

Jolanta Zielińska

Instytut Techniki, Akademia Pedagogiczna im. Komisji Edukacji Narodowej, Kraków

Wykorzystanie przystawki komputerowej Nasality Processor w ocenie i usuwaniu nosowania dzieci z uszkodzonym narządem słuchu

Used of computer attachment Nasality Processor in diagnosis and removing nasalisation of children with impaired reception hearing system

Słowa kluczowe: wada słuchu, badanie głosu, komputer, laryngograf, nosowanie.
Key words: hearing defect, voice examination, computer, laryngograph, nasality.

Streszczenie

W pracy zaprezentowano nowoczesną, opartą na komputerze i dwu podłączonych do niego przystawkach, służących do wizualizacji sygnału mowy, metodę oceny i usuwania zjawiska nosowania. Pod uwagę wzięto wszystkie typy nosowania zarówno o charakterze zamkniętym, otwartym, jak i mieszanym. Pokazano możliwości w tym zakresie zastosowania przystawki komputerowej o nazwie „Nasality Processor”. Zaprezentowano oryginalne badania dotyczące oceny i usuwania zjawiska nosowania, przeprowadzone w statystycznie istotnej grupie dzieci z wadą słuchu, ich przebieg oraz uzyskane wyniki. Na ich podstawie zaproponowano metodę diagnozy oraz terapii głosu dzieci z problemami oralnymi w kategorii uzyskania przez nie prawidłowego rezonansu nosowego, w tym realizacji głosek nosowych oraz usunięcia procesu nosowania.

Summary

This paper presents a new method of diagnosis and therapy of nasality process, based on two computer attachments connected to a PC computer, which are used to visualize the speech signal. All kinds of nasality, closed, opened and mixed, were taken into consideration. In this article were also presented the possibilities of using in this scope computer attachment Nasality Processor, which was showed on concrete examples of statements, voiced by children with significantly or deeply impaired

receptive hearing system. Experimental data, concerning nasality process, its course and results were also presented. The research was carried out on statistically important group of children with hearing defects. After research, there was proposed a new method of diagnosis and voice rehabilitation of children with oral problems, in category of right nasal resonance, correct realization of nasal sounds and removing nasality process.

Na skutek ograniczenia lub braku kontroli słuchowej u dzieci z wadą słuchu dochodzi do zaburzeń głosu zwanych dysfonią audiogenną i utrwalania się wtórnie specyficznych warunków w obrębie aparatu fonacyjnego, głównie krtani. Zmianie ulegają: sposób emisji głosu, charakter, zakres, średnie położenie, nastawienie, natężenie, czas fonacji [Maniecka-Aleksandrowicz, Szkiełkowska 1998]. Patologiczne zmiany głosu wywołują nieprawidłowe mówienie, charakteryzujące się zmianami fonetycznymi w postaci zaburzeń siły artykulacji głosek, jej barwy, donośności, iloczasu trwania głosek, akcentu i melodii [Maniecka-Aleksandrowicz 1990]. Z brzmieniem i barwą głosu w sposób bezpośredni łączy się zjawisko nosowania, bardzo trudne do usunięcia w przypadku braku kontroli słuchowej. Jego ocena i usuwanie, wspierane techniką komputerową, stanowią temat prezentowanej pracy.

Termin „nosowanie” rozumiany jest, podobnie jak w badaniach foniatrycznych, jako zaburzenie barwy głosu (*rhinophonia*) i artykulacji (*rhinolalia*) w następstwie wadliwego rezonansu nosowego [Pruszewicz 1992]. Rozróżnia się zatem, zależnie od objawów, następujące postacie nosowania: zamknięte, otwarte, mieszane. W kontekście przedstawionych badań należy podkreślić, że problem nosowania dzieci z wadą słuchu jest trudny nie tylko terapeutycznie, ale również diagnostycznie. Bardzo często bowiem w systemie fonologicznym, zwłaszcza grupy młodszych dzieci niesłyszących, nie występują głoski nosowe, a jedynie ustne. Z oczywistych względów nie można wtedy mówić ani o diagnozie, ani o istnieniu zjawiska nosowania. Do badań, których wyniki prezentuje przedstawiana praca, w sposób celowy dobrana została grupa dzieci niesłyszących, uczęszczających do szkoły podstawowej, która w swoim systemie fonologicznym posiadała głoski nosowe, co potwierdziły zarówno badania autora pracy, jak i wywiad z logopedą szkolnym, rozwój językowy dzieci oparty był na preferowaniu przez rewalidatorów mowy metod oralnych. Fakt posiadania głosek nosowych, poza problemami z realizacją samogłosek nosowych, w systemie fonologicznym dzieci sześciolletnich z uszkodzonym narządem słuchu, a więc młodszych, niż badane, potwierdzają badania innych autorów [Kurkowski 1996]. W założeniach badań prezentowanych w pracy przyjęto ogólnie obowiązujące normy oceny foniatrycznej nosowania [Pruszewicz 1992], stąd brzmienie w głosie dziecka niesłyszącego głoski „m” jak „b”