

**Tomasz Olesiński, Kazimierz Niemczyk, Antoni Bruzgielewicz,
Robert Bartoszewicz**

Katedra i Klinika Otolaryngologii AM, Warszawa

Chirurgia ucha wewnętrznego – przegląd badań eksperymentalnych i klinicznych

Inner ear surgery – a review of experimental and clinical investigations

Słowa kluczowe: chirurgia ucha wewnętrznego, częściowa labiryntektomia.

Key words: inner ear surgery, partial labyrinthectomy.

Streszczenie

Autorzy przedstawiają aktualny stan wiedzy dotyczący chirurgii ucha wewnętrznego, w szczególności możliwości wykonywania labiryntektomii częściowej z zachowaniem słuchu. Wyniki publikowane przez znakomitych badaczy potwierdzają istnienie takiej możliwości.

Summary

The authors present state of the art in the inner ear surgery, especially the possibility of partial labyrinthectomy with hearing preservation. The results published by outstanding surgeons confirm these possibilities.

Wiliam F. House kreśląc kierunki rozwoju otologii w XXI wieku stwierdził, że najbardziej prawdopodobne jest przełamanie kolejnej bariery, jaką są zabiegi na uchu wewnętrznym [Graham 1998]. Ten rodzaj chirurgii do tej pory był utożsamiany z leczeniem zawrotów głowy. Tak było, gdyż pewna grupa schorzeń powodujących dobrze określone zespoły zawrotów głowy usprawiedliwiała ingerencje w ucho wewnętrzne [Cawthorne 1948; Dingle (i in.) 1992]. Ogólnie

akceptowane tendencje w chirurgii nakazują jednak poszukiwanie możliwości zachowania funkcji operowanych narządów i struktur w każdym przypadku. Stąd też pojawiła się tendencja do wykonywania zabiegów zachowawczych na uchu wewnętrznym nawet w przypadkach operowania nowotworów podstawy czaszki [Hirsch (i in.) 1993; Molony (i in.) 1992].

W dniu dzisiejszym techniki chirurgiczne wykonywane na uchu wewnętrznym zyskują coraz szersze uznanie wskutek licznych już przykładów prac eksperymentalnych, dowodzących jednoznacznie, iż nie muszą się one wiązać z utratą słuchu lub jego znaczącym pogorszeniem. Prace te dowodzą, że ograniczone w swym zasięgu procedury chirurgiczne, ingerujące w ucho wewnętrzne w obu jego częściach: przedsionkowej [Antonelli (i in.) 1997; Smouha, Inouye 1999] i ślimakowej [Thoma 1982; Balkany (i in.) 1994] mogą przebiegać z zachowaniem słuchu. Co więcej, niektóre z tych procedur chirurgicznych przebiegają zawsze z zachowaniem słuchu na poziomie niezmiennym lub z nieznacznym jego pogorszeniem, lecz nigdy z zupełną jego utratą, czy też pogorszeniem w tak dużym stopniu, aby można było uznać rzeczywistą jego utratę. Takie techniki chirurgiczne ingerujące w ucho wewnętrzne, w związku z tymi doniesieniami, stanowić mogą cenny nabytek współczesnej medycyny, pokonując swoje największe ograniczenie – utratę słuchu, a zachowując swoje oczywiste zalety, podnoszone przez wielu badaczy od dawna. Tymi zaletami są: efektywny sposób leczenia zawrotów głowy [Antonelli (i in.) 1997; Smouha, Inouye 1999] oraz stworzenie dogodnego i bezpiecznego dla pacjenta dostępu do guzów kąta mostowo-mózdzkowego i okolicy skalisto-klinowej podstawy czaszki [Kristensen 1960].

I. BADANIA EKSPERYMENTALNE

Niewątpliwe zalety częściowej labiryntektomii oraz kliniczne doświadczenia wielu badaczy, wynikłe z konieczności stosowania tej metody chirurgicznej, w licznych przypadkach uwięzione zachowaniem słuchu, choć bez jednoznacznie zdefiniowanych warunków koniecznych do odniesienia tego sukcesu, były oczywistą i wystarczającą motywacją dla tychże i innych badaczy do podjęcia prób określenia możliwości i ograniczeń częściowej labiryntektomii w pracach eksperymentalnych na zwierzętach.

