

Próby stroikowe w codziennej praktyce audiologicznej

Tuning forks in audiological practice

Edyta Piłka¹, Anna Piotrowska²

¹ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Audiologii Eksperymentalnej, Warszawa/Kajetany

² Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Epidemiologii i Badań Przesiewowych, Warszawa/Kajetany

Adres autora: Edyta Piłka, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Audiologii Eksperymentalnej, ul. Mokra 17, Kajetany, 05-830 Nadarzyn, e-mail: e.pilka@ifps.org.pl

Streszczenie

Dzięki wynikom prób stroikowych można określić nie tylko wzajemny stosunek pomiędzy przewodnictwem powietrznym i kostnym, lecz także wyznaczyć pole słuchowe dla obu tych przewodnictw.

Potwierdzono na przykładzie dwóch pacjentów, którzy zostali skierowani na leczenie w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu, iż prawidłowe wykonanie prób stroikowych pozwala na weryfikację staranności i poprawności przeprowadzanych badań audiometrycznych. W przypadku Pacjenta A wynik próby stroikowej Webera wyraźnie nie korelował z wynikiem badania audiometrycznego wykonanego w ośrodku rejonowym. Określenie lateralizacji dźwięku pozwoliło podjąć decyzję dotyczącą wyboru kolejnych testów, które podważyły definitywnie diagnozę postawioną w rejonie. Podobny błąd diagnostyczny wystąpił w przypadku Pacjenta B. Wykonanie prób stroikowych pozwoliło domniemać, iż próg słyszenia wyznaczony w miejscu zamieszkania pacjenta był wykreślony w sposób niewłaściwy. Warty podkreślenia jest fakt, że wątpliwości co do wiarygodności badań wykonanych w punkcie protetycznym w rejonie nasunęły się bez znajomości wyników badań obiektywnych.

Pomimo postępu, jaki dokonał się w dziedzinie obiektywnych badań słuchu, próby stroikowe powinny być rutynowo stosowane w codziennej praktyce laryngologicznej i audiologicznej. Zgodnie z zasadą cross-check badanie z wykorzystaniem stroików stanowi istotny element współczesnej sztuki lekarskiej.

Słowa kluczowe: próba stroikowa Webera • próba stroikowa Rinnego • lateralizacja

Abstract

Tuning fork tests allow assessing not only the relationship of the air conduction and the bone conduction, but also determining the auditory field for both types of conduction.

It has been confirmed, based on the cases of two patients referred for treatment in the Institute of Physiology and Pathology of Hearing, that the correctly performed tuning fork test allows to verify the accuracy and correctness of the audiometric test. In the case of patient A, results of the Weber test were visibly inconsistent with the results of the audiometric test performed in the local clinic. After determining the lateralization of sound we were able to decide on selection of subsequent tests, which definitively disproved the diagnosis set in the local clinic. A similar diagnostic error occurred in the case of Patient B. Results of the tuning fork tests suggested that hearing threshold levels determined during tests in the local clinic are incorrect. It is worth mentioning that the doubts as to the reliability of tests performed by the local hearing aids provider arouse before the results of the objective tests were known.

Tuning fork tests, in spite of the progress in the field of the objective hearing tests, should be routinely performed as a part of the everyday ENT and audiological praxis. Following the cross-check principle, tuning fork test is an important element of the present-day patient management.

Key words: Weber test • Rinne test • lateralization

Wstęp

Próby stroikowe zajmują istotne miejsce w diagnostyce różnicowej uszkodzeń słuchu. Na podstawie ich wyniku można nie tylko określić wzajemny stosunek pomiędzy przewodnictwem powietrznym i kostnym, lecz także wyznaczyć pole słuchowe dla obu tych przewodnictw [1].

Idea wykorzystania stroików do strojenia instrumentów muzycznych została zaproponowana w roku 1711 przez angielskiego trębacza i lutnistę Johna Shore [2,3]. Shore opracował stroik C512 do trzymania stroju lutni i ofiarował go ówczesnemu kompozytorowi Georgowi Haendlowi.

