

Zaburzenia głosu w chorobach neurologicznych

Voice dysfunctions in neurological disorders

Jagoda Kuryłowicz¹,
Tomasz Przewoźny¹,
Andrzej Molisz²,
Jerzy Kuczkowski¹

¹Katedra i Klinika Otolaryngologii
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
²Katedra Medycyny Rodzinnej
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

STRESZCZENIE

W pracy opisano podstawowe pojęcia dotyczące zaburzeń jakości głosu, takie jak dysfonia, afonia czy nosowanie. Przedstawiono odrębności badania foniatrycznego w zakresie wywiadu, stosowanych skal jakości głosu (VHI, skali GRBAS) i badania palpacyjnego krtani. Szczególną uwagę zwrócono na badania: wideolaryngoskopowe i wideolaryngostroboskopowe, umożliwiające ocenę drgań strun głosowych w zwolnionym tempie. Opisano jedną z obiektywnych metod badania głosu — wieloparametrową analizę głosu polegającą na nagraniu próbki głosu pacjenta mikrofonem, która umożliwia przedstawienie w formie liczb wielu różnych parametrów głosu chorego. W drugiej części pracy omówiono zaburzenia głosu charakterystyczne dla najczęściej występujących chorób neurologicznych: udaru, stwardnienia rozsianego, zaniku wieloukładowego, choroby Parkinsona, postępującego porażenia nadjądrowego, miastenii, zespołu Guillain-Barè, porażenia opuszkowego czy uszkodzenia nerwu błędnego. Podkreślono, że diagnostyka i rozpoznawania zaburzeń głosu chorobach neurologicznych wymaga współdziałania otolaryngologa, foniatry i neurologa. Zwrócono uwagę na specyfikę tych zaburzeń głosu zarówno na etapie wstępnej diagnostyki, jak również podczas monitorowania wyników leczenia oraz oceny progresji choroby.

Forum Medycyny Rodzinnej 2019, tom 13, nr 6, 285–291

Słowa kluczowe: głos, choroby neurologiczne, wideolaryngostroboscopia, wieloparametrowa analiza głosu

ABSTRACT

We describe the basic of voice quality disorders such as dysphonia, aphonia or nasalization. Separation of phoniatic examination in the scope of the interview, applied voice quality scales (VHI, GRBAS) and palpation of the larynx are presented. Particular attention was paid to videolaryngoscopy and videolaryngostroboscopy, allowing the evaluation of the vibration of vocal cords in slow motion. One of the objective methods of examining the voice is described — a multi-parameter voice analysis consisting in recording a patient's voice sample with a microphone that allows presenting in the form of numbers many different parameters of the patient's voice. The second part of the work discusses the voice disorders characteristic of the most common neurological diseases: stroke, multiple sclerosis,

Adres do korespondencji:
Jagoda Kuryłowicz
Katedra i Klinika Otolaryngologii GUMed
jagoda.przystup@gumed.edu.pl

Copyright © 2019 Via Medica
ISSN 1897–3590

multi-systemic disorder, Parkinson's disease, progressive supranuclear palsy, myasthenia gravis, Guillain-Baré syndrome, bulbar paralysis and vagus nerve damage. It was emphasized that the diagnosis and recognition of voice disorders of neurological diseases requires the cooperation of an otolaryngologist, phoniatriest and neurologist. Attention is paid to the specificity of these voice disorders both at the stage of initial diagnosis as well as during the monitoring of treatment outcomes and assessment of disease progression.

Forum Medycyny Rodzinnej 2019, vol. 13, no 6, 285–291

Key words: voice, neurological diseases, videolaryngostroboscopy, multi-parameter voice analysis

WSTĘP

Wśród różnego typu zaburzeń mowy i słuchu związanych z chorobami neurologicznymi i psychiatrycznymi można wyróżnić zaburzenia głosu, będące przedmiotem szczególnego zainteresowania foniatorów. W niektórych przypadkach stanowią one jeden z wczesnych symptomów tych chorób. Najczęstsze zaburzenia głosu to dysfonia w formie chrypki o różnym nasileniu, aż do afonii, osłabienie siły głosu czy wygaszania jego napędu, utrata melodyjności głosu, drżenie, zmiany średniej wysokości oraz natężenia, nosowanie otwarte czy pogorszenie wydolności głosowej [1].

