

ACTIVITY OF SUPRAHYOIDEI MUSCLES  
ASSOCIATED WITH THE VOICE EMISSION  
IN TEACHERS WITH SEVERAL-YEARS PRACTISE

Magdalena Gębska<sup>1</sup>, Juliusz Huber<sup>2</sup>,  
Joanna Lipiec<sup>2</sup>, Aleksandra Kulczyk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Physical Therapy and Wellness,  
Pomeranian Medical University in Szczecin,  
Poland

<sup>2</sup>Department of Pathophysiology of Locomotor  
Organs, Karol Marcinkowski University of Medi-  
cal Sciences, Poznan, Poland

ABSTRACT

**Introduction.** Voice disorders in teachers exposed to the increased emissions tend to the phoniatic controlled rehabilitation and preventive activities. Not only are the muscles of the larynx directly involved in the voice emission. Few patients with symptoms of the voice dysfunction in process of phonation is aware of the significance in the proper use the suprahyoidei muscles to the correct voice emission. Dysfunction of these muscle groups is difficult to determine in the potential clinical trials. In addition to the standard phoniatic tests, non-invasive testing of surface electromyography (sEMG) can determine the degree of changes in the activity of motor units of these muscles.

**Aim.** Determination of the dysfunction degree in the suprahyoidei muscle motor units activity using clinical neurophysiology to condition of increased tension during their relaxation and during maximal contraction that accompanies the process of increased voice emissions.

**Materials and methods.** In comparative studies of voice emission intensity (phonometer, intensity in dB) and suprahyoidei muscles function (sEMG; amplitude in  $\mu$ V) 8 teachers aged from 37 to 49 years (mean of  $44 \pm 2$  years) participated in this project. There were also studied 5 healthy volunteers aged from 21 to 45 years (mean of  $28 \pm 3$  years). In teachers, the observation period of preventive therapy applied in the direction of the appropriate voice emission was lasted 4 weeks.

**Results.** There was no asymmetry in the recordings of surface electromyography (sEMG) parameters from suprahyoidei muscles on the right and left during their contraction in subjects exposed to the increased emissions voice. During the "relaxation" the measurement of sEMG amplitude showed a higher value than normative in teachers. The intensity of phonation and sEMG parameters improved

CZYNNOŚĆ MIĘŚNI NADGNYKOWYCH  
ZWIĄZANYCH Z EMISJĄ GŁOSU U NAUCZYCIELI  
Z WIELOLETNIM STAŻEM PRACY

Magdalena Gębska<sup>1</sup>, Juliusz Huber<sup>2</sup>,  
Joanna Lipiec<sup>2</sup>, Aleksandra Kulczyk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samodzielna Pracownia Fizjoterapii i Odnowy  
Biologicznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny  
w Szczecinie

<sup>2</sup>Zakład Patofizjologii Narządu Ruchu, Uniwer-  
sytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego, Poznań

STRESZCZENIE

**Wstęp.** Zaburzenia głosu u nauczycieli narażonych na jego zwiększoną emisję skłaniają do kontrolowanej rehabilitacji foniatrycznej oraz działalności profilaktycznej. Nie tylko mięśnie krtani biorą bezpośredni udział w emisji głosu. Niewielu chorych z objawami dysfunkcji w procesie fonacji zdaje sobie sprawę z istotności prawidłowego wykorzystywania mięśni nadgnykowych przy prawidłowej emisji głosu. Dysfunkcja tych grup mięśniowych jest trudna do określenia w możliwych badaniach klinicznych. Oprócz standardowych badań foniatrycznych, nieinwazyjne badania elektromiografii powierzchniowej (sEMG) mogą określić stopień zmian w czynności jednostek ruchowych tych mięśni. **Cel.** Określenie stopnia dysfunkcji jednostek ruchowych mięśni nadgnykowych za pomocą badań neurofizjologii klinicznej w warunkach ich wzmożonego napięcia, w trakcie relaksacji oraz podczas maksymalnego skurczu, jaki towarzyszy procesowi wzmożonej emisji głosu.

**Materiał i metody.** W badaniach porównawczych natężenia emisji głosu (fonometr, natężenie w dB) oraz czynności mięśni nadgnykowych (sEMG; amplituda w  $\mu$ V) wzięło udział 8 nauczycieli w wieku od 37 do 49 lat (średnia  $44 \pm 2$  lata) oraz 5 zdrowych ochotników w wieku od 21 do 45 lat (średnia  $28 \pm 3$  lata). U nauczycieli, okres obserwacji stosowanej terapii prewencyjnej w kierunku odpowiedniej emisji głosu wynosił 4 tygodnie.

**Wyniki.** Nie stwierdzono asymetryczności w rejestracji parametrów elektromiografii powierzchniowej (sEMG) z mięśni nadgnykowych po stronie prawej i lewej podczas ich skurczu u osób narażonych na zwiększoną emisję głosu. W trakcie „relaksacji” pomiar parametru amplitudy sEMG wykazał wartość wyższą od normatywnej u nauczycieli. Natężenie fonacji oraz parametry sEMG badanych mięśni

after education. There was found a low variance of the voice intensity and the muscles activity in sEMG, what proves the effectiveness of the therapy lasted about four weeks.

**Conclusion.** sEMG allows for the precise determination of changes in the activity of suprahyoid muscles motor units in subjects exposed to increased emissions voice.

**Keywords:** suprahyoid muscles, surface electromyography, measurement of the voice intensity

## INTRODUCTION

### Electromyography in phoniatrics

The basic research in neurophysiology allowing the diagnostic under the clinical conditions the activity of the muscles involved in the voice emission it can be include electromyography, of which the surface is completely non-invasive testing (sEMG). Surface electromyography distinguishes the normal muscle from the muscle under the disease process (Kulczyk et al 2011, Kinalski 2008). The significant advantage of sEMG is a quick and non-invasive study of many muscles, which allows you to determine whether the disease process is generalized or local. It is further possible the exact location and the range of dysfunction. The technical advancement of computing including the acquisition and analysis of muscle potentials recorded with the surface is now electromyography is at present significant that in a clinical setting, particularly for diagnostic proposes of rehabilitation it is used very often. The rehabilitation also uses as sEMG for delineation of therapeutic procedures and the monitoring of their effectiveness, for example in patients with voice emission abnormalities (Pruszewicz 1992, Obrębowski and Wojnowski 2000, Pruszewicz 2002). Electromyography in phoniatrics is the complementary method to study the consequences of pathological changes in the voice emission. The test is performed under local or general anesthesia using the most commonly utilized needle electrodes inserted in to the muscle, hook-like electrodes, or less frequently surface electrodes applied which the endotracheal tube, or the plated electrodes attached over the skin (Pruszewicz 1992). EMG study in phoniatrics is mainly used to assess the functional status of the superior and inferior laryngeal nerves and the main laryngeal muscles, both external and pulmonary, forecasting the course of the disorders in laryngeal nerves or

uległy poprawie w testach po edukacji. Stwierdzono niską wariancję natężenia emisji głosu oraz czynności mięśni w sEMG, co daje podstawy do wnioskowania o skuteczności całościowej podjętej terapii trwającej około 4 tygodnie.

**Wnioski.** sEMG umożliwia w sposób wystarczająco precyzyjny określenie zmian w czynności jednostek ruchowych mięśni nadgnykowych u osób narażonych na zwiększoną emisję głosu.

