

Referências anatômicas na cirurgia do implante auditivo de tronco cerebral

Anatomical landmarks in auditory brainstem implant surgery

**Rubens Vuono Brito Neto¹, Ricardo Ferreira
Bento², Alexandre Yasuda³, Guilherme Carvalhal
Ribas⁴, Aldo Junqueira Rodrigues Jr.⁵**

Palavras-chave: cadáver, dissecação, técnica de diluição de corante, implante auditivo de tronco encefálico/educação, implantes cocleares/tendências.
Key words: cadaver, dissection, dye dilution technique, auditory brainstem implant/education, cochlear implantation/trends.

Resumo / Summary

O implante auditivo de tronco cerebral é uma opção os pacientes surdos que não têm a integridade das vias auditivas preservada. A cirurgia, por sua complexidade anatômica e funcional, requer treinamento específico em laboratório de anatomia por parte do cirurgião. **Objetivos:** Estudar a anatomia cirúrgica da cirurgia do implante auditivo de tronco cerebral. **Forma de estudo:** Estudo anatômico. **Material e Método:** Neste estudo dissecamos cadáver fresco preparado com solução corante injetada nas artérias e veias intra-cranianas. O local de inserção do eletrodo do implante auditivo de tronco cerebral foi estudado através do acesso translabiríntico. **Resultados:** A técnica cirúrgica utilizada para a implantação do eletrodo de tronco cerebral é semelhante à utilizada na remoção do schwannoma vestibular. O complexo de núcleo coclear, composto pelo núcleo coclear ventral e dorsal, é o local para a colocação do eletrodo. O núcleo coclear ventral é o principal núcleo de transmissão de impulsos neurais do VIII par e seus axônios formam a principal via ascendente do nervo coclear. Tanto o núcleo ventral como o dorsal não são visíveis durante a cirurgia e sua localização depende de identificação de estruturas anatômicas adjacentes. **Conclusão:** A região de implantação do eletrodo do implante auditivo de tronco cerebral apresenta referências anatômicas que permitem sua fácil identificação durante a cirurgia.

Auditory brainstem implant (ABI) is an option for deaf patients who do not have the whole auditory pathways preserved. The surgery, because of its anatomical and functional complexity, requires specific training of the surgeon in an anatomy lab. **Aim:** To study the surgical anatomy of the auditory brainstem implant surgery. **Study design:** Anatomic study. **Material and Method:** In the present study, we dissected a fresh cadaver prepared with a dye solution injected into the arteries and intracranial veins. The location of the insertion of the ABI electrode was studied through translabyrinthine access. **Results:** The surgical technique used for implanting the brainstem electrode is similar to that used in the removal of vestibular schwannoma. The cochlear nucleus complex, comprising ventral and dorsal cochlear nuclei, is the optimal electrode site. The ventral cochlear nucleus is the principal nucleus for transmission of neural impulses from the 8th pair and form the main ascending route of the cochlear nerve. Neither the ventral nor the dorsal nuclei are visible during surgery and their location depends on the identification of adjacent anatomical structures. **Conclusion:** The region for the implantation of the electrode in the auditory brainstem implant presents anatomical landmarks that allow its easy identification during surgery.

¹ Médico assistente doutor.

² Professor Associado da Disciplina de Otorrinolaringologia da FMUSP.

³ Doutor em Ciências Médicas, Médico Assistente.

⁴ Professor de Neuro-anatomia da Disciplina de Topografia Estrutural Humana da FMUSP.

⁵ Professor Titular da Disciplina de Topografia Estrutural Humana da FMUSP
HC-FMUSP.

Endereço para correspondência: Rubens de Brito Neto - Av. Angélica 1968 cj. 96 Higienópolis 01228-200 SP
E-mail: rbritoneto@globo.com

Artigo recebido em 23 de março de 2005. Artigo aceito em 24 de maio de 2005.