METODY OCENY GŁOSU

Istotne zmiany charakteru głosu może wykazać już wywiad zebrany od pacjenta i jego rodziny. Można je opisać ilościowo dzięki formularzowi *Voice Handicap Index* (VHI), w którym pacjent odpowiada na pytania dotyczące trzech sfer: funkcjonalnej, fizycznej oraz emocjonalnej, uzyskując wynik od 0 (brak zaburzeń głosu we własnym odczuciu) do 120 punktów (mocno nasilona dysfonia) [2]. Podczas rozmowy z pacjentem lekarz może ocenić jego głos za pomocą skali GRBAS, w której określane jest pięć parametrów: *grade* — stopień chrypki, *roughness* — szorstkość głosu, *breathiness* — „chuchający” głos, *asthenia* — słaby, asteniczny głos, *strain* — głos napięty, hiperfunkcyjny. Każdy z parametrów głosu jest oceniany w skali od 0 (głos normalny) do 3 punktów (zmiany bardzo nasilone) [3, 4].

■ Badania foniatryczne: palpacja, wideolaryngoskopia, wideolaryngostroboskopia

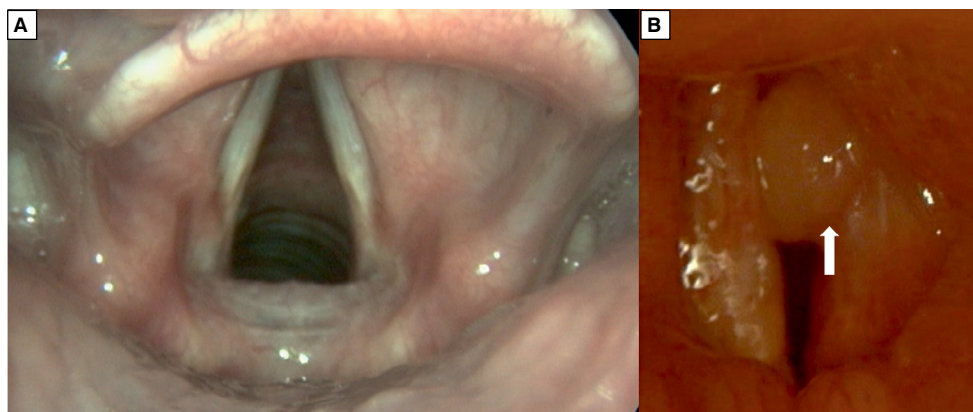
Badanie foniatryczne pacjenta możemy rozpocząć od palpacyjnej oceny napięcia mięśni szyi, klatki piersiowej oraz brzucha przed oraz podczas fonacji. Następnie należy ocenić czynność mięśni twarzy, symetrię podniebienia miękkiego oraz języka ich ewentualne zaburzenia ruchomości oraz obecność zmian nowotworowych lub zapalnych w obrębie jamy ustnej.

Kolejnym istotnym elementem foniatrycznego badania przedmiotowego jest laryngoskopia wykonana za pomocą sztywnego wideolaryngoskopu (ryc. 1). Pozwala ona na ocenę budowy krtani: barwę błony śluzowej, kształt, powierzchnię i symetrię, w tym również ewentualną różnicę w poziomach fałdów głosowych oraz fałdów przedsionka, wykluczenie ewentualnych patologii w postaci nowotworów,



Rycina 1. Sposób badania wideolaryngostroboskopowego (zdjęcie własne)

”
Istotne zmiany
charakteru głosu może
wykazać już wywiad
zebrany od pacjenta
i jego rodziny



Rycina 2. A — obraz prawidłowej krtani w badaniu wideolaryngoskopowym; **B** — polip fałdu głosowego (oznaczono strzałką) (zdjęcia własne)

torbieli czy zmian zapalnych w tej lokalizacji. Istotna jest obserwacja tylnego odcinka krtani pod kątem cech refluksu żołądkowo-przełykowego. Przeprowadza się też ocenę ruchomości krtani, określając symetrię ruchu fałdów głosowych oraz fałdów przedsionka i diagnozując ewentualne porażenie lub osłabienie czynności poszczególnych grup mięśni krtani czy hiperfunkcję ze zwarciem lub tendencją do zwarcia fałdów przedsionkowych. Należy zwrócić uwagę na szerokości szpary głośni podczas oddechu oraz fonacji, odpowiadając na pytanie czy zwarcie fonacyjne jest pełne, czy pozostaje pewna niedomykalność (ryc. 2).