**Słowa kluczowe:** mięśnie nadgnykowe, elektromiografia powierzchniowa, pomiar natężenia emisji głosu

## WPROWADZENIE

### Elektromiografia w foniatryi

Do podstawowych badań z zakresu neurofizjologii pozwalających zdiagnozować w warunkach klinicznych czynność mięśni zaangażowanych w emisję głosu zaliczamy elektromiografię, z której powierzchniowa jest badaniem całkowicie nieinwazyjnym (sEMG). Elektromiografia powierzchniowa pozwala na odróżnienie mięśnia zdrowego od zmienionego procesem chorobowym (Kulczyk i wsp. 2011, Kinalski 2008). Dużą zaletą sEMG jest możliwość szybkiego i nieinwazyjnego badania wielu mięśni, co pozwala na stwierdzenie, czy proces chorobowy jest uogólniony czy miejscowy. Możliwa jest ponadto dokładna lokalizacja i stopień uszkodzenia. Postęp techniki w tym również komputerowej akwizycji i analizy potencjałów rejestrowanych z mięśni w zakresie metody elektromiografii globalnej jest obecnie do tego stopnia duży, że w warunkach klinicznych, zwłaszcza w diagnostyce dla celów rehabilitacji wykorzystuje się ją bardzo często. W rehabilitacji wykorzystywana jest również do celów wytyczenia procedur leczniczych oraz monitorowania ich skuteczności, na przykład u chorych z nieprawidłowościami emisji głosu (Pruszewicz 1992, Obrębowski i Wojnowski 2000, Pruszewicz 2002). Elektromiografię w foniatryi zaliczamy do uzupełniających metod badania w przypadku następstw nieprawidłowości w emisji głosu. Badanie wykonuje się w znieczuleniu miejscowym lub ogólnym stosując najczęściej elektrody igłowe, które wkłuwają się w mięsień, elektrody drutowe, haczykowate, rzadziej elektrody samoprzylepne na wprowadzanej rurce dotchawiczej lub elektrody płytkowe mocowane na skórze (Pruszewicz 1992). Badanie EMG w foniatryi ma głównie na celu ocenę stanu czynnościowego nerwu krtaniowego górnego i dolnego oraz mięśni krtaniowych właściwych, zewnętrznych oraz oddechowych, określenie pro-

muscles, the evaluation of course disease dynamics, determining indirectly the place of laryngeal nerves injuries (Pruszewicz 1992, Obrębowski 2008).

The phoniatrists most commonly study the muscles of larynx which include the vocalis muscle, cricothyreoideus muscle, cricoarytenoideus posterior muscle, lateral cricoarytenoideus muscle, interarytenoideal muscle (Pruszewicz 1992, Obrębowski 2008). Relatively few studies have been conducted using sEMG from muscles suprahyoidei, although it is known that their activity is significant in the correct voice emission (Łoś-Spychalska et al 2002).

During the electromyography recordings there are analyzed the spontaneous activity during muscle relaxation and the action potentials observed during voluntary contraction. In a healthy human the laryngeal muscles electrical activity exists even during a low breathing and a total relaxation (Pruszewicz 1992). The increased amplitude value during resting sEMG recording may suggest the symptoms of increased muscle tension. The decrease in the amplitude and frequency recorded during the maximal muscle contraction are accompanied with this symptom (Huber et al 2013).

Currently, sEMG recording from suprahyoidei muscle is rarely carried out by phoniatrists to determine the degree and type of motor units abnormalities affecting the voice emission. The elementary EMG is more often used, however because of the inconveniences that it carries (ie, time-consuming research, invasiveness, problems with the placement of the electrodes, the summation of the potentials recorded from the adjacent muscles and divergence in the interpretation of results), it is not a routine method in studies of phoniatrics disorders and is reserved for selected clinical cases and basic researches (Pruszewicz 1992).

### Professional voice disorders

Since 2002 in Poland the phoniatric disorders are considerate as occupational diseases because: (cit.) ... "chronic voice disorders caused by the extensive vocal effort, lasting at least 15 years such as: hard voice nodules, secondary hypertrophic changes in the vocal folds, paresis of adductors and

gnozy przebiegu schorzenia nerwów lub mięśni krtaniowych, ocenę dynamiki przebiegu schorzenia, pośrednio określenie miejsca uszkodzenia nerwów krtaniowych (Pruszewicz 1992, Obrębowski 2008).

Do najczęściej badanych przez foniatrów mięśni krtani zaliczamy mięsień głosowy (m. vocalis), mięsień pierścienno-tarczowy (m. cricothyrenoid), mięsień pierścienno-nalewkowy tylny (m. cricoarytaen posteriori), mięsień pierścienno-nalewkowy boczny (m. cricoarytaen lateralis), mięsień między-nalewkowy (m. interarytaenoid) (Pruszewicz 1992, Obrębowski 2008). Stosunkowo niewiele rejestracji przeprowadzono za pomocą sEMG z mięśni nadgnykowych, chociaż wiadomo, że ich czynność jest znacząca w procesie prawidłowej emisji głosu (Łoś-Spychalska i wsp. 2002).

Podczas badania elektromiograficznego rejestruje się potencjały spontaniczne przy pełnej relaksacji testowanego mięśnia i potencjały czynnościowe obserwowane w trakcie skurczu dowolnego. U zdrowego człowieka czynność elektryczna mięśni krtani istnieje nawet w czasie spokojnego oddechu i całkowitego odprężenia (Pruszewicz 1992). W sEMG spoczynkowym, wzrost amplitudy może sugerować obecność objawów wzmożonego napięcia mięśniowego. Spadek amplitudy oraz częstotliwości rejestrowane podczas maksymalnego skurczu mięśnia najczęściej towarzyszą nadmionnemu objawowi (Huber i wsp. 2013).

Obecnie badanie sEMG mięśni nadgnykowych jest rzadko przeprowadzane przez foniatrów w celu określenia stopnia i rodzaju nieprawidłowości czynności jednostek ruchowych mających wpływ na emisję głosu. Częściej korzysta się z EMG elementarnej, jednak ze względu na niedogodności, jakie za sobą niesie (tj. czasochłonność badań, inwazyjność, problemy z umiejscowieniem elektrod, sumowanie się zapisanych potencjałów z sąsiadujących mięśni oraz rozbieżność w interpretacji wyników), nie jest metodą rutynową w badaniu zaburzeń fonacyjnych i jest zarezerwowana do wybranych przypadków klinicznych i badań naukowych (Pruszewicz 1992).

### Zawodowe zaburzenia głosu

Od 2002 roku w Polsce schorzenia foniatryczne uznaje się za chorobę zawodową: (cyt.) ... „przewlekłe choroby narządu głosu spowodowane nadmiernym wysiłkiem głosowym, trwających co najmniej 15 lat takie jak: guzki głosowe twarde, wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych,

tensors folds voice muscles with the glottis insufficiency and permanent dysphonia "... (Official Journal of the Republic of Poland, no. 132, Annex to the Council of Ministers from 30 July 2002., pos. 1115) (Kubiak et al 2006).

Depending on the requirements for the voice organ, occupations are divided according to the recommendations of the experts of the Phoniatriy European Union in to three groups:

**Group I** - occupations requiring special quality voice (singers, the singers in the choir, actors, commentators on radio and television);

**Group II** - occupations with high demands to voice organ (teachers and other educational professionals, professional speakers as translators, telephonists, politicians, kindergarten's teachers);

**Group III** - occupations requiring more than the average capacity of voice and practicing in a noisy environment (lawyers, judges, doctors, sellers, workers in noisy industries) (Pruszewicz 1992).

Voice disorders are significantly more frequent in teachers than in the general population. In the American study, based on questionnaires it can be concluded that more than 38% of teachers complain of voice disorders related to their work, while 39% of them must stop employment because of this phenomenon (Smith et al 1997, 1998).

The incidence of voice disorders diseases in teachers in Poland is about two times higher than that found in the above-mentioned international studies. Subjective complaints, especially in the form of hoarseness are reported at about 80% of working in this profession. On the other hand, objective verification of the voice organ status shows the occurrences in about 40% of teachers symptoms of diseases that can be attributed to a profession, such as failure of the glottis, singers nodules, dysphonia, especially hyperfunctional and chronic laryngitis (Łoś-Spychalska et al 2002).

#### **The influence of the voice effort on the changes in the voice organ**

Voice overloading with effort leads to successive changes in the function of voice organ, which can be presented by the four phases, which the last is a stage of function improvement. The length of each

niedowładny mięśni przywodzących i napinających fałdy głosowe z niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonię"... (Dziennik Ustaw RP, nr. 132, Załącznik do rozporządzenia Rady Ministrów z 30 lipca 2002r., poz. 1115) (Kubiak i wsp. 2006).

W zależności od wymagań stawianych narządowi głosowemu zawody podzielono według zaleceń ekspertów Unii Europejskiej Foniatorów na III grupy:

**Grupa I** – zawody wymagające specjalnej jakości głosu (śpiewacy solowi, śpiewacy w chórze, aktorzy, komentatorzy radiowi i telewizyjni);

**Grupa II**- zawody stawiające znaczne wymagania narządowi głosowemu (nauczyciele i inne zawody pedagogiczne, zawodowi mówcy jak tłumacze, telefonistki, politycy, przedszkolanki, wychowawcy);

**Grupa III** – zawody wymagające większej niż przeciętna wydolności głosowej oraz zawody wykonywane w hałaśliwym środowisku (prawnicy, sędziowie, lekarze, sprzedawcy, pracownicy zatrudnieni w hałaśliwym przemyśle) (Pruszewicz 1992).

