

PAWEŁ J. JASTREBOFF i MARGARET M. JASTREBOFF

Emory University School of Medicine

Atlanta, Georgia, USA

E-mail: pjastreboff@surgey1.ab.umd.edu

SPOSOBY LECZENIA SZUMÓW USZNYCH I NADWRAŻLIWOŚCI NA DŹWIĘKI W OPRACIU O MODEL NEUROFIZJOLOGICZNY

Szumy uszne, opisywane jako dzwonienie, trzaski, gwizdanie, świszczanie, brzmia niewinne i bynajmniej nie sugerują ani problemu medycznego ani wyzwania naukowego. Tymczasem są one jednym z najczęstszych dolegliwości układu słuchowego i występują u 17% populacji. Szczególnie znane są wśród osób starszych, gdzie około 1/3 osób powyżej 65 roku życia doświadcza ich obecności. W przypadku około 75% przypadków szumy uszne nie stanowią problemu. Dla pozostałych są dużym problemem i powodują, że aktywnie poszukują pomocy. Zrozumienie i poznanie etiologii, mechanizmów i metod tłumienia szumów jest istotne nie tylko z naukowego lecz również medycznego i socjalnego punktu widzenia.

Diagnoza szumów usznych jest stawiana, kiedy pacjent skarży się na słyszenie dźwięków, które nie są związane z zewnętrznymi dźwiękami otoczenia. Tak więc szumy uszne są słuchową percepcją fantomową, podobnie jak fantomowy ból, czy fantomowa kończyna. Percepcja dźwięku jest absolutnie rzeczywista, ale bodziec fizycznie nie istnieje. Przykładem percepcji bez rzeczywistego dźwięku jest percepcja u ludzi z wszczepem ślimakowym (ang. cochlear implant), kiedy nerw słuchowy jest stymulowany przez prąd elektryczny i w efekcie tego pacjent słyszy dźwięk.

Szumy uszne mają ogromny wpływ na życie pacjentów, od rozdrażnienia do pełnej niedołężności, a w niektórych przypadkach prowadzą do skłonności samobójczych. W najbardziej typowych sytuacjach pacjenci mają problemy ze snem, skupieniem się, co prowadzi do kłopotów w pracy, problemów z odpoczynkiem i współdziałaniem z otoczeniem. W większości przypadków jakość życia obniża się znacząco i pacjenci zaczynają uporczywie poszukiwać pomocy.

Najczęstszym wskazaniem było i niestety nadal jest stwierdzenie „Idź do domu i naucz się

żyć z nimi, bo i tak nic nie da się zmienić”. W latach 70-tych ogromne oczekiwania pokładane były w maskowaniu szumów przez dźwięk zewnętrzny. Z czasem okazało się, że metoda ta jest przydatna tylko w przypadku ograniczonej ilości pacjentów i nie została zaakceptowana jako powszechnie użyteczna w praktyce klinicznej.

Znerwicowani pacjenci z szumami usznymi często popadają w depresję i apatie, w wyniku czego zażywają środki psychotropowe. Wprawdzie pozwalają one pacjentom radzić sobie lepiej w życiu codziennym, często dają jednak silne działanie uboczne, a ich dawki muszą być z czasem zwiększane. Dodatkowo nie ma podstaw, żeby wierzyć, że leki te łagodzą szumy uszne. Przeciwnie, niektóre z nich wzmagają je, zmieniają osobowość i hamują zmiany plastyczne w mózgu, które potrzebne są w procesie leczenia.

W przeszłości próbowano stosować leki z różnych grup farmakologicznych. W niektórych przypadkach wstępne wyniki wydawały się obiecujące, jednak badania kontrolne nie potwierdzały ich przydatności. W tym momencie nie ma jednego specyficznego leku, który uznany byłby jako środek do leczenia szumów usznych, jednak nie wyklucza to możliwości, że w przyszłości taki lek będzie znaleziony. Prace badawcze koncentrują się na poszukiwaniach takiego środka, którego działanie oparte byłoby na mechanizmie szumów usznych, tak żeby hamował on źródło powstawania szumów albo neuronalną aktywność z nimi związaną.

