

Ewa Kazanecka¹, Iwona Musialik¹, Agata Szkielkowska^{1, 2},
Henryk Skarżyński^{1, 2}

¹ Katedra Audiologii i Foniatrii, Akademia Muzyczna im. Fryderyka Chopina, Warszawa
² Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa

Typy oddychania zarejestrowane metodą pletyzmografii indukcyjnej podczas mówienia u nauczycieli z zaburzeniami głosowymi

Assessment of types of breathing in teachers with voice disorders
using respiratory inductive platysmograph

Słowa kluczowe: zaburzenia głosu u nauczycieli, pletyzmografia indukcyjna.
Key words: voice disorders in teachers, respiratory inductive platysmograph.

Streszczenie

Czynnościowe zaburzenia narządu głosowego są istotnym problemem wśród nauczycieli. Głównym powodem powstawania zaburzeń głosu jest nieprawidłowy sposób emisji głosu i utrwalane przez lata nieefektywne nawyki czynnościowe związane z mówieniem. Doświadczenie pedagogiki wokalne wskazuje na istotną rolę oddychania w śpiewie. W kształceniu wokalnym wiele uwagi poświęcane jest nauczaniu podparcia oddechowego. Celem badań było przeanalizowanie sposobu oddychania w czasie mówienia u nauczycieli zgłaszających zaburzenia głosu. Sposób oddychania oceniany był subiektywnie – na podstawie obserwacji pacjenta przez dwóch badających (lekarza i instruktora emisji głosu) oraz obiektywnie – poprzez analizę ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha, zarejestrowanych metodą pletyzmografii indukcyjnej (RIP – *respiratory inductive platysmograph*). Wyniki badań wykazywały znaczne odstępstwa od wzorca oddechowego, przyjętego za najbardziej efektywny dla mowy.

Summary

Functional voice disorders constitute an important problem in teachers. The main aetiological factor is improper voice emission technique and functionally ineffective patterns of speaking. Experiences gained by vocal pedagogy show an important role of breathing in singing. In teaching of singing, much stress is put on breath support. The aim of the study was to analyse the patterns of breathing in teachers reporting voice disorders. Breathing pattern was assessed subjectively by means of observation made by 2 examiners (physician and singing teacher) and objectively, by analysis of thoracic and abdominal movements during breathing, registered with the use of respiratory inductive platysmograph. Results of the study reveal significant abnormalities of breathing pattern and ineffective breathing patterns in teachers with voice disorders.

I. WPROWADZENIE

Podstawową formą leczenia czynnościowych zaburzeń głosu jest rehabilitacja głosu, która polega na przywróceniu fizjologicznej emisji [Mitrinowicz-Modrzejewska 1958]. Podejście do rehabilitacji głosu powinno być wielokierunkowe. Celem terapii jest odtworzenie prawidłowej funkcji oraz czynnościowej koordynacji wszystkich układów uczestniczących w procesie tworzenia głosu. Doświadczenia w kształceniu głosu profesjonalnego śpiewaków i aktorów wskazują na znaczącą rolę układu oddechowego w emisji głosu. Ten fakt znajduje swoje potwierdzenie w badaniach naukowych, które mają na celu wyjaśnić zjawiska związane z powstawaniem głosu [Hixon (i in.) 1973; 1976; Pawłowski, Żółtowski 1982].

Sposób oddychania związany z tworzeniem głosu, zwanym przez Mitrinowicz-Modrzejewską [1958] oddychaniem dynamicznym, jest umiejętnością nabytą. Czynności związane z tym typem oddychania są wyuczone przez człowieka w procesie kształtowania głosu i mowy, wielokrotnie powtarzane zostały wdrutowane w mózgu jako wzorce i odbywają się automatycznie na bazie odruchu warunkowego. Oddychanie podczas mowy cechuje nieregularność co do czasu trwania kolejnych faz oddechowych. Wdech jest szybki i krótki, natomiast wydech wydłużony, regulowany długością i dynamiką frazy oraz tempem mówienia [Winkworth (i in.) 1994]. Bodźcami do uruchomienia odruchu i koordynowania całym procesem są: słowo, melodia, potrzeba porozumienia się z otoczeniem. Moment nabrania kolejnego wdechu i czas trwania wydechu zależne są zatem od frazy, jaką człowiek ma do wypowiedzenia lub zaśpiewania. Człowiek kształtuje sobie wzorce dla mowy konwersacyjnej, przy której wykorzystuje 10-20% oddechowej objętości życiowej (VC) [Hixon (i in.) 1973; Winkworth (i in.) 1995]. Przy używaniu narządu głosowego w takim zakresie większość ludzi nie wykazuje zaburzeń głosu. Kłopoty najczęściej pojawiają się wówczas, gdy narząd głosowy zostaje obciążony większym wysiłkiem, jakim jest konieczność długiego i/lub głośniego mówienia. W warunkach zwiększonego obciążenia głosowego człowiek w czasie jednego od-

