

# Czynniki prognostyczne zachowania słuchu u pacjentów operowanych z powodu guza kąta mostowo-mózdkowego

## Prognostic factors of preserving hearing in patients operated for cerebellopontine angle tumour

KRZYSZTOF MORAWSKI, ALEKSANDRA HRYCIUK, ROBERT MORAWSKI, KATARZYNA PIERCHAŁA, KAZIMIERZ NIEMCZYK

Katedra i Klinika Otolaryngologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Dzięki postępowi w diagnostycznych technikach obrazowych i audiologii wzrasta wykrywanie guzów okolicy kąta mostowo-mózdkowego (CPAT) we wczesnej fazie jego rozwoju, kiedy funkcja narządu słuchu jest stosunkowo dobrze zachowana. W konsekwencji chirurg, poza radykalnym usunięciem guza, musi zwrócić szczególną uwagę na „zachowawcze” techniki operacyjne, w których zminimalizowane jest prawdopodobieństwo, jak i stopień śródoperacyjnego uszkodzenia narządu słuchu. W pracy omówiono metody oceny wydolności słuchu u pacjentów z CPAT w okresie przedoperacyjnym. Przedstawiono zasady decyzji odnośnie wyboru dojścia chirurgicznego do CPAT. W szczególności skoncentrowano się na śródoperacyjnym monitorowaniu słuchu oraz czynnikach prognostycznych i parametrach guza, które dobrze korespondują z pooperacyjnymi wynikami słuchowymi. Przedoperacyjna analiza tych czynników ułatwia minimalizację efektów niepożądanych i zachowanie użytecznego słuchu po operacji, pozwalając tym samym na powrót pacjenta do normalnego życia rodzinnego i zawodowego.

**Słowa kluczowe:** guz okolicy kąta mostowo-mózdkowego, czynniki prognostyczne zachowania słuchu

Progress in audiological and imaging techniques has improved the diagnosis of cerebello-pontine tumours (CPAT) and enabled the discovery of tumour at the stage when relatively good useful level of hearing is preserved. Thus the surgeon, in addition to radical removal of tumour must pay particular attention and use “conservation-friendly” operative techniques that enable minimising both the hazard and the degree of intraoperative damage to the hearing organ. The authors describe various audiological classification methods for evaluation of hearing ability in CPAT patients and preoperative criteria for hearing preservation. Principles of deciding about the choice of operative access to CPAT are reported. Particular attention is paid to intraoperative monitoring of hearing and prognostic factors including the size of tumour that well correspond to postoperative hearing preservation results. Preoperative analysis of those factors makes it possible to minimize the adverse effects and preserve useful post-operative hearing ability, thereby enabling the patient to resume his/her regular family, social, and professional life activities.

**Keywords:** cerebello-pontine angle tumour, acoustic tumour, hearing preservation predictive factors

© Otorinolaryngologia 2012, 11(1): 1-6

www.mediton.pl/orl

**Adres do korespondencji / Address for correspondence**

Dr hab. n med. Krzysztof Morawski  
Katedra i Klinika Otolaryngologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
ul. Banacha 1A, 02-097 Warszawa  
tel. 22 599-25-21, 22 599-25-04

### Wstęp

Systematyczny postęp w audiologii oraz w diagnostycznych technikach obrazowych znacząco przyspieszył diagnostykę guzów okolicy kąta mostowo-mózdkowego (CPAT). Znacząco wzrosła częstość wykrywania guzów we wczesnej fazie rozwoju, w której funkcja narządu słuchu jest stosunkowo

dobrze zachowana. W związku z tym, chirurg poza radykalnym usunięciem guza, musi zwrócić szczególną uwagę na zminimalizowane prawdopodobieństwa, jak i stopnie śródoperacyjnego uszkodzenia narządu słuchu. Minimalizacja efektów niepożądanych pozwala na powrót pacjenta po operacji do normalnego życia rodzinnego i zawodowego.

