

Cochlear implantation through the middle cranial fossa: a novel approach to access the basal turn of the cochlea

Implante coclear via fossa craniana média: uma nova técnica para acesso ao giro basal da cóclea

Aline Gomes Bittencourt¹, Robinson Koji Tsuji², João Paulo Ratto Tempestini³, Alfredo Luiz Jacomo⁴, Ricardo Ferreira Bento⁵, Rubens de Brito⁶

Keywords:

cochlear implantation;
cranial fossa, middle;
deafness;
hearing loss,
sensorineural;
neuroanatomy.

Palavras-chave:

fossa craniana média;
implante coclear;
neuroanatomia;
perda auditiva
neurossensorial;
surdez.

Abstract

The classic approach for cochlear implant surgery includes mastoidectomy and posterior tympanotomy. The middle cranial fossa approach is a proven alternative, but it has been used only sporadically and inconsistently in cochlear implantation. **Objective:** To describe a new approach to expose the basal turn of the cochlea in cochlear implant surgery through the middle cranial fossa. **Method:** Fifty temporal bones were dissected in this anatomic study of the temporal bone. Cochleostomies were performed through the middle cranial fossa approach in the most superficial portion of the basal turn of the cochlea, using the meatal plane and the superior petrous sinus as landmarks. The lateral wall of the internal acoustic canal was dissected after the petrous apex had been drilled and stripped. The dissected wall of the inner acoustic canal was followed longitudinally to the cochleostomy. **Results:** Only the superficial portion of the basal turn of the cochlea was opened in the fifty temporal bones included in this study. The exposure of the basal turn of the cochlea allowed the visualization of the scala tympani and the scala vestibuli, which enabled the array to be easily inserted through the scala tympani. **Conclusion:** The proposed approach is simple to use and provides sufficient exposure of the basal turn of the cochlea.

Resumo

A técnica clássica para o implante coclear é realizada através de mastoidectomia e timpanotomia posterior. A abordagem pela fossa craniana média provou ser uma alternativa valiosa, embora venha sendo usada para o implante coclear apenas esporadicamente e sem normatização. **Objetivo:** Descrever uma nova abordagem para expor o giro basal da cóclea para o implante coclear através da fossa craniana média. **Método:** Cinquenta ossos temporais foram dissecados. A cocleostomia foi realizada através de uma abordagem via fossa craniana média, na parte mais superficial do giro basal da cóclea, usando o plano meatal e seio petroso superior como pontos de reparo. A parede lateral do meato acústico interno foi dissecada após o broqueamento e esqueletização do ápice petroso. A parede dissecada do meato acústico interno foi acompanhada longitudinalmente até a cocleostomia. Design: Estudo anatômico de osso temporal. **Resultados:** Em todos os ossos temporais, apenas a parte superficial do giro basal da cóclea foi aberta. A exposição do giro basal da cóclea permitiu que as escalas timpânica e vestibular fossem visualizadas. Assim, não houve dificuldade na inserção do feixe de eletrodos através da escala timpânica. **Conclusão:** A técnica proposta é simples e permite exposição suficiente do giro basal da cóclea.

¹ Aluna da pós-graduação (Doutoranda) do Departamento de Otorrinolaringologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil (Fellow em Cirurgia Otológica e Base de Crânio do Hospital das Clínicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).

² Doutor em Ciências (Médico associado do Departamento de Otorrinolaringologia, Hospital das Clínicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).

³ Graduação (Aluno de graduação, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).

⁴ Livre-docente (Professor da Disciplina de Topografia Estrutural Humana do Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).

⁵ Livre-docente (Professor Titular da Disciplina de Otorrinolaringologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).

⁶ Livre-docente (Professor Associado da Disciplina de Otorrinolaringologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).
Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Endereço para correspondência: Aline Gomes Bittencourt. Departamento de Otorrinolaringologia, Hospital das Clínicas, Universidade de São Paulo. Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, nº 255, 6º andar/sala 6167. São Paulo - SP, Brasil. CEP: 05403-000.
Tel/Fax: (11) 3088-0299. E-mail: alinebittencourt@hotmail.com

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) do BJORL em 27 de novembro de 2011. cod. 8925.