INTRODUÇÃO

O implante auditivo de tronco cerebral foi desenvolvido para restaurar alguma audição útil em pacientes que apresentam ausência de nervo coclear bilateralmente. Foi desenvolvido primeiramente com um eletrodo monocanal no House Ear Institute (HEI), em Los Angeles, Califórnia. Este primeiro modelo foi utilizado em 25 pacientes entre 1979 e 1992 com resultados clínicos precários¹. A partir desta experiência foi desenvolvido o implante multicanal, em uma parceria do HEI, da Cochlear Corporation (Englewood, Colorado) e a Huntington Medical Research Institute (Pasadena, Califórnia). Apesar de a primeira cirurgia para implantação de um eletrodo auditivo em tronco cerebral datar de 1979, apenas em outubro de 2000 houve aprovação para seu uso clínico².

Os pacientes que classicamente se beneficiam deste tipo de prótese auditiva eletrônica cirurgicamente implantável são aqueles com diagnóstico de neurofibromatose tipo 2 (NF-2), por apresentarem schwannomas vestibulares bilaterais ou crianças com aplasia congênita de nervo coclear. Atualmente a indicação do implante auditivo de tronco cerebral se ampliou e pacientes com integridade neural do VIII par e impossibilidade de colocação de um implante coclear convencional, como portadores de cócleas ossificadas após meningite, são potenciais candidatos a esta cirurgia³⁻⁵. Este fato é importante, pois apesar de os critérios de indicação do implante coclear terem se estendido muito nos últimos anos, este não é possível de ser utilizados nos casos mencionados⁶⁻⁸. Existem pacientes que não se beneficiam desta tecnologia por não permitirem uma estimulação elétrica das vias auditivas periféricas (cóclea e gânglio espiral). Em nossa lista de pacientes aguardando cirurgia por schwannomas vestibulares bilaterais (neurofibromatose tipo 2), temos pelo menos oito indivíduos que poderiam se beneficiar de imediato do implante em tronco cerebral e pelo menos seis pacientes novos com este diagnóstico a cada ano. Nossa experiência cirúrgica com tumores da base lateral do crânio e o fato de realizarmos cirurgias do schwannoma vestibular de rotina pelo Sistema Único de Saúde nos colocam em dívida com estes pacientes. Além destes casos de tumores, se beneficiariam do implante em tronco cerebral os diversos pacientes com obliteração da cóclea após meningite e que, infelizmente, constituem um grande número em nosso ambulatório, além dos raros casos de neuropatia central. O próximo passo dentro de nosso Grupo de Implante Coclear dominar a técnica cirúrgica e disponibilizá-la aos nossos pacientes. No Brasil nem um único paciente foi implantado com este tipo de prótese.

Nosso objetivo neste trabalho foi estudar os parâmetros anatômicos da região de inserção do eletrodo do implante auditivo de tronco cerebral.

MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi desenvolvido no laboratório B1 da Disciplina de Cirurgia Geral e Topográfica Estrutural Humana do Departamento de Cirurgia da FMUSP e no Laboratório de Investigação Médica - Otorrinolaringologia (LIM-32), sendo aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Protocolo 767/04).

Um cadáver fresco foi preparado para dissecação com injeção de solução corante dissolvida em silicone líquido. A estrutura da bancada de dissecação foi derivada da utilizada no Curso Prático de Dissecação do Osso Temporal da Disciplina de Otorrinolaringologia da FM-USP.

A cabeça do cadáver foi armazenada em álcool 75% e preparada para dissecação com o objetivo de enaltecer a vascularização intracraniana. A artéria carótida interna e a veia jugular interna bilateralmente foram identificadas e dissecadas na região cervical. A artéria vertebral também foi dissecada e isolada bilateralmente. Um cateter de diâmetro justo ao dos vasos foi passado pela luz dos mesmos. Os vasos foram amarrados com fio algodão 0 de forma a fixar os cateteres sem espaço para refluxo de líquido. Os vasos foram repetidamente lavados com água através de uma seringa de 60cc até que se obteve uma boa perfusão de seu correspondente contra-lateral, isto é, em se lavando a artéria carótida interna direita deve-se observar a água saindo pela artéria carótida interna esquerda, e não se observe a presença de coágulos de sangue na luz vascular. Esta etapa é fundamental, pois a lavagem insuficiente ou a presença de coágulos impedem a entrada dos corantes nos vasos e o total preenchimento de todo sistema vascular intracraniano, principalmente dos pequenos ramos arteriais. Após o término da lavagem foi injetado o corante. As artérias carótida interna e vertebral foram injetadas pela sua porção cervical e em seqüência foi injetada a veia jugular interna. As artérias foram coradas em vermelho e o sistema venoso em azul. A confecção do corante seguiu a seguinte fórmula:

- A. Artérias: duas partes de polimetil silaxano (thiner) para uma parte de silicone
- B. Veias: uma parte de polimetil silaxano (thinner) para uma parte de silicone

Antes da injeção da solução na luz vascular foi adicionado o catalisador (dilaurate calcium carbonate) na proporção de 10ml para cada 300ml de solução. Os corantes (pigmentos solúveis em água) foram adicionados logo antes da infusão.

A anatomia da região de inserção do eletrodo do implante auditivo de tronco cerebral foi estudada através do acesso translabiríntico ampliado.

RESULTADOS

A técnica cirúrgica utilizada para a implantação do eletrodo de tronco cerebral é semelhante à utilizada na remoção do schwannoma vestibular. O complexo de núcleo coclear, composto pelo núcleo coclear ventral e dorsal, é o local para a colocação do eletrodo. O núcleo coclear ventral é o principal núcleo de transmissão de impulsos neurais do VIII par e seus axônios formam a principal via ascendente do nervo coclear. Tanto o núcleo ventral como o dorsal não são visíveis durante a cirurgia e sua localização depende de identificação de estruturas anatômicas adjacentes. A terminação lateral do quarto ventrículo, o forame de Luschka, se situa entre as saídas dos nervos glossofaríngeo e facial. Em se afastando o flóculus, o cirurgião visualiza uma depressão entre os pares cranianos mencionados, local onde se deve inserir o eletrodo (Figuras 1 e 2). Normalmente, apenas um coto do nervo coclear é identificado, podendo também ser usado como referência ao recesso lateral.

DISCUSSÃO

O conceito de implante auditivo de tronco cerebral é semelhante ao do implante coclear disponível atualmente, com a diferença de configuração do eletrodo, desenhado para ser introduzido ao nível do nervo coclear e não na rampa timpânica da cóclea. Beneficiam-se deste tratamento pacientes que por motivos anatômicos ou funcionais não possam receber estímulos elétricos pela orelha interna. Em países sociologicamente avançados, a principal causa da perda estrutural das vias auditivas periféricas bilateralmente é a neurofibromatose tipo 2, cuja característica essencial é a de evoluir com schwannomas vestibulares bilaterais⁹. Porém isto não ocorre no Brasil. Infelizmente as etiologias infecciosas ainda são responsáveis pela maioria dos casos de surdez, e, entre elas, a meningite certamente é a principal. Em dados a serem por nós publicados, observamos que 23.9% de todos os nossos casos já implantados com algum tipo de implante coclear multicanal são pacientes que perderam a audição após meningite.

Este fato é preocupante, uma vez que o prognóstico da função auditiva após a implantação está intimamente relacionado à quantidade de elementos neurais viáveis à implantação e ao correto posicionamento dos eletrodos na cóclea. A meningite contraria estes dois fatores. Primeiro, é a etiologia que mais leva à destruição de células ciliadas da cóclea e neurônios do nervo coclear e, em segundo, comumente leva a algum grau de ossificação da cápsula ótica. Observando nossos resultados em discriminação de sentenças, novamente em dados a serem publicados, vemos que os pacientes com meningite adquirem discriminação bastante inferior (média de 22% em sentenças em formato aberto) aos portadores de etiologias diversas (média de 82% em sentenças em formato aberto), resultados

que os impossibilitam de manter conversação sem auxílio da leitura labial. Além da questão funcional, a meningite foi responsável por todos os nossos seis casos de falha técnica no posicionamento do eletrodo durante a cirurgia, com conseqüente explantação da unidade interna e necessidade de nova cirurgia para implantação de novos eletrodos. Este fator infeccioso amplia muito a necessidade de se tornar disponível uma alternativa ao implante coclear convencional no Brasil. Os pacientes com neurofibromatose tipo 2 são raros, mesmo em um serviço de referência