Kristensen [1952; 1960] przeprowadził w 1950 r. doświadczenie na świnkach morskich. W tym eksperymencie starał się udowodnić funkcjonalną separację dwóch narządów ucha wewnętrznego: narządu słuchu i równowagi. Wyniki operacji na ślimaku były różne – oprócz braku objawów świadczących o uszkodzeniu narządu równowagi (Kristensen obserwował obecność lub brak samoistnego oczopląsu i tendencję do upadania), u niektórych zwierząt objawy te występowały i były nasilone. Zapewne niejednoznaczność wyników Kristensena po operacji ślimaka

wynikała z rozległości uszkodzenia tej części ucha wewnętrznego, co, jak dziś wiadomo, ma decydujące znaczenie dla zachowania funkcji drugiej – nieoperowanej części ucha wewnętrznego. Natomiast wyniki operacji wykonywanych przez Kristensena [1952; 1960] w zakresie narządu równowagi jednoznacznie dowodziły zachowania funkcji narządu słuchu. Wykonywał on otwarcie kanału półkolistego bocznego ze zniszczeniem leżącego w nim błędnika błoniastego, a po zamknięciu rany i wybudzeniu zwierzęcia kontrolował odruch Preyera. We wszystkich przypadkach stwierdził zachowanie słuchu na podstawie obecności tego odruchu, co można dziś uznać za wynik znaczący, lecz mało precyzyjny ze względu na niedoskonałość kontroli słuchu tą metodą. Zważywszy na niewielką rozległość destrukcji narządu równowagi, pozytywne wyniki zachowania słuchu uzyskane przez Kristensena nie budzą dziś wątpliwości, a w swoim czasie stały się przyczynkiem do podjęcia przez innych badaczy dalszych eksperymentów, polegających z jednej strony na zwiększeniu zakresu destrukcji, z drugiej natomiast na dokładniejszym kontrolowaniu wyników tych działań, poprzez zastosowanie bardziej precyzyjnych i obiektywnych metod pomiaru funkcji narządów słuchu i równowagi.

Wever opublikował wyniki badań dotyczących częściowej mechanicznej destrukcji kanału półkolistego bocznego u siedmiu małp z następową jego okluzją parafiną, chrząstką lub okruciami kostnymi [Wever (i in.) 1956]. Po wykonaniu operacji przeprowadzał on pomiary potencjałów ślimakowych używając w ten sposób obiektywnej metody oceny funkcji narządu słuchu. Wyniki, które otrzymał, były różne u różnych zwierząt w przeciągu kilkumiesięcznej obserwacji. Generalnie jednak świadczyły o możliwości zachowania słuchu po przeprowadzeniu operacji tego typu. U jednego zwierzęcia zaś, z całą pewnością, wyniki potencjałów ślimakowych pooperacyjnych nie różniły się od normalnych.

Parnes i McClure [1985] przeprowadzili eksperymentalne operacje przecięcia kanału półkolistego tylnego u świnek morskich. Jako metody sprawdzającej słuch po operacjach użyli wywołanych trzaskiem słuchowych potencjałów pniowych (*click-evoked ABR*), czyli obiektywnej metody sprawdzania słuchu. Otrzymali obiecujące wyniki, potwierdzające poprzednie doświadczenia i niektóre doniesienia kliniczne, a wskazujące na możliwość zachowania słuchu po częściowej labiryntektomii. Co więcej, wykazali, że przy stosowaniu takiej ograniczonej metody destrukcji obwodowego narządu równowagi słuch pozostawał zawsze zachowany. Eksperymenty te posłużyły im później do wdrożenia opracowanej na świnkach morskich techniki operacyjnej do praktyki klinicznej i osiągnięcia sukcesu terapeutycznego w leczeniu łagodnych pozycyjnych zawrotów głowy (*benign paroxysmal positional vertigo* – BPPV).

Kobayashi i wsp. [1991] przeprowadzając podobne eksperymenty na świnkach morskich mierzyli aktywność potencjałów ślimakowych. Przy pomocy wiertła otwierali kostny kanał półkolisty boczny, a następnie przerywali błędnik błoniasty