W związku z tym, że w tym momencie nie jesteśmy w stanie oddziaływać na źródło szumów usznych, nie możemy więc dyskutować ich wyleczenia. Niemniej jednak w ciągu ostatnich lat została zaproponowana metoda, która prowadzi do znaczącej poprawy u ponad 80% pacjentów. Metoda ta określona jest mianem Tinnitus Retraining Therapy (TRT — procedura

oparta na przeuczeniu) i używana jest w coraz większej liczbie ośrodków na całym świecie. Oparta jest ona na neurofizjologicznym modelu szumów usznych. Kliniczne zastosowanie tego modelu prowadzi do habituacji szumów usznych.

Przełomowym odkryciem było poznanie roli czynników poza układem słuchowym u pacjentów z uciążliwymi szumami usznymi. W przeszłości kliniczne podejście do szumów oparte było na modelach, które koncentrowały się na peryferyjnych częściach układu słuchowego, a zwłaszcza na ślimaku, oraz na aspektach psychologicznych ze szczególnym uwzględnieniem depresji. Ten pierwszy trend podkreślał znaczenie psychoakustycznego opisu szumów usznych, natomiast drugi zmian psychologicznych wywołanych u pacjentów przez szumy. Nowość neurofizjologicznego modelu szumów polega na uwzględnieniu zarówno centrów słuchowych, jak też nie słuchowych, związanych z każdym klinicznym przypadkiem szumów. W modelu tym układ słuchowy odgrywa podrzędną rolę, podczas gdy układ limbiczny i autonomiczny układ nerwowy decydują o tym, czy osoba tylko odczuwa szumy uszne, czy też cierpi z ich powodu.

Wyniki doświadczalne i kliniczne wykazują, że nie ma żadnych różnic w psychoakustycznym opisie szumów usznych (głośności, wysokości, łatwości stłumienia przez zewnętrzne dźwięki) pomiędzy osobami, które doświadczają tylko szumów oraz tymi, które z ich powodu cierpią. Nie ma też związku z psychoakustycznym opisem szumów a wynikiem leczenia.

W przypadku szumów słaba, nienormalna aktywność neuronalna, która jest zazwyczaj związana ze zmianami ślimakowymi, jest wykryta i wzmocniona poprzez przetwarzanie tej aktywności w drogach słuchowych. W większości przypadków aktywność ta po początkowym okresie wzbudzenia ulega procesowi habituacji i obiekt nie jest świadomy ich obecności. Sytuacja jest podobna do naszych reakcji na dźwięk nowej lodówki. Początkowo dźwięk drażni nas i uwagę naszą koncentrujemy na lodówce, jednakże po kilku dniach nie słyszymy jej dźwięku, chyba że specyficjnie zwrócimy uwagę na lodówkę.