Choroby narządu głosu występują istotnie częściej u nauczycieli niż w populacji ogólnej. Z badań amerykańskich, opartych o kwestionariusze wynika, że ponad 38% nauczycieli uskarża się na dolegliwości z zakresu narządu głosu związane z wykonywaną pracą, natomiast 39% z nich musi przerwać zatrudnienie z tego powodu (Smith i wsp. 1997, 1998).

Częstość występowania chorób narządu głosu u nauczycieli w Polsce jest około dwukrotnie większa niż to stwierdzono w wyżej wymienionych badaniach międzynarodowych. Dolegliwości subiektywne, zwłaszcza pod postacią chrypki zgłasza około 80% pracujących w tym zawodzie. Obiektywna weryfikacja stanu narządu głosu wykazuje natomiast występowanie u około 40% nauczycieli objawów chorób, które można przypisać związkowi z wykonywaniem zawodu, takich jak niewydolność głośni, guzki śpiewacze, dysfonie, zwłaszcza hiperfunkcjonalne oraz przewlekłe zapalenie krtani (Łoś-Spychalska i wsp. 2002).

#### **Wpływ wysiłku głosowego na zmiany w narządzie głosu**

Obciążenie głosu wysiłkiem doprowadza do następujących kolejno po sobie zmian w funkcji narządu głosu, które można przedstawić za pomocą czterech faz, z czego ostatnia stanowi etap poprawy funkcji. Długość poszczególnych faz zależy od

phase depends on the intensity of effort, strength and retrain of the voice organ, the proper technique of voice emission and environmental conditions (Figure 1).

natężenia wysiłku, wytrzymałości i wytrenowania narządu głosu, właściwej techniki emisji głosu oraz warunków środowiska (Rycina 1).

**Figure 1. Phases of voice loading by Vintturi (cited for Sinkiewicz 2008).**



**Rycina 1. Fazy obciążenia głosu według Vintturi (za Sinkiewicz 2008).**



### Risk factors for occupational voice disorders

The reasons for the increased of occupational diseases voice disorders in teachers may be due to the intensive voice emission (especially in those with abnormal voice production), caused by psychosocial, working, mental and physical factors. The second group of overloadings is associated with poor working conditions. It should be noted that the effects of the two types of overloadings cannot be considered separately because they interact each other. Risk factors predisposing to professionally conditioned voice disorders can be divided into two groups: internal and external (Obrębowski 2002).

The internal factors of voice disorders include:

1. changes in the central and autonomic nervous system,
2. constitutional features: type of body, the stability of the cardiovascular system, neurovegetative excitability, structure of personality, the type of mucosal function of the larynx and its base,
3. age,
4. sex (according to Smith et al 1998, male teachers performing the same work at the same time as female teachers much less likely to have a voice disorder. It can be caused by a reduced level of hyaluronic acid in vocal fold mucosa of women),
5. state of hearing (capacity of the organ and "music-like" hearing),
6. the capacity of the voice organ, articulation, lung function,
7. the activity of the endocrine system (eg, hypothyroidism, androgenization, decline in hor-

### Czynniki ryzyka zawodowych zaburzeń głosu

Przyczyny zwiększonej zachorowalności na choroby zawodowe narządu głosu u nauczycieli można upatrywać w nadmiernym wysiłku głosowym (zwłaszcza u osób z nieprawidłową emisją głosu), spowodowanymi obciążeniami natury psychospołecznej oraz psychofizycznej. Druga grupa obciążeń związana jest ze złymi warunkami pracy. Należy zauważyć, że skutków obu rodzajów obciążeń nie można rozpatrywać oddzielnie, ponieważ zachodzą między nimi interakcje. Czynniki ryzyka predysponujące do zawodowo uwarunkowanych zaburzeń głosu można podzielić na dwie grupy: wewnętrzne i zewnętrzne (Obrębowski 2002).

Do czynników wewnętrznych w zaburzeniach głosu zaliczamy:

1. zmiany w ośrodkowym i autonomicznym układzie nerwowym,
2. cechy konstytucjonalne: typ budowy, stabilność układu sercowo-naczyniowego, pobudliwość neurovegetatywna, struktura osobowości, typ błony śluzowej, czynność krtani i nasady,
3. wiek,
4. płeć (wg. Smith i wsp. 1998, nauczyciele płci męskiej wykonujący taką samą pracę w tym samym czasie co nauczycielki znacznie rzadziej mają zaburzenia głosu. Może to być uwarunkowane obniżonym poziomem kwasu hialuronowego w błonie śluzowej fałdu głosowego kobiet),
5. stan słuchu (wydolność tego narządu i słuch „muzyczny”),
6. zakres wydolności narządu głosu, artykulacja, wydolność oddechowa,

- more levels in women),
8. the range of conflicts incidence, increased
  9. nervous excitability, frequency of contacts ability,
  10. susceptibility to disorders in upper respiratory tract, allergic tendencies (Ackermann and Pfau 1974, Hammond et al 1988, Obrębowski 2008, Sinkiewicz 2008).

External factors influencing the disorder of voice are:

1. seniority (number of working hours a day, number of years of work),
2. preparing the voice for pedagogical work (deficiencies in voice education and lack of adequate training in voice activity). Ackermann and Pfau (1974) observed that those practitioners associated with a voice loading, that use the proper technique for voice transmitting, do not exhibit variations in phonatory function even after many years of professional work,
3. working conditions (poor acoustic conditions, extended working hours, irregular schedule, lack of proper sound amplification, humidity, temperature, air dust, studies of Vintturi et al (2001) on persons reading in a room with low humidity had a greater tendency to hyperfunction),
4. noise (the average background noise level in the schools is 55-75dB, which increases the volume requirements of speakers to 70-95dB),
5. relationships in the workplace (stress),
6. serious general diseases (e.g., gastro-oesophageal reflux),
7. additives (smoking, alcohol consumption) .

(Ackermann and Pfau 1974, Hammond et al 1988, Vintturi et al 2001, Vilkman 2004, Obrębowski 2008, Sinkiewicz 2008).

#### MATERIAL AND METHODS

The material consisted of 13 patients aged from 21 to 49 years, 8 of those working in education and five persons representing the so-called control group - without voice disorders. Group of patients with voice disorders were women, teachers of primary education after the written informed consent for non-invasive sEMG screening.

7. czynność układu endokrynnego (np. niedoczynność tarczycy, androgenizacja, spadek poziomu hormonów u kobiet),
8. konfliktowość, wzmożoną pobudliwość nerwową, częstość nawiązywania kontaktów,
9. podatność na schorzenia górnych dróg oddechowych, skłonności alergiczne (Ackermann i Pfau 1974, Hammond i wsp. 1988, Obrębowski 2008, Sinkiewicz 2008).

Czynniki zewnętrzne wpływające na zaburzenia emisji głosu to:

1. staż pracy (ilość godzin w ciągu dnia, ilość lat pracy),
2. przygotowanie głosu do pracy pedagogicznej (niedostatek edukacji głosowej i brak odpowiedniego treningu w aktywności głosowej). Ackermann i Pfau (1974) zaobserwowali, że osoby wykonujące zawód związany z obciążeniem głosu, które stosują właściwą technikę emisji głosu, nie wykazują odchyłeń w czynności fonacyjnej nawet po wieloletniej pracy zawodowej,
3. warunki pracy (złe warunki akustyczne, przedłużony czas pracy, nierównomierny rozkład zajęć, brak odpowiedniego nagłośnienia, wilgotność, temperatura, zapylenie powietrza, w badaniach Vintturi i wsp. (2001), osoby czytające w pomieszczeniu o niskiej wilgotności miały większą tendencję do hiperfunkcji),
4. hałas (przeciętny poziom tła hałasu w szkołach wynosi 55-75dB, co zwiększa wymagania poziomu głośności mówienia do 70-95dB),
5. stosunki międzyludzkie w zakładzie pracy (stres),
6. poważne schorzenia ogólne (np. refluks żołądkowo-przełykowy),
7. używki (palenie papierosów, spożywanie alkoholu) .

(Ackermann i Pfau 1974, Hammond i wsp. 1988, Vintturi i wsp. 2001, Vilkman 2004, Obrębowski 2008, Sinkiewicz 2008).