W celu dokładnej obserwacji poszczególnych drgań fałdów głosowych wideolaryngoskopię uzupełnia się o stroboskopię. W tym badaniu krtani jest oświetlana światłem przerywanym, z częstotliwością dostosowaną do częstotliwości drgań fałdów głosowych podczas fonacji głoski [a] — w przypadku ustawienia identycznej częstotliwości pojawia się obraz nieruchomy, w przypadku gdy częstość drgań światła jest większa od częstotliwości drgań fałdów głosowych (optymalnie o 1Hz) pojawia się obraz ruchu fałdu głosowego w zwolnionym tempie.

Podczas badania obserwuje się regularność drgań fałdów głosowych, ich amplitudę, ewentualne unieruchomienie fałdu głosowego (może ono występować w stopniu niezauważalnym w podstawowym badaniu

laryngoskopowym), stosunek pomiędzy fazą otwierania, zamykania i zamknięcia szpary głośni, wahania częstotliwości drgań fałdów głosowych (w przypadku niemożliwości utrzymania stałej wysokości dźwięku) oraz przesunięcie brzeżne fałdów głosowych. Istotą stroboskopii jest możliwość rozgraniczenia zmian czynnościowych (hipo- i hiperfunkcjonalnych) od organicznych oraz określenie nasilenia tych drugich (np. różnicowanie guzków śpiewaczych miękkich od twardych).

W pewnych przypadkach wideolaryngoskopię optyką sztywną można uzupełnić, przeprowadzając badanie za pomocą optyki elastycznej (nasofiberoskopem wprowadzanym poprzez nos i nosogardziel). W ten sposób uzyskuje się bardziej zbliżony do fizjologicznego obraz krtani, bez wyciągniętego języka czy sztucznego uniesienia podniebienia miękkiego, eliminując też dużą część odruchów wymiotnych [1, 5].

■ Wieloparametrowa analiza głosu

Małoinwazyjną, powtarzalną i najbardziej obiektywną metodą badania głosu jest wieloparametrowa analiza głosu, w Klinice Otolaryngologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego przeprowadzana za pomocą oprogramowania DiagnoScope [6, 7]. Pierwsza część tego badania polega na nagraniu próbki głosu pacjenta mikrofonem (głoska [a]) (ryc. 3). Wyznacza się współczynnik F0 — podstawowa

„
**Małoinwazyjną,
powtarzalną
i najbardziej obiektywną
metodą badania głosu
jest wieloparametrowa
analiza głosu**

”
**Choroby neurologiczne,
w których występują
charakterystyczne
zaburzenia głosu,
to między innymi:
porażenie opuszkowe,
choroba Parkinsona,
stwardnienie rozsiane,
zaburzenia ruchowe
pochodzenia mózgowego
oraz miastenia**



Rycina 3. Wieloparametrowa analiza głosu — metoda nagrywania próbki głosu (zdjęcie własne)

częstotliwość głosu, a następnie wartości liczbowe parametrów *jitter* (zmiany częstotliwości podstawowej), *shimmer* (względna modulacja amplitudy) oraz stosunek szumu do sygnału (NHR, *noise-to-harmonics ratio*), korelujących ze stopniem nasilenia dysfonii (ryc. 4).

Drugim etapem badania jest wyznaczenie MPTa — czasu maksymalnej fonacji głoski [a]. W większości przypadków wynik poniżej 10 sekund interpretuje się jako patologiczny. Należy pamiętać o korelacji MPTa z pojemnością życiową płuc (VC), dlatego celem standaryzacji należy rozważyć wyznaczenie współczynnika fonacji PQ (iloraz VC wyznaczonej ze spirometrii oraz MPTa). Trzeci etap to porównanie głosu wyżej wymienionymi metodami przed i po obciążeniu (czytanie na głos referencyjnego tekstu). Warto rozważyć wyznaczenie współczynnika DSI (dysphonia severity index), otrzymywany z obliczeń uwzględniających MPTa, maksymalną częstotliwość głosu (*Fmax*), minimalne natężenie głosu (*Imin*) i *jitter*, jego wartość jednoznacznie określa stopień nasilenia dysfonii (bez cech dysfonii, dysfonia lekka, umiarkowana lub ciężka) [8].