dechu niejednokrotnie wykorzystuje 60-70% swojej objętości życiowej płuc, co stanowi 3-4 l [Pawłowski, Żółtowski 1982; Pawłowski (i in.) 1999]. Istotą w prawidłowej czynności układu oddechowego w czasie fonacji jest nie tyle ilość zużywanego powietrza, co sposób umiejętnego gospodarowania wydychanym powietrzem tak, by zapewnić odpowiednie do zaplanowanego dźwięku ciśnienie i prędkość przepływającego powietrza w okolicy podgłośniowej [Holmberg (i in.) 1988].

Natężenie tworzonego głosu zależy od prędkości oraz ciśnienia przepływającego powietrza w drogach oddechowych. Im chcemy głośniejsze powiedzieć lub zaśpiewać, tym wielkości te powinny być większe [Baker (i in.) 2001; Bouhuys (i in.) 1990; Pawłowski, Żółtowski 1982]. Najbardziej ekonomicznym sposobem zwiększania wartości ciśnienia podgłośniowego podczas fonacji jest zwiększenie aktywności mięśni wydechowych [Esterne (i in.) 1990; Śliwiński 1996].

Innym sposobem zwiększenia wartości ciśnienia powietrza pod fałdami głosowymi jest zwiększenie oporu dróg oddechowych w okolicy podgłośniowej. Mięśnie krtani zostają wówczas obciążone nadmierną pracą i po pewnym czasie nie są w stanie podołać wysiłkowi, co objawia się zaburzeniem głosu. W takich przypadkach pacjenci określają swoje dolegliwości jako dyskomfort, „zaciśnięte gardło”, „zaciśnięta krtani”.

Celem pracy jest analiza sposobu oddychania w czasie mówienia w grupie nauczycieli zgłaszających zaburzenia głosu.

II. MATERIAŁ

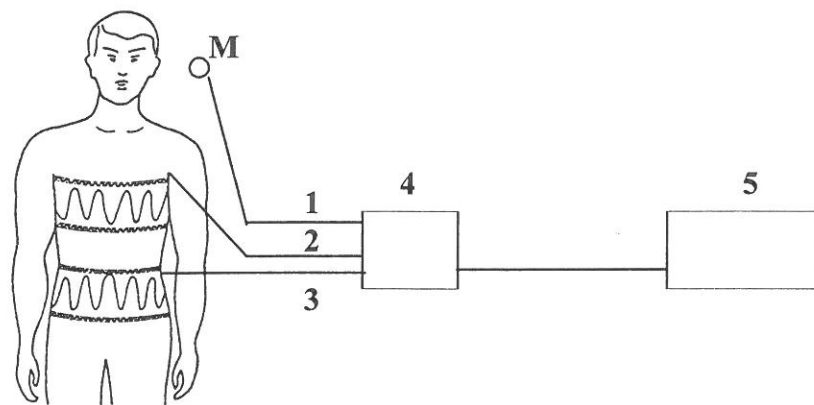
Przeanalizowano sposób oddychania w czasie mówienia u 27 nauczycieli w wieku od 24 do 56 lat. Byli to pacjenci zgłaszający się do Ośrodka Foniatrii AMFC filii w Białymstoku w okresie: październik 2002 – marzec 2003 r. z powodu zaburzeń głosu. Z każdą osobą przeprowadzono wywiad, ukierunkowany na dolegliwości związane z mówieniem i charakter zaburzeń głosu oraz wykonywano badanie wziernikowe nosa, gardła, uszu i krtani. Najczęstszymi dolegliwościami zgłaszanymi przez pacjentów były: wysiłek towarzyszący mówieniu (20 osób), uczucie dyskomfortu i zacisku w okolicy gardła i krtani (18 osób), suchość, pieczenie, drapanie lub zaleganie (27 osób) w okolicy gardła i krtani oraz zmianę jakości głosu. Badani określali swój głos jako ochrypły, szorstki, skrzypiący, matowy, obniżony, męczliwy. Powszechnym objawem było przerywanie mowy krótkimi momentami bezgłosu, ustępującymi po przełknięciu (17 osób). W większości przypadków (12 osób) objawy te były tylko chwilowe – pojawiały się po ok. 3-4 godzinach lekcji i ustępowały po odpoczynku. U 17 osób oprócz samego badanego zmiany w głosie zauważało również otoczenie. W badaniu wziernikowym u 11 osób obraz krtani był prawidłowy, u 10 osób zaobserwowano niewielkiego stopnia brak