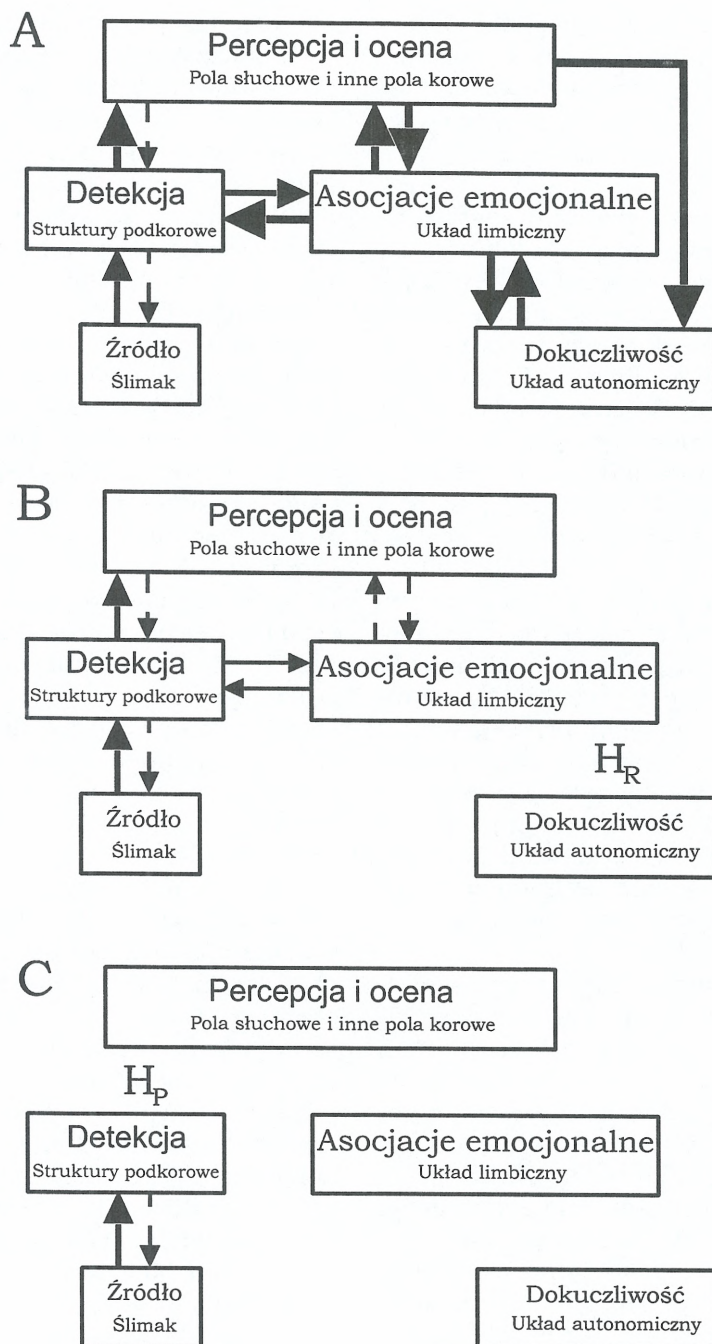
W przypadku kiedy percepcja szumów została skojarzona z negatywnym emocjonalnym wzmocnieniem takim jak strach, niepokój lub napięcie, które kontrolowane są przez układ limbiczny z równoległą aktywacją autonomicznego układu nerwowego, te negatywne wzmocnienia powodują zwiększenie sygnału, zamiast jego habituacji, a to z kolei zapoczątkowuje sytuację „błędnego koła”. To znaczy że, napię-

cie i lęki wywołane przez szumy powodują koncentrowanie uwagi, co z kolei zwiększa nasze pobudzenie, zaburza możliwość skupienia uwagi na sprawach innych niż szumy, a to dodatkowo skupia na nich naszą uwagę i prowadzi do dalszego rozdrażnienia.

Jedną z głównych cech układu nerwowego jest jego zdolność do ulegania zmianom plastycznym i ciągłym modyfikacjom, które zapewniają równowagę dynamiczną połączeń synaptycznych. Używając właściwych metod behawioralnych możliwe są wzmocnienia, jak i osłabienia reakcji na różnorodne bodźce. W przypadku szumów usznych, przełomem było wywołanie zmian w układzie nerwowym pacjentów, w celu zlikwidowania negatywnych asocjacji związanych z szumami, tak aby zapoczątkowane zostały naturalne procesy habituacji. Opierając się na tym modelu, zmniejszenie negatywnych asocjacji pomiędzy neuronalną aktywnością reprezentującą szumy uszne w układzie słuchowym, a aktywnością w układzie emocjonalnym, prowadzić powinno do zapoczątkowania habituacji, która powinna przynieść ulgę pacjentowi.

Innym elementem godnym uwagi jest fakt, że habituować można każdy dźwięk, włączając potencjalnie szumy uszne oraz, że proces ten zachodzi na dwóch poziomach: habituacji reakcji wywołanej przez dźwięk oraz habituacji percepcji tego dźwięku. Sygnał, który związany jest z czymś nieprzyjemnym, albo niesie ze sobą informację związaną z niebezpieczeństwem, aktywuje autonomiczny układ nerwowy przygotowując organizm do reakcji „atakuj lub uciekaj”. Poziom adrenaliny i innych hormonów związanych ze stresem wzrasta, system siateczkowy jest aktywowany, w wyniku czego następuje ogólny wzrost pobudzenia. Utrzymywanie organizmu w tym stanie prowadzi do ogólnego złego samopoczucia, opisywanego jako rozdrażnienie, nawet jeżeli nie ma głębokich negatywnych asocjacji związanych z szumami. To rozdrażnienie może powstać w wyniku zmian połączeń układu autonomicznego z układami korowymi lub podkorowymi, włączając w to system emocjonalny, i wynikać może z werbalizowanych przekonań („szumy uszne wskazują, że ogłuchnę; mam nowotwór mózgu; wariuję”), a także z niewerbalizowalnych uczuć i poczucia ogólnego napięcia.