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 13 osób w wieku od 21 do 49 lat, z czego 8 osób pracujących w szkolnictwie i 5 osób stanowiących tzw. grupę kontrolną - bez zaburzeń głosu. Grupę badanych z zaburzeniami głosu stanowiły kobiety, nauczycielki nauczania początkowego po wyrażeniu świadomej, pisemnej zgody na nieinwazyjne, przesiewowe badania sEMG.

sEMG studies were performed three times with teachers under the supervising of a person having a certificate for conducting this type of research. A group of healthy volunteers consisted of 4 women and 1 man from 21 to 45 years (mean  $28 \pm 3$  years), who did not perform work associated with the increased vocal effort and did not report any disturbances from the vocal organ. Studies in healthy volunteers were performed in order to obtain the reference values of voice and muscle function sEMG tests recorded from suprahyoid muscles.

Teachers group consisted of 8 women aged from 37 to 49 years (mean  $44 \pm 2$  years). In an interview conducted individually, studied persons reported the voice disorders most often in the form of its fatigue, the recurrent hoarseness and a feeling of "discomfort" in their throats. All patients used the voice professionally working 21 years on average (from 10 to 28 years). Voice work hours per day ranged from 3 to 6 hours (mean 5 hours), and disorders of the voice appeared immediately after the second hour of lessons.

In people who have had done researches, both healthy volunteers and teachers in an interview did not report the history of neurological complications, the secondary root conflicts, peripheral neuropathies or systemic diseases.

Methodology of the study included an assessment of voice and suprahyoidei muscles function using specially created for the purpose of testing apparatus consisting of sEMG recorder coupled with sonometer and computer to acquire, analyze and present the recordings of muscle function and the intensity of the emitted voice. Tests were performed by the same persons, under the same conditions and using the same equipment.

The study used its own linguistic material for evaluation of suprahyoidei muscles disorders during the voice emission. Text for long-term analysis was based on the earlier analysis of incidence of vowels and consonants when speaking, when suprahyoidei muscles group are involved the most, what was found during the pilot test. During measurements of sEMG they are: i, u, ó, ń, g.

#### **Setup for the measurements of voice emission and suprahyoidei muscles function**

The study used a volume measuring device A8921 coupled with a portable computer that

Badania sEMG u nauczycieli wykonano trzykrotnie pod kierunkiem osoby posiadającej certyfikaty na przeprowadzanie tego rodzaju badań. Grupę zdrowych ochotników stanowiło 4 kobiety i 1 mężczyzna w wieku od 21 do 45 lat (średnio  $28 \pm 3$  lata), którzy nie wykonywali pracy związanej ze zwiększonym wysiłkiem głosowym oraz nie zgłaszali zaburzeń ze strony narządu głosu. Badania u zdrowych ochotników wykonano w celu uzyskania wartości referencyjnych emisji głosu oraz czynności mięśni nadgnykowych w testach sEMG.

Grupę nauczycieli stanowiło 8 kobiet w wieku od 37 do 49 lat (średnio  $44 \pm 2$  lata). W przeprowadzonym indywidualnie wywiadzie badane zgłaszały zaburzenia głosu najczęściej w postaci jego męczliwości, nawracającej chrypki oraz uczucia „dyskomfortu” w gardle. Wszystkie chore wykorzystywały głos zawodowo pracując średnio 21 lat (od 10 do 28 lat). Liczba godzin pracy głosem w ciągu dnia zawierała się od 3 do 6 godzin (średnio 5 godzin), a zaburzenia ze strony głosu pojawiały się już po drugiej godzinie prowadzenia zajęć lekcyjnych.

U osób, u których wykonywano badanie zarówno zdrowych ochotników jak i nauczycieli, w wywiadzie nie stwierdzono w przeszłości powikłań neurologicznych, wtórnych konfliktów korzeniowych, neuropatii obwodowych lub chorób systemowych.

Metodyka badania obejmowała ocenę emisji głosu oraz czynność mięśni nadgnykowych przy użyciu stworzonej specjalnie na potrzeby badania aparatury złożonej z rejestratora sEMG sprzężonego z sonometrem i komputerami do akwizycji, analizy i prezentacji rejestracji czynności mięśni oraz natężenia emitowanego głosu. Badania wykonywane były przez te same osoby, w tych samych warunkach i przy pomocy tej samej aparatury.

W pracy wykorzystano własny materiał lingwistyczny służący do oceny zaburzeń mięśni nadgnykowych podczas emisji głosu. Tekst do analizy długoterminowej oparty został na wcześniejszej analizie samogłosek oraz spółgłosek podczas wypowiedzianego, w którym zaangażowana jest grupa mięśni nadgnykowych, co stwierdzono w trakcie prób pilotażowych. Podczas pomiaru sEMG należą do nich: i, u, ó, ń, g.

#### **Aparatura badawcza do pomiaru emisji głosu i czynności mięśni nadgnykowych**

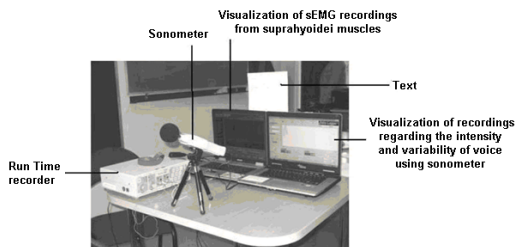
Do badania wykorzystano urządzenie pomiarowe natężenia dźwięku A8921 sprzężonego z kom-

uses software AZ RS 232 Monitor (Figure 2). sEMG recordings from suprahyoidei muscles were performed using EM Run Time 10/20 (Camina) connected to a laptop computer with software allowing the acquisition of recordings and it was provided by the manufacturer. Both appliances are connected to two independent computers POMAC RS 232 connectors.



**Figure 2. Sonometr AZ 8921.**

Tests were conducted three times in all subjects under the same conditions, during each test, the apparatus was assembled as shown in the picture below (Figure 3).



**Figure 3. Photography of experimental setup consisting of two laptops, sonometr and the sEMG recorder.**

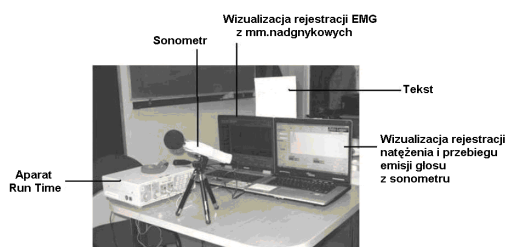
The study was performed in a closed room with temperature of about 22°C without the use of soundproofing. Before the main test, the patient was informed about the objectivity and non-invasiveness of diagnostic tests performed for the prophylactic reasons, their character and course. Examined person was sitting on a chair at a distance of about 10 cm from the microphone, in an upright position with the loosely lowered upper extremities, in a comfortable position. The examined person has been connected with a grounding electrode to the sEMG recorder by a bar located on the upper extremity. In this study we used surface bipolar skin electrodes made of AgCl having 5mm<sup>2</sup>

puterem przenośnym wykorzystującym oprogramowanie AZ RS 232 Monitor (Rycina 2). Rejestracje sEMG z mięśni nadgnykowych wykonano aparatem Run Time EM 10/20 (Camina) podłączonym do komputera przenośnego z oprogramowaniem akwizycji rejestracji dostarczanym przez producenta. Oba sprzęty zostały podłączone do dwóch niezależnych komputerów za pomocą złącz RS 232.



**Rycina 2. Sonometr AZ 8921.**

Badanie przeprowadzono u wszystkich osób trzykrotnie w tych samych warunkach, aparatura podczas każdego badania była zestawiona tak jak na poniższym zdjęciu (Rycina 3).



**Rycina 3. Fotografia stanowiska badawczego składającego się z dwóch komputerów przenośnych, sonometru oraz aparatu sEMG.**

Badanie wykonywane było w pomieszczeniu zamkniętym o temperaturze ok. 22oC bez stosowania wygłuszenia. Przed badaniem pacjent został poinformowany o celowości oraz nieinwazyjności wykonywanego badania diagnostyczno-profilaktycznego, oraz jego charakteru i przebiegu. Osoba badana siedziała na krześle w odległości ust około 10 cm od mikrofonu, z plecami wyprostowanymi, luźno opuszczonymi kończynami górnymi, w pozycji wygodnej. Badany został podłączony elektrodą uziemiającą do elektromiografu w formie paska umieszczonego na kończynie górnej. Do badania czynności mięśni nadgnykowych wykorzystano odprowadzenie bipolarne elektrodami powierzchow-



coated with an electrolytic gel, recording the function of suprahyoidei muscles. An active electrode was placed over the muscle's belly, the reference electrode was placed on its tendon (Figure 4).