Artigo aceito em 13 de janeiro de 2013.

INTRODUÇÃO

A abordagem clássica para o implante coclear (IC) utiliza a mastoidectomia associada à timpanotomia posterior¹. Ocasionalmente, são necessárias modificações desta técnica para superar determinadas peculiaridades cirúrgicas e facilitar um IC seguro¹⁻¹¹.

A abordagem via fossa craniana média (FCM) provou ser uma alternativa valiosa, embora venha sendo usada para o IC apenas de forma esporádica e sem padronização entre os cirurgiões manejando cócleas ossificadas, otite média crônica supurativa e displasias de orelha interna^{2,3,5,9,12-15}. No entanto, a falta de pontos de reparo bem definidos sobre o osso temporal e a grande variabilidade dos parâmetros anatômicos inter e intraindivíduos ainda mantêm essa abordagem como um dos exercícios mais difíceis em cirurgia de base do crânio, mesmo para cirurgiões altamente habilidosos¹⁶⁻²⁰. Além disso, esta via pode associar-se a complicações graves, que incluem a lesão ao nervo facial e às estruturas cerebrais e vasculares^{3,14,17,18,20,21}.

A anatomia do osso temporal humano é considerada uma das mais complexas do organismo, onde estruturas nervosas e vasculares nobres encontram-se em íntima relação, separadas por apenas alguns milímetros. A literatura é extremamente limitada sobre abordagens cirúrgicas alternativas para a cóclea, e a topografia tridimensional exata desta no interior do osso petroso ainda é pouco estudada. Embora variações da abordagem cirúrgica para IC tenham sido descritas, ainda há questões desafiadoras de ordem anatômica para este método de reabilitação auditiva quando a via clássica (transmastóidea) não pode ser realizada.

O objetivo principal deste estudo é fornecer a descrição detalhada de uma nova técnica para a cirurgia de implante coclear pela via FCM, que localiza com precisão o giro coclear basal.

MÉTODO

O presente estudo anatômico exploratório foi realizado no laboratório de Habilidades Cirúrgicas em Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). O mesmo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FMUSP, sob protocolo de pesquisa número 309/11.

Cinquenta ossos temporais extraídos de cadáveres adultos de ambos os sexos foram conservados em formol e forneceram o material para este estudo. Todos os ossos continham uma porção adequada da escama do osso temporal e do ápice petroso, bem como da dura-máter da fossa craniana média.

Os pontos de referência utilizados foram: o seio petroso superior, o ápice petroso esquelético, a superfície lateral do plano meatal seguida no ápice petroso a

partir da sua porção mais proximal (fazendo referência à projeção do poro acústico), e o nervo petroso superficial maior (Figuras 1 e 2). A seleção dos marcos anatômicos foi conduzida pela facilidade com que os mesmos podem ser reconhecidos no assoalho da FCM e por sua importância cirúrgica para a localização do giro basal da cóclea.

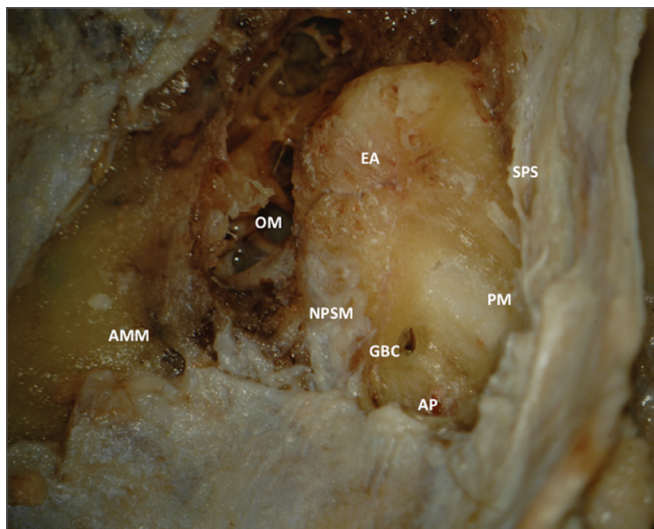


Figura 1. Anatomia da fossa craniana média. OM: Orelha média; EA: Eminência arqueada; SPS: Seio petroso superior; NPSM: Nervo petroso superficial maior; PM: Plano meatal; GBC: Giro basal da cóclea; AP: Ápice petroso; AMM: Artéria meníngea média.