Pierwsze wzmianki dotyczące zastosowania stroików w medycynie pochodzą jednak dopiero z roku 1827, kiedy Charles Wheatstone odkrył zjawisko lateralizacji dźwięku do ucha z zamkniętym przewodem słuchowym [4]. Zagadnienia dotyczące przewodnictwa kostnego badał już w XVI wieku Giovanni Felippo Ingrassia (1510–1580). Zaobserwował on, iż drgający instrument jest słyszalny, gdy zostanie przyłożony do zębów. Nazwano ten efekt objawem Ingrassiego [5]. Spostrzeżenia te potwierdził w późniejszych latach Hieronimus Capivaccio, który zauważył, że dźwięk instrumentu muzycznego przyłożonego do zębów jest odbierany przez chore ucho, co może sugerować patologię błony bębenkowej. Natomiast gdy nie słycać podawanego dźwięku, to problem dotyczy nerwu [3]. Gunther Christoph Schelhammer w roku 1684 stwierdził, iż drogą kostną mogą być słyszalne nie tylko strunowe instrumenty muzyczne, lecz także zwykły widelec, w którym wywołano wibracje [5].

Próby stroikowe mogą być wykorzystywane w praktyce klinicznej zarówno do weryfikacji wyników badań audiometrycznych [6], jak i do badania przesiewowego słuchu [7]. Wartość diagnostyczna wyniku prób stroikowych, a także ich dostępność i prostota wykonania czynią z tej metody cenne narzędzie pomiarowe, które warto stosować w codziennej praktyce audiologicznej.

Próba stroikowa Webera – określanie lateralizacji dźwięku

Pomimo że Ernst Heinrich Weber (1795–1878) próbę stroikową, nazwaną później od jego nazwiska, opisał w roku 1825 [8], to dopiero po 20 latach Jean Pierre Bonnafont wprowadził test Webera do praktyki klinicznej [9].

Do interpretacji wyniku próby stroikowej Webera wykorzystuje się fakt, iż dźwięk wzbudzonego stroika lateralizuje do ucha, w którym występuje większa rezerwa ślimakowa w przypadku obustronnego niedosłuchu przewodzeniowego lub przy braku rezerwy do ucha z lepszym przewodnictwem kostnym. Technika wykonania tej próby, szczególnie przy użyciu przetwornika kostnego, ma istotny wpływ na wynik końcowy [10]. Przetwornik kostny należy założyć pacjentowi na czoło i stopniowo wzmacniać natężenie dźwięku od 0 dB HL. Zadaniem pacjenta jest wskazanie miejsca lateralizacji przy najmniejszym słyszalnym natężeniu dźwięku. Jeżeli do określenia lateralizacji wykorzystywany jest stroik, to wówczas wzbudzony stroik należy przystawić albo do szczytu czaszki w linii pośrodkowej, albo do okolicy nasady nosa bądź do zębów siekaczy szczęki czy też wyrostka zębodołowego [10].

Próba Rinnego – porównywanie przewodnictwa kostnego i powietrznego

Próba stroikowa Rinnego pozwala ocenić stosunek przewodnictwa powietrznego do przewodnictwa kostnego, a tym samym pozwala sprawdzić, czy występuje rezerwa ślimakowa. Dane literaturowe podają, że pierwszą próbę porównania przewodnictwa powietrznego i kostnego za pomocą zegarka przeprowadził w roku 1842 Polansky [11,12]. Heinrich Adolf Rinne w roku 1855 opisał serię eksperymentów, w których wykorzystywał stroiki do porównywania słyszenia drogą kostną i powietrzną [13]. Jednakże dopiero w latach 80. XIX wieku Friedrich Bezold i August Lucea spopularyzowali zastosowanie próby Rinnego w praktyce klinicznej [14]. Aby wykonać próbę Rinnego, należy wzbudzony stroik przystawić do wyrostka sutkowego po stronie badanej, a kiedy badany przestaje słyszeć dźwięk, przesunąć go przed małżowinę uszną bez ponownego wzbudzania, tak aby widełki stroika ustawione były w płaszczyźnie czołowej [10].