RODZAJE ZABURZEŃ GŁOSU W NEUROLOGII

Najczęściej występującym zaburzeniem głosu w chorobach neurologicznych jest

dysfonia pod postacią chrypki [1]. Zaburzenia tego typu mogą być związane z widocznym w laryngoskopii niedowładem mięśni wewnątrzkrtańowych [9] (spowodowanym np. przez zaburzenia naczyniowe w obrębie OUN — w tym udary [10–12], stwardnienie rozsiane, zanik wieloukładowy, chorobę Parkinsona, postępujące porażenie nadjądrowe, zaburzenia obwodowego układu nerwowego, na przykład miastenia, zespół Guillain-Barre czy uszkodzenia mechaniczne odgałęzień nerwu błędnego), jak również z załamaniem przebiegu drgań fałdów głosowych (np. w porażeniu opuszkowym). Choroby neurologiczne, w których występują charakterystyczne zaburzenia głosu, to między innymi: porażenie opuszkowe, choroba Parkinsona, stwardnienie rozsiane, zaburzenia ruchowe pochodzenia mózgowego oraz miastenia.

■ Porażenie opuszkowe

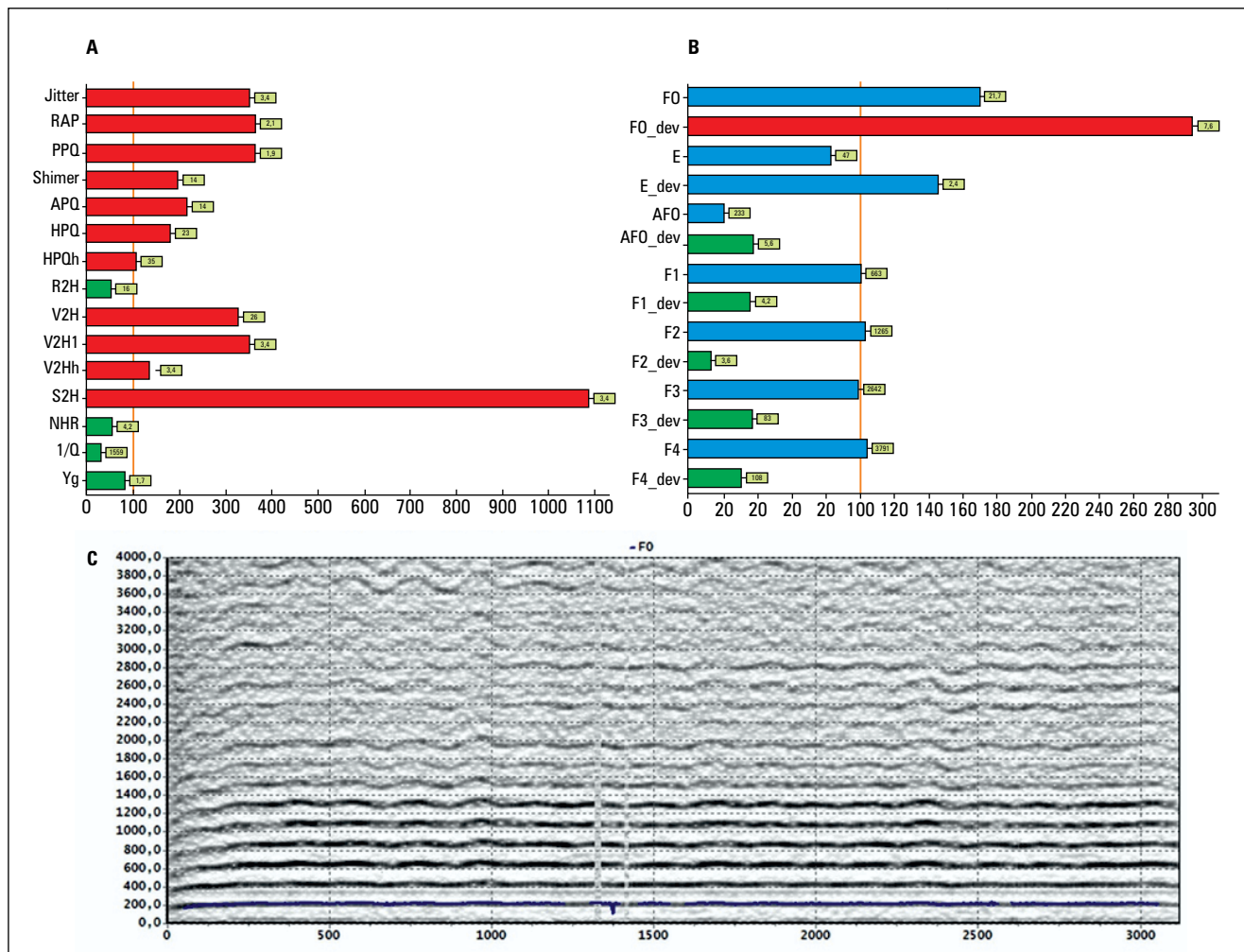
W porażeniu opuszkowym głos ma charakter monotony, występuje dysfonia w początkowym okresie bez widocznych porażań fałdów głosowych — w stroboskopii za to obserwuje się ośrodkowe załamanie przebiegu drgań fałdów głosowych.