**Figure 4. The arrangement of electrodes during suprahyoidei muscles testing.**

Using the above apparatus there were made the following recordings of the voice and suprahyoidei muscles function: recordings of suprahyoidei muscles activity on the right and left side during their relaxation, the recording of suprahyoidei muscles activity during the maximal contraction, recording of muscles activity and simultaneous measurement of voice emission intensity in dB while reading a designated part of the text. These measurements were performed three times.

#### **The voice acoustic study using the sonometer**

The study involved 8 teachers of primary education from primary school who complained of voice disorders. The study was carried out three times at an interval of about a month.

The first sample consisted of six parts. The first part it was the study of sEMG from suprahyoidei muscles at rest. The purpose of the test was relaxation of suprahyoidei muscles and muscles of the neck, and a subsequent acquisition of recordings. The second part of the study consisted on the execution of suprahyoidei muscles activity recorded with sEMG during the maxilla contraction. The examined subject was asked to press the tongue to the palate, thus causing the above-mentioned maximum muscle contraction. During the third part of there was reading test was reading the first part of the text prepared in the manner in which, the subject every day uses voice while leading lessons. When finished reading, the subject has been infor-

nymi wykonanymi ze stopu AgCl w postaci krążków o wymiarach 5mm<sup>2</sup>, pokrytych żelą elektrolitycznym i umocowanych na skórze. Elektrode aktywną umieszczono na brzuchu mięśnia, elektrodę odniesienia na ścięgnie mięśnia (Rycina 4).



**Rycina 4. Rozmieszczenie elektrod podczas badania mięśni nadgnykowych.**

Wykorzystując powyższą aparaturę wykonano następujące zapisy analizowanej próbki emisji głosu oraz czynności mięśni nadgnykowych: zapis czynności spoczynkowej mięśni nadgnykowych po prawej i lewej stronie, zapis maksymalnej czynności wysiłkowej mięśni nadgnykowych, zapis czynności mięśni nadgnykowych oraz równoczesny pomiar natężenia emisji głosu w dB podczas czytania wyznaczonej części tekstu. Wymienione pomiary wykonano trzykrotnie.

#### **Badanie akustyczne głosu z wykorzystaniem sonometru**

W badaniu wzięło udział 8 nauczycielek nauczania początkowego z Szkoły Podstawowej, które skarżyły się na zaburzenia emisji głosu. Badanie przeprowadzane było trzykrotnie w odstępie około miesiąca.

Pierwsza próba składała się z sześciu części. Pierwsza część polegała na badaniu sEMG mięśni nadgnykowych w spoczynku. Zadaniem badanego było rozluźnienie mięśni nadgnykowych oraz mięśni szyi, po czym wykonano akwizycję zapisu. Druga część badania polegała na wykonaniu sEMG mięśni nadgnykowych przy maksymalnym wysiłku. Badany był proszony o naciskanie językiem na podniebienie, wywołując w ten sposób maksymalny skurcz wyżej wymienionych mięśni. W trzecim etapie badania czytano pierwszą część przygotowanego tekstu w sposób, w jaki, na co dzień badana osoba posługuje się głosem podczas prowadzenia zajęć lekcyjnych. Po zakończeniu czytania, badany został poinformowany o uzyskanym wyniku czyn-

med about the results obtained from studying the suprahyoidei muscles function and parameters of voice intensity. In the fourth part of the study the subject was instructed how to use the suprahyoid muscles during the voice emission. The tested person was trying to read the second part of the text and trying to simultaneously observe the activity in the form of sEMG recording on the monitor as well as the sound deflection curve on the second monitor, including the conducted other parts of research, trying to get the best results in suprahyoidei muscles activity (maximal value of amplitude) with the simultaneous decrease in the intensity of the emitted voice in dB on an eye-sEMG biofeedback. Finally there were compared the results obtained from the first and the second trials after reading the text. During the next part, the person was trying to read the third part of the text in accordance with the previously obtained instructions, thus perpetuating the correct voice emission. We compared the results of tests 1, 2 and 3 during reading. At the end of the test, the subject received the text for reading in order to exercise the emissions of voice over a period of about a month. This suggestion had also the psychoeducational nature. All respondents were asked during the work performed monthly with students to think of ... "the paper with text" ... and ... "tried to save voice '... according to the proposed scheme of reading. The last part of the study after sixth months was performed to verify the results. The subject read all of the text in accordance with instructions previously obtained (Figure 5). We compared the results of sEMG recordings of and voice emission from the first, second (after education of reading the text) and the last examination after a month of treatment.



**Figure 5. Photograph of experimental setup applied during the tests about a month after the education of the voice emission.**

ności mięśni nadgnykowych i parametrach napięcia głosu. W czwartej części, poinstruowano badanego, w jaki sposób należy wykorzystać mięśnie nadgnykowe podczas emisji głosu. Badana osoba starała się czytać drugą część tekstu po instrukcji starając się równocześnie obserwować czynność w postaci zapisu sEMG mięśni na monitorze oraz wychylenie krzywej napięcia dźwięku na drugim monitorze łącznie z przebiegiem badania, starając się uzyskać jak największe zaangażowanie czynności mięśni nadgnykowych (maksymalne wychylenia amplitudy) przy równoczesnym spadku napięcia emitowanego głosu w dB na zasadzie wzrokowego sEMG-biofeedback. Na koniec porównywano wyniki uzyskane z pierwszej i drugiej próby czytania tekstu. Podczas kolejnej części, badana osoba czytała trzecią część tekstu zgodnie z wcześniej uzyskaną instrukcją, utrwalając w ten sposób prawidłowy sposób emisji głosu. Porównano wyniki z prób 1, 2 oraz 3 czytania. Na koniec badany otrzymywał czytany tekst w celu ćwiczenia wyuczonej emisji głosu przez okres około miesiąca. Sugestia ta miała również charakter psychoedukacyjny. Proszono wszystkich badanych, aby w trakcie miesięcznej pracy z uczniami starali się myśleć o ... "kartce z tekstem" ... oraz ... "próbowali oszczędzać głos" ... według zaproponowanego schematu czytania. Ostatnią szóstą część badania wykonano po miesiącu w celu weryfikacji wyników. Badana osoba czytała cały tekst zgodnie z uzyskaną wcześniej instrukcją (Rycina 5). Porównano wyniki rejestracji sEMG oraz emisji głosu z pierwszego, drugiego (po edukacji czytania tekstu) jak i ostatniego badania po przeprowadzeniu miesięcznej terapii.



**Rycina 5. Fotografia stanowiska badawczego w trakcie testów wykonywanych około miesiąc po przeprowadzonej edukacji emisji głosu.**

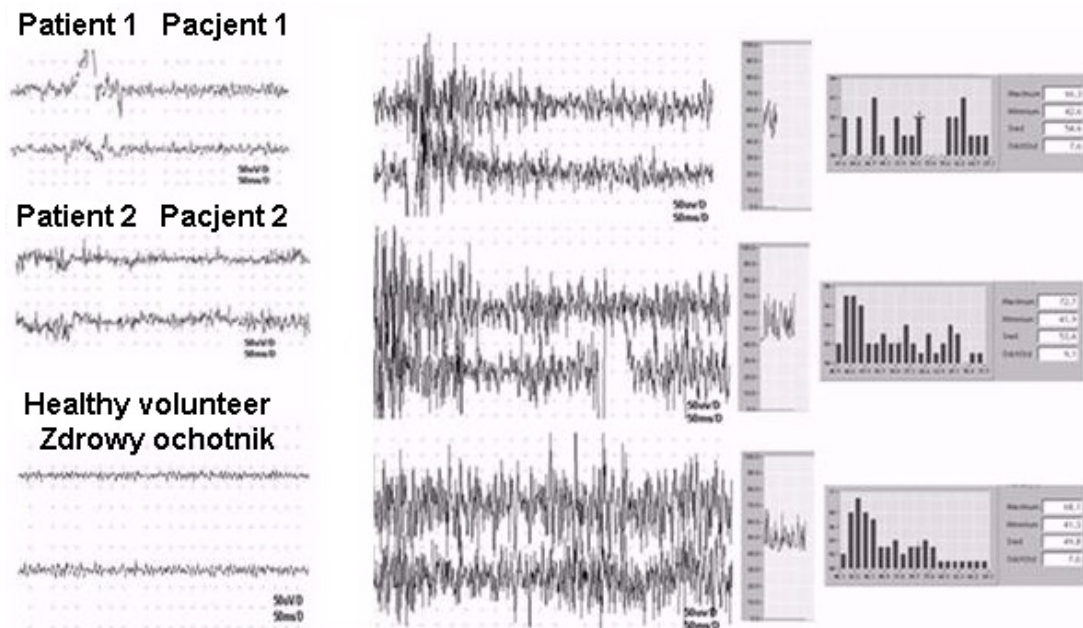
## RESULTS AND DISCUSSION

The general presentation of the sEMG recordings at rest, during maximal suprahyoidei muscles contraction and intensity of voice emission in successively (for comparison) 2 patients and a healthy volunteer from control group shows figure 6.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Ogólną prezentację badania sEMG w warunkach spoczynkowych, w trakcie maksymalnego skurczu mięśni nadgnykowych oraz natężenia emisji głosu u kolejno (dla porównania) 2 pacjentów oraz zdrowego ochotnika grupy kontrolnej pokazuje rycina 6.