u trzech zwierząt. Obserwowali przy tym przez 2 godz. potencjały ślimakowe. Nie zauważyli ich spadku, dowodząc tym samym tezy o separacji funkcjonalnej dwóch narządów ucha wewnętrznego oraz o bezpieczeństwie techniki częściowej labiryntektomii w zakresie jednego kanału półkolistego, pod kątem zachowania słuchu. Następnie badacze ci przeprowadzili u jednej świnki morskiej dalej idącą destrukcję narządu przedsionkowego. Wierząc w kierunku kanału półkolistego górnego otworzyli go i przerwali błędnik błoniasty. Potencjały ślimakowe pozostały stabilne, pomimo znacznego powiększenia zasięgu destrukcji obwodowego narządu równowagi, potwierdzając poprzednie wnioski co do odrębności narządu słuchu i rozszerzając ich znaczenie co do rozległości labiryntektomii bezpiecznej dla słuchu. Dopiero, gdy badacze otworzyli wiertłem przedsionek, a zasięg operacji obejmował w owej chwili większą część narządu przedsionkowego (2 kanały – górny i boczny oraz przedsionek), niszcząc go, nastąpił znaczący spadek potencjałów ślimakowych. To dynamiczne doświadczenie może dowodzić, jak zasięg labiryntektomii wpływa na możliwość zachowania po niej słuchu i wskazuje na krytyczne miejsce dla jego utraty – przedsionek.

Antonelli i wsp. [1995] opublikowali wyniki swoich badaniach dotyczących rozległej częściowej labiryntektomii z zachowaniem słuchu. Do eksperymentu użyli świnek morskich, okres obserwacji wynosił sześć tygodni po operacjach, a jako metodę obiektywnej oceny funkcji narządu słuchu zastosowali elektrocochleografię. Zakres destrukcji obwodowego narządu równowagi był duży, lecz inny niż w doświadczeniu Kobayashi i wsp. [1991]. Obejmował wszystkie trzy kanały półkoliste, a więc także kanał tylny, którego operacja wymaga nieco innego dostępu, natomiast nie obejmował przedsionka. Zabiegi przerwania ciągłości narządu przedsionkowego prowadzone były metodą mechaniczną i przy użyciu lasera CO₂. W obydwu metodach uzyskali oni podobne wyniki świadczące o zachowaniu słuchu po labiryntektomii tej rozległości. Ten ważny eksperyment dowiódł, że podobnie jak przy destrukcji jednego lub dwóch kanałów, także przy destrukcji trzech kanałów półkolistych, funkcja narządu słuchu może zostać zachowana. Dowiódł też w konfrontacji z eksperymentem Kobayashi i wsp. [1991], że sama rozległość częściowej labiryntektomii ma mniejsze znaczenie dla uzyskania pozytywnych efektów w zakresie słuchu niż miejsce destrukcji (a więc jeden, dwa, trzy kanały półkoliste, ale nie przedsionek). Potwierdziły tę konkluzję następne doświadczenia.

Smouha i wsp. [1996; 1999] przeprowadzili dwa bardzo ważne eksperymenty na świnkach morskich, stosując jako obiektywną metodę pomiaru słuchu wywołane trzaskiem ABR (*click-evoked* ABR) w 1996 r. oraz wywołane tonem ABR (*tone-burst* ABR) w szerokim zakresie częstotliwości 2-24 kHz w 1999 r. Wyniki pomiarów obiema metodami odpowiadały sobie i były w większości zgodne, choć zakres i specyficzność oceny narządu słuchu w drugiej metodzie był większy. Otwierali oni mechanicznie jeden lub więcej (boczny ew. górny) kanałów półkolistych oraz

przedsionek. Otwarcie kanału półkolistego bocznego lub bocznego i górnego skutkowało dobrą przewencją słuchu. Otwarcie ampułki dawało różne rezultaty. Natomiast szerokie otwarcie przedsionka prowadziło zwykle do głuchoty.

II. BADANIA KLINICZNE

Jak dotąd niewiele było i jest sytuacji klinicznych, w których ingerencja w struktury błoniaste ucha wewnętrznego jest usprawiedliwiona. Najwcześniejsze obserwacje kliniczne dotyczące możliwości zachowania słuchu po chirurgicznej ingerencji w ucho wewnętrzne są publikowane już od blisko 100 lat. Doświadczenia autorów w tym temacie wynikają częściowo z działań przypadkowych, częściowo zaś z ostrożnego, lecz konsekwentnego wdrażania idei pochodzącej od Flourensa [1842] z lat dwudziestych i trzydziestych ubiegłego wieku, sugerującej oddzielność funkcjonalną dwóch narządów ucha wewnętrznego: narządu słuchu i narządu równowagi.

