

Antoni Pruszewicz¹, Piotr Świdziński¹, Bronisław Kulczyński²,
Izabela Pośpiech¹, Michał Karlik¹

¹ Klinika Foniatrii i Audiologii Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

² Klinika Otolaryngologii Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Badania ABR, MLR, SP, OAE i ENG w *presbyacusis*

ABR, MLR, SP, OAE and ENG Examinations in Presbyacusis

Słowa kluczowe: słuchowe potencjały wywołane, otoemisja akustyczna, elektronystagmografia, *presbyacusis*.

Key words: auditory evoked potentials, otoacoustic emissions, electronystagmography, *presbyacusis*.

Streszczenie

W pracy opisano badania ABR, MLR, SP, OAE oraz ENG, wykonane u 20 osób w wieku 50-82 lat z *presbyacusis*. W badaniach ABR stwierdzono zmiany w czasach utajenia rejestrowanych fal w 45% przypadków, w badaniach MLR w 40% przypadków, w odpowiedziach SP w 60% przypadków. Otoemisja była zachowana u wszystkich osób, u których fizjologiczny stan słuchu wykazywał ubytki niższe niż 20-35 dB. W badaniu ENG w 30% przypadków występował oczopląs położeniowy. Obserwuje się ścisły związek między wykrytymi zaburzeniami rejestrowanymi w badaniach OAE, ABR oraz ENG.

Summary

The following electrophysiological tests were performed in the group of 20 patients, aged 54-82, with *presbyacusis*: ABR, MLR, SP, OAE and ENG. Changes in ABR latencies were observed in 45% cases, in the MLR in 40% and in 60% of the SP responses. Otoacoustic emission (OAE) was maintained in all patients whose physiological hearing threshold was not less than 20-35 dB. Spontaneous and positional nystagmus with eyes closed in ENG was observed in 30% of cases. There is strong correlation in changes found in OAE, ABR and ENG tests.

Proces starzenia się słuchu dotyczy w różnym stopniu wszystkich badanych i obserwuje się go już od najmłodszych lat życia. Odsetek osób z *presbycusis* w wieku 65-75 lat wynosi 6-10% [Kulczyński 1994]. Istotą zmian, które występują w *presbycusis* w badaniach audiometrycznych, jest postępujące pogorszenie się ostrości słuchu w zakresie wysokich częstotliwości. W miarę upływu wieku stwierdza się rozszerzenie zakresu częstotliwości objętych obniżeniem słuchu w kierunku od wyższych do niższych częstotliwości.

Najczęściej obserwuje się pogorszenie percepcji dźwięków powyżej 4 kHz, następnie dla tonów średnich. Według Gierka [1979] oraz Haysa i współpracowników [1979] najdłużej słuch pozostaje nie zmieniony dla tonów poniżej 1 kHz. Według spostrzeżeń Gryczyńskiego [1981] wraz z wiekiem występuje stopniowe obniżanie się zdolności rozróżniania niskich częstotliwości. Jego zdaniem najlepsze rozróżnianie we wszystkich grupach wiekowych występuje dla zmian tonu 500 Hz, a najgorsze dla 4 kHz. Stąd słusznie Gierek wskazuje na konieczność przeprowadzania badań wydolności narządu słuchu dla częstotliwości 250-20 000 Hz, które mogą być przydatne w ocenie dynamiki i stopnia starzenia się narządu słuchu.

Proces starzenia się w zakresie układu równowagi dotyczy uogólnionych zmian degeneracyjnych obserwowanych w narządzie otolitowym, w neuroepitelium przedsionka, w nerwie przedsionkowym, w obrębie jąder i szlaków przedsionkowych. Zmiany te obejmują m.in.: demineralizację i rozfragmentowanie otokonii wraz ze stopniowym zmniejszaniem się liczby komórek receptorowych oraz komórek zwojowych.