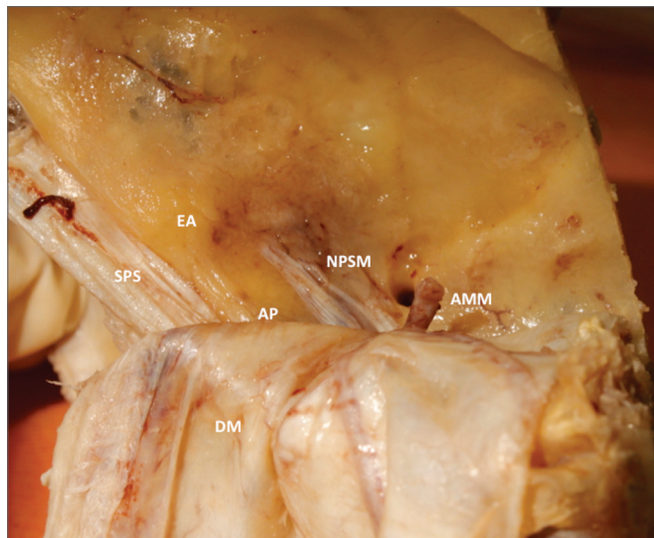


Figura 2. Anatomia da fossa craniana média numa visão perpendicular ao rochedo. EA: Eminência arqueada; SPS: Seio petroso superior; NPSM: Nervo petroso superficial maior; AP: Ápice petroso. DM: Dura-máter da fossa craniana média; AMM: Artéria meníngea média.

Os ossos temporais foram colocados na posição cirúrgica utilizada para a abordagem através da FCM. O protocolo cirúrgico foi realizado de acordo com as seguintes etapas:

Descolamento da dura-máter com exposição látero-superior da porção petrosa do osso temporal até que a artéria meníngea média pudesse ser identificada.

Visualização do assoalho da FCM e identificação do nervo petroso superficial maior, eminência arqueada e seio petroso superior.

Broqueamento do ápice petroso medialmente, em direção à região do plano meatal, adjacente ao seio petroso superior e anteriormente ao poro acústico.

Identificação, por transparência, da dura-máter do meato acústico interno (MAI).

O broqueamento prossegue ao longo do maior eixo do MAI até a identificação da sua extremidade lateral e, logo à frente desta, até que a porção mais superficial do giro basal da cóclea seja encontrada e aberta.

Cocleostomia utilizando uma broca diamantada de 1 mm (geralmente em uma área de 2,0 mm de diâmetro).

Visualização da lâmina espiral óssea separando as escalas timpânica e vestibular.

Introdução de um falso feixe de eletrodos através da escala timpânica, orientado o mesmo em direção à eminência arqueada.

RESULTADOS

A parte superficial do giro basal da cóclea foi facilmente encontrada através desta abordagem em todos os 50 ossos temporais. A exposição do giro basal da cóclea permitiu que as escalas timpânica e vestibular fossem visualizadas. Desta forma, não houve dificuldade na inserção do feixe de eletrodos por meio da escala timpânica.

A inserção do falso feixe de eletrodos de IC foi documentada por meio de tomografia computadorizada de ossos temporais (Figuras 3, 4 e 5).

DISCUSSÃO

Vários autores têm relatado variações na anatomia da FCM, provavelmente relacionadas às diferenças na aeração dos ossos temporais^{18,20,22-26}. Diferentes métodos de identificação da posição do MAI também têm sido descritos^{18,21,27}.