## Metody oceny słuchu u pacjentów z CPAT

W praktyce klinicznej stosuje się wiele metod oceny wydolności słuchu przed-, jak i pooperacyjnej. Najpopularniejszą jest skala zaproponowana przez *American Association of Otolaryngology – Head and Neck Surgery* (AA-HNS) [1], która dzieli pacjentów na cztery klasy: A, B, C i D. Klasa A i B oznacza, że słuch zachowany jest na poziomie użytecznym (serviceable). Inną popularną metodą jest klasyfikacja wg Garden-Robertsona, w której autorzy wprowadzają skalę 5 stopniową, a stopień I i II odpowiada klasie A i B wg AA-HNS, czyli słuchowi użytecznemu [2]. Podobne kryteria użyteczności słuchu przyjmuje Shelton i wsp., jak też Mohr i wsp. [3,4]. Nieco odmienną koncepcję oceny poziomu słuchu użytecznego podjęli Samii i Matthies (1997), definiując go jako PTA (*Pure Tone Average*) równy lub lepszy niż 40 dB HL, przy progu wykrywania mowy 70% lub lepszym (*Speech Detection Threshold – SDT*) [5]. Z kolei Nadol i wsp. definiują słuch użyteczny jako próg rozumienia mowy (*Speech Reception Threshold – SRT*) wynoszący 70 dB lub mniejszy oraz współczynnik rozróżniania mowy (*Speech Discrimination Score – SDS*) równy 15% lub więcej [6].

Jak wskazuje ta krótka analiza definicji słuchu użytecznego po operacjach guza kąta mostowo-mózdkowego, analiza porównawcza wyników wielu autorów jest różna, stąd może prowadzić do bardzo zróżnicowanych wniosków.

Dugar i wsp. wykazali, stosując różne skale oceny zachowania słuchu po operacji u tych samych pacjentów, że częstość zachowania słuchu w tej samej grupie pacjentów może wahać się od 10% do 56% w zależności od zastosowanych kryteriów oceny [7]. Do podobnych wniosków dochodzą Lassaletta i wsp., wykazując dobry wynik zachowania słuchu od 0% do 40% w tej samej grupie chorych, w zależności od zastosowanych kryteriów oceny [8].

## Wybór operacyjnej drogi dojścia

Wg Irwina i wsp. w przypadku dojścia odpowiednio przez dół środkowy lub z dojścia retrosigmoidalnego odsetek pacjentów z zachowanym po operacji słuchem na poziomie A lub B wg klasyfikacji AA-OHNS wynosi odpowiednio 51% i 14% [9]. Analogiczna analiza przeprowadzona przez Kumona i wsp. (2000) wykazuje, że częstość ta wynosi odpowiednio 53% i 47% [10], a przeprowadzona przez Colletti'ego i wsp. – 40% i 52% [11]. Staecker i wsp. wykazują, że u pacjentów operowanych z dojścia przez dół środkowy średnia pooperacyjna wartość PTA wynosiła 49 dB HL, podczas gdy u operowanych z dojścia retrosigmoidalnego 62 dB HL [12].

Zachowanie słuchu z dojścia przez dół środkowy w badaniach Holsingera i wsp. wystąpiło u 69% operowanych osób, a z dojścia retrosigmoidalnego u 33% pacjentów [13]. Gorsze wyniki w przypadku dojścia retrosigmoidalnego niewątpliwie wynikają, przynajmniej częściowo, z faktu, że ten typ dojścia jest preferowany w przypadku guzów większych. Jako czynniki różnicujące ostateczne wyniki wymieniane są aspekty, takie jak lepsza wizualizacja masy guza, lepszy wgląd do dna przewodu słuchowego wewnętrznego, czy też lepszy dostęp do naczyń struktur ucha wewnętrznego w przypadku dojścia przez dół środkowy [11]. Częstości zachowania anatomicznego części ślimakowej nerwu VIII oceniane po zakończeniu operacji dla dojścia przez dół środkowy i dojścia retrosigmoidalnego w materiale Colletti'ego i wsp. wskazuje, że wyniosło ono odpowiednio 96% i 92% i nie była to różnica znamienna [11]. Należy więc założyć, że sam aspekt dojścia operacyjnego do guza nie jest głównym czynnikiem różnicującym wyniki słuchowe po zabiegach. Analiza materiału własnego z dojściem do guza przez dół środkowy wykazała, że we wszystkich przypadkach część ślimakowa nerwu VIII anatomicznie została zachowana [14].

