un même groupe «variantes anatomiques».

Pour l'analyse statistique et l'étude comparative le test de Chi-deux de Pearson a été utilisé et en cas de non validité de ce test, la comparaison a été faite par le test exact bilatéral de Fisher. La différence a été considérée comme statistiquement significative quand p était inférieure à 0.05. L'étude multivariée a été réalisée en utilisant le modèle de Cox.

RÉSULTATS

L'âge moyen de nos patients était de 46 ans. Une prédominance féminine a été notée avec un sex ratio de 0,51. Les signes fonctionnels ont été dominés par l'hypoacousie, présente chez tous nos patients et associée à des acouphènes dans 35% des cas. L'examen du conduit auditif externe et du tympan a été normal chez tous les patients.

Les résultats audiométriques préopératoires ont montré une surdité de transmission dans 67% des cas, une surdité mixte dans 31% des cas et une surdité de perception dans 2% des cas. La CA moyenne préopératoire était de 58 dB [30 - 86 dB].

Le seuil moyen de la CO préopératoire était de 21,5 dB [5 - 60 dB].

Le rinne moyen préopératoire était de 36,5 dB [10 - 60 dB]. Le tympanogramme était central dans tous les cas avec une amplitude diminuée dans 3 cas. Le réflexe stapédien était absent au niveau de l'oreille atteinte pour tous les patients.

Un scanner des rochers a été réalisé chez tous



les patients en pré opératoire. La classification scannographique de Veillon a été adoptée: le type II était le plus fréquent, présent dans 41% (figure 1). Le type I a été retrouvé dans 16% des cas, le type III dans 15% des cas et le type IV dans 22% des cas (figure 2,3). Le scanner était normal dans 6% des cas. Une effraction endostée a été notée dans 8 oreilles (figure 3).

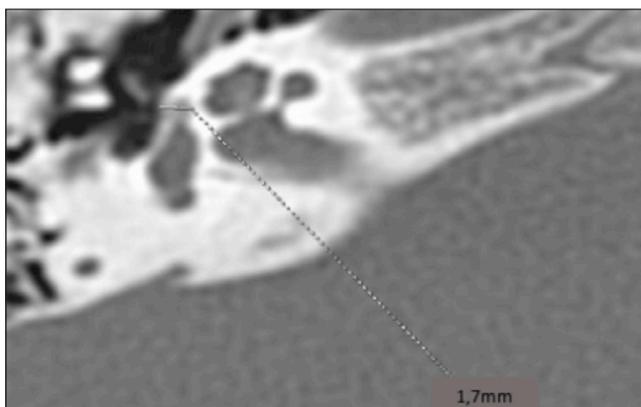


Figure 1: TDM du rocher droit en coupe axiale montrant une hypodensité pré stapédienne de 1,7mm en faveur d'une otospongiose type II.

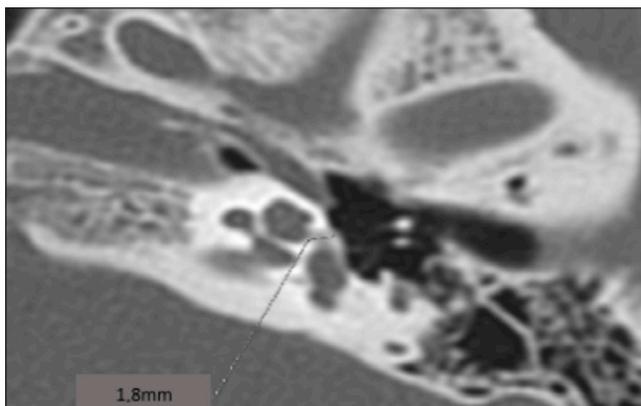


Figure 2: TDM du rocher gauche en coupe axial montrant une hypodensité pré stapédienne arrivant au contact de la cochlée en faveur d'une otospongiose type III.