Zazwyczaj w pierwszym rzędzie dochodzi do habituacji reakcji. W tej sytuacji pacjent doświadcza szumów usznych z taką samą częstotliwością jak poprzednio, jednakże nie wywołują one żadnych odczuć niechęci, spięcia i innych reakcji negatywnych. Ten stan odzwierciedla zmiany w połączeniach pomiędzy drogami słu-



Ryc. 1. Schemat przedstawiający symbolicznie systemy aktywne w przypadku znaczących klinicznie szumów usznych, ich interakcja oraz zmiany dające w efekcie habituację szumów usznych.

Grubość strzałek reprezentuje siłę i znaczenie konkretnego połączenia. A — przed leczeniem; B — habituacja reakcji wywołanych przez szumy; C — habituacja percepcji szumów.

chowymi a układami limbicznym i autonomicznym w taki sposób, że neuronalna aktywność związana z szumami nie powoduje aktywacji autonomicznego układu nerwowego i w konsekwencji zanikają stres, rozdrażnienie, napięcie i lęki. Dodatkowym celem jest osiągnięcie habituacji percepcji. W tej sytuacji neuronalna aktywność związana z szumami ulega odfiltrowaniu poprzez podkorowe ośrodki słuchowe i nie dociera do wyższych centrów, gdzie byłaby

percepowana. Cel ten może być osiągnięty poprzez prowadzenie z pacjentem konsultacji i właściwe ukierunkowanie na dźwięk. W czasie konsultacji pacjent zaznajamiany jest z mechanizmami szumów usznych, percepcją bodźców słuchowych, podstawowymi zasadami funkcjonowania mózgu i zasadami odbierania dźwięków tych z otoczenia i dostarczanych poprzez specjalne generatory. Konsultacje są niezbędne do usunięcia negatywnych asocjacji skojarzo-

nych z szumami usznymi. Należy podkreślić, że podczas gdy stosowanie odpowiedniego dźwięku może być bardzo pomocne w osiągnięciu habituacji szumów usznych, to jednak bez fachowej konsultacji nie da ono oczekiwanych wyników.

Efektywność dźwięku wynika z dwóch zasad: 1) zależności percepcji intensywności danego dźwięku od tego, jak bardzo ten dźwięk różni się od tła oraz 2) ciągłej adaptacji układu słuchowego do średniego poziomu stymulujących dźwięków. Innymi słowy, siła percepcji wszelkiego typu bodźców, włącznie z dźwiękowymi, zależy od różnicy pomiędzy bodźcem i tłem, a nie od absolutnej, fizycznej intensywności bodźca. Typowym przykładem jest percepcja światła danego przez małą świeczkę w całkowicie zaciemnionym pokoju, albo na świetle słonecznym. Podczas gdy fizyczna siła światła świeczki jest identyczna w obu przypadkach, nasza percepcja jest krańcowo odmienna. W ciemnym pokoju światło świeczki będzie sprawiało wrażenie bardzo silnego, przyciągało naszą uwagę, podczas gdy w świetle słońca będzie sprawiało wrażenie dużo słabszego i może być łatwo niezauważone. Podobnie muzyka o umiarkowanej sile będzie wydawała się dużo głośniejsza w cichym pokoju, w porównaniu z tym samym dźwiękiem zaprezentowanym w hałaśliwym pomieszczeniu.

Zasada ta jest jednym z czynników powodujących, że szумы uszne wydają się być głośniejsze w cichym niż w głośnym pokoju. Poziom dźwięków tła jest niski i w konsekwencji różnica pomiędzy tłem i neuronalną aktywnością reprezentującą szумы uszne jest duża, powodując percepcję głośnych szumów usznych.