## Kryteria przedoperacyjnej decyzji o próbie śródoperacyjnego zachowania słuchu

Analiza piśmiennictwa dotyczącego zachowania słuchu w operacjach guza kąta mostowo-mózdkowego wskazuje na istnienie różnych trendów. Część autorów uważa, że słuch jest mało istotny i z założenia próbuje się go zachować śródoperacyjnie jedynie w przypadku, gdy guz jest mniejszy niż 20 mm, a wartość PTA lepsza niż 60 dB HL [15]. Dość podobne podejście prezentuje Tator i wsp., próbując zachować słuch śródoperacyjnie jedynie u pacjentów z guzem mniejszym niż 25 mm, wartością SDS lepszą niż 60% i progiem percepcji mowy lepszym niż 50 dB HL [16]. Shelton i wsp. proponują, aby kryterium kwalifikującym był próg percepcji mowy lepszy niż 30 dB i SDS większe lub równe 70% [4]. Harner i wsp. za kryterium kwalifikacyjne do operacji zachowującej słuch przyjmują średnicę guza mniejszą od 25 mm i słuch na poziomie normalnym lub użytecznym [17]. Jednak coraz częściej spotkać można opinie, że do każdego chorego należy podejść indywidualnie i próbować zachowywać słuch w każdym przypadku, jeżeli jest w jakimś stopniu zachowany przed operacją, a zwłaszcza jeżeli rejestrowane są powtarzalne zapisy ABR [8,18-22]. Niektórzy idą jeszcze dalej i rozważają zabiegi z zachowaniem słuchu, zwłaszcza dla małych guzów, nawet jeśli w przedoperacyjnych badaniach zapisy ABR są całkowicie zdezynchronizowane, a słuch jest bardzo

uszkodzony [23,24]. Monitoring śródoperacyjny słuchu i parametry guza a zachowanie słuchu

### Monitoring śródoperacyjny słuchu i parametry guza a zachowanie słuchu

W materiale Kliniki Otolaryngologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego w odniesieniu do guzów o rozmiarze w osi długiej nieprzekraczającym 25 mm i wypełniającym przewód słuchowy wewnętrzny w 54% przypadków uzyskano po zabiegu operacyjnym pogorszenie PTA o 10 dB lub mniej przy zastosowaniu dojścia przez środkowy dół czaszki ze śródoperacyjnym monitorowaniem słuchu [25]. Takie wyniki są zgodne z wynikami prezentowanymi przez innych autorów. Mullatti i wsp. donoszą, że w ich materiale pacjentów operowanych z powodu guza (schwannoma) okolicy kąta mostowo-mózdkowego słuch po operacji na satysfakcjonującym poziomie zachowany był w 56% przypadków [26].

Inni autorzy, w których materiale dominowały guzy zlokalizowane wewnątrz przewodu słuchowego wewnętrznego (intra-canalicular tumors) osiągnęli zachowanie słuchu w 50% do 77% przypadków [5,27-33]. Za jeden z czynników prognostycznych dobrego zachowania słuchu uważa się śródoperacyjne monitorowanie narządu słuchu. Zostało to dobrze udokumentowane w dwóch raportach z jednego ośrodka [26,34]. Ich autorzy, dzięki zastosowaniu monitoringu śródoperacyjnego słuchu, w przypadkach operowanych nerwiaków osiągnęli poprawę wskaźnika zachowania słuchu z 33% do 56%. Do monitorowania śródoperacyjnego zastosowali oni technikę elektrokochleografii (*electrocochleography* – ECochG). Bezdyskusyjnie należy mieć świadomość, że poza śródoperacyjnym monitorowaniem ważną rolę w poprawie wyników odegrało również, wzrastające wraz z liczbą wykonanych operacji, doświadczenie chirurga.