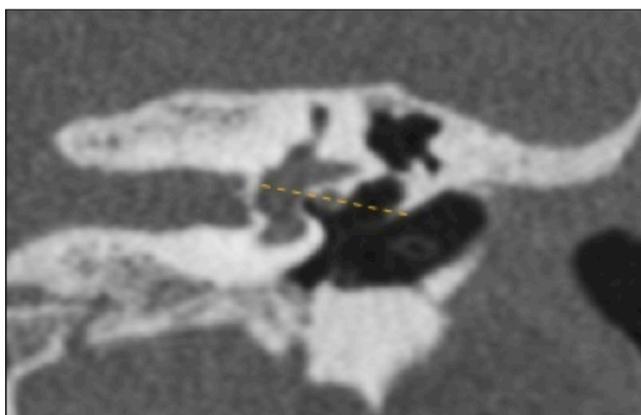


Figure 3: TDM du rocher gauche en coupe axiale montrant une hypodensité autour de la lumière du canal semi circulaire latéral (Flèche blanche) et au contact du vestibule et de la cochlée avec effraction endostée (Flèche noire) en rapport avec une otospongiose stade IVb.

Les variantes anatomiques détectées étaient: une procidence du canal du nerf facial (figure 4), une fenêtrée ovale étroite selon la méthode d'Ukkola-Pons (figure 5), une branche descendante de l'enclume courte intéressant respectivement 6, 6 et 2 cas.

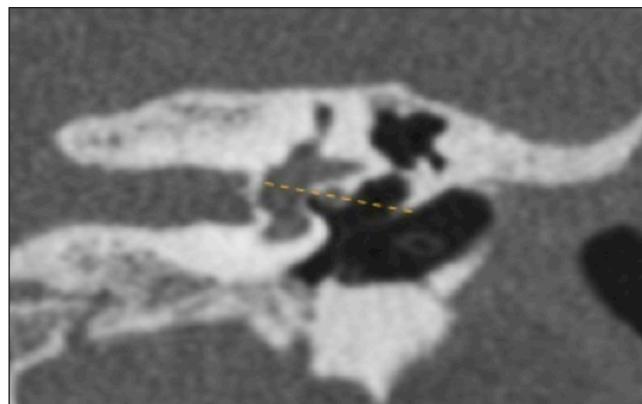


Figure 4: Coupe coronale du rocher gauche montrant une procidence du canal du nerf facial. La tangente (Ligne pointillée) passant par la paroi supérieure du récessus de la fenêtrée vestibulaire coupe le nerf facial dans sa moitié supérieure).

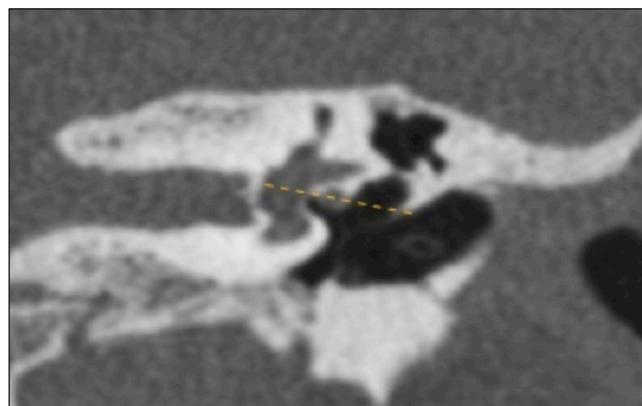


Figure 5: Coupe coronale du rocher droit objectivant une sténose de la fenêtrée ovale

L'atteinte de la fenêtrée ronde a été notée dans 11 oreilles soit 20% des cas. Selon la classification de Mansour, les stades I, II, III et IV ont été retrouvés dans respectivement 4%, 9%, 7% et 0% des cas (figure 6).