Autorzy ci, opisując swoje doświadczenia, potwierdzali zasadność tej obserwacji i starali się ją udowodnić oraz rozwinąć, wykorzystując skrupulatnie nowe możliwości, jakie niosła ona ze sobą, dla leczenia swoich pacjentów. Z uwagi na trudność wykonania technik operacyjnych ucha wewnętrznego i olbrzymie ryzyko utraty słuchu prace w tym zakresie posuwały się bardzo powoli, a zgodnie z prawem obowiązującym lekarza wobec jego pacjenta *Primum non nocere*, często były poprzedzane badaniami eksperymentalnymi na zwierzętach, podczas których lekarze nabywali przekonania o możliwości stosowania takiego leczenia, jak również niezbędnych do jego wdrażania umiejętności.

Jenkins [1911] stosował w swojej praktyce lekarskiej ablację przedsionka w celu leczenia zawrotów głowy, donosząc, że istnieje przy tym możliwość zachowania słuchu.

W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych opublikowane zostały przez różnych autorów liczne przykłady przypadków chorób leczonych metodami chirurgii ucha wewnętrznego. Zbiegły się one w czasie z pierwszymi doświadczeniami na zwierzętach, systematycznie sprawdzającymi możliwości pozostawienia funkcji narządu słuchu na poziomie przedoperacyjnym lub nieznacznym jej pogorszeniem.

Swoje obserwacje i doświadczenia publikowali: Jongkees [1950], Bateman [1952], Pedersen [1969], Phelps [1969], Palva, Johnson [1986], Canalis i in. [1987], Lehnhardt [1967], który operując perlaka niszczącego przedsionek uzyskał u jednego z pacjentów dobry wynik słuchu po zaopatrzeniu chirurgicznym przetoki, polegającym na pokryciu otworu tkanką łączną. Pozytywne rezultaty w zakresie przewencji słuchu po fenestracji kanału półkolistego poziomego uzyskał także Williams [1961].

Wreszcie Parnes i McClure [1985] po serii doświadczeń na świnkach morskich wdrożyli nabyte w tych doświadczeniach umiejętności do praktyki klinicznej w celu leczenia zawrotów głowy (BPPV) u dwóch swoich pacjentów, głuchych na ucho, które miało być operowane. Był to w ich praktyce znaczący krok, zmieniający kategorię dotychczasowych doświadczeń. Krok ten zakończył się sukcesem w leczeniu zawrotów głowy (BPPV), co było głównym celem autorów, ale równocześnie stworzył możliwości podjęcia przez nich następnej próby klinicznej – chirurgicznej interwencji w ucho wewnętrzne normalnie słyszające.

Opublikowali oni [Parnes, McClure 1991] wyniki leczenia zawrotów głowy (BPPV), lekko zmodyfikowaną, w stosunku do poprzednich doświadczeń, techniką okluzji kanału półkolistego tylnego, w pięciu normalnie słyszających uszach. Podczas obserwacji sięgającej 18 miesięcy stwierdzili pozytywne efekty leczenia zawrotów głowy u wszystkich pacjentów oraz pozytywne efekty prewencji słuchu po operacjach. Troje z operowanych przez nich normalnie słyszających uszu wykazywało przejściowy mieszany niedosłuch. Ostatecznie jednak słuch we wszystkich pięciu uszach powrócił do stanu sprzed operacji.

Wyniki, jakie osiągnęli Parnes i McClure u swoich pacjentów zostały powtórzone i potwierdzone przez innych badaczy na całym świecie. Dingle i wsp. opublikowali swoje rezultaty leczenia BPPV [Dingle (i in.) 1992] po zastosowaniu techniki fenestracji i mechanicznej okluzji tylnego kanału półkolistego. Także i ich wyniki świadczyły o całkowitym bezpieczeństwie opisywanej techniki dla słuchu pacjentów. Anthony [1993] opublikował swoje kliniczne i histologiczne odkrycia, po częściowej labiryntektomii leczącej BPPV, stosując laser argonowy. Zappia [1996] przedstawił wyniki leczenia BPPV techniką opracowaną przez Parnesa i McClure'a i stosowaną w latach 1993-1995 jako metoda z wyboru w przypadku chorych po niepowodzeniu leczenia zachowawczego. Zarówno efekty ustąpienia objawów choroby, jak i efekty zachowania słuchu były zbliżone do tych uzyskanych przez twórców metody, tzn. blisko 100% ustąpienie objawów choroby i zachowanie słuchu w końcu obserwacji na poziomie przedoperacyjnym.