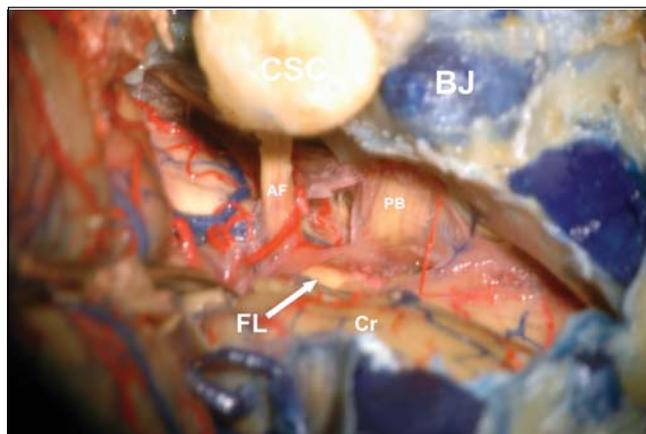


Figura 1. Como limites laterais observamos os canais semi-circulares (CSC) e o bulbo da jugular (BJ). Os pares cranianos VII e VIII (AF), relacionados à cápsula ótica, e IX, X e XI pares cranianos (PB), relacionados ao bulbo da jugular, podem ser vistos desde sua emergência no tronco cerebral (flóculus cerebelar afastado com uma espátula). A artéria cerebelar ântero-inferior contorna, neste caso, o feixe acústico-facial (AF). O Forame de Luschka (FL) aparece como depressão branca na ponta da seta (Cr: cerebelo).

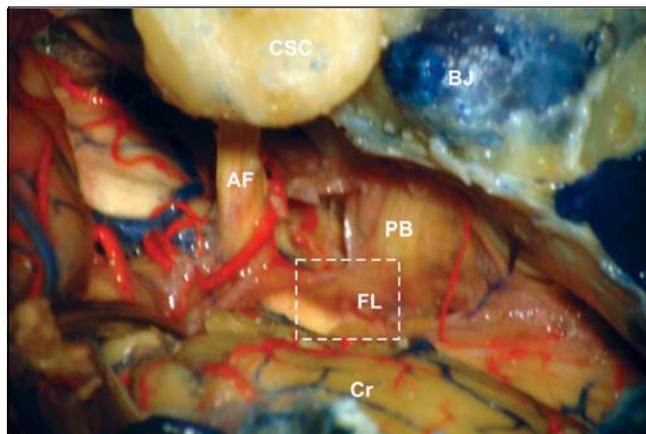


Figura 2. Aumento maior mostrando a depressão existente entre o feixe acústico-facial (AF) e os pares bulbares (PB) (quadrado branco). Esta depressão corresponde ao forame de Luschka (FL) e é facilmente visível após o afastamento do flóculus cerebelar (BJ: bulbo da jugular, CSC: canais semi-circulares, Cr: cerebelo).

como o Hospital das Clínicas da FMUSP. Não mais de seis casos por ano nos procuram, alguns já sem indicação cirúrgica. Porém, levando em conta a evolução trágica mas lentamente progressiva desta doença, o impacto do restauro de alguma audição útil a estes pacientes é extremamente elevado. Por esta razão vemos o implante auditivo de tronco cerebral o próximo passo a ser realizado em nosso Grupo de Otologia, o que faz obrigatório o estudo e desenvolvimento da técnica cirúrgica em laboratório de anatomia.