Analizując doniesienia literaturowe trzeba zauważyć, że innymi czynnikami wpływającymi na pooperacyjne wyniki słuchowe są rozmiar i lokalizacja guza. Danner i wsp. wykazali, że osiągnęli zachowanie słuchu aż u 71% operowanych pacjentów dla przypadków guzów o rozmiarach wahających się od 5 do 10 mm, a tylko w 32%, gdy rozmiar ten wyniósł 10-25 mm. Powyższa grupa pacjentów monitorowana była śródoperacyjnie z zastosowaniem techniki rejestrującej potencjały czynnościowe z nerwu ślimakowego (*compound nerve action potential* – CNAP). W przypadku analogicznych grup pacjentów, ale monitorowanych śródoperacyjnie z zastosowaniem słuchowych potencjałów wywołanych z pnia mózgu (*Auditory*

*Brainstem Response* – ABR) uzyskane wyniki słuchowe wynosiły odpowiednio 41% i 10% [35]. Nadol i wsp. wykazali zachowanie słuchu użytecznego na poziomie 50% w guzach wewnątrzprzewodowych, podczas gdy dla guzów powyżej 25 mm wartość ta spadała do 12% [6]. Analiza 5 przypadków zpooperacyjnym prawidłowym słuchem dokonana przez Harner i wsp. wykazała, że 3 z 5 przypadków to guzy poniżej 10 mm, po jednym przypadku guz o wielkości 11-20 mm i 21-30 mm. Powyższe przypadki monitorowane były śródoperacyjnie za pomocą techniki ABR [36].

Inne czynniki, jak stopień wypełnienia przez guz światła przewodu słuchowego wewnętrznego, czy też zrosty między guzem a nerwem ślimakowym powinny być również rozważane jako czynniki prognostyczne w odniesieniu do zachowania słuchu po operacji [3,37]. Mohr i wsp. ocenili wpływ stopnia wypełniania przewodu słuchowego wewnętrznego masami guza oraz jego relacji do dna przewodu w stosunku do stanu słuchu po operacji. Metody ECochG i ABR były stosowane do śródoperacyjnego monitorowania narządu słuchu. Autorzy ci wykazali, że nawet w małych guzach, o rozmiarze poniżej 15 mm, osiągnęto niski odsetek pooperacyjnego słuchu na poziomie użytecznym, jeżeli guz wypełniał cały przewód słuchowy wewnętrzny, podczas gdy dla guzów, które tylko częściowo wypełniały przewód, odsetek ten wzrastał do wartości 52,8% [3]. Podobne wnioski wyciągają Somers i wsp. [38].

Również stopień poszerzenia rozmiaru przewodu słuchowego wewnętrznego opisywany jest jako czynnik rokowniczy niekorzystnie wpływający na zachowanie słuchu na poziomie użytecznym [39,40]. W badaniach wieloczynnikowych wykazano, że rozmiar guza i stopień wypełnienia przewodu masami guza oddziałują znamienne statystycznie jako czynniki niezależne, czego nie udało się wykazać odnośnie stanu słuchu przed operacją [3]. Zbliżone wnioski wyciągają Colletti i wsp. W grupie guzów małych o rozmiarze nieprzekraczającym 18 mm, wielkość guza jako czynnika niezależnego nie wykazywała znaczącego wpływu na zachowanie słuchu na poziomie użytecznym [11]. Chociaż niewątpliwie prawdopodobieństwo zachowania słuchu jest znaczące w przypadkach guzów małych, to jednak dla dużych guzów też nie należy wykluczać możliwości takiego sukcesu. Fahlbusch i wsp. podsumowali wyniki w grupie osób z guzami o rozmiarze 20-49 mm (średnio 30,5 mm). W obserwacji późnej autorom udało się zachować słuch użyteczny w 27,5% przypadków, chociaż po operacji odsetek ten wynosił 43,1%. Jednak aż w 11 przypadkach słuch pogarszał się z upływem czasu. W dwóch przypadkach doszło do polepsze-

nia słuchu po operacji [41]. Dodatkowo, ci sami autorzy przeprowadzili analizę zachowania słuchu dla dwóch przedziałów rozmiarów guza i osiągnęli następujące wyniki: dla guzów o średnicy 20-29 mm – słuch zachowano w 37% przypadków, natomiast dla guzów 30-49 mm – słuch zachowano w 23,5% przypadków. Pacjenci byli monitorowani śródoperacyjnie z zastosowaniem metody ABR [42].