zwarcia fałdów głosowych, trzy osoby miały obrzęknięte fałdy głosowe z widoczną siateczką naczyń krwionośnych i klepsydrowatą szczeliną w czasie fonacji, u dwu osób stwierdzono powiększone i fonujące fałdy rzekome, u jednej krzyżowanie nalewek. U większości pacjentów stwierdzono objawy hiperfunkcji mięśni szyi i małą ruchomość żuchwy w czasie mówienia.

III. METODYKA

Sposób oddychania oceniany był subiektywnie – na podstawie obserwacji pacjenta przez dwóch badających oraz obiektywnie poprzez analizę ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha, zarejestrowanych metodą pletyzmografii indukcyjnej (RIP – *respirator inductive pletysmograf*).

W czasie subiektywnej oceny oddychania zwracano uwagę na postawę ciała i ustawienie głowy, sposób nabierania powietrza (obecność szmeru wdechowego, unoszenie ramion i obojczyków, pracę mięśni szyi), ruchomość oraz płynność ruchów oddechowych klatki piersiowej (szczególnie w jej dolnej części) i brzucha. Zasadniczym badaniem była rejestracja, a następnie analiza ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha w czasie mówienia. Do zarejestrowania ruchów oddechowych klatki piersiowej i tłoczni brzucha autorzy artykułu posłużyli się metodą pletyzmografii indukcyjnej (RIP) (rys. 1). Pawłowski i Żółtowski [1982] zmodyfikowali RIP do badania oddychania w czasie śpiewu. W Katedrze Foniatrii Akademii Muzycznej im. Fryderyka Chopina w Warszawie i Filii w Białymstoku RIP od wielu lat wykorzystywana jest rutynowo w ocenie głosu profesjonalnego studentów kierunku wokalnego i aktorskiego.



Rys. 1. Schemat stanowiska do pomiaru ruchów oddechowych klatki piersiowej i tłoczni brzusznej metodą pletyzmografii indukcyjnej (RIP): 1 – mikrofon, 2 – opaska indukcyjna rejestrująca zmiany obwodu klatki piersiowej, 3 – opaska indukcyjna rejestrująca zmiany obwodu brzucha, 4 – wzmacniacz sygnałów, 5 – rejestrator

Czynność mięśni oddechowych, towarzysząca wentylacji płuc, wpływa w bezpośredni sposób na zmiany obwodu klatki piersiowej i brzucha [Holmberg (i in.) 1998]. Do pomiaru tych zmian metodą RIP wykorzystywane są dwie opaski indukcyjne, umieszczone na ciele badanej osoby (jedna opaska na wysokości łuku żebrowego, druga na wysokości pępka). Zmiany obwodu pętli z cewką pomiarową wpływają na zmianę jej indukcyjności, a ta z kolei zostaje przetworzona na sygnał napięciowy. Elektroniczne układy pomiarowo-rejestrujące umożliwiają przetworzenie sygnału napięciowego i jego zapis w postaci dwóch krzywych sinusoidalnych. Uzyskiwany synchroniczny zapis sygnałów płynących z obu opasek umożliwia analizę ruchów oddechowych klatki piersiowej i tłoczni brzucha. Urządzenie zostało skonfigurowane w taki sposób, że zbocze wznoszące krzywych obrazuje rozszerzenie obwodu klatki piersiowej oraz poszerzenie obwodu brzucha (charakterystyczne wdech), a zbocze opadające – ruch zapadania się klatki piersiowej oraz zmniejszenie się obwodu brzucha (charakterystyczne wydech). Ponieważ autorów interesowała ocena oddychania w czasie mowy, do układu pomiarowego RIP dołączono mikrofon, którego zapis wykorzystano jako znacznik fonacji.