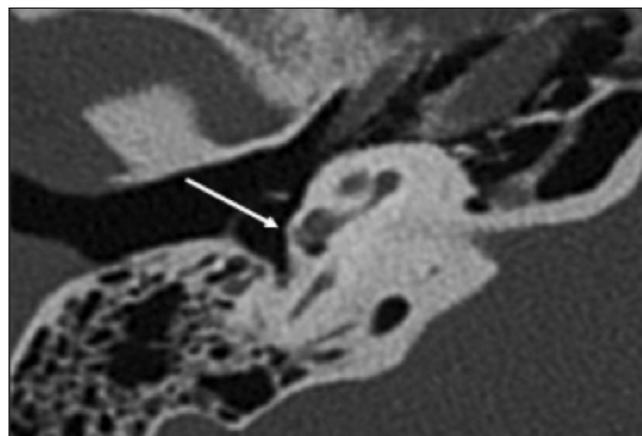


Figure 6: TDM en coupe axiale montrant un épaississement partiel de la paroi de la fenêtrée cochléaire (Flèche) correspondant à un stade II



Tous nos patients ont été opérés sous anesthésie générale et par voie intra méatique par des chirurgiens différents expérimentés.

Le geste chirurgical le plus réalisé était une platinotomie dans 51 cas a la micro fraise ou au microperforateur et mise en place d'un piston transplatinnaire en Teflon, une platinectomie totale avec interposition de greffon veineux a été pratiquée dans 3 cas.

L'exploration peropératoire a montré un étrier fixé dans tous les cas. Selon la classification de Portmann le type II était le plus fréquent, noté dans 37% des cas. Des difficultés ont été rencontrées en peropératoire: une procidence du canal du nerf facial dans 8 cas, dont 6 ont été suspectées sur le scanner préopératoire, une branche descendante de l'enclume courte a été rencontrée dans 3 cas avec 2 identifiées au scanner, une fenêtre ovale étroite dans 6 cas, identifiée comme telle sur la TDM préopératoire. Pour toutes les variantes déjà citées, la mise en place du piston a pu être effectuée.

Concernant les incidents per-opératoires, on a recensé une fracture platinnaire dans 3 cas et un saignement muqueux de moyenne abondance maîtrisé au cours de l'intervention dans deux cas.

Dans les suites opératoires, des vertiges rotatoires intenses ont été décrits chez 12 patients (22%) avec une bonne évolution sous un traitement anti vertigineux. Les données audiométriques post-opératoires figurent sur le tableau I. Les valeurs moyennes en conduction aérienne, en conduction osseuse, le RRPO étaient superposables à 3 mois et à 1 an. En tenant compte des critères de succès, on a constaté une amélioration des taux de succès à 1 an. Ainsi, 72% des cas avaient une RC≤0 à trois mois contre 78% à un an et 78% des cas avaient RRPO≤10dB à trois mois contre 81% à un an.

L'étude analytique univariée a montré que les stades radiologiques I et II de Veillon (forme localisée) ont été associés à de meilleurs taux de succès pour le RRPO (p<0,001) (Tableau II) et pour la RC (p=0,0016) (Tableau III) par comparaison aux stades III et IV (forme étendue).

L'étude a prouvé une relation statistiquement significative entre l'effraction endostée et la fermeture du rinne en postopératoire (p=0,039) (Tableau II). En effet, la CO postopératoire était meilleure dans le groupe de patients sans effraction endostée par rapport aux patients présentant une effraction (p=0,0059) (Tableau III).

L'atteinte de la fenêtre ronde a été retenue comme facteur pronostique influençant le RRPO (p=0,005) (Tableau II) mais était sans influence significative sur la RC (p=0,676) (Tableau III). Par ailleurs, en comparant le résultat fonctionnel postopératoire en fonction des différents stades de la classification de Mansour, aucune relation statistiquement significative n'a pu être établie pour le RRPO (p=0,990) et pour la RC (p=0,89). Une relation statistiquement significative a été également prouvée entre l'absence de variantes

anatomiques à risque chirurgical et la fermeture du rinne en postopératoire (p=0.0033) (tableau II). Cependant, aucune corrélation n'a été retenue entre le facteur variantes anatomiques et la RC (p=0,713) (Tableau III).