Problem zachowania słuchu w większych guzach okolicy kąta mostowo-mózdkowego jest wciąż dyskusyjny. Część autorów opowiada się za próbą zachowania słuchu u każdego pacjenta niezależnie od rozmiaru guza [19-22,32,41], podczas gdy inni uważają to za mało istotny cel, zwłaszcza jeżeli rozmiar guza przekracza 25 mm [16,17,43]. Fischer i wsp. donoszą o zachowaniu słuchu w 20% przypadków dla guzów większych niż 30 mm [19], podczas gdy Frerebeau i wsp. donoszą o zachowaniu słuchu u 25% z guzami 20-40 mm i 11% dla guzów powyżej 40 mm [20]. Inne doniesienia w przypadku dużych guzów o rozmiarach 20-40 mm wskazują na zachowanie słuchu wahające się od 10% do 26% [17,44-46].

### Czynniki prognostyczne

Podsumowując dyskusję na temat przedoperacyjnych czynników rokowniczych stwierdzić należy, że za korzystne większość autorów uważa wiek poniżej 50 lat, płeć żeńską, guz mniejszy niż 20 mm, stopień wypełnienia przewodu słuchowego wewnętrznego nie większy niż 30% [47]. Wykazuje się też odwrotnie proporcjonalną zależność między poszerzeniem przewodu słuchowego wewnętrznego a wynikami słuchowymi [5,48-57]. Co do płci i wieku kontrowersje są dość znaczne [5,6,19,48]. Generalnie w większości prac istnieje zgoda co do rozmiaru guza, chociaż różnice pojawiają się w odniesieniu do sposobu oceny jego wielkości [5,19,31,33,50-52,55-59]. Miejsce wyjścia guza, z dolnego lub z górnego nerwu przedsionkowego,

jest również rozważane jako istotny czynnik prognostyczny. Shelton i wsp. przeanalizowali wyniki grupy 106 pacjentów z guzem kąta mostowo-mózdkowego operowanych z dojścia przez dół środkowy wykazując zachowanie słuchu użytecznego w 68% przypadków dla guzów wywodzących się z nerwu przedsionkowego górnego i 43% przypadków dla guzów wywodzących się z nerwu przedsionkowego dolnego [56]. Dane innych autorów również prowadzą do podobnych wniosków [60,61].

Nigdy nie należy zapominać o doświadczeniu chirurga i wpływie krzywej uczenia na wynik operacji [5,21,50,62-64]. Chociaż i w tym aspekcie zasadniczy postęp dotyczy przede wszystkim małych, wewnątrzprzewodowych guzów ze stosunkowo dobrze zachowanym przedoperacyjnym słuchem. Kanzaki i wsp. wykazali wzrost częstości zachowania słuchu użytecznego w małych, wewnątrzprzewodowych guzach z 33% do 67% w porównaniu z grupą operowaną w latach 1989-1994 do okresu, kiedy doświadczenie operatora znacznie wzrosło w latach 1995-1999, jednocześnie nie wykazując różnic w analogicznych okresach dla grup z większymi guzami i gorszym wyjściowym słuchem [63].

### Podsumowanie

Podsumowując, w literaturze jest wiele doniesień na temat zachowania słuchu po operacjach guzów okolicy kąta mostowo-mózdkowego. Porównywanie wyników z różnych ośrodków bywa trudne, ponieważ często grupy są znacznie zróżnicowane ze względu na: (i) chirurgiczne dojścia; (ii) wielkość guza; (iii) relację masy guza do przewodu słuchowego wewnętrznego i jego dna; (iv) wieku i płci pacjenta; (v) przedoperacyjny stopień uszkodzenia narządu słuchu; (vi) punkt wyjścia guza; (vii) obecność zrostów między guzem a strukturami sąsiednimi, (viii) technikę monitorowania śródoperacyjnego narządu słuchu; (ix) doświadczenie chirurga.