Wyspecjalizowane komórki receptorowe błędnika u ssaków nie podlegają podziałom mitotycznym i ich utrata w ciągu życia nie może zostać uzupełniona. Dlatego też proces starzenia się połączony z wpływem negatywnych czynników egzogennych może być odpowiedzialny za dramatyczne zmiany w układzie równowagi. W badaniach klinicznych i eksperymentalnych obserwowane są zmiany w zakresie czynności układu okoruchowego (swobodne śledzenie obiektu, sakkady, optokineza), odruchu przedsionkowo-ocznego oraz statycznej i dynamicznej kontroli postawy [Lawani 1994].

Oprócz standardowych testów audiometrycznych (progowych oraz nadprogowych i audiometrii impedancyjnej) u wszystkich osób z *presbycusis* wykonano badania elektrofizjologiczne słuchu:

- 1) ABR (*auditory brainstem responses*) – potencjały wywołane z pnia mózgu,
- 2) MLR (*middle latency responses*) – potencjały o średnim czasie utajenia,
- 3) SP (*slow potentials*) – późne, wolne potencjały,
- 4) OAE (*otoacoustic emissions*) – otoemisje akustyczne oraz badanie elektronystagmograficzne (ENG).

Badania za pomocą audiometrii odpowiedzi elektrofizjologicznych oparte są na rejestrowaniu elektrofizjologicznych wykładników przewodzenia pobudzenia akustycznego ślimaka do kory słuchowej. Najważniejszym parametrem klinicznym w badaniach elektrofizjologicznych jest czas utajenia. Na drugim miejscu bierze się pod uwagę wartość amplitudy, morfologię zapisu oraz inne cechy charakterystyczne, jak np. funkcje wejścia – wyjścia [Pruszevicz, Świdziński 1984].

I. MATERIAŁ I METODA

Badania ERA wykonano – przy użyciu aparatury firm Madsen i Racia – u 20 osób w wieku 50-82 lat (50-59 – 6 osób; 60-69 – 12 osób; 70-82 – 2 osoby), rejestrując odpowiedzi z pnia mózgu (BERA), odpowiedzi o średnim czasie utajenia (MLR) i odpowiedzi korowe (SP) dla intensywności bodźca: 100, 80, 60, 50, 40, 30, 20 dB HL. Określano również sumację głośności jako różnicę między progiem odruchu strzemiączkowego dla szumu oktawowego i dla tonu w tym samym zakresie częstotliwości.

Badania otoemisji akustycznej wykonywano przy użyciu aparatury opracowanej przez Davida Kempa: ILO 88 oraz ILO 92. Rejestrowano otoemisję spontaniczną (SOAE), przejściowo wywołaną (TEOAE) oraz produkty zniekształceń nieliniowych ślimaka.

Badanie ENG wykonano u 10 pacjentów w wieku 49-67 lat z rozpoznaniem *presbycusis* przy użyciu aparatury Nystagliner firmy Toennies, dokonując rejestracji oczopląsu spontanicznego i położeniowego.

II. WYNIKI BADAŃ

W badaniach ERA stwierdzono przy rejestracji odpowiedzi z pnia mózgu (BERA) skrócenie czasu utajenia fal: I, III i V w 10% przypadków, a wydłużenie tych potencjałów – w 35% przypadków, zwłaszcza fali V w granicach 0,5-1 ms. W pozostałych 55% przypadków nie stwierdzono zmian w czasach utajenia fal: I, III i V.

W badaniach MLR stwierdzono wydłużenie czasów utajenia potencjałów neurogennych Nb i Nc w 40% przypadków, a w pozostałych 60% nie stwierdzono zmian. Potencjał somomotoryczny Na miał skrócony czas utajenia w 10%, wydłużony – w 30%, a w normie był w 60% przypadków.

W badaniach SP zaobserwowano nieznaczne wydłużenie czasu utajenia potencjałów N1 i P2 w 10%, w normie w 40% przypadków, natomiast aż w 50% przypadków dało się zauważyć skrócenie czasów utajenia potencjałów N1 i P2

(u osób, u których stwierdzono w audiometrii impedancyjnej sumację głośności). U wszystkich 10 osób, u których stwierdzono skrócenie czasów utajenia, zaobserwowano w badaniach psychofizycznych dodatni objaw wyrównania głośności (OWG), natomiast w audiometrii impedancyjnej miały one sumację głośności (6 osób) lub były z pogranicza OWG (4 osoby).