House & Shelton²⁷ seguem o nervo petroso superficial maior até o nervo facial, a fim de alcançar o MAI diretamente. No entanto, a técnica deve ser realizada minuciosamente, para evitar danos ao nervo facial.

A técnica popularizada por Fisch^{24,25} é denominada abordagem ao “plano meatal” e foi desenvolvida para limitar o grau de retração da dura-máter e o risco de danos ao segmento labiríntico do nervo facial. Nesta, o canal semicircular superior é identificado com a sua “linha azul” (visualização do labirinto membranoso por transparência), e um ângulo de 60° a partir do final do seu longo eixo define a zona segura para o broqueamento e localização do MAI.

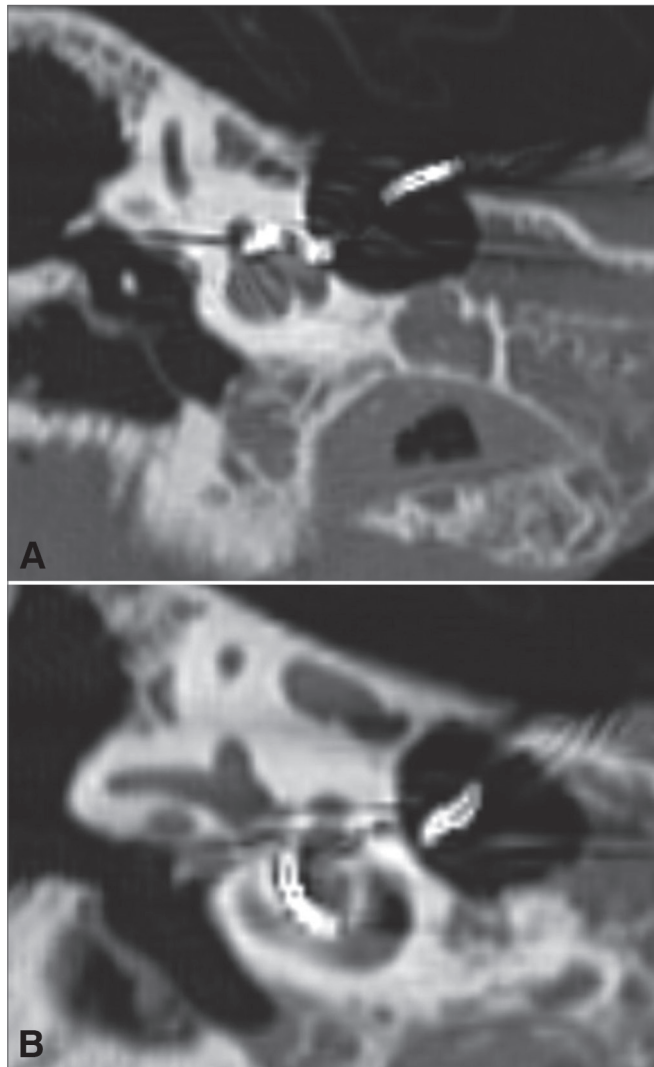


Figura 3. A-B: Tomografia computadorizada de alta resolução de um osso temporal direito. Corte coronal, janela óssea, mostrando a inserção do feixe de eletrodos desde o giro basal da cóclea (A) até o apical (B).

García-Ibañez & García-Ibañez²⁶ propuseram o uso da bissetriz do ângulo formado por linhas imaginárias que atravessam o nervo petroso superficial maior e a eminência arqueada, a fim de alcançar o MAI. Nesta técnica, não é necessário o broqueamento ao longo do canal semicircular superior ou do gânglio geniculado, e assim, minimiza-se o risco de lesão a estas estruturas. No entanto, nem sempre a eminência arqueada pode ser identificada¹⁸ ou coincidir com a posição exata do canal semicircular superior²⁰.

Bento et al.¹⁷ descreveram uma técnica rápida e segura para expor o gânglio geniculado e a porção labiríntica do nervo facial através da FCM, explorando o teto da orelha média. A técnica inclui a identificação do processo cocleariforme e abertura do *tegmen timpani*.