### Piśmiennictwo

1. Committee on Hearing and Equilibrium guidelines for the evaluation of hearing preservation in acoustic neuroma (vestibular schwannoma). American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, INC. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995, 113(3): 179-80.
2. Gardner G, Robertson JH. Hearing preservation in unilateral acoustic neuroma surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1988, 97(1): 55-66.
3. Mohr G, Sade B, Dufour JJ, Rappaport JM. Preservation of hearing in patients undergoing microsurgery for vestibular schwannoma: degree of meatal filling. *J Neurosurg* 2005, 102(1): 1-5.
4. Shelton C, Hitselberger WE, House WF, Brackmann DE. Hearing preservation after acoustic tumor removal: long-term results. *Laryngoscope* 1990, 100(2 Pt 1): 115-9.
5. Samii M, Matthies C. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): hearing function in 1000 tumor resections. *Neurosurgery* 1997, 40(2): 248-60.
6. Nadol JB Jr, Chiong CM, Ojemann RG, McKenna MJ, Martuza RL, Montgomery WW i wsp. Preservation of hearing and facial nerve function in resection of acoustic neuroma. *Laryngoscope* 1992, 102(10): 1153-8.

7. Dugar J, Nikolopoulos TP, O'Donoghue GM. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery: the impact of different patient selection criteria. *Laryngoscope* 2002, 112(11): 2051-3.
8. Lassaletta L, Fontes L, Melcon E, Sarria MJ, Gavilan J. Hearing preservation with the retrosigmoid approach for vestibular schwannoma: myth or reality? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003, 129(4): 397-401.
9. Irving RM, Jackler RK, Pitts LH. Hearing preservation in patients undergoing vestibular schwannoma surgery: comparison of middle fossa and retrosigmoid approaches. *J Neurosurg* 1998, 88(5): 840-5.
10. Kumon Y, Sakaki S, Kohno K, Ohta S, Nakagawa K, Ohue S i wsp. Selection of surgical approaches for small acoustic neurinomas. *Surg Neurol* 2000, 53(1): 52-9.
11. Colletti V, Fiorino F. Middle fossa versus retrosigmoid-transmeatal approach in vestibular schwannoma surgery: a prospective study. *Otol Neurotol* 2003, 24(6): 927-34.
12. Staecker H, Nadol JB Jr, Ojeman R, Ronner S, McKenna MJ. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery: middle fossa versus retrosigmoid approach. *Am J Otol* 2000, 21(3): 399-404.
13. Holsinger FC, Coker NJ, Jenkins HA. Hearing preservation in conservation surgery for vestibular schwannoma. *Am J Otol* 2000, 21(5): 695-700.
14. Jamróz B, Niemczyk K, Morawski K, Bartoszewicz R. Poszerzony dostęp przez środkowy dół czaszki w leczeniu nerwiaków nerwu słuchowego – technika operacyjna w aspekcie możliwych powikłań. *Otolaryngol Pol* 2010, 64(7): 3-9.
15. Yokoh A, Kobayashi S, Tanaka Y, Gibo H, Sugita K. Preservation of cochlear nerve function in acoustic neurinoma surgery. *Acta Neurochir (Wien)* 1993, 123(1-2): 8-13.
16. Tator CH, Nedzelski JM. Preservation of hearing in patients undergoing excision of acoustic neuromas and other cerebellopontine angle tumors. *J Neurosurg* 1985, 63(2): 168-74.
17. Harner SG, Laws ER Jr, Onofrio BM. Hearing preservation after removal of acoustic neurinoma. *Laryngoscope* 1984, 94(11 Pt 1): 1431-4.
18. Baldwin DL, King TT, Morrison AW. Hearing conservation in acoustic neuroma surgery via the posterior fossa. *J Laryngol Otol* 1990, 104(6):463-7.
19. Fischer G, Fischer C, Rémond J. Hearing preservation in acoustic neurinoma surgery. *J Neurosurg* 1992, 76(6): 910-7.
20. Frerebeau P, Benezech J, Uziel A, Coubes P, Segnarbieux F, Malonga M. Hearing preservation after acoustic neurinoma operation. *Neurosurgery* 1987, 21(2): 197-200.