Em relação à via de acesso utilizada para a implantação dos eletrodos no tronco cerebral, duas são as principais: a via retrossigmoidea suboccipital e a via translabiríntica¹⁰. Acreditamos que a via de acesso escolhida deva ser ampla o suficiente para permitir a correta identificação dos parâmetros anatômicos utilizados como referência ao correto posicionamento dos eletrodos, e a escolha entre estes dois acessos é feita conforme a experiência do cirurgião com cada um deles. A maioria dos otorrinolaringologistas optam pelo acesso translabiríntico em cirurgias para exérese de schwannomas vestibulares grandes ou com audição deteriorada, e, portanto, em se realizando a implantação no mesmo tempo cirúrgico, este acesso é o escolhido por nós. Apresenta as vantagens da identificação do nervo facial antes de sua imersão no tumor, evita a retração cerebelar mesmo em grandes tumores e oferece acesso direto ao forame de Luschka. Os pacientes submetidos à cirurgia por este acesso acordam bem e rapidamente, raramente tendo problemas anestésicos. As desvantagens são a exposição limitada dos pares cranianos bulbares e grandes vasos da fossa cerebral posterior, que se encontram posteriores ao tumor na visão do cirurgião, e a possibilidade de variação anatômica do bulbo da jugular ou seio sigmóide, ou mesmo uma mastóide pequena, limitar muito o acesso. O acesso retrossigmoideo suboccipital é tradicionalmente o preferido dos neurocirurgiões. É bastante seguro e permite a exposição ampla da fossa cerebral posterior mostrando as relações do tumor com os pares cranianos bulbares e grandes vasos. Contudo requer retração cerebelar extensa e portanto desequilíbrio no pós-operatório, além de não permitir a identificação precoce do nervo facial. Em ambos os acessos, a identificação da emergência do nervo coclear no tronco cerebral e o plexo coróide deve ser realizada e suas posições marcadas, com o objetivo de referência ao posicionamento dos eletrodos¹¹.

O local de inserção do eletrodo do implante auditivo de tronco cerebral é o complexo do núcleo coclear, composto pelos núcleos dorsal e ventral, que corresponde ao local onde terminam os axônios do nervo coclear. O núcleo dorsal se localiza superiormente ao recesso lateral do quarto ventrículo, enquanto que o núcleo ventral se encontra encoberto pelo pedúnculo cerebelar médio. Portanto não são visíveis ao cirurgião e devem ser localizados através de referências anatômicas localizadas na superfície

da ponte. Entre a emergência dos nervos facial e glossofaríngeo se situa o recesso lateral ou forame de Luschka. O núcleo coclear dorsal (NCD) é o principal núcleo receptor de axônios do nervo coclear e forma a principal via ascendente auditiva, porém o local preferível para colocação do eletrodo é o forame de Luschka onde se encontra o núcleo coclear ventral (NCV) e parte inferior do NCD, em razão de ser esta a região que se mostrou menos susceptível em originar estímulos não-auditivos, como estímulos dos nervos facial e glossofaríngeo ou de regiões adjacentes como o flóculus e o cerebelo¹². A importância em se posicionar bem o eletrodo está em se evitar justamente os efeitos colaterais desta estimulação neural não auditiva. Eletrodos posicionados no forame de Luschka têm se mostrado eficazes em estimulação auditiva com efeitos colaterais mínimos, além de se mostrarem estáveis pelo fato do foram estarem em local espacialmente limitado^{13,14}.

Em nossa dissecação cirúrgica estudamos estas referências por acesso translabiríntico, ao qual estamos confortáveis tecnicamente. Não houve dificuldade em reconhecer com precisão o recesso lateral (forame de Luschka), depressão bastante visível entre o feixe acústico-facial e os pares bulbares. É necessário lembrar que a exérese de grandes tumores leva a uma alteração da anatomia na região, principalmente em relação a emergência do VIII par na ponte, difícil de se reconhecer com a perda da integridade do nervo durante a cirurgia, e em presença de restos de aracnóide. A observação de regiões anatomicamente preservadas além do leito tumoral, distal ou proximal, e a eletromiografia intra-operatória sem dúvida são parâmetros úteis durante o procedimento de posicionamento dos eletrodos.