L'étude multivariée n'a pas retenu de facteurs scannographiques indépendants de succès fonctionnel pour le RRPO et pour la RC (tableau IV, V)

Tableau I: Les résultats audiométriques post opératoires à 3 mois et à 1an

	Résultats à 3 mois	Résultats à 1an
CA moyenne (dB)	38,2 [10 - 90]	38,7 [5 - 85]
CO moyenne (dB)	21,8 [5 - 50]	22,1 [5 - 50]
RRPO moyen (dB)	16,4 [0 - 40]	16,6 [0 - 40]
RC≤0	72%	78%
RRPO≤10dB	78%	81%

Tableau II: Analyse univariée: corrélation des facteurs scannographiques au RRPO

Facteurs pronostiques scannographiques		RRPO≤ 10 dB (%)	RRPO>10 dB (%)	Valeur de p
Forme d'otospongiose	Localisée (34cas)	22 (65%)	12 (35%)	<0,001
	Etendue (20 cas)	0 (0%)	20 (100%)	
Effraction endostée	Oui (8 cas)	0 (0%)	8 (100%)	0,039
	Non (46 cas)	19 (41%)	27 (59%)	
Atteinte de la fenêtre ronde	Oui (11 cas)	0 (0%)	11 (100%)	0,005
	Non (43 cas)	19 (44%)	24 (56%)	
Présence d'une variante anatomique	Oui (16 cas)	0 (0%)	16 (100%)	0,0033
	Non (38 cas)	19 (50%)	19 (50%)	

Tableau III: Analyse univariée: corrélation des facteurs scannographiques à la CO

Facteurs pronostiques scannographiques étudiés		Absence de détérioration de la CO (%*)	Détérioration de la CO (%*)	Valeur de p
Forme d'otospongiose	Localisée (34cas)	33 (97%)	1 (3%)	0,0016
	Etendue (20 cas)	12 (60%)	8 (40%)	
effraction endostée	Oui (8 cas)	3 (38%)	5 (62%)	0,0059
	Non (46 cas)	40 (87%)	6 (13%)	
Atteinte de la fenêtre ronde	Oui (11 cas)	8 (73%)	3 (27%)	0,676
	Non (43 cas)	35 (81%)	8 (19%)	
Présence d'une variante anatomique	Oui (16 cas)	12 (75%)	4 (25%)	0,713
	Non (38 cas)	31 (82%)	7 (18%)	



Tableau IV: Analyse multivariée: corrélation des facteurs scannographiques au RRPO

Facteurs scannographiques	Odds ratio [IC 95%]	p
Forme d'otospongiose Localisée <i>versus</i> étendue	0,99 [0,48-2,06]	0,955
Effraction endostée Oui <i>versus</i> non	1,15[0,17- 4,79]	0,999
Atteinte de la fenêtre ronde Oui <i>versus</i> non	0,53[0,05-45,75]	0,998
Variante anatomique Oui <i>versus</i> non	1,66 [0,34-8,1]	0,942

Tableau V: Analyse multivariée: corrélation des facteurs scannographiques au RC

Facteurs scannographiques	Odds ratio [IC 95%]	p
Forme d'otospongiose Localisée <i>versus</i> étendue	0,10 [0,01-1,12]	0,062
Effraction endostée Oui <i>versus</i> non	0,2 [0,02-1,39]	0,103
Atteinte de la fenêtre ronde Oui <i>versus</i> non	1,52 [0,10-23,14]	0,76
Variante anatomique Oui <i>versus</i> non	1,63 [0,25-10,79]	0,609

DISCUSSION

Plusieurs études ont été menées dans la littérature afin de déterminer les facteurs pronostiques scannographiques pouvant influencer le résultat fonctionnel (audiométrique) de la chirurgie stapédienne pour otospongiose.

Les facteurs pronostiques analysés aussi bien dans notre travail que dans la majorité des séries étaient l'étendue du foyer d'otospongiose (classification de Veillon), l'effraction endostée, l'atteinte de la fenêtre ronde (classification de Mansour) et la présence d'une variante anatomique.