**Figure 6. Examples of sEMG recordings at rest, maximal contraction of suprahyoidei muscles and intensity of voice emission performed before therapy in patient 1, patient 2 and a healthy volunteer from control group.**



**Rycina 6. Przykłady rejestracji sEMG spoczynkowego, wysiłkowego z mięśni nadgnykowych oraz natężenia emisji głosu przeprowadzonych przed terapią u pacjenta 1, pacjenta 2 oraz zdrowego ochotnika grupy kontrolnej.**

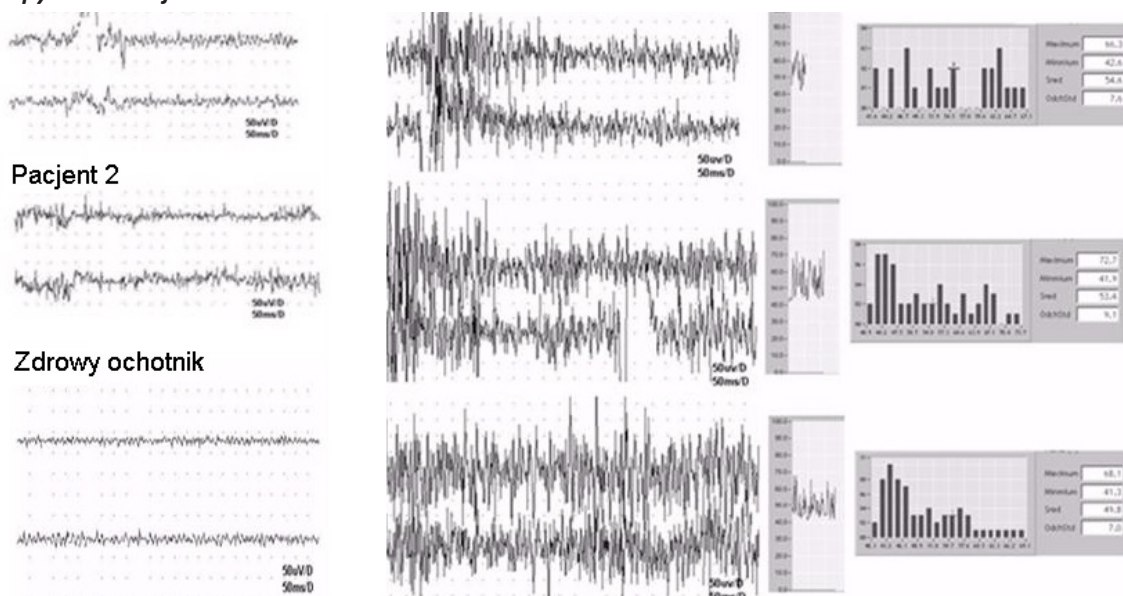


Table I shows the results of sEMG recordings and the voice emission intensity obtained in the teachers (upper part) and healthy volunteers (bottom).

From the results presented in this study in healthy people it can be concluded that the reference values obtained from the sEMG recordings at rest and maximal contraction performed on both sides from the suprahyoid muscles were  $15.8\mu\text{V}$  and about  $150\mu\text{V}$  respectively, and the average value of voice emission was about 51dB. Studies in teachers indicate that the average amplitude of sEMG recordings at rest at  $26\mu\text{V}$  points to the phenomenon of increased muscle tension. The same parameter was reduced ( $22.9\mu\text{V}$ ) after a month of treatment. Hypertonia showed in sEMG recordings at rest influenced the efficiency of the motor units recorded during the voice emission, where the average value of amplitude was about  $130\mu\text{V}$ . After once month of therapy, the activity of suprahyoid muscles motor units was characterized by sEMG amplitude at about  $275\mu\text{V}$ , showing the positive aspect of therapeutic education with sEMG biofeedback. The average value of the voice emission in healthy people during phonation obtained after the reading of text was 51dB, in comparison to 60dB recorded in teachers. There were no significant differences of this parameter on the successive stages of observation among teachers, and this value was significantly higher than that recorded in healthy people. From the data presented graphically in figure 6 and in table I it can be concluded that the proposed method of education with a "biofeedback" (when you educate a person in the course of therapy and it was designed to adjust the maximum amplitude of the sEMG recording at low volume on the voice emission chart), after one month of therapy the effect lies not in improvement of the motor units efficiency but reducing the muscle tension in suprahyoid muscles.

W tabeli I pokazano wyniki badań sEMG oraz natężenia emisji głosu uzyskanych u badanych nauczycieli (część górna) oraz zdrowych ochotników (część dolna).

Z wyników przedstawionej w tej pracy dla osób zdrowych można wywnioskować, że wartości referencyjne uzyskane z rejestracji sEMG w warunkach spoczynkowych i maksymalnego wysiłku przeprowadzone obustronnie z mięśni nadgnykowych wynoszą kolejno  $15,8\mu\text{V}$  oraz około  $150\mu\text{V}$ , a średnia wartość emisji głosu około 51dB. Badania przeprowadzone u nauczycieli wskazują, że wartość średnia amplitudy sEMG w warunkach spoczynkowych  $26\mu\text{V}$  wskazuje na zjawisko zwiększonego napięcia mięśniowego. Ten sam parametr uległ zmniejszeniu ( $22,9\mu\text{V}$ ) po miesięcznej terapii. Wzmożone napięcie mięśniowe wykazane w rejestracjach sEMG spoczynkowej wpływało na sprawność jednostek ruchowych rejestrowanych w warunkach wysiłku głosowego, gdzie średnia wartość amplitudy wynosiła około  $130\mu\text{V}$ . Po miesięcznej terapii czynność jednostek ruchowych mięśni nadgnykowych charakteryzowała się amplitudą sEMG około  $275\mu\text{V}$  wykazując pozytywny aspekt leczniczy edukacji sEMG biofeedback. Średnia wartość natężenia głosu u zdrowych ludzi w trakcie fonacji uzyskanej po czytaniu tekstu wynosiła 51dB, wobec wartości 60dB rejestrowanej u nauczycieli. Nie zaobserwowano wyraźnych różnic tego parametru na kolejnych etapach obserwacji u nauczycieli, natomiast wartość ta była istotnie wyższa niżeli rejestrowana u zdrowych ludzi. Z danych prezentowanych graficznie na rycinie 6 oraz tabeli I wynika, że proponowany sposób edukacji na zasadzie „biofeedbacku” (kiedy edukowana w trakcie terapii osoba miała za zadanie dostosować maksymalną amplitudę rejestracji sEMG przy niskich wartościach na wykresie natężenia dźwięku) i poprowadzonej, miesięcznej autoterapii nie tyle poprawia sprawność jednostek ruchowych, ile wpływa na obniżenie napięcia mięśniowego.