W badaniach TEOAE oraz DPOAE stwierdzono u wszystkich badanych osób występowanie odpowiedzi w tych pasmach częstotliwości, dla których ubytek słuchu nie przekraczał 30-35 dB HL. Zapis odpowiedzi akustycznych wykonanych szybką transformacją Fouriera (FFT) wykazał, że widmo przenoszonych odpowiedzi w 80% przypadków jest nieregularne. Widoczne jest wypadanie wysokich pasm analizowanych częstotliwości. U czterech osób stwierdzono brak odpowiedzi TEOAE spowodowany ubytkami słuchu powyżej 30 dB. Były to osoby w wieku 68-82 lat.

W rejestracji DPOAE obserwuje się podobne zjawisko. Stwierdzono brak produktów zniekształceń nieliniowych ślimaka dla pasm, dla których nie uzyskano odpowiedzi FFT, a także w przypadkach zbyt głębokich ubytków słuchu. Najlepiej zachowanym pasmem odpowiedzi TEOAE i DPOAE jest zakres 1000-2000 Hz.

Wyniki badań obiektywnych ABR i OAE zgodne są w 80% przypadków z badaniami audiometrycznymi, w 20% przypadków progi słuchowe uzyskane w ABR są o 20-30 dB lepsze niż w audiometrii tonalnej.

W badaniu ENG oczopląs spontaniczny zarejestrowano u trzech pacjentów. W pierwszym przypadku w próbach położeniowych oczopląs miał charakter oczopląsu stałokierunkowego w stronę lewą. Audiogram tonalny wykazywał asymetryczny, obustronny niedosłuch odbiorczy: w UL próg słuchu w zakresie powyżej 3000 Hz podwyższony do 50 dB HL, w UP na poziomie 40 dB HL. W drugim przypadku oczopląs spontaniczny w stronę prawą w próbach położeniowych miał charakter oczopląsu typu III według Nylena: w audiogramie tonalnym obserwowano symetryczny obustronny niedosłuch z podwyższeniem krzywych progowych do 60 dB HL w zakresie 250-1000 Hz i do 70 dB HL w zakresie 3000-6000 Hz. W trzecim przypadku oczopląs spontaniczny w stronę prawą w próbach położeniowych przyjmował charakter oczopląsu typu Nylen I. W audiometrii tonalnej próg słuchu wystąpił obustronnie na poziomie 50 dBHL w zakresie 250-1000 Hz i 60 dB w zakresie 2000-6000 Hz. U pozostałych siedmiu pacjentów nie zarejestrowano oczopląsu w badaniu ENG.

III. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Analiza czasów utajenia słuchowych potencjałów wywołanych z pnia mózgu wykazała, że z wiekiem wydłuża się czas utajenia w 35% przypadków,

zwłaszcza fali V w granicach 0,5-1 ms. Stwierdzono także ich wewnątrz- i międzysobniczą labilność w zakresie poszczególnych szczytów. Elektrofizjologiczne badania, jakie przeprowadzili Antonelli i współpracownicy [1987], wykazały, że u osób starszych występują odchylenia od normy w zakresie czasu utajenia w funkcji wejścia – wyjścia. Badania te sugerują, że zmiany w narządzie Cortiego zaczynają się redukcją komórek słuchowych zewnętrznych, potem również wewnętrznych oraz jednostek strukturalnych nerwu ślimakowego.

Zdaniem Schuknechta i współpracowników [1993] oraz Humsa i współpracowników [1994] charakter niedosłuchu warunkują także głównie zmiany w uchu wewnętrznym wskutek zaniku komórek recepcyjnych, zaczynających się w podstawnym zakręcie ślimaka, za czym przemawia ubytek dla tonów wysokich i zwyrodnienie zwoju ślimakowego oraz dalszych odcinków ośrodkowej części narządu słuchu, co manifestuje się złym rozumieniem mowy, niewspółmiernym do ubytków w audiogramie tonalnym.