Concernant l'influence du facteur étendue du foyer d'otospongiose, les conclusions de la littérature étaient discordantes. Marx et al [11] ont démontré que le résultat audiométrique postopératoire est corrélé au degré d'extension du foyer d'otospongiose. En effet, les seuils postopératoires en conduction osseuse et aérienne sont meilleurs dans les formes localisées (stade I et II de Veillon) que dans les formes étendues (stade III et IV de Veillon). Selon Beigner et al [12], la détérioration de la CO en post opératoire à court et à long terme a été plus marquée pour les foyers étendus d'otospongiose (stade III et IV de la classification de Veillon). Dans notre étude, les stades localisés de la classification de Veillon (I et II) étaient statistiquement corrélés à de meilleurs taux de succès fonctionnel par

comparaison à la forme étendue (stades III et IV de Veillon).

Concernant l'atteinte labyrinthique par effraction de l'endoste cochléaire, elle a été considérée comme un facteur de mauvais pronostic par la plupart des auteurs [9, 13, 14]. En effet, l'effraction endostée entraîne la libération dans le liquide labyrinthique d'enzymes qui sont à l'origine d'une inflammation et d'une destruction des structures intra cochléaires pouvant être responsables d'une surdité de perception profonde voire d'une cophose [9, 15]. Shin et al [14] dans une étude portant sur 386 patients, ont montré qu'il existe une corrélation significative entre le degré de l'altération de la CO en post opératoire et l'extension endostéale des foyers d'otospongiose péri cochléaires. De même, Lagleyre et al [abnormal stapedial reflex, and scheduled for stapes surgery. The mean age was 47.3 years. All patients underwent HRCT scan before surgery (slice thickness of 0.6 to 1 mm16], en comparant deux groupes de patients avec et sans extension endostée, ont conclu que les seuils moyens en CO en pré et postopératoire étaient plus bas dans le groupe des patients avec effraction endostée. Dans d'autres séries [13] comme dans la nôtre, le facteur effraction endostée avait une influence statistiquement significative aussi bien sur le rinne résiduel que sur la réserve cochléaire post opératoires.

L'atteinte de la fenêtre ronde est un autre facteur scannographique qui a été analysé par plusieurs études statistiques [9, 14, 16], ces dernières ont conclu que ce paramètre influence le RRPO et la RC post opératoires. Les premières études [14, 16] ont individualisé 2 groupes en fonction de la présence ou non d'oblitération de la fenêtre ronde et ont déduit que les seuils moyens en CO et en CA en pré et en postopératoire étaient nettement meilleurs dans le groupe sans oblitération de la fenêtre ronde. Par la suite, Mansour et al [9] ont proposé une classification en 4 stades de l'atteinte de la fenêtre ronde. Ils ont démontré qu'il n'y avait pas de différence de résultat audiométrique postopératoire entre le groupe présentant une atteinte de la fenêtre ronde stades I ou II et le groupe ayant une fenêtre ronde intacte. Par contre, les cas d'atteinte de la fenêtre ronde stade III ou stade IV ont présenté une détérioration de la RC et du RRPO en post opératoire. Dans notre série, les résultats d'analyse de ce facteur étaient divergents montrant une influence significative sur le RRPO mais pas sur la RC.

En ce qui concerne les variantes anatomiques, peu de séries [14, 16] ont étudié leurs influences sur le résultat fonctionnel postopératoire. Dans la série de Swartz [17], parmi les 40 cas présentant une procidence et/ou une déhiscence du canal du nerf facial, 39 oreilles (97,5%) ont été opérées sans atteinte du nerf facial et avec un succès fonctionnel. Dans notre série, l'absence de variante anatomique a été corrélée à un meilleur taux de fermeture du rinne.



CONCLUSION

La confrontation des données de la TDM préopératoire aux résultats audiométriques a permis d'identifier comme facteurs scannographiques de succès les paramètres suivants: les stades radiologiques localisés type I et II de Veillon et l'absence d'effraction endostée. L'absence d'atteinte de la fenêtre ronde ainsi que l'absence de variantes anatomiques étaient corrélées à un meilleur taux de fermeture du rinne en postopératoire. Cependant, l'étude multivariée n'a pas retenu de facteurs scannographiques indépendants

prédictifs de succès fonctionnel Néanmoins, elle reste indispensable pour la confirmation diagnostique, la classification de la maladie et la détection des anomalies associées

Considérations éthiques:

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

Déclaration de financement: Les auteurs déclarent ne pas avoir reçu de financement particulier pour ce travail.