Jackler & Gladstone²⁸ utilizam uma técnica de dissecação que se inicia no sentido da face medial (anterior

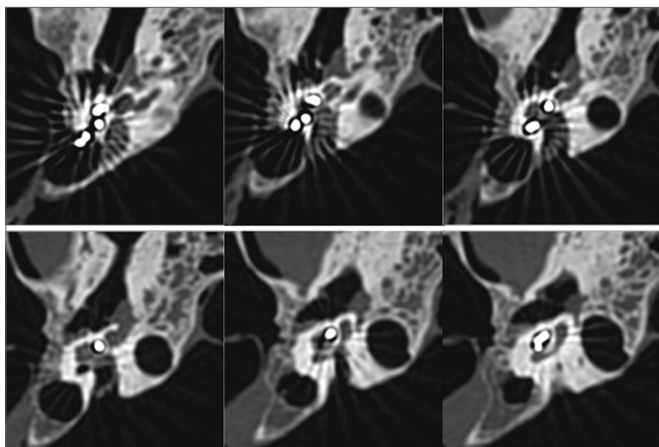


Figura 4. Tomografia computadorizada de alta resolução de um osso temporal direito. Corte axial, janela óssea, mostrando a inserção do feixe de eletrodos desde o giro basal até o giro apical da cóclea.

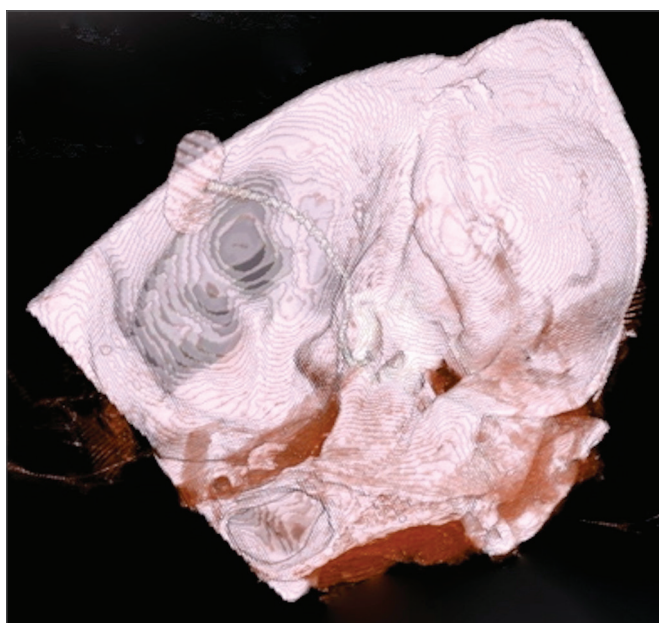


Figura 5. Tomografia computadorizada de alta resolução de um osso temporal direito. Reconstrução em 3D demonstrando a inserção do feixe de eletrodos do implante coclear pela fossa craniana média.

ao poro acústico) em direção à lateral do ápice petroso, para a identificação da MAI.

Poucos estudos discutem as projeções e as relações anatômicas da cóclea para a abordagem cirúrgica aos giros cocleares^{14,23}. Nenhum trabalho referencia o plano meatal como um ponto de reparo para o giro basal da cóclea, impedindo comparações.

Uma revisão das publicações de Colletti et al.^{2,3,13} revelou que 12 pacientes foram submetidos ao IC por meio da abordagem via FCM. Os autores afirmaram que esta é sua via de escolha para a reabilitação auditiva de pacientes com cavidades mastóideas pós-operatórias ou que apresentem doenças crônicas e malformações de orelha média,

ou ossificação parcial do giro basal da cóclea. A projeção superior do giro basal da cóclea foi localizada no assoalho da FCM no ângulo formado pelos nervos nervo petroso superficial maior e facial, onde realizaram a cocleostomia e inseriram os eletrodos. Entretanto, o giro apical da cóclea é que se relaciona àquelas estruturas.