■ Choroba Parkinsona

Choroba Parkinsona charakteryzuje się skróconym czasem fonacji, głos jest chuchający i tremolujący, natomiast jego barwa jest spłaszczona, a natężenie obniżone. Ponadto występują trudności z utrzymaniem wysokości tonu. Dodatkowo może wystąpić nosowanie otwarte zaburzające barwę głosu [13].

■ Stwardnienie rozsiane

W stwardnieniu rozsianym zaburzenia głosu obserwuje się nawet u 50% pacjentów, mogą one występować pod wieloma postaciami, jednak najbardziej charakterystyczna jest dysfonia z chrypką aż do afonii i monotoność napędu głosowego. W badaniu laryngoskopowym mogą być widoczne porażenia różnych grup mięśni wewnątrzkrtańowych, jak również drżenie zamiarowe czy zaburzenia zwarcia fonacyjnego pod postacią niedomykalności lub odwrotnie — nadmiernego skurczu głośni.



Rycina 4. Wieloparametrowa analiza głosu — graficzny wynik badania głosu prawidłowego; **A** — podstawowe parametry w wieloparametrowej analizie głosu; **B** — wartości podstawowych częstotliwości głosu; **C** — spektrogram głosu — głoska [a]

Czas fonacji jest skrócony, natomiast wysokość tonu zmienna, charakteryzująca się częstymi przeskokami do wysokich zakresów [14].

■ Miastenia

Pacjenci obciążeni miastenią mogą skarżyć się na nadmierną męczliwość głosu, skrócony maksymalny czas fonacji oraz zmiany barwy głosu w postaci dysfonii jak również nosowania otwartego. Po próbie obciążenia głosu zaburzenia te znacznie narastają.

■ Inne choroby neurologiczne

Inne jednostki chorobowe, w których można diagnozować zaburzenia głosu, to między innymi choroby zapalne OUN (np. nagłe zmiany rejestru głosowego), stwardnienie

zanikowe boczne (nosowanie, głos spastyczny, hiperfunkcyjny) [15, 16], drżenie samostne (głos tremolujący). W zaburzeniach ruchowych pochodzenia mózgowego głos jest zazwyczaj party, zachrypnięty, nadmiernie napięty, może występować makrofonia (np. w choreo-atetozach) oraz nadmierna męczliwość.

LECZENIE ZABURZEŃ GŁOSU W CHOROBAH NEUROLOGICZNYCH

Zaburzenia głosu w zależności od ich charakteru i przyczyny wymagają leczenia operacyjnego, farmakologicznego, a przede wszystkim rehabilitacji foniatrycznej. Poniżej opisano podstawowe metody jej prowadzenia w chorobach neurologicznych.

”
Wieloparametryczna analiza głosu służy do monitorowania głosu chorych ze schorzeniami neurologicznymi



Zaburzenia głosu są częstym i pierwszym objawem chorób neurologicznych

■ Ćwiczenia oddechowe

Celem ćwiczeń oddechowych jest głównie zwiększenie pojemności płuc i wypracowanie przez chorego najbardziej wydajnego fonacyjnie toru oddechowego. Najczęściej jest to tor żebrowo-przeponowy (dolny tor oddechowy). Ćwiczenia oddechowe rozpoczyna się w pozycji leżącej z ułożeniem ciężaru na brzuchu, na przykład duża książka. Zadaniem pacjenta jest wdech z uniesieniem nadbrzusza (książka porusza się ku górze, a sam pacjent to obserwuje). Ćwiczenie to wydłuża fazę wydechową. Można je połączyć z fonacją głosek bezdźwięcznych (s, f, h). Inną metodą wydłużania fonacji jest tak zwane podparcie oddechowe, czyli świadome zwolnienie fazy wydechowej z uniesieniem przepony.