Na początku badania rejestrowano ruchy oddechowe w czasie oddychania bez fonacji. Pacjent proszony był o spokojne oddychanie, a następnie o pogłębienie oddechu. W kolejnym etapie badano sposób oddychania w czasie fonacji. Każde mówione zadanie pacjent wykonywał najpierw na wygodnej dla niego wysokości i głośności, a później głośno. Celem testu było zarejestrowanie zmian aktywności układu oddechowego związanych z dynamiką mówienia. Zadanie fonacyjne polegało na odczycie tekstu oraz na mówieniu maksymalnie długo na jednym wydechu (po uprzednim wykonaniu pojedynczego, głębokiego wdechu) izolowanej głoski /a/. Test ten dodatkowo miał na celu zarejestrowanie sposobu, w jaki pacjent gospodaruje swoją maksymalną objętością fonacyjną.

Wzorcem prawidłowych ruchów oddechowych były wyniki badań kandydatów na Wydział Edukacji Muzycznej Akademii Muzycznej im. Fryderyka Chopina w Warszawie – Filia w Białymstoku.

IV. WYNIKI

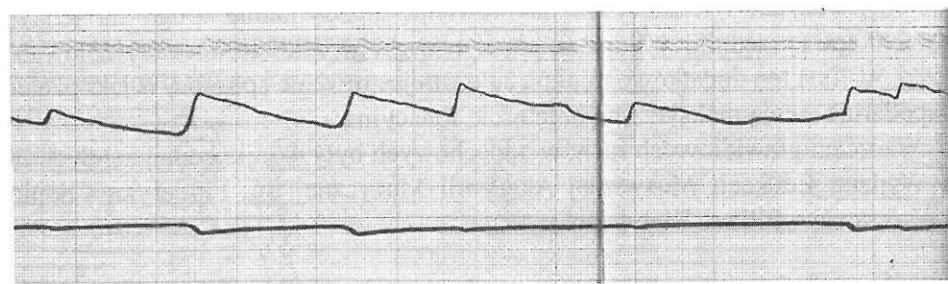
Na rys. 2 przedstawiony jest zsynchronizowany zapis sygnału z mikrofonu (a) oraz ruchów klatki piersiowej (b) i ścian brzucha (c) charakteryzujący prawidłową czynność ruchów oddechowych w czasie oddychania statycznego oraz podczas fonacji. Zarejestrowany został jednakowy udział toru oddechowego piersiowego i brzuszno. Początek zapisu (fragment I) rejestruje skoordynowane ruchy oddechowe bez fonacji. Ruchy oddechowe są regularne, kolejne oddechy są podobne, wdech jest prawie równy wydechowi co do czasu trwania. Fragment II sygnału rejestruje ruchy oddechowe w czasie fonacji. Również widoczny jest efekt skoor-

dynowanej czynności mięśni klatki piersiowej i ścian brzucha z tym, że wdech jest szybki i krótki, a wydech znacznie wydłużony. W czasie fazy wydechowej zarejestrowane zostały płynne, systematyczne ruchy zapadania klatki piersiowej jako efekt stopniowego zwalniania napięcia mięśni wdechowych oraz zmniejszania obwodu brzucha w wyniku pracy mięśni tłoczni brzucha.