Cel pracy

Celem pracy jest zilustrowanie przydatności stosowania prób stroikowych w praktyce klinicznej.

Materiał i metoda

Przydatność prób stroikowych w praktyce klinicznej przedstawiono na przykładzie dwóch pacjentów, którzy zostali skierowani na leczenie w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu (IFPS).

Przykład 1 – Pacjent A

Dziewczynka, lat 13, zgłosiła się do IFPS z rozpoznaniem: głęboki prawostronny niedosłuch odbiorczy. W badaniu słuchu wykonanym w ośrodku rejonowym określono próg słyszenia dla przewodnictwa powietrznego w uchu lewym w paśmie częstotliwości od 125 Hz do 8000 Hz na poziomie 10 dB HL i brak rezerwy ślimakowej. Badając przewodnictwo kostne w uchu prawym, nie uzyskano reakcji na bodźce akustyczne (rycina 1). Dziecko otrzymało wniosek na zakup aparatu słuchowego na przewodnictwo powietrzne typu CROS.

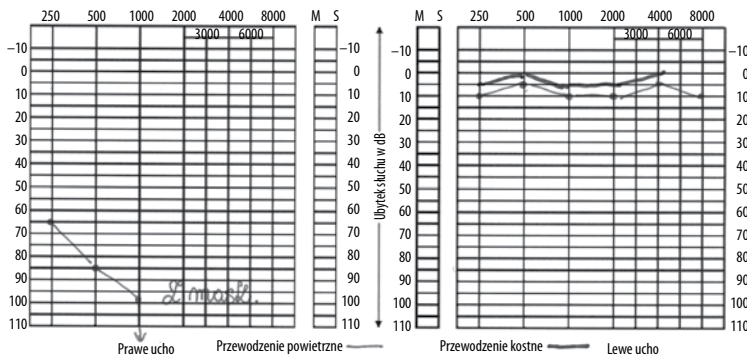
Na pierwszej wizycie w IFPS u dziecka wykonano próbę stroikową Webera oraz badanie audiometrii tonalnej i impedancyjnej.

Przykład 2 – Pacjent B

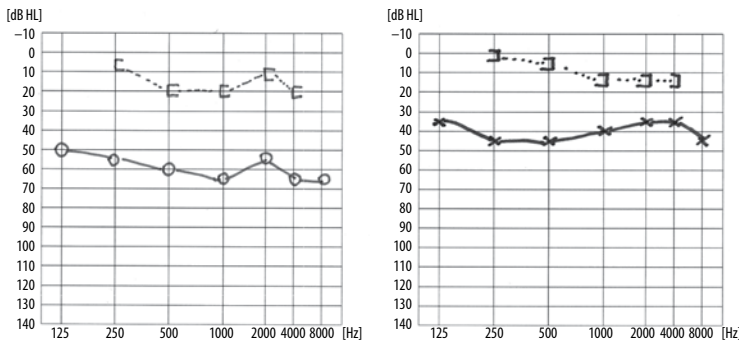
Kobieta, lat 43, zgłosiła się do IFPS ze skierowaniem na leczenie operacyjne ucha prawego i lewego z powodu podejrzenia otosklerozy. Badania wykonane w miejscu zamieszkania jednoznacznie wskazywały na obustronny niedosłuch przewodzeniowy (rycina 2). W IFPS wykonano próby stroikowe Webera i Rinnego, badanie audiometrii tonalnej bez maskowania oraz z maskowaniem plateau, audiometrię impedancyjną oraz badanie ABR.