Rowe [1978], prowadzący badania dotyczące stymulacji całej drogi słuchowej, wykazał, że opóźnienie przewodzenia bodźców słuchowych do jądra wstęgi bocznej słuchowej jako skutek zaawansowanego wieku mieści się w wąskich granicach < 0,3 ms. Według Stockarda i współpracowników [1987] różnice wynikające z płci są małe i są prawdopodobnie zależne wyłącznie od mniejszych wymiarów kobiecej czaszki.

Wraz z wiekiem zwiększa się liczba dyskretnych uszkodzeń jako skutek niedokrwień krążeniowych wywołanych arteriosklerozą w obrębie ucha wewnętrznego. Są one spowodowane działaniem hałasu, ototoksycznym działaniem leków i zaburzeniami przemiany materii. Wszystkie te cząstkowe przyczyny sumują się, prowadząc do osłabienia słuchu, tzw. głuchoty starczej [Glorig, Nixon 1960]. Utrudnia ona wraz z przybywaniem lat zrozumienie mowy, co przy równoczesnym obniżeniu ośrodkowego mechanizmu wyrównawczego powoduje gorszą kompensację deficytu liczby słów zrozumiałych.

Skrócenie czasów utajenia określane w badaniach SP korelowało w 100% z osiągniętymi wynikami standardowych testów audiometrycznych. Badanie SP ma wartość diagnostyczną wówczas, gdy wykonywane jest w powiązaniu z innymi metodami elektrofizjologicznymi. Wielu autorów [m.in. Crafs, Martin 1977; Kotlarz (i inni) 1992] podkreśla, że badanie ABR może często ujawnić patologię pozaślimakową ubytków słuchu znacznie wcześniej aniżeli badania audiometryczne. Spostrzeżenia te potwierdzają Kochanek i współpracownicy [1998].

Zjawisko emisji otoakustycznej wywołanej zostało po raz pierwszy opracowane w 1978 r. przez Dawida Kempa [Kemp (i inni) 1978], umożliwiając klinicystom ocenę funkcji mechanicznej receptorów narządu słuchu.

IV. WNIOSKI

1. Badania czasów utajenia w ERA wykazują ich wewnątrz- i międzyosobniczą labilność w zakresie poszczególnych szczytów (skrócenie, wydłużenie, norma). Zaznaczone skrócenie czasów utajenia odpowiedzi SP można łączyć z występowaniem objawu wyrównania głośności.

2. Skrócenie czasów utajenia określone w badaniach SP korelowało w 100% ze stwierdzoną sumacją głośności w badaniach audiometrią impedancyjną oraz dodatnim objawem wyrównania głośności stwierdzonym w badaniach SISI lub Lüscher-Zwistockiego.

3. Z wiekiem w *presbycusis* maleje (zawęża się) pasmo odpowiedzi TEOAE i DPOAE, a w zapisach FFT brak regularności odpowiedzi.

4. Odpowiedzi OAE oraz ABR ściśle z sobą korelują, tzn. zmiany czasów utajenia fal: I, III i V w rejestracji ABR występują u tych osób, u których zapisy odpowiedzi TEOAE oraz DPOAE są nieregularne.

5. Zaburzenia w rejestracjach ENG obserwuje się u osób, u których badania audiometryczne wykazują większe niedosłuchy, niż wskazywałyby na to fizjologiczny wiek badanego, oraz istnieją zniekształcenia zapisów ABR i OAE.