21. Jannetta PJ, Møller AR, Møller MB. Technique of hearing preservation in small acoustic neuromas. *Ann Surg* 1984, 200(4): 513-23.
22. Samii M, Turel KE, Penkert G. Management of seventh and eighth nerve involvement by cerebellopontine angle tumors. *Clin Neurosurg* 1985, 32: 242-72.
23. Jackson LE, Roberson JB Jr. Acoustic neuroma surgery: use of cochlear nerve action potential monitoring for hearing preservation. *Am J Otol* 2000, 21(2): 249-59.
24. Roberson JB Jr, Jackson LE, McAuley JR. Acoustic neuroma surgery: Absent auditory brainstem response does not contraindicate attempted hearing preservation. *Laryngoscope* 1999, 109(6): 904-10.
25. Morawski K, Niemczyk K, Bohorquez J, Marchel A, Delgado R, Ozdamar O, Telischi F. Intraoperative Monitoring of Hearing During Cerebello-Pontine Angle Surgery Using Transtympanic Electrocochleography. *Otol Neurotol* 2007, 28(4): 541-545.
26. Mullatti N, Coakham H B, Maw A R, Butler S R, Morgan MH. Intraoperative monitoring during surgery for acoustic neuroma: benefits of an extratympanic intrameatal electrode. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999, 66(5): 591-599.
27. Dornhoffer JL, Helms J, Hoehmann DH. Hearing preservation in acoustic tumor surgery: results and prognostic factors. *Laryngoscope* 1995, 105(2): 184-7.
28. Haines SJ, Levine SC. Intracanalicular acoustic neuroma: Early surgery for preservation of hearing. *J Neurosurg* 1993, 79(4): 515-20.
29. Kanzaki J, O-Uchi T, Ogawa K, Shiobara R, Toya S. Hearing preservation by the extended and non-extended middle cranial fossa approach for acoustic neuroma. *Skull Base Surg* 1994, 4(2): 76-81.
30. Kanzaki J, Ogawa K, Inoue Y, Shiobara R, Toya S. Quality of hearing preservation in acoustic neuroma surgery. *Am J Otol* 1998, 19(5): 644-8.
31. Ramsden RT, Moffat DA. Intracanalicular acoustic neuromas: the case for early surgery. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1994, 19(1): 1-2.
32. Samii M, Matthies C, Tatagiba M. Intracanalicular acoustic neurinomas. *Neurosurgery* 1991, 29(2): 189-98.
33. Shelton C, Hitselberger WE. The treatment of small acoustic tumors: now or later? *Laryngoscope* 1991, 101(9): 925-8.
34. Torrens M, Maw R, Coakham H, Butler S, Morgan H. Facial and acoustic nerve preservation during excision of extracanalicular acoustic neuromas using the suboccipital approach. *Br J Neurosurg* 1994, 8(6): 655-65.
35. Danner C, Mastrodimos B, Cueva RA. A comparison of direct eighth nerve monitoring and auditory brainstem response in hearing preservation surgery for vestibular schwannoma. *Otol Neurotol* 2004, 25(5): 826-32.
36. Harner SG, Harper CM, Beatty CW, Litchy WJ, Ebersold MJ. Far-field auditory brainstem response in neurotologic surgery. *Am J Otol* 1996, 17(1): 150-3.
37. Moriyama T, Fukushima T, Asaoka K, Roche PH, Barrs DM, McElveen JT. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery: importance of adhesion between the cochlear nerve and the tumor. *J Neurosurg* 2002, 97(2): 337-40.
38. Somers T, Casselman J, de Ceulaer G, Govaerts P, Offeciers E. Prognostic value of magnetic resonance imaging findings in hearing preservation surgery for vestibular schwannoma. *Otol Neurotol* 2001, 22(1): 87-94.
39. Badie B, Pyle GM, Nguyen PH, Hadar EJ. Elevation of internal auditory canal pressure by vestibular schwannomas. *Otol Neurotol* 2001, 22(5): 696-700.
40. Lapsiwala SB, Pyle GM, Kaemmerle AW, Sasse FJ, Badie B. Correlation between auditory function and internal auditory canal pressure in patients with vestibular schwannomas. *J Neurosurg* 2002, 96(5): 872-6.