Wyniki

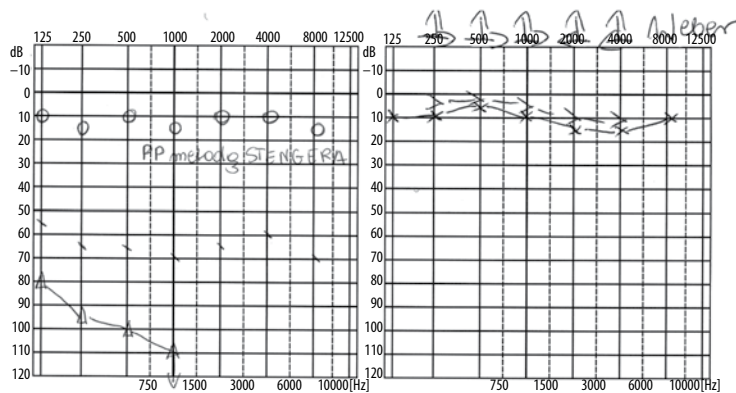
U Pacjenta A na pierwszej wizycie w IFPS wykonano próbę Webera przy użyciu przetwornika kostnego oraz badanie



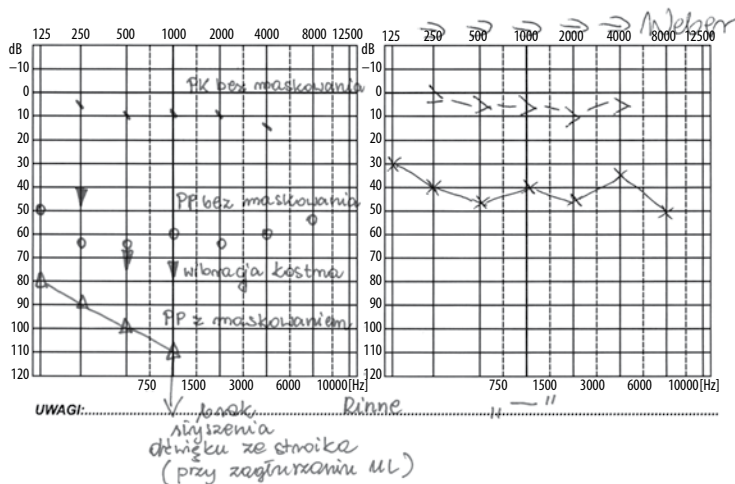
Rycina 1. Audiogram Pacjenta A wykonany w innym ośrodku
Figure 1. Patient's A audiogram from a different facility



Rycina 2. Audiogram Pacjenta B wykonany w innym ośrodku
Figure 2. Patient's B audiogram from a different facility



Rycina 3. Audiogram Pacjenta A wykonany w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu
Figure 3. Patient's A audiogram from the Institute of Physiology and Pathology of Hearing



Rycina 4. Audiogram Pacjenta B wykonany w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu
Figure 4. Patient's B audiogram from the Institute of Physiology and Pathology of Hearing

audiometrii tonalnej i impedancyjnej. Podczas próby Webera dziecko wyraźnie sygnalizowało lateralizację dźwięku centralną ze wskazaniem na ucho lewe dla niskich częstotliwości, a dla częstotliwości wysokich centralną ze wskazaniem na ucho prawe. W badaniu audiometrii tonalnej używano wartości progów słyszenia w zakresie normy dla ucha lewego, natomiast dla ucha prawego wykreślono niedosłuch w stopniu głębokim według skali BIAP dla przewodnictwa powietrznego przy braku reakcji na dźwięki dla przewodnictwa kostnego. W audiometrii impedancyjnej obustronnie zarejestrowano tympanogramy typu A według klasyfikacji Jergera i Lidena [15,16] oraz odruch z mięśnia strzemiączkowego na poziomie 75–80 dB SPL podczas stymulacji ipsi- i kontrlateralnej dla badanych częstotliwości. Z uwagi na wykluczające się wyniki przeprowadzonych badań wykonano dodatkowo ocenę progów słyszenia testem Stenger, uzyskując wartości progów w uchu prawym na poziomie 10–15 dB HL w szerokim zakresie częstotliwości (rycina 3).