Drugim czynnikiem jest ciągła adaptacja układu słuchowego do średniego poziomu dźwięku. Klasycznym przykładem są odczucia ludzi, którzy zostali umieszczeni w komorze bezdechowej. Poziom dźwięku tła w tej sytuacji jest poniżej progu słyszenia. Po kilku minutach osoby w niej umieszczone zaczynają słyszeć bicie własnego serca, oddech, ruchy ubrania na ciele. Wszystkie dźwięki wydają się być bardzo głośne. Dane te są w zgodności z wynikami pomiarów aktywności pojedynczych neuronów w słuchowych ośrodkach podkorowych, gdzie okazało się, że około 1/4 neuronów wykazuje większą niż normalnie wrażliwość na wszelkie bodźce, jeżeli wywołać czasowy lub stały ubytek słuchu.

Jeszcze bardziej interesujące okazały się wyniki specjalnego eksperymentu przeprowadzonego z 80 młodymi ludźmi z normalnym słuchem i nie doświadczającymi szumów usznych, których umieszczono indywidualnie w

komorze ciszy i poproszono o zapisanie wszelkich odczuwanych wrażeń. Okazało się, że po kilku minutach 94% badanych osób doznało czasowo szumów usznych, przy czym opis tych dźwięków był identyczny z doświadczanymi przez pacjentów cierpiących z powodu szumów.

Nasuwa się pytanie, jakie mogą być potencjalne mechanizmy odpowiedzialne za pojawianie się szumów. Odpowiedzi należy szukać w informacjach o funkcjonowaniu układu słuchowego. Neurony dróg słuchowych wykazują wysoki poziom aktywności spontanicznej i nawet bez obecności dźwięku transmitują impulsy elektryczne z częstością kilkudziesięciu razy na sekundę, przy czym pojedyncze impulsy pojawiają się zupełnie losowo. Nie zdajemy sobie zupełnie sprawy z obecności tej aktywności, którą można nazwać „kodem ciszy”. Następuje to dzięki ciągłemu odfiltrowywaniu tej aktywności przez sieci neuronalne, które zapobiegają przed dotarciem tej informacji do poziomu świadomej percepcji.

W sytuacji, gdy nie ma odpowiedniego poziomu dźwięku docierającego do ślimaka (na przykład w komorze ciszy), spada poziom aktywności wywołanej dźwiękiem i następuje wzrost czułości neuronów w drogach słuchowych. Percepcja nawet cichych dźwięków jest wtedy taka, jak bardzo głośnych w normalnych warunkach. Zwiększona czułość neuronów słuchowych powoduje również wykrywanie normalnie istniejących fluktuacji aktywności spontanicznej i ich percepcji jako dźwięku w postaci szumów usznych. Zjawisko powstania szumów usznych w sytuacji niskiego poziomu dźwięku znalazło odbicie w skarbnicy polskiej mądrości jako przysłowie — „Cicho, aż w uszach dzwoni”. Tak więc w Polsce, pojawianie się szumów usznych w ciszy zostało rozpoznane na długo przed tym, zanim zostało ono formalnie przebadane w eksperymencie naukowym.

Wyniki doświadczeń w komorze ciszy i zrozumienie fizjologicznych mechanizmów odpowiedzialnych za jego wynik mają bardzo istotne implikacje teoretyczne i praktyczne. Jeżeli niemalże wszyscy słyszą szумы uszne kiedy przebywają w wystarczająco cichym pomieszczeniu, oznacza to, że nie można traktować percepcji szumów usznych jako patologii. Dodatkowym potwierdzeniem tego postulatu jest fakt, że większość osób, które mają szумы uszne, normalnie ich nie zauważają i nie sprawiają one im żadnego kłopotu. Z wyników doświadczenia w komorze ciszy oraz obserwacji, że szумы uszne są odczuwane jako głośniejsze w ciszy, wynika praktyczne zalecenie dla pacjentów z szumami usznymi — unikaj ciszy.