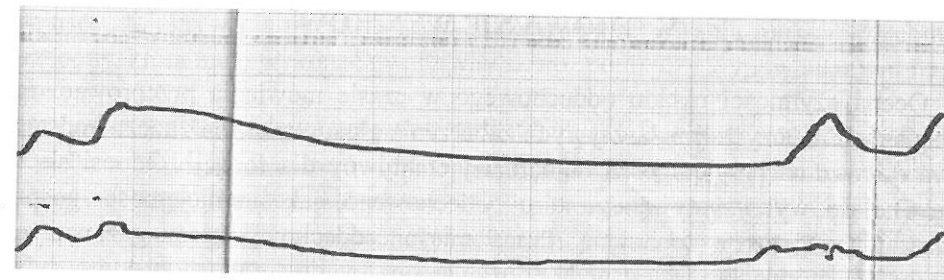
Rys. 2. Zapis sygnału rejestrujący ruchy klatki piersiowej (b) i brzucha (c) oraz sygnał z mikrofonu (a), charakteryzujący prawidłową fonację

Na rys. 3 przedstawiony jest jeden z najczęściej spotykanych zapisów u badanych nauczycieli z zaburzeniami głosu. Opaska umieszczona na klatce piersiowej rejestruje ruchy oddechowe, natomiast opaska umieszczona na brzuchu jest prawie linią prostą, a nawet są momenty ruchów paradoksalnych – wciągania brzucha na wdechu. Brak zmian obwodu brzucha świadczy o zwiększonym napięciu i usztywnieniu mięśni ścian brzucha.



Rys. 3. Zapis ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha zarejestrowanych metodą pletyzmografii indukcyjnej w czasie czytania tekstu u nauczyciela zgłaszającego zaburzenia głosu

Na rys. 4 przedstawiony jest sposób nieefektywnego gospodarowania wydychanym powietrzem w czasie fonacji. Pacjent miał za zadanie nabrać wdech i mówić maksymalnie długo na jednym wydechu izolowaną głoskę /a/. Prawie całe powietrze zostało wydalone na początku fonacji. 2/3 tworzonego głosu odbywa się przy minimalnych ruchach oddechowych klatki piersiowej i brzucha.



Rys. 4. Zapis ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha zarejestrowanych metodą pletyzmografii indukcyjnej w czasie fonacji izolowanej głoski /a/, przedstawiający nieefektywny sposób gospodarowania wydychanym powietrzem (objętością fonacyjną).

W tab. 1 zestawiono wyniki analizy ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha zarejestrowanych u badanych nauczycieli w czasie oddychania statycznego (spoczynkowego i pogłębionego oddychania), oddychania dynamicznego (w czasie czytania tekstu na poziomie konwersacji i głośno) oraz przejścia do oddychania spoczynkowego po fonacji.

Tab. 1. Analiza ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha zarejestrowanych metodą pletyzmografii indukcyjnej u 27 nauczycieli zgłaszających zaburzenia głosu

Oddychanie statyczne (bez fonacji)						
Oddychanie spoczynkowe		Oddychanie pogłębione				Paradoksalne ruchy wciągania brzucha na wdechu
ruchy brzucha i klatki piersiowej regularne, płynne	ruchy brzucha i klatki piersiowej nieregularne	ruchy klatki piersiowej		ruchy brzucha		
		zwiększone	niezwiększone	zwiększone	niezwiększone	
17 osób	10 osób	21 osób	6 osób	14 osób	13 osób	4 osoby
Oddychanie dynamiczne (w czasie mówienia)						
Mowa na poziomie konwersacji		Mowa głośna				Paradoksalne ruchy wciągania brzucha na wdechu
zarejestrowane ruchy klatki piersiowej	zarejestrowane ruchy brzucha	ruchy klatki piersiowej		ruchy brzucha		
		zwiększone wraz z dynamiką mowy	niezwiększone	zwiększone wraz z dynamiką mowy	niezwiększone	
19 osób	10 osób	11 osób	16 osób	2 osoby	24 osoby	6 osób
Oddychanie statyczne po zakończonym mówieniu						
Ruchy płynne i regularne			Ruchy nieregularne			
5 osób			12 osób			

V. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Ocena czynności układu oddechowego w czasie mówienia przeprowadzona u badanych nauczycieli zgłaszających zaburzenia głosu wykazała znaczne odstępstwa od wzorca przyjętego za najbardziej efektywny dla fonacji. Odnosi się to zarówno do wykorzystywanego toru oddechowego, jak i umiejętności gospodarowania objętością fonacyjną. Praca mięśni oddechowych zaangażowanych w procesie mówienia nie jest wykorzystywana na tworzenie głosu, a doprowadza do usztywnienia oraz ograniczenia ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha. To usztywnienie narasta wraz z kolejno wypowiadanyimi frazami i dynamiką mówienia.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji i analizy ruchów oddechowych autorzy zaobserwowali następujące, najczęściej występujące sposoby oddychania:

1. Gwałtowne nabieranie wdechu – doprowadza do zwiększenia napięcia mięśni szyi, ramion i górnej części klatki piersiowej, a w konsekwencji do ograniczenia ruchomości klatki piersiowej i spłycenia oddechu. Objawia się obojętnym torem oddechowym i słyszalnym szmerem wdechowym.

2. Wprowadzanie podczas oddychania nadmiernego napięcia mięśni brzucha i/lub klatki piersiowej, zwiększające się w miarę mówienia; powoduje ono „usztywnienie” mięśni i brak ruchów oddechowych.

3. Szybkie wypuszczenie powietrza na początku wydechu (początku wypowiadanej frazy). Konsekwencją jest „zacisk” gardła i krtani.

4. Paradoksalne ruchy oddechowe brzucha, tzn. wciąganie brzucha na wdechu, szczególnie w czasie gwałtownego, pogłębionego wdechu.

5. Brak zwiększenia aktywności mięśni wydechowych brzucha związanych ze zwiększoną dynamiką mowy.

6. Brak regularności i płynności ruchów oddychania spoczynkowego po zakończonej fonacji.

Wyniki przeprowadzonych przez autorów badań wykazują, że sposób oddychania w czasie mówienia u nauczycieli zgłaszających zaburzenia głosu odbiega od wzorca przyjętego za najbardziej efektywny. W miarę mówienia i wraz ze zwiększaniem dynamiki mówienia zmniejszają się ruchy oddechowe, szczególnie brzucha. Ten fakt może sugerować narastające napięcie mięśni i usztywnienie ścian jamy brzusznej. Spostrzeżenia te potwierdzają badania, jakie prowadzili Estenne ze współautorami [1990], rejestrujący jednocześnie ruchy klatki piersiowej i brzucha, czynność elektryczną mięśni skośnych zewnętrznych brzucha i ciśnienie transprzeponowe. Wykazali oni, że znikome zmiany obwodu brzucha zarejestrowane w czasie mówienia związane są z niskowoltażową, toniczną aktywnością mięśni skośnych zewnętrznych brzucha, czemu nie towarzyszy wzrost ciśnienia transprzeponowego. Jednocześnie Estenne ze współautorami [1990] wyciągają

wniosek, że aktywacja mięśni brzucha służy optymalizowaniu funkcji wdechowej przepony, która musi wykonać gwałtowny skurcz pomiędzy wypowiadanyimi frazami.

Zaobserwowane przez autorów zjawisko paradoksalnych ruchów wciągania brzucha na wdechu zostało również opisane przez Bakena i współautorów [1983], którzy analizowali ruchy oddechowe klatki piersiowej i brzucha w czasie fonacji izolowanej samogłoski w momencie pefonacji. Badali oni spontaniczną, natychmiastową odpowiedź głosową na podawany bodziec i zarejestrowali u 90% badanych (zarówno w grupie osób z zaburzeniami mowy, jak i w grupie kontrolnej) występowanie ruchów wciągania brzucha na wdechu poprzedzającym fonację. Wyniki tych badań potwierdzają nasze obserwacje, że gwałtowny wdech przed fonacją sprzyja paradoksalnym ruchom brzucha. Tak często występująca nieefektywna dla mówienia czynność oddechowa wskazuje, jak istotnym problemem w terapii zaburzeń głosu jest wykształcenie i utrwalenie zdrowego nawyku zachowywania toru oddechowego brzuszno-przeponowego w czasie mowy spontanicznej. Korzystny wpływ ćwiczeń oddechowych zastosowanych przez autorów w rehabilitacji głosu na zmniejszenie dolegliwości pacjentów związanych z mówieniem dowodzi, że takie postępowanie powinno być stałym elementem terapii czynnościowych zaburzeń głosu.