Pacjentka B już podczas wywiadu zgłaszała problemy ze słuchem, które nie korelowały z wynikami dotychczas wykonanych badań. Pacjentka twierdziła, że słyszy tylko uchem lewym. W audiometrii impedancyjnej obustronnie uzyskano tympanogramy typu A (według klasyfikacji Jergera i Lindena [15,16]) oraz brak odruchów z mięśnia strzemiączkowego podczas stymulacji ipsi- i kontrlateralnej dla badanych częstotliwości. Przed przystąpieniem do wyznaczenia progów słyszenia i wykreślenia audiogramu określono lateralizację dźwięku próbą Webera, przy użyciu przetwornika kostnego. Pacjentka wskazała lateralizację dźwięku do ucha lewego. Następnie wykonano próbę stroikową Rinne z zagłuszeniem ucha niebadanego i okazało się, że po stronie lewej czas trwania przewodnictwa powietrznego był krótszy niż kostnego (Rinne ujemny), natomiast po stronie prawej po zamaskowaniu ucha lewego pacjentka nie słyszała stroika ani drogą kostną, ani powietrzną.

Po ocenie wyników tych prób wykreślono próg słyszenia dla przewodnictwa powietrznego obojga uszu. Otrzymane wartości w dB HL pokrywały się w znacznym stopniu z badaniami wykonanymi w innych ośrodkach. Następnie określono próg słyszenia dla przewodnictwa kostnego bez maskowania. Różnica pomiędzy progami przewodnictwa powietrznego obojga uszu nie wskazywała na potrzebę zagłuszenia. Jednakże porównując próg słyszenia wyznaczony dla przewodnictwa kostnego z progiem otrzymanym dla przewodnictwa powietrznego ucha przeciwnego, uzyskano różnicę przekraczającą wartość tłumienia międzuszusznego. Taki wynik wskazywał jednoznacznie na potrzebę zaszumienia ucha niebadanego w celu określenia faktycznego progów słyszenia przewodnictwa powietrznego w uchu badanym. Zastosowano maskowanie metodą plateau. Jego istotą jest znalezienie takiego poziomu szumu, którego trzykrotne zwiększenie nie powoduje pogorszenia progów słyszenia [17,18]. Po określeniu progów słyszenia przewodnictwa powietrznego w uchu prawym, z użyciem tej samej metody wyznaczono

przewodnictwo kostne. Okazało się, że po zamaskowaniu ucha niebadanego wykreślono w uchu prawym niedosłuch w stopniu głębokim według skali BIAP. Przewodnictwo kostne było bardziej odczuwalne niż słyszane – wibracja kostna (rycina 4). Jednostronny głęboki niedosłuch czuciowo-nerwowy potwierdzono dodatkowo badaniem ABR.

Dyskusja

Celem pracy było zilustrowanie przydatności stosowania prób stroikowych w praktyce klinicznej. Potwierdzono, iż pomimo zachowania poprawności procedur pozwalających na rzetelne wykonanie badań audiometrycznych konieczna jest ich weryfikacja, zgodnie z zasadą cross-check, oraz właściwa współpraca ze strony pacjenta.

W przypadku Pacjenta A wynik próby Webera wyraźnie nie korelował z audiogramem wykonanym w ośrodku rejonowym. Określenie lateralizacji dźwięku pozwoliło podjąć decyzję dotyczącą wyboru kolejnych testów.

Podobny błąd diagnostyczny wystąpił w przypadku Pacjenta B. Wykonanie prób stroikowych skłoniło do zadania pytania dotyczącego faktycznego stanu słuchu pacjentki. Warty podkreślenia jest zatem fakt, że wątpliwości co do wiarygodności badań wykonanych w ośrodku rejonowym u obu pacjentek nasunęły się bez znajomości wyników badań obiektywnych. Innymi słowy, zastosowanie prób stroikowych jako metody cross-check pozwoliło na rozwiązanie problemu bez wykonywania audiometrii impedancyjnej czy czasochłonnego badania potencjałów wywołanych z pnia mózgu (ABR), które nie jest możliwe do przeprowadzenia w wielu ośrodkach.