CONCLUSÃO

A região de implantação do eletrodo do implante auditivo de tronco cerebral apresenta referências anatômicas que permitem sua identificação durante a cirurgia. O estudo da técnica cirúrgica em laboratório de anatomia deve ser encorajado, principalmente em razão da importância de se conhecer com exatidão estas referências anatômicas pelo cirurgião.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shannon RV, Fayad J, Moore J, Lo WW, Otto S, Nelso RA. Auditory brainstem implant (ABI): Post surgical issues and performance. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1993; 108: 634-42.
2. Toh EH, Luxford WM. Cochlear and brainstem implantation. *Otolaryngol Clin N Am* 2002; 35: 325-42.
3. Colletti V, Carner M, Fiorino F, Sacchetto L, Miorelli V, Orsi A, Cilurzo F, Pancini L. Hearing restoration with auditory brainstem implant in three children with cochlear nerve aplasia. *Otology and Neurotology* 2002; 23: 682-93.
4. Grayeli AB, Bouccara D, Kalamarides M, Ambet-Dahan E, Coudert C, Cyna-Gorse F, Sollmann WP, Rey A, Sterkers O. Auditory brainstem implant in bilateral and completely ossified cochleae. *Otology and Neurotology* 2003; 24: 79-82.

-
5. Nevison B, Laszig R, Sollmann WP, Lenarz T, Sterkers O, Ramsden R, Fraysse B; Manrique M, Rask-Anderson H, Garcia-Ibanez E, Colletti V; Wallenberg E. Results from a European Clinical Investigation of the Nucleus Multichannel Auditory Brainstem Implant. *Ear Hearing* 2002; 23: 170-83.
 6. Bento RF, Sanchez TG, Brito Neto RV. Critérios de indicação de implante coclear. *Arq. Fund. Otorrinolaringol* 1997; 1: 66-7.
 7. Goffi Gómez MA, Bento RF, Brito Neto RV, Castilho AM, Peralta CO, Giorgi SB, Guedes MC, Tsuji RK. Critérios de seleção e avaliação médica e audiológica dos candidatos ao implante coclear: protocolo do HC-FMUSP. *Arq Otorrinolaringol* 2004; 8: 303-23.
 8. Bento RF, Brito Neto RV, Castilho AM, Goffi Gomez MA, Giorgi SB, Guedes MC. Resultados auditivos com o implante coclear multicanal em pacientes submetidos a cirurgia no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. *Rev Brasileira de Otorrinolaringologia* 2004; 70: 632-7.
 9. Briggs RJS, fagan P, Atlas M, Kaye AH, Sheehy J, Hollow R, Shaw S, Clark GM. Multichannel auditory brainstem implantation: the Australian experience. *J Laryngol Otol* 2000; 114: 46-9.
 10. Vautrin R, Mertens P, Streichenberger N, Ceruse P, Truy E. Abord et réparation oto-neuro-chirurgicaux des noyaux cochléairesw. Intérêt dans l'implantation auditive du tronc cerebral. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1998; 119: 171-6.
 11. Sollmann WP, Laszig R, Marangos N. Surgical experiences in 58 cases using the Nucleus 22 multichannel auditory brainstem implant. *J Laryngol Otol* 2000; 114: 23-6.
 12. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Miorelli V, Guida M, Colletti L. Auditory brainstem implant as a salvage treatment after unsuccessful cochlear implantation. *Otology and Neurotology* 2004; 25: 485-96.
 13. Ebinger K, Otto S, Arcaroli J, Staller S, Arndt P. Multichanne auditoru brainstem implant: US clinical trial results. *J Laryngol Otol* 2000; 114: 50-3.
 14. Lenarz M, Mathihies C, Shiedat AL, Frohne C, Rost U, Illg A, Battmer RD, Sammi M, Lanerz T. Auditory brainstem implant part II: Subjective assessment of functional outcome, *Otology and Neurotology* 2000; 23: 691-7.