■ Ćwiczenia fonacyjne

Ćwiczenia fonacyjne mają za zadanie ustalenie właściwej dla danego chorego wysokości głosu, który ma być tworzony bez wysiłku, wykształcaniu umiejętności aktywacji rezonatorów głosowych i wyrabianiu miękkiego nastawienia głosowego. Użyteczne jest w tym wypadku przenoszenie głosu na maskę, czyli łączenie głoski m z szeregiem samogłosek takich jak: a, e, o, u, i, przy jednoczesnej kontroli wibracji w obrębie kości twarzoczaszki. Inną metodą rehabilitacji zaburzeń fonacji jest metoda akcentów, w której jednocześnie kontroluje się ruchy ciała, oddychanie żebrowo-przeponowe i rytmiczne akcentowanie samogłosek.

■ Ćwiczenia relaksacyjne

Rozluźnienie mięśni artykulacyjnych poprawia koordynację fonacyjno-oddechową. Działania te obejmują obniżanie żuchwy lub poruszanie nią na boki, szybkie wysuwanie języka, dotykanie językiem wargi górnej, napięcie i rozluźnianie warg, gwizdanie, śmiech, ziewanie. Dzięki specjalnym technikom można poprawić zwarcie podniebiennie-gardłowe poprzez zdmuchiwanie zapalanej świeczki, fragmentów papieru, nadymanie policzków, wypowiadanie sylab kkko, gggo. Ciekawą

metodą jest stosowanie ćwiczeń relaksujących mięśnie szyi. Polegają na naprzemiennych ruchach głowy na boki z napinaniem i rozluźnianiem mięśni mostkowo-obojętkowo-sutkowych. Szczególnym typem ćwiczeń są manewry stosowane w terapii manualnej krtani. Polegają na bocznej kompresji krtani lub zbliżeniu chrząstki pierścieniowatej i tarczowej (kompresja pionowa) z jednoczesną fonacją głosek wyrazów np. stuk, puk, pyk, myk, co zwiększa zwarcie fonacyjne. Mają one szczególne zastosowanie w porażeniach fałdów głosowych.

■ Ćwiczenia artykulacyjne

Ćwiczenia te pomagają w uzyskaniu prawidłowej emisji głosu. Polegają na wyrazistej artykulacji samogłosek i spółgłosek, mówieniu frazami z odpowiednio długimi przerwami oddechowymi. Pacjent może wykonywać te ćwiczenia przed lustrem zaczynając od samogłosek, które wymawia z przesadną aktywnością mięśni i narządów artykulacyjnych, następnie łączy je ze spółgłoskami. Należy je poprzedzać ćwiczeniami relaksacyjnymi.

PODSUMOWANIE

Zaburzenia głosu są częstym i pierwszym objawem chorób neurologicznych, który skłania pacjenta do poszukiwania pomocy lekarskiej i z którym trafia on do gabinetu foniatrii. Współpraca pomiędzy specjalistami foniatrii oraz neurologii jest bardzo istotna zarówno na etapie wstępnej diagnostyki, jak również podczas monitorowania wyników leczenia oraz oceny progresji choroby. W ostatnich latach można zaobserwować szybki rozwój nieinwazyjnych metod badania foniatrycznego, szczególnie wieloparametrowej analizy głosu, w związku z czym zasadne wydaje się być prowadzenie badań nad możliwościami wykorzystania tego narzędzia do monitorowania stanu chorych pozostających pod opieką neurologiczną. Pomimo wdrożenia nowoczesnych metod diagnostycznych nadal obowiązują zasady prowadzenia rehabilitacji foniatrycznej u tych chorych, które obejmują

ćwiczenia: oddechowe, fonacyjne, relaksacyjne i artykulacyjne.