Kluczowym punktem leczenia szumów usznych jest obserwacja powszechnego występowania zjawiska habituacji w percepcji bodźców w życiu codziennym. Normalnie zdajemy sobie świadomie sprawę z obecności tylko drobnej części dźwięków, które nas otaczają. Wynika to z ograniczenia mózgu, który umożliwia nam wykonywanie tylko jednej czynności z pełnym udziałem naszej świadomości. Tak więc nie jesteśmy w stanie jednocześnie czytać książki i pisać listu, słuchać z pełną uwagą muzyki prowadząc jednocześnie rozmowę, lub rozmawiać z dwoma osobami w tym samym czasie. Jeżeli byśmy musieli przełączać się z sekwencyjnej percepcji docierających do nas bodźców, to nie byłibyśmy w stanie robić niczego innego. Rozwiązaniem problemu jest oparta na poprzednim doświadczeniu selekcja bodźców zachodząca na poziomie podświadomości — habituacja percepcji dźwięków. Nowe bodźce są percepowane, oceniane i jeżeli nie reprezentują istotnej informacji, a zwłaszcza nie są związane z nieprzyjemną sytuacją lub zagrożeniem, są szybko habitowane.

Pojawienie się nowego bodźca szumów usznych połączone jest u wielu ludzi ze stanem obawy, lęku, że są one pierwszym ostrzeżeniem, że coś złego dzieje się z ich słuchem lub nawet z całym mózgiem, co w konsekwencji tworzy silne negatywne asocjacje. To negatywne wzmocnienie powoduje powstanie odruchów warunkowych aktywujących układ limbiczny oraz autonomiczny układ nerwowy, a to z kolei koncentruje uwagę na szumach. Powstaje typowa sytuacja samowzmacniającego sprzężenia zwrotnego lub inaczej mówiąc błędnego koła.

Zrozumienie mechanizmów rządzących powstawaniem szumów usznych, wywoływaniem reakcji pacjentów oraz normalnym funkcjonowaniem mózgu, pozwoliło na zaproponowanie nowej metody ich leczenia znanej jako Tinnitus Retraining Therapy. Metoda ta ma na celu wywołanie i utrzymanie habituacji reakcji spowodowanych przez szumy oraz osiągnięcie habituacji ich percepcji. W efekcie pacjenci nie są świadomi obecności szumów, a nawet gdy są ich świadomi, to nie wywołują one negatywnych reakcji. Z punktu widzenia mechanizmów zachodzących w układzie nerwowym, celem metody jest wygaszenie odruchów warunkowych, aktywujących układy limbiczny i autonomiczny, jak również przeuczenie neuronalnych filtrów w układzie słuchowym tak, aby neuronalna aktywność związana z szumami została zablokowana przed osiągnięciem poziomu naszej świadomości.

W praktyce habituacja jest osiągnięta poprzez jednoczesne zastosowanie intensywnego

uczenia pacjentów zasad neurofizjologicznego modelu oraz użycie dźwięku według specyficznego protokołu. „Odtajnienie” mechanizmów szumów usznych uspokaja pacjentów i w konsekwencji powoduje ogólne zmniejszenie poziomu aktywacji układów limbicznego i autonomicznego, przesuwając szumy uszne z kategorii bodźców wskazujących na zagrożenie, do bodźców neutralnych, które układ nerwowy automatycznie habituje. Terapia dźwiękowa zmniejsza siłę aktywności neuronalnej odzwierciedlającej szumy uszne i poprzez to zmniejsza aktywację układów limbicznego i autonomicznego, jak również ułatwia proces przejścia filtrów w układzie słuchowym ze stanu dostrojenia i optymalnej detekcji do ich zablokowania. Z neurofizjologicznego punktu widzenia proces zmian filtrowania sygnałów poprzez układ słuchowy polega na zmianie zasad przetwarzania neuronalnej aktywności związanej z szumami usznymi. W efekcie następuje habituacja percepcji szumów usznych.

Warto podkreślić, że ponieważ modyfikacje w układzie nerwowym zachodzą powyżej źródła szumów usznych, którym jest ślimak lub nerw słuchowy, etiologia szumów jest nieistotna i TRT jest skuteczna bez względu na przyczyny ich powstania.

Neurofizjologiczny model i TRT zostały zaproponowane pod koniec lat 80-tych (JASTREBOFF 1990) i od tego czasu osiągnęły szeroką popularność w wielu krajach. Obecnie metoda ta jest używana w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Wielkiej Brytanii, Niemczech, Hiszpanii, Brazylii, Singapurze oraz w Polsce. Wyniki z różnych centrów są zbliżone wskazując na jej wysoką efektywność, ponieważ 70–80% pacjentów osiąga znaczącą poprawę.