VI. WNIOSKI

1. Nieefektywne nawyki oddechowe oraz brak koordynacji czynności układu oddechowego i fonacyjnego mogą być przyczyną dolegliwości związanych z mówieniem u nauczycieli.

2. Ocena oddychania powinna być integralną częścią diagnostyki zaburzeń głosu.

3. RIP jest przydatna do oceny sposobu oddychania w czasie mówienia i monitorowania skuteczności rehabilitacji głosu; jest metodą nieinwazyjną, a wyniki badania są proste w interpretacji.

Bibliografia

- Baken R. J., McManus D. A., Cavallo S. A. [1983]. Prephonatory chest wall posturing in stutterers. „Journal of Speech and Hearing Research” 26, 444-450.
- Baker K. K., Ramig L. O., Sapir S., Luschei E. S., Smith M. E. [2001]. Control of vocal loudness in young and old adults. „Journal of Speech and Hearing Research” 44, 297-305.
- Bouhuys A. J., Proctor D. F., Mead J. [1990]. Kinetic aspects of singing. „Journal of Applied Physiology” 68 (5), 2075-2082.

- Estenne M., Zocchi L., Ward M., Maclem P. T. [1990]. Chest wall motion and expiratory muscle use during phonation in normal humans. „Journal of Applied Physiology” 68 (5), 2075-2082.
- Hixon T. J., Goldman M. D., Mead J. [1973]. Kinematics of the chest wall during speech production: Volume displacements of the rib cage, abdomen, and lung. „Journal of Speech and Hearing Research” 16, 78-115.
- Hixon T. J., Mead J., Goldman M. D. [1976]. Dynamics of the chest wall during speech production: Function of the thorax, rib cage, diaphragm, and abdomen. „Journal of Speech and Hearing Research” 19, 297-356.
- Holmberg E., Hillman R., Perkell J. [1988]. Glottal airflow and transglottal pressure measurements for male and female speakers in soft, normal and loud voice. „Journal of the Acoustic Society of America” 84 (2), 511-529.
- Maszczyk Z., Żółtowski M., Koziorowski A. [1986]. Ocena przydatności pletysmografu indukcyjnego (respirace) do nieinwazyjnego monitorowania wentylacji płuc. „Pneumonologia Polska” 54, 10.
- Mitrinowicz-Modrzejewska A. [1958]. Fizjologia i patologia głosu. Kraków: PWM.
- Obrębowski A., Prusiewicz A., Wojnowski W. [2002]. Rehabilitacja foniatryczna głosu – ogólne zasady. „Przewodnik Lekarza” 9 (45), 105-107.
- Pawłowski Z., Żółtowski M. [1982]. Podstawowe aspekty aeroakustyki śpiewu. „Archiwum Akustyki” 17, 3-4, 256.
- Pawłowski Z., Żółtowski M., Kazanecka E. [1999]. Zastosowanie metody aerodynamicznej do oceny wydolności narządu głosowego, artykulacyjnego i oddechowego w czasie śpiewu oraz gry na instrumentach dętych. „Otolaryngologia Polska” 6, 53, 699-707.
- Śliwiński P. [1996]. Czynność mięśni oddechowych. „Pneumologia i Alergologia Polska” 64 (9-10), 697-709.
- Titze I. R. [1992]. Phonation threshold pressure: A missing link in glottal aerodynamics. „Journal of the Acoustic Society of America” 91, 2926-2935.
- Winkworth A. L., Davis P. J., Adams R. D., Ellis E. [1994]. Variability and consistency in speech breathing during reading: Lung volumes, speech intensity, and linguistic factors. „Journal of Speech and Hearing Research” 37, 535-566.
- Winkworth A. L., Davis P. J., Adams R. D., Ellis E. [1995]. Breathing patterns during spontaneous speech. „Journal of Speech and Hearing Research” 38, 124-144.

Adres do korespondencji:

Ewa Kazanecka
Katedra Audiologii i Foniatrii
Akademia Muzyczna
ul. Okólnik 2,
00-368 Warszawa