PIŚMIENNICTWO:

1. Pruszewicz A. Zaburzenia głosu w chorobach neurologicznych i psychiatrycznych oraz genetycznie uwarunkowane. In: Pruszewicz A. ed. Foniatria kliniczna. PZWL, Warszawa 1992.
2. Jacobson B, Johnson A, Grywalski C, et al. The Voice Handicap Index (VHI). *American Journal of Speech-Language Pathology*. 1997; 6(3): 66–70, doi: [10.1044/1058-0360.0603.66](https://doi.org/10.1044/1058-0360.0603.66).
3. De Bodt MS, Wuyts FL, Van de Heyning PH, et al. Test-retest study of the GRBAS scale: influence of experience and professional background on perceptual rating of voice quality. *J Voice*. 1997; 11(1): 74–80, doi: [10.1016/s0892-1997\(97\)80026-4](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(97)80026-4), indexed in Pubmed: [9075179](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9075179/).
4. Wuyts F, Bodt MDe, Heyning PV. Is the reliability of a visual analog scale higher than an ordinal scale? An experiment with the GRBAS scale for the perceptual evaluation of dysphonia. *Journal of Voice*. 1999; 13(4): 508–517, doi: [10.1016/s0892-1997\(99\)80006-x](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(99)80006-x).
5. Pruszewicz A. Metodyka badania narządu głosu. In: Pruszewicz A. ed. Foniatria kliniczna. PZWL, Warszawa, 1992.
6. Christmann MK, Brancalioni AR, Ramos de Freitas C, et al. Use of the program MDVP in different contexts: a literature review. *Revista CEFAC*. 2015; 17(4): 1341–1349.
7. Burris C, Vorperian HK, Fourakis M, et al. Quantitative and descriptive comparison of four acoustic analysis systems: vowel measurements. *J Speech Lang Hear Res*. 2014; 57(1): 26–45, doi: [10.1044/1092-4388\(2013\)12-0103](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013)12-0103), indexed in Pubmed: [24687465](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24687465/).
8. Sielska-Badurek E, Niemczyk K. Diagnostic protocol in voice disorders. *Polski Przegląd Otolaryngologiczny*. 2015; 4(2): 12–19, doi: [10.5604/20845308.1152198](https://doi.org/10.5604/20845308.1152198).
9. Urquhart AC, St Louis EK, St Louis E. Idiopathic vocal cord palsies and associated neurological conditions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005; 131(12): 1086–1089, doi: [10.1001/archotol.131.12.1086](https://doi.org/10.1001/archotol.131.12.1086), indexed in Pubmed: [16365222](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16365222/).
10. Leach RA. Patients with symptoms and signs of stroke presenting to a rural chiropractic practice. *J Manipulative Physiol Ther*. 2010; 33(1): 62–69, doi: [10.1016/j.jmpt.2009.11.004](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2009.11.004), indexed in Pubmed: [20114102](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20114102/).
11. Venketasubramanian N, Seshadri R, Chee N. Vocal cord paresis in acute ischemic stroke. *Cerebrovasc Dis*. 1999; 9(3): 157–162, doi: [10.1159/000015947](https://doi.org/10.1159/000015947), indexed in Pubmed: [10207208](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10207208/).
12. Slade PM, Larsen MP. Dysphagia, dysphonia and sore throat following cerebral infarction: an unexpected cause. *BMJ Case Rep*. 2015; 2015, doi: [10.1136/bcr-2015-210091](https://doi.org/10.1136/bcr-2015-210091), indexed in Pubmed: [26150638](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26150638/).
13. Gamboa J, Jiménez-Jiménez FJ, Nieto A, et al. Acoustic voice analysis in patients with Parkinson's disease treated with dopaminergic drugs. *J Voice*. 1997; 11(3): 314–320, doi: [10.1016/s0892-1997\(97\)80010-0](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(97)80010-0), indexed in Pubmed: [9297676](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9297676/).
14. Dogan M, Midi I, Yazici MA, et al. Objective and subjective evaluation of voice quality in multiple sclerosis. *J Voice*. 2007; 21(6): 735–740, doi: [10.1016/j.jvoice.2006.05.006](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.05.006), indexed in Pubmed: [16815671](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16815671/).
15. Watts CR, Vanryckeghem M. Laryngeal dysfunction in Amyotrophic Lateral Sclerosis: a review and case report. *BMC Ear Nose Throat Disord*. 2001; 1(1): 1, doi: [10.1186/1472-6815-1-1](https://doi.org/10.1186/1472-6815-1-1), indexed in Pubmed: [11722802](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11722802/).
16. Robert D, Pouget J, Giovanni A, et al. Quantitative voice analysis in the assessment of bulbar involvement in amyotrophic lateral sclerosis. *Acta Otolaryngol*. 1999; 119(6): 724–731, doi: [10.1080/00016489950180702](https://doi.org/10.1080/00016489950180702), indexed in Pubmed: [10587009](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10587009/).