W centrum szumów usznych i nadwrażliwości na dźwięki Uniwersytetu Maryland leczone ponad 1000 pacjentów. U wszystkich pacjentach przeprowadzono badania audiologiczne, włączając w to charakteryzację szumów usznych. Pacjenci byli ankietowani przed i kilkakrotnie w ciągu leczenia w celu oceny potencjalnych zmian w odczuwaniu szumów oraz zmian oddziaływania szumów na ich życie. Wyniki z losowej grupy 263 pacjentów wykazały, że u 82% pacjentów nastąpiła znacząca poprawa.

TRT ma szereg pozytywnych cech: 1) ponieważ metoda działa na poziomy w mózgu powyżej źródła szumów usznych jest ona uniwersalna i pozwala na leczenie wszystkich pacjentów bez względu na przyczyny z jakich szumy wynikają, 2) leczenie wymaga tylko określonego czasu, po którym pacjenci nie muszą przestrzegać żadnych specjalnych zaleceń, 3) metoda nie może spowodować krzywdy i nie ma negatywnych

skutków ubocznych, 4) jest w wysokim stopniu skuteczna, 5) pacjenci którzy skutecznie zakończyli kurację nie wykazują pogorszenia, 6) ponieważ metoda oparta jest na naukowym modelu może być nadal rygorystycznie testowana, a dalsze usprawnienia mogą być łatwo wprowadzane. Negatywną stroną tej metody jest to, że pacjenci muszą być w kontakcie z ośrodkiem prowadzącym leczenie przez 18 do 24 miesięcy (choć poprawę zauważają już po kilku miesią-

cach), a personel, który przeprowadza leczenie, musi być specjalnie przeszkolony.

Podsumowując, szumy uszne są interesującym przypadkiem fantomowej percepcji i stanowią ciekawy teoretyczny i praktyczny problem. Zaproponowany model neurofizjologiczny oraz wynikająca z niego metoda leczenia szumów, TRT, dają możliwość dalszych dokładnych badań nad szumami, jak również efektywną metodę ich leczenia.

TINNITUS AND HYPERACUSIS — NEUROPHYSIOLOGICAL MODEL AND THEIR TREATMENT

Summary

The principal postulate of the neurophysiological model of tinnitus is that all levels of the auditory pathways and several nonauditory systems play essential roles in each case of tinnitus, stressing the dominance of nonauditory systems in determining the level of tinnitus annoyance. Thus, it has been proposed to treat tinnitus by inducing and facilitating habituation of the tinnitus signal. The goal is to reach the stage where, although patients may perceive tinnitus as unchanged when they focus on it, they are otherwise not aware of tinnitus. Furthermore, even when

perceived, tinnitus does not evoke annoyance. Habituation is achieved by directive counseling combined with low level broad band noise generated by wearable generators, and environmental sounds, according to a specific protocol. For habituation to occur it is imperative to avoid masking tinnitus by these sounds. Since 1991 over 1000 tinnitus patients have been seen at University of Maryland Tinnitus & Hyperacusis Center. A survey of over 263 patients revealed over 80% of significant improvement in groups of patients treated with the full protocol.

LITERATURA UZUPELNIAJĄCA

- JASTREBOFF P. J., 1990. *Phantom auditory perception (Tinnitus): mechanisms of generation and perception*. *Neuroscience Research* 8, 221-254.
- JASTREBOFF P. J., HAZELL J. W. P., 1993. *A neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications*. *British Journal of Audiology* 27, 7-17.
- JASTREBOFF P. J., 1995. *Tinnitus as a phantom perception: Theories and clinical implications*. [W:] *Mechanisms of Tinnitus*. VERNON J., MILLER A. (red.), Allyn & Bacon, Massachusetts, r. 8, 73-87.
- JASTREBOFF P. J., 1996. *Clinical implication of the neurophysiological model of tinnitus*. *Proceedings of the 5th International Tinnitus Seminar 1995*. REICH G. E., VERNON J. A. (red.), American Tinnitus Association, Portland, Oregon, 500-507.
- JASTREBOFF P. J., GRAY W. C., GOLD S. L. 1996. *Neurophysiological approach to tinnitus patients*. *American Journal of Otology* 17, 236-240.