**Table 1. Compilation of the results obtained in 8 teachers examined at successive stages of observation (upper part) and in 5 healthy volunteers from a control group (bottom). Frequency pattern: 1-interference, 2-intermediate.**

Examined patient No	Before therapy			During therapy				After therapy			One month after therapy				Intensity of voice emission (db)			
	Suprahyoidei muscles sEMG																	
	at rest (uV)	test 1 effort (uV)	(Hz)	test 2 effort (uV)	(Hz)	test 3 effort (uV)	(Hz)	at rest (uV)	test 4 effort (uV)	(Hz)	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4				
1	30	100	1	100	1	130	1	30	280	1	63,3	61,8	61,5	60,8				
2	35	200	1	200	1	300	1	18	300	1	67,2	60,2	60	64,4				
3	20	40	2	60	2	60	2	35	100	2	62,4	59,5	57,6	60,8				
4	35	100	2	120	1	150	1	15	350	1	60,5	67,6	54,9	64,4				
5	30	130	2	200	1	250	1	30	300	1	64	63,5	63,6	64,3				
6	15	150	1	150	1	150	1	20	300	1	63,1	67,1	61	64,4				
7	25	100	1	125	1	165	1	15	370	1	64,4	62,1	63,6	60,9				
8	20	150	1	250	1	350	1	20	200	1	64,1	62,1	62,5	62,2				
mean	26,25	121,25		150,63		194,38		22,88	275,00		63,63	62,99	60,59	62,78				
Min.	15	40		60		60		15	100		60,5	59,5	54,9	60,8				
Max.	35	200		250		350		35	370		67,2	67,6	63,6	64,4				
SD	7,44	47,64		62,25		96,71		7,68	86,85		1,90	2,96	3,03	1,77				

Examined patient No	Before therapy			During therapy				After therapy				Intensity of voice emission(db)		
	Suprahyoidei muscles sEMG													
	at rest (uV)	Test 1 effort (uV)	(Hz)	Test 2 effort (uV)	(Hz)	Test 3 effort (uV)	(Hz)	Test 1	Test 2	Test 3				
1	10	115	1	125	1	200	1	54,9	52	50,2				
2	12	90	1	150	1	250	1	54,6	53,4	49,8				
3	25	65	1	90	1	100	1	50,1	47,1	45,1				
4	17	60	1	105	1	110	1	48,4	47,6	45,7				
5	15	120	1	140	1	250	1	61,7	55,6	54,9				
średnia	15,8	90		122		182		53,94	51,14	49,14				
minimum	10	60		90		100		48,4	47,1	45,1				
maksimum	25	120		150		250		61,7	55,6	54,9				
SD	5,81	27,61		24,65		73,28		5,17	3,69	3,97				

**Tabela 1. Zestawienie zbiorcze wyników uzyskanych wśród 8 badanych nauczycielek na kolejnych etapach obserwacji (część górna) oraz 5 badanych zdrowych ochotników grupy kontrolnej (część dolna). Charakter częstotliwościowy: 1-interferencyjny, 2-z niepełną interferencją.**

Liczba badanych chorych	Przed terapią			W trakcie edukacji terapii				Po edukacji terapii			Po miesięcznej terapii				Natężenie emisji głosu (db)			
	EMG mm. nadgnykowych																	
	spoczynek (uV)	test 1 wysiłek (uV)	charakter (Hz)	test 2 wysiłek (uV)	charakter (Hz)	test 3 wysiłek (uV)	Charakter (Hz)	Spoczynek uV	Test 4 wysiłek (uV)	Charakter (Hz)	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4				
1	30	100	1	100	1	130	1	30	280	1	63,3	61,8	61,5	60,8				
2	35	200	1	200	1	300	1	18	300	1	67,2	60,2	60	64,4				
3	20	40	2	60	2	60	2	35	100	2	62,4	59,5	57,6	60,8				
4	35	100	2	120	1	150	1	15	350	1	60,5	67,6	54,9	64,4				
5	30	130	2	200	1	250	1	30	300	1	64	63,5	63,6	64,3				
6	15	150	1	150	1	150	1	20	300	1	63,1	67,1	61	64,4				
7	25	100	1	125	1	165	1	15	370	1	64,4	62,1	63,6	60,9				
8	20	150	1	250	1	350	1	20	200	1	64,1	62,1	62,5	62,2				
Średnia	26,25	121,25		150,63		194,38		22,88	275,00		63,63	62,99	60,59	62,78				
Minimum	15	40		60		60		15	100		60,5	59,5	54,9	60,8				
Maksimum	35	200		250		350		35	370		67,2	67,6	63,6	64,4				
SD	7,44	47,64		62,25		96,71		7,68	86,85		1,90	2,96	3,03	1,77				

Badany ochotnik liczba	Przed terapią			W trakcie edukacji terapii				Po edukacji terapii			Natężenie emisji głosu		
	EMG mm. nadgnykowych												
	spoczynek	Test 1 wysiłek (uV)	charakter	Test 2 wysiłek (uV)	charakter	Test 3 wysiłek (uV)	Charakter	Test 1	Test 2	Test 3			
1	10	115	1	125	1	200	1	54,9	52	50,2			
2	12	90	1	150	1	250	1	54,6	53,4	49,8			
3	25	65	1	90	1	100	1	50,1	47,1	45,1			
4	17	60	1	105	1	110	1	48,4	47,6	45,7			
5	15	120	1	140	1	250	1	61,7	55,6	54,9			
średnia	15,8	90		122		182		53,94	51,14	49,14			
minimum	10	60		90		100		48,4	47,1	45,1			
maksimum	25	120		150		250		61,7	55,6	54,9			
SD	5,81	27,61		24,65		73,28		5,17	3,69	3,97			

The study shows that in people occupationally exposed to the increased emissions of voice, you cannot show by sEMG recordings the phenomenon of asymmetry in the suprahyoidei muscles activity. Parameters of voice intensity were stabilized after a month of targeted therapy according to the scheme specified in the educational sessions to values close to those obtained by analogy in the control group of healthy volunteers without significant changes in the intensity of voice. The proposed scheme of diagnostic and educational sEMG-biofeedback in suprahyoidei muscles can be applied in the education of people exposed to the increased voice emissions. These data also show that among the patients do not age, but the work duration has an impact on the parameters of sEMG amplitude recorded from muscles involved in the phonation. These findings are consistent with results of previous work by Pfau and Ackermann (1974) and Allen (2007). The presented similar methodology to that described by Henschen and Burton (1978) and Chow and Ying (2002), although their model of biofeedback was not associated simultaneously with the measurement of the voice intensity. Previous work of Laukkanen et al (2004) using sEMG regarded the impact of long-term voice emission on measurements of motor units activity voice-off in the evaluation of the efficiency of motor units, while they were not focused on assessing the effects of therapy or education.

The presented results confirm the utility of the sEMG recordings in assessment of the increased muscle tension, as presented in relation to other muscular system diseases different etiologically (Huber et al 2013).

## REFERENCES

- Ackermann R.**, Pfau W., Gerontologische Untersuchungen zur Storungsunfalligkeit der Sprechstimme bei Berufssprechern, Folia Phoniater, 1974:26-95.
- Allen K.D.**, EMG biofeedback treatment of dysphonias and related voice disorders, Journal of Speech – Language Pathology and Applied Behavioral Analysis, 2007:22.
- Chow P.**, Ying L., Comparison of Concurrent and Electromyographic Biofeedback on the Training of Laryngeal Muscle Relaxation, Speech and Hearing Sciences, The University of Hong Kong, 2002:10.
- Hammond T.H.**, Gray S.D., Butler J., Age and gender related elastin distribution changes in human vocal folds, Otolaryngolog Head Neck Surg, 1988;119:314-

Przedstawione badania pokazują, że u osób narażonych zawodowo na zwiększoną emisję głosu, nie można za pomocą badań sEMG stwierdzić zjawiska asymetryczności w rejestracji czynności sEMG mięśni nadgnykowych. Parametry natężenia emisji głosu uległy stabilizacji po miesięcznej próbie ukierunkowanej terapii według schematu określonego w sesjach edukacyjnych do wartości zbliżonych do tych, które uzyskano analogicznie w grupie kontrolnej zdrowych ochotników bez wyraźnych zmian w natężeniu emisji głosu. Proponowany schemat diagnostyczny oraz edukacyjny sEMG-biofeedback mięśni nadgnykowych może być aplikowany w edukacji u osób narażonych na zwiększoną emisję głosu. Z danych tych również wynika, że wśród badanych chorych nie wiek, ale staż pracy ma wpływ na parametry amplitudy sEMG wysiłkowego rejestrowego z mięśni współuczestniczących w procesie fonacji. Te wyniki badań są zgodne z wynikami poprzednich prac Ackermanna i Pfau (1974) oraz Allena (2007). Prezentowana metodyka jest podobna do tej opisywanej przez Henschen i Burton (1978) oraz Chow i Ying (2002), chociaż ich model biofeedbacku nie był skojarzony jednocześnie z pomiarem natężenia emisji głosu. Dotychczasowe prace Laukkanen i wsp. (2004) z wykorzystaniem sEMG dotyczyły wpływu długotrwałej emisji głosu w pomiarach jednorazowych w ocenie sprawności jednostek ruchowych, natomiast nie skupiały się na ocenie efektów terapii lub edukacji.