41. Fahlbusch R, Neu M, Strauss C. Preservation of hearing in large acoustic neurinomas following removal via suboccipito-lateral approach. *Acta Neurochir (Wien)* 1998, 140(8): 771-7.
42. Tos M, Thomsen J, Harmsen A. Is preservation of hearing in acoustic neuroma worthwhile? *Acta Otolaryngol Suppl.* 1988, 452: 57-68.
43. Palva T, Troupp H, Jauhiainen T. Hearing preservation in acoustic neurinoma surgery. *Acta Otolaryngol* 1985, 99(1-2): 1-7.
44. Braun V, Richter HP. Results of 100 consecutively operated patients with acoustic neuroma. *Nervenarzt* 1993, 64(4): 238-43.
45. Cerullo LJ, Grutsch JF, Heiferman K, Osterdock R. The preservation of hearing and facial nerve function in a consecutive series of unilateral vestibular nerve schwannoma surgical patients (acoustic neuroma). *Surg Neurol* 1993, 39(6): 485-93.
46. Koos WT. Criteria for preservation of vestibulocochlear nerve function during microsurgical removal of acoustic neurinomas. *Acta Neurochir (Wien)* 1988, 92(1-4): 55-66.
47. Browning S, Mohr G, Dufour JJ, Rappaport JM, Zeitouni A, Provencal C i wsp. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery. *J Otolaryngol* 2001, 30(5): 307-15.
48. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Tonoli G. Mechanisms of auditory impairment during acoustic neuroma surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997, 117(6): 596-605.
49. House JW, Nissen RL, Hitselberger WE. Acoustic tumor management in senior citizens. *Laryngoscope* 1987, 97(2): 129-30.
50. Jenkins HA. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery. *Laryngoscope* 1992, 102(2): 125-8.
51. Levine SC, Antonelli PJ, Le CT, Haines SJ. Relative value of diagnostic tests for small acoustic neuromas. *Am J Otol* 1991, 12(5): 341-6.
52. Matthies C, Samii M. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): clinical presentation. *Neurosurgery* 1997, 40(1): 1-9.
53. Matthies C, Samii M, Krebs S. Management of vestibular schwannomas (acoustic neuromas): radiological features in 202 cases-their value for diagnosis and their predictive importance. *Neurosurgery* 1997, 40(3): 469-81.
54. McKenna MJ, Halpin C, Ojemann RG, Nadol JB Jr, Montgomery WW, Levine RA i wsp. Long-term hearing results in patients after surgical removal of acoustic tumors with hearing preservation. *Am J Otol* 1992, 13(2): 134-6.
55. Sakata E, Ohtsu K, Itoh Y, Teramoto K. Early diagnosis of acoustic neuroma (1989) after experience of 37 cases. *Auris Nasus Larynx* 1991, 18(2): 125-32.
56. Shelton C, Brackmann DE, House WF, Hitselberger WE. Acoustic tumor surgery. Prognostic factors in hearing conservation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1989, 115(10): 1213-6.
57. Shelton C. Hearing preservation in acoustic tumor surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 1992, 25(3): 609-21.
58. Cohen NL. Acoustic neuroma surgery with emphasis on preservation of hearing. *Laryngoscope* 1979, 89(6 Pt 1): 886-96.
59. Glasscock ME 3rd, Levine SC, McKennan KX. The changing characteristics of acoustic neuroma patients over the last 10 years. *Laryngoscope* 1987, 97(10): 1164-7.
60. Brackmann DE, Owens RM, Friedman RA, Hitselberger WE, De la Cruz A, House JW. I wsp. Prognostic factors for hearing preservation in vestibular schwannoma surgery. *Am J Otol* 2000, 21(3): 417-24.
61. Cohen NL, Lewis WS, Ransohoff J. Hearing preservation in cerebellopontine angle tumor surgery: the NYU experience 1974-1991. *Am J Otol* 1993, 14(5): 423-33.
62. Browning S, Mohr G, Dufour JJ, Rappaport JM, Zeitouni A, Provencal C i wsp. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery. *J Otolaryngol* 2001, 30(5): 307-15.
63. Kanzaki J, Inoue Y, Ogawa K. The learning curve in post-operative hearing results in vestibular schwannoma surgery. *Auris Nasus Larynx* 2001, 28(3): 209-13.
64. Moffat DA, Hardy DG, Grey PL, Baguley DM. The operative learning curve and its effect on facial nerve outcome in vestibular schwannoma surgery. *Am J Otol* 1996, 17(4): 643-647.