REFERENCES:

1. Virk JS, Singh A, Lingam RK. The role of imaging in the diagnosis and management of otosclerosis. *Otol Neurotol*. 2013;34(7):55-60.
2. Martin C, Fraysse B. Chirurgie de l'otospongiose. Stapedotomie calibrée ou technique du piston transplataire. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*. 2011;128(3):173-6.
3. Veillon F, Casselman JW, Meriot P, Cahen Riehm S, Sick H, Harmsworth VJ, et al. Imagerie de l'oreille et de l'os temporal. Paris: Lavoisier; 2014.
4. Ben Amor M, Romdhane N, Khelifa Z, Ben Gamra O, Zribi S, Hariga I, et al. Otospongiose : a propos de 149 cas. *J TUN ORL*. 2013;29:36-9.
5. Naggara O, Williams MT, Ayache D, Heran F, Piekarski JD. Imagerie des échecs et complications post-opératoires de la chirurgie de l'otospongiose. *J Radiol*. 2005;86(12):1749-61.
6. Veillon F, Stierle JL, Dussaix J, Ramos Taboada L, Riehm S. Imagerie de l'otospongiose : confrontation clinique et imagerie. *J Radiol*. 2006;87(11):1756-64.
7. Dudau C, Salim F, Jiang D, Connor SJ. Diagnostic efficacy and therapeutic impact of computed tomography in the evaluation of clinically suspected otosclerosis. *Eur Radiol*. 2017;27(3):1195-201.
8. Ukkola Pons E, Ayache D, Pons Y, Ratajczak M, Nioche C, Williams M. Oval window niche height: quantitative evaluation with CT before stapes surgery for otosclerosis. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2013;34(5):1082-5.
9. Mansour S, Nicolas K, Ahmad HH. Round window otosclerosis: radiologic classification and clinical correlations. *Otol Neurotol*. 2011;32(3):384-92.
10. Balkany TA, Gates GA, Goldenberg RA, Meyerhoff WL, House JW. Committee on hearing and equilibrium guidelines for the evaluation of results of treatment of conductive hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1995;113(3):186-7.
11. Marx M, Lagleyre S, Escudé B, Demeslay J, Elhadi T, Deguine O, et al. Correlations between CT scan findings and hearing thresholds in otosclerosis. *Acta Otolaryngol*. 2011;131(4):351-7.
12. Beigner B, David A, Chobaut J, Tavernier L. Corrélation des résultats scanographiques et audiométriques dans la chirurgie stapédienne pour otospongiose. *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*. 2012;129(4):A75.
13. Maaloul I, Souissi B, Achour I, Kharrat I, Haddar S, Mahfoudh KB et al. Corrélation audiométrie-radiologie dans l'otospongiose. *J TUN ORL*. 2018;13:5.
14. Shin YJ, Fraysse B, Deguine O, Cognard C, Charlet JP, Sévely A. Sensorineural hearing loss and otosclerosis: a clinical and radiologic survey of 437 cases. *Acta Otolaryngol*. 2001;121(2):200-4.
15. Hayashi H, Onerci O, Paparella MM. Cochlear otosclerosis. *Otol Neurotol*. 2006;27(6):905-6.
16. Lagleyre S, Sorrentino T, Calmels MN, Shin YJ, Escudé B, Deguine O, et al. Reliability of high-resolution CT scan in diagnosis of otosclerosis. *Otol Neurotol*. 2009;30(8):1152-9.
17. Swartz JD, Faerber EN, Wolfson RJ, Marlowe FI. Fenestral otosclerosis: significance of preoperative CT evaluation. *Radiology*. 1984;151(3):703-7.