Prezentowane wyniki potwierdzają również użyteczność sEMG w ocenie zwiększonego napięcia mięśniowego, co zaprezentowano w odniesieniu do innych, etiologicznie odmiennych schorzeń w układzie mięśniowym (Huber i wsp. 2013).

## LITERATURA

- Ackermann R.**, Pfau W., Gerontologische Untersuchungen zur Storungsunfalligkeit der Sprechstimme bei Berufssprechern, Folia Phoniater, 1974:26-95.
- Allen K.D.**, EMG biofeedback treatment of dysphonias and related voice disorders, Journal of Speech – Language Pathology and Applied Behavioral Analysis, 2007:22.
- Chow P.**, Ying L., Comparison of Concurrent and Electromyographic Biofeedback on the Training of Laryngeal Muscle Relaxation, Speech and Hearing Sciences, The University of Hong Kong, 2002:10.
- Hammond T.H.**, Gray S.D., Butler J., Age and gender related elastin distribution changes in human vocal folds, Otolaryngolog Head Neck Surg, 1988;119:314-322.

322.

**Henschen T.L.**, Burton N.G., Treatment of spastic dysphonia by EMG biofeedback, *Biofeedback Self Regul.* 1978;3,1:91-96.

**Huber J.**, Kulczyk A., Lisiński P., Lipiec J., The use of surface electromyography for diagnosis of muscle dysfunction with pain symptoms, *Trends in Sport Sciences*, 2013;3,20:135-139.

**Kinalski R.**, *Neurofizjologia kliniczna dla neurorehabilitacji*, MedPharm Polska, Wrocław, 2008.

Kubiak K., Wiskirska-Woźnica B., Demenko G., *Zarys higieny narządu głosu*. Włocławek, 2006.

**Kulczyk A.**, Lipiec J., Huber J., Zagłoba-Kaszuba A., Wytrążek M., Stryła W., Warzecha D., Standards of the surface electromyography examinations for assessment of muscle motor unit activity for physiotherapy purposes. W: *Current Topics on Clinical Neurophysiology, Physiotherapy and Manual Therapy*. Eds.: Juliusz Huber, Marcin Wytrążek, Joanna Lipiec, Aleksandra Kulczyk. Poznań, 2011, Coll. Educ. Ther. Publ. House, ISBN 978-83-927622-2-5,106-119.

**Laukkanen A.M.**, Jarvinen K., Artkowski M., Waramaa-Mki-Kulmala T., Kankare E., Sippola S., Syrja T., Salo A., Changes in voice and subjective sensations during a 45-min vocal loading test in female subjects with vocal training, *Folia Phoniatr. Logop.*, 2004;56,6:335-346.

**Łoś-Spychalska T.**, Fiszer M., Śliwińska-Kowalska M., Ocena częstości występowania chorób narządu głosu u nauczycieli, *Otolaryngologia*, 2002;1,1:39-44.

**Obrębowski A.**, *Narząd głosu i jego znaczenie w komunikacji społecznej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego, Poznań, 2008.

**Obrębowski A.**, Postępowanie foniatryczne w zawodowo uwarunkowanych zaburzeniach głosu, *Otolaryngologia*, 2002;1,3:161-166.

**Obrębowski A.**, Pruszewicz A., Wojnowski W., *Rehabilitacja foniatryczna głosu- ogólne zasady*, Po poradnik Lekarza, 2001:105-107.

**Pruszewicz A.**, *Foniatria kliniczna*, PZWL, Warszawa, 1992.

**Pruszewicz A.**, Metody badania narządu głosu, *Postępy w Chirurgii Głowy i Szyi*, 2002;2,3-25.

**Sinkiewicz A.**, *Kompleksowa ocena skuteczności ćwiczeń emisji głosu w profilaktyce zaburzeń głosu u nauczycieli*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań, 2008.

**Smith E.**, Gray S.D. i wsp., Frequency and effects of teachers voice problems. *J Voice*, 1997;11;1:81-87.

**Henschen T.L.**, Burton N.G., Treatment of spastic dysphonia by EMG biofeedback, *Biofeedback Self Regul.* 1978;3,1:91-96.

**Huber J.**, Kulczyk A., Lisiński P., Lipiec J., The use of surface electromyography for diagnosis of muscle dysfunction with pain symptoms, *Trends in Sport Sciences*, 2013;3,20:135-139.

**Kinalski R.**, *Neurofizjologia kliniczna dla neurorehabilitacji*, MedPharm Polska, Wrocław, 2008.

Kubiak K., Wiskirska-Woźnica B., Demenko G., *Zarys higieny narządu głosu*. Włocławek, 2006.

**Kulczyk A.**, Lipiec J., Huber J., Zagłoba-Kaszuba A., Wytrążek M., Stryła W., Warzecha D., Standards of the surface electromyography examinations for assessment of muscle motor unit activity for physiotherapy purposes. W: *Current Topics on Clinical Neurophysiology, Physiotherapy and Manual Therapy*. Eds.: Juliusz Huber, Marcin Wytrążek, Joanna Lipiec, Aleksandra Kulczyk. Poznań, 2011, Coll. Educ. Ther. Publ. House, ISBN 978-83-927622-2-5,106-119.

**Laukkanen A.M.**, Jarvinen K., Artkowski M., Waramaa-Mki-Kulmala T., Kankare E., Sippola S., Syrja T., Salo A., Changes in voice and subjective sensations during a 45-min vocal loading test in female subjects with vocal training, *Folia Phoniatr. Logop.*, 2004;56,6:335-346.

**Łoś-Spychalska T.**, Fiszer M., Śliwińska-Kowalska M., Ocena częstości występowania chorób narządu głosu u nauczycieli, *Otolaryngologia*, 2002;1,1:39-44.

**Obrębowski A.**, *Narząd głosu i jego znaczenie w komunikacji społecznej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego, Poznań, 2008.

**Obrębowski A.**, Postępowanie foniatryczne w zawodowo uwarunkowanych zaburzeniach głosu, *Otolaryngologia*, 2002;1,3:161-166.

**Obrębowski A.**, Pruszewicz A., Wojnowski W., *Rehabilitacja foniatryczna głosu- ogólne zasady*, Po poradnik Lekarza, 2001:105-107.

**Pruszewicz A.**, *Foniatria kliniczna*, PZWL, Warszawa, 1992.

**Pruszewicz A.**, Metody badania narządu głosu, *Postępy w Chirurgii Głowy i Szyi*, 2002;2,3-25.

**Sinkiewicz A.**, *Kompleksowa ocena skuteczności ćwiczeń emisji głosu w profilaktyce zaburzeń głosu u nauczycieli*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań, 2008.

**Smith E.**, Gray S.D. i wsp., Frequency and effects of teachers voice problems. *J Voice*, 1997;11;1:81-87.

**Smith E.**, Kirchner H.L., i wsp., Voice problems

**Smith E.**, Kirchner H.L., i wsp., Voice problems among teachers: differences by gender and teaching characteristics. *J Voice*, 1998;12:328-334.

**Vilkman E.**, Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia. Logop.*, 2004; 56,4:220-253.

**Vintturi J.**, Alku P., Lauri E.R. i wsp., The effects of post-loading Rest on acoustic parameters with special reference to gender and ergonomic factors. *Folia Phoniatr. Logop.*, 2001; 53,6:338-350.

among teachers: differences by gender and teaching characteristics. *J Voice*, 1998;12:328-334.

**Vilkman E.**, Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia. Logop.*, 2004; 56,4:220-253.

**Vintturi J.**, Alku P., Lauri E.R. i wsp., The effects of post-loading Rest on acoustic parameters with special reference to gender and ergonomic factors. *Folia Phoniatr. Logop.*, 2001; 53,6:338-350.

Corresponding autor: Magdalena Gębska;  
mgembska@pum.edu.pl

Autor odpowiedzialny za korespondencję:  
Magdalena Gębska; mgembska@pum.edu.pl