Como demonstrado pela tomografia computadorizada, o feixe de eletrodos atingiu quase todo o comprimento da cóclea, remanescendo apenas alguns milímetros entre a janela redonda e a cocleostomia. A estimulação das porções média e apical da cóclea pelo IC envolve mais interações nervosas que a estimulação de eletrodos no giro basal¹⁴. Assim, acreditamos que não haverá qualquer prejuízo aos pacientes quando for realizada esta técnica.

Em todos os 50 ossos temporais, apenas a parte superior do giro basal da cóclea foi descoberta. A exposição do giro basal da cóclea (geralmente uma área 2,0 mm de diâmetro) permitiu que as escalas timpânica e vestibular fossem visualizadas. Assim, a inserção do feixe de eletrodos do IC por meio da escala timpânica foi bastante fácil, sempre orientada na direção da eminência arqueada. Apesar de o estudo ter sido realizado em peças anatômicas de ossos temporais removidas do crânio, esta técnica foi reproduzida em cadáveres nas condições cirúrgicas para a abordagem via FCM, com confecção de janela óssea de 3 x 4 cm na escama do osso temporal e retração do lobo temporal, sem que fossem notadas dificuldades adicionais para o acesso ao giro basal da cóclea e inserção do falso feixe do IC.

A exposição de parte do ápice petroso exige uma maior retração do lobo temporal, algumas vezes com a necessidade de obliteração da artéria meníngea média²⁹. Porém, como a necessidade de broqueamento é apenas adjacente à face lateral do MAI, a maior ou menor retração dural irá variar dependendo da anatomia do assoalho da FCM.

A técnica descrita parece ser a mais simples e confiável para a localização da cóclea. Assegura exposição suficiente de sua porção basal e, ao mesmo tempo, evita injúria a outras estruturas. O giro basal da cóclea encontra-se imediatamente abaixo do assoalho da FCM e pode ser facilmente acessado por meio do broqueamento do osso lateral ao plano meatal, sem impor perigo às estruturas vitais, já que no trajeto nada além de osso aerado é encontrado. Também é possível visualizar a lâmina espiral óssea e inserir os eléctrodos do IC através da escala timpânica, atingindo quase a totalidade do comprimento do órgão de Corti.

CONCLUSÃO

Esta técnica simplifica a cocleostomia e a inserção do feixe de eletrodos durante o acesso via FCM e pode ser efetivamente utilizada para o IC, reduzindo o tempo e o trauma cirúrgicos, além de complicações pós-operatórias.

Adicionalmente, o dano ao nervo facial é evitado, já que esta abordagem não esquelitiza qualquer porção deste nervo, o que ocorre em outras técnicas populares.