Bibliografia

- Antonelli A. R., Bellotto R., Grandori F., 1987: Audiological diagnosis of central versus eighth nerve and cochlear auditory impairment. „Audiology” 26, 4, 209.
- Armstrong D., Stoney P., Hawke H., Farkashidy J., 1992: Presbycusis: correlations of clinical audiology with morphological changes in the cochlea and ventral cochlear nucleus. „J. Otolaryngol.” 21, 5, 343.
- Crats A. C., Martin J. L., 1997: Human auditory nerve action potentials in brainstem evoked responses: effects of audiogram shape and lesions location. „Acta Otolaryngol.” 103, 10, 605.
- Gierek T., 1979: Ocena wydolności narządu słuchu dla zakresów częstotliwości od 250 do 20000 Hz w procesie starzenia się organizmu człowieka. „Otolaryng. Pol.” 31, 1, 95.
- Glorig A., Nixon J., 1960: Distribution of hearing loss in various populations. „Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.” 69, 497.
- Gryczyński M., 1981: Wpływ wieku na rozróżnianie małych zmian częstotliwości tonów. „Otolaryng. Pol.” 35, 1, 35.
- Hayes D., Jerger J., 1979: Low-frequency hearing loss in presbycusis. A central interpretation. „Arch. Otolaryngol.” 105, 1, 9.
- Humes L. E., Watson B. U., Christensen L. A., Cokely C. G., Halling D. C., Lee L., 1994: Factors associated with individual differences in clinical measures of speech recognition among the elderly. „J. Speech Hear Res.” 37, 2, 465.
- Kemp D. T., Ryan S., Bray P., 1990: Guide to the effective use of otoacoustic emission. „Ear Hear.” 2, 11, 93.
- Kevanshili Z., Lagidze Z., Japanidze G., Kvenadze D., 1993: Słuchowe odpowiedzi o średnim czasie utajenia, oddziaływanie środ- i międzymodalne. „Otolaryng. Pol.” 48, 1, 68.

- Kochanek K., Tarcikowska G., Pierchała K., Olczak J., Dobrzyński P., Stelmaszek K., 1998: Przydatność słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w diagnostyce słuchu typu pozaślimakowego. Wybrane przypadki kliniczne. „Otolaryng. Pol.” 52, 1, 69.
- Kotlarz J., Eby T., Baorton T., 1992: Analysis of the efficiency of retrocochlear screening. „Laryngoscope” 102, 10, 1108.
- Kulczyński B., 1994: Głuchota starcza. W: Zarys audiologii klinicznej. Red. A. Pruszewicz, Poznań: Wydawnictwo Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego.
- Lalwani A. K., 1994: Vertigo, dysequilibrium and imbalance with aging. Neurology, St. Louis: Mosby Book Inc.
- Pruszewicz A., Świdziński P.: Rejestracja odpowiedzi o średnim czasie utajenia (12-50 ms) na bodziec akustyczny u osób normalnych. „Otolaryng. Pol.” 38, 431.
- Pruszewicz A., Obrębski A., Świdziński P., 1990: Obiektywna topodiagnostyka uszkodzenia narządu słuchu. „Otolaryng. Pol.” 44, 6, 409.
- Pruszewicz A., Kulczyński B., Świdziński P., Wika T., 1997: Badania psychofizyczne i obiektywne słuchu w *presbycusis*. „Otolaryng. Pol.” 51, 2, 205.
- Rowe M. J.: Normal variability of brain-stem auditory evoked response in young and old adult subjects. „Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.” 44, 4, 459.
- Shuknecht H. F., Gacek M. R., 1993: Cochlear pathology in *presbycusis*. „Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.” 102, 1, 2, 1.
- Stockard J. J., Stockard J. E., Sharbrough F. W., 1978: Nonpathologic factors influencing brainstem auditory evoked potentials. „Am. J. E. E. G. Technol.” 18, 177.
- Świdziński P., 1994: Emisja otoakustyczna. W: Zarys audiologii klinicznej. Red. A. Pruszewicz, Poznań: Wyd. AM im. K. Marcinkowskiego.
- Szyfter W., 1994: Potencjały o średnim czasie utajenia. W: Zarys audiologii klinicznej. Red. A. Pruszewicz, Poznań: Wyd. AM im. K. Marcinkowskiego.