Inni badacze, podobnie jak Anthony [1993], zastosowali do częściowych labiryntektomii technikę laserowej okluzji błędnika błoniastego, uzyskując podobne efekty, jak przy klasycznej technice mechanicznej okluzji. Wyniki zastosowania CO₂ – lasera do tego typu operacji opublikowali Kartusch i Sargent [1995]. Antonelli i wsp. [1995] stwierdzili znakomite rezultaty leczenia BPPV metodą okluzji kanału półkolistego tylnego przy pomocy CO₂ – lasera. Operowali oni 12 osób. U 6 osób użyli klasycznej techniki – mechanicznej okluzji tylnego kanału półkolistego, u 6 zaś – laserowej. Pooperacyjne wyniki słuchu nie odbiegały od przedoperacyjnych u wszystkich pacjentów oraz nie różniły się w grupach leczonych odmiennymi metodami: mechaniczną lub laserową. Natomiast o ile skuteczność obu metod w usunięciu choroby była jednakowa, o tyle metoda

laserowa gwarantowała krótsze trwanie i rzadsze występowanie zaburzeń równowagi w okresie pooperacyjnym.

W badaniach klinicznych istotną stała się nie tyle sama metoda, co zakres możliwej częściowej labiryntektomii z zachowaniem słuchu. Celem dla badaczy stał się bowiem dostęp do guzów podstawy czaszki drogą przezbłędnikową, a wyzwaniem możliwość zachowania słuchu przy zastosowaniu tej drogi, wymagającej znacznie większej destrukcji obwodowego narządu równowagi niż w przypadku leczenia chirurgicznego zawrotów głowy. Pierwsze doniesienia o zachowanym słuchu po szerszej destrukcji w zakresie tylnej części ucha wewnętrznego niż destrukcja jednego kanału pochodzą od Hakuby i wsp. [1985], którzy opisali dojście do guzów tylnego dołu czaszki. Następnie inni badacze [McElveen (i in.) 1993; Molony (i in.) 1992; Hirsch (i in.) 1993] opisali różne warianty drogi przezbłędnikowej o różnym zakresie destrukcji obwodowego narządu równowagi, ale z sukcesem zachowania słuchu.

Te odkrycia pozwalają wierzyć w celowość częściowej labiryntektomii, jako metody leczenia guzów podstawy czaszki, dostępnych drogą przezbłędnikową, nieniosącej ze sobą ryzyka operacji wewnątrzczaszkowej i co równie ważne nieokaleczającej pacjenta przez pozbawienie go słuchu w operowanym uchu.

Bibliografia

- Anthony P. F., Ackley S. [1990]. Cochlear and vestibular morphology following laser entry into lateral semicircular canal in guinea pig. Presented at the Thirteenth Midwinter Research Meeting. „Association for Research in Otolaryngology” 2, 4-8.
- Anthony P. F. [1993]. Partitioning the labyrinth for benign paroxysmal positional vertigo: clinical and histologic findings. „Am. J. Otol.” 14, 334-342.
- Antonelli P. J., Bouchard K. R., Kartusch J. M. [1995]. CO₂ laser occlusion of the guinea pig posterior semicircular canal. „Otolaryngol. Head Neck Surg.” 113, 453-458.
- Antonelli P. J., Bouchard K. R., Kartusch J. M., Kubilis P. S. [1997]. Triple semicircular canal occlusion in the guinea pig. „Otolaryngol. Head Neck Surg.” 9, 509-515.
- Balkany T., Hodges A. V., Whitehead M. [1994]. Cochlear endoscopy with preservation of hearing in guinea pigs. „Otolaryngol. Head Neck Surg.” 111, 439-445.
- Bateman G. H. [1952]. A case of successful restoration of hearing by fenestration in spite of damage to the membranous external semicircular canal. „J. Laryngol. Otol.” 66, 572-573.
- Canalis R. F., Gussen R., Abemayor E., Andrews J. [1987]. Surgical trauma to the lateral semicircular canal with preservation of hearing. „Laryngoscope” 97, 575-581.
- Cawthorne T. E. [1948]. The effect on hearing in man of removal of the membranous lateral semicircular canal. „Acta Otolaryngol. (Stockh.)” 78, 145-149.
- Dingle A. F., Hawthorne M. R., Kumar B. U. [1992]. Fenestration and occlusion of the posterior semicircular canal for benign positional vertigo. „Clin. Otolaryngol.” 17, 300-302.
- Fluorens J. P. M. [1842]. Recherches experimentales sur les proprietes et les fonctions du systeme nerveux dans les animaux vertebres. Paris: J.B. Bailliere.
- Graham M. D. [1998]. The 1997 William F. House lecture surgery of the inner ear: the dawn of a new era. „Am. J. Otol.” 19, 4-6.