REFERÊNCIAS

1. El-Kashlan HK, Arts HA, Telian SA. External auditory canal closure in cochlear implant surgery. *Otol Neurotol.* 2003;24(3):404-8.
2. Ramsden RT, Wheatley H. Developing surgical techniques in cochlear implantation. *Cochlear Implants Int.* 2000;1(2):67-81.
3. Colletti V, Fiorino FG. New window for cochlear implant insertion. *Acta Otolaryngol.* 1999;119(2):214-8.
4. Leung R, Briggs RJ. Indications for and outcomes of mastoid obliteration in cochlear implantation. *Otol Neurotol.* 2007;28(3):330-4.
5. Basavaraj S, Shanks M, Sivaji N, Allen AA. Cochlear implantation and management of chronic suppurative otitis media: single stage procedure? *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2005;262(10):852-5.
6. Issing PR, Schönemark MP, Winkelmann S, Kempf HG, Ernst A. Cochlear implantation in patients with chronic otitis: indications for subtotal petrosectomy and obliteration of the middle ear. *Skull Base Surg.* 1998;8(3):127-31.
7. Hellingman CA, Dunnebie EA. Cochlear implantation in patients with acute or chronic middle ear infectious disease: a review of the literature. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009;266(2):171-6.
8. Bendet E, Cerenko D, Linder TE, Fisch U. Cochlear implantation after subtotal petrosectomies. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1998;255(4):169-74.
9. El-Kashlan HK, Arts HA, Telian SA. Cochlear implantation in chronic suppurative otitis media. *Otol Neurotol.* 2002;23(1):53-5.
10. Ku PK, Yue V, Tong MC, Wong TK, Leung EK, Van Hasselt A. Long-term results in cochlear implantation in chronic suppurative otitis media. *Cochlear Implants Int.* 2004;5(Suppl 1):171-4.
11. Hamzavi J, Baumgartner W, Franz P, Plenck H. Radical cavities and cochlear implantation. *Acta Otolaryngol.* 2001;121(5):607-9.
12. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Sacchetto L, Giarbini N. New approach for cochlear implantation: cochleostomy through the middle fossa. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;123(4):467-74.
13. Colletti V, Fiorino FG, Sacchetto L, Giarbini N, Carner M. Improved auditory performance of cochlear implant patients using the middle fossa approach. *Audiology.* 1999;38(4):225-34.
14. Todd NW. Cochlear implantation via the middle fossa: surgical and electrode array considerations. *Cochlear Implants Int.* 2007;8(1):12-28.
15. Hussein ST, Guida M, Negri M, Falcioni M. Bilateral cochlear implantation in a patient with petrous bone cholesteatoma in the only hearing ear: case report. *J Laryngol Otol.* 2011;125(12):1272-4.
16. Pons Y, Lombard B. Anatomic study of middle fossa approach landmarks using an image guidance system. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2009;118(10):728-34.
17. Bento RF, de Brito RV, Sanchez TG. A rapid and safe middle fossa approach to the geniculate ganglion and labyrinthine segment of the facial nerve. *Ear Nose Throat J.* 2002;81(5):320-6.
18. Lan MY, Shiao JY. Using greater superficial petrosal nerve and geniculate ganglion as the only two landmarks for identifying internal auditory canal in middle fossa approach. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2010;267(12):1867-71.
19. Bento RF, Pirana S, Sweet R, Castillo A, Brito Neto RV. The role of the middle fossa approach in the management of traumatic facial paralysis. *Ear Nose Throat J.* 2004;83(12):817-23.
20. Sennaroglu L, Slattery WH 3rd. Petrous anatomy for middle fossa approach. *Laryngoscope.* 2003;113(2):332-42.
21. Tanriover N, Sanus GZ, Ulu MO, Tanriverdi T, Akar Z, Rubino PA, et al. Middle fossa approach: microsurgical anatomy and surgical technique from the neurosurgical perspective. *Surg Neurol.* 2009;71(5):586-96.
22. Maina R, Ducati A, Lanzino G. The middle cranial fossa: morphometric study and surgical considerations. *Skull Base.* 2007;17(6):395-403.
23. Anagnostopoulou S, Diamantopoulou P. Topographic relationship between the cochlea and the middle fossa floor: the anatomical basis for an alternative approach to the cochlear turns. *Surg Radiol Anat.* 2004;26(2):82-5.
24. Fisch U, Esslen E. Total intratemporal exposure of the facial nerve. Pathologic findings in Bell's palsy. *Arch Otolaryngol.* 1972;95(4):335-41.
25. Fisch U. Surgery for Bell's palsy. *Arch Otolaryngol.* 1981;107(1):1-11.
26. Garcia-Ibanez E, Garcia-Ibanez JL. Middle fossa vestibular neurectomy: a report of 373 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1980;88(4):486-90.
27. House WF, Shelton C. Middle fossa approach for acoustic tumor removal. *Otolaryngol Clin North Am.* 1992;25(2):347-59.
28. Jackler F, Steiner SS, Bodnar RJ, Ackermann RF, Nelson WT, Ellman SJ. Morphine and intracranial self-stimulation in the hypothalamus and dorsal brainstem: differential effects of dose, time and site. *Int J Neurosci.* 1979;9(1):21-35.
29. Bento RF, Bittencourt AG, Goffi-Gomez MV, Samuel P, Tsuji RK, de Brito R. Cochlear implantation via the middle fossa approach: surgical and programming considerations. *Otol Neurotol.* 2012;33(9):1516-24.