Nie można wykluczyć, iż w obu omawianych przypadkach w ośrodkach rejonowych została podjęta próba weryfikacji audiogramów poprzez wykonanie testów stroikowych. Jednakże uzyskane tam wyniki sugerują, że badania wykonano bez zachowania wymaganych technik pomiarowych bądź też przestrzegając odpowiednich zasad, ale przy słabej współpracy ze strony pacjenta, co ma bardzo istotny wpływ na wynik końcowy [10].

Podsumowanie

W 1971 roku Sheehy napisał: „Może się wydawać, że testy stroikowe wyszły z mody, jednakże nie straciły swojego znaczenia klinicznego” [6]. Pomimo postępu, jaki dokonał się w dziedzinie obiektywnych badań słuchu, próby stroikowe powinny być rutynowo stosowane w codziennej praktyce laryngologicznej i audiologicznej.

Zgodnie z zasadą cross-check, zaproponowaną przez Jergera i Hayesa w roku 1976 [19], badanie z wykorzystaniem stroików stanowi istotny element współczesnej sztuki lekarskiej.

Piśmiennictwo:

1. Bystrzanowska T. Audiologia kliniczna. Warszawa: PZWL; 1963.
2. Feldmann H. A history of audiology. A comprehensive report and bibliography from the earliest beginnings to the present. Translations of the Beltone Institute for Hearing Research, 1970; 22: 17.

3. Feldmann H. History of the tuning fork. I: Invention of the tuning fork, its course in music and natural sciences. Pictures from the history of otorhinolaryngology, presented by instruments from the collection of the Ingolstadt German Medical History Museum. *Laryngorhinootologie*, 1997; 76(2): 116–22.
4. Wheatstone C. Experiments on audition. *Journal of Science Literature and Art*, 1827.
5. Politzer A. History of Otolology vol. 1 1907: English translation, Milstein S. Phoenix: Columella Press; 1981.
6. Sheehy JL, Gardner G, Hambley WM. Tuning fork tests in modern otology. *Archives of Otolaryngology*, 1971; 94: 132–8.
7. Yung MW, Morris TMD. Tuning fork test in the diagnosis of serious otitis media. *Br Med J*, 1981; 283(6306): 1576.
8. Weber EH, Weber W. Wellenlehre auf Experimentegegründeteruber die WellentropfbarerFlüssigkeitenmitAnwendung auf die Schall- und Lichtwellen. Leipzig; 1826.
9. Bonnafont JP. Emploi due diapason dans le traitement des affections de l'organe de l'ouïe. *CR AcadSci (Paris)*, 1845; 20: 1498–9.
10. Gryczyński M, Pajor A. Badanie akumetryczne i próby stroikowe. W: Śliwińska-Kowalska M, red. *Audiologia kliniczna*. Łódź: Mediton; 2005, 107–11.
11. Huizing EH. The early descriptions of the so-called tuning-fork tests of Weber, Rinne, Schwabach, and Bing. The Rhine test and its first description by Polansky. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 1975; 37: 88–91.
12. Huizing EH. The early descriptions of the so-called tuning-fork tests of Weber, Rinne, Schwabach, and Bing. III. The development of the Schwabach and Bing tests. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 1975; 37: 92–6.
13. Rinne HA. *Beitragezur Physiologie des menschlichen Ohres: Vierteljahrschrift fur die praktische Heilkunde*. W: Halla J, Harsner JV, red. Herausgeben von der medicinischen Facultat in Prag vol. 45. Prague: Kark Andre Publishers, 1855.
14. Bickerton RC, Barr GS. The origin of the tuning fork. *J R So Med*, 1987; 80: 771–3.
15. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*, 1970; 92: 311–24.
16. Liden G, Harford E, Hallen O. Automatic tympanometry in clinical practice. *Audiology*, 1974; 13: 126–39.
17. Donaldson LL. Masking – Practical applications of masking principles and procedures. Michigan: International Institute for Hearing Instrument Studies; 1999.
18. Martin FN, Clark JG. *Introduction to Audiology*. Boston: Allyn and Bacon; 2003
19. Jerger JF, Hayes D. The cross-check principle in pediatric audiometry. *Arch Otolaryngol*, 1976; 102(10): 614–20.