- Hakuba A., Nishimura S., Inouue Y. [1985]. Transpetrosal-transtentorial approach and its application in the therapy of retrochiasmatic craniopharyngiomas. „Surg. Neurol.” 24, 405-15.
- Hirsch B. E., Cass S. P., Sekhar L. [1993]. Translabyrinthine approach to skull base tumors with hearing preservation. „Am. J. Otol.” 14, 533-543.
- Jenkins G. J. [1911]. Labyrinthine vertigo treated by operation. „Proc. R. Soc. Med.” 4, 116.
- Jongkees L. B. W. [1950]. On the function of the labyrinth after destruction of the horizontal canal. „Acta Otolaryngol. (Stockh.)” 38, 505-510.
- Kartusch J. M., Sargent E. W. [1995]. Posterior semicircular occlusion for benign paroxysmal positional vertigo: CO2 laser assisted technique, preliminary results. „Laryngoscope” 105, 268-274.
- Kobayashi T., Shiga N., Hozawa K. [1991]. Effect on cochlear potentials of lateral semicircular canal destruction. „Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.” 117, 1292-1295.
- Kristensen H. K. [1952]. Acoustic and vestibular function in guinea pigs after removal of the membranous external semicircular canal. „J. Laryng. Otol.” 66, 259-275.
- Kristensen H. K. [1960]. Acoustic-vestibular and histologic examinations in guinea-pigs after interruption of membranous labyrinth in semicircular canals or cochlea. „Acta Otolaryngol. (Stockh.)” 73, 699-721.
- Lehnhardt E. [1967]. Diagnostische und therapeutische Besonderheiten des Felsenbeincholesteatoms. „Laryngorhinootologie” 46, 502-511.
- McElveen J. T., Wilkins R. H., Molter D. W., Erwin A. C., Wolford R. D. [1993]. Hearing preservation using the modified translabyrinthine approach. „Otolaryngol. Head Neck Surg.” 108, 671-679.
- Molony T. B., Kwartler J. A., House W. F., Hitselberger W. E. [1992]. Extended middle fossa and retrolabyrinthine approaches in acoustic neuroma surgery: case reports. „Am. J. Otol.” 13, 360-363.
- Palva T., Johnson L. [1986]. Preservation of hearing after removal of the membranous canal with a cholesteatoma. „Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.” 112, 982-985.
- Parnes L. S., McClure J. A. [1985]. Effect on brainstem auditory evoked responses of posterior semicircular canal occlusion in guinea pigs. „J. Otolaryngol.” 14, 145-150.
- Parnes L. S., McClure J. A. [1991]. Posterior semicircular canal occlusion in the normal hearing ear. „Otolaryngol. Head Neck Surg.” 104, 52-57.
- Pedersen C.B. [1969]. A case of labyrinthectomy with preserved hearing and vestibular function. „J. Laryngol. Otol.” 83, 829-832.
- Phelps P.D. [1969]. Preservation of hearing in the labyrinth invaded by cholesteatoma. „J. Laryngol. Otol.” 83, 1111-1114.
- Smouha E. E., Namdar I., Michaelides E. [1996]. Partial labyrinthectomy with hearing preservation: an experimental study in guinea pigs. „Otolaryngol. Head Neck Surg.” 114, 777-784.
- Smouha E. E., Inouye M. [1999]. Partial labyrinthectomy with hearing preservation: Frequency-specific data using tone-burst auditory brain stem response. „Otolaryngol. Head Neck Surg.” 2, 146-152.
- Thoma J., Unger V., Kastenbauer E. [1982]. Funktionelle Auswirkungen des Argon-Lasers am Hörorgan des Meerschweinchens. „Laryngorhinootologie” 61, 473-476.
- Wever E. G., Lempart J., Melzer P. E., Rambo J. H. T. [1956]. The effects of injury to the lateral semicircular canal. „Trans. Pa Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.” 60, 718-727.
- Williams H.L. [1961]. The technique, end results and present status of the fenestration operation. W: H. F. Schuknecht (red.). Otosclerosis: Henry Ford Hospital International Symposium. Boston: Little, Brown, Co, 221-238.
- Zappia J.J. [1996]. Posterior semicircular canal occlusion for benign paroxysmal positional vertigo. „Am. J. Otol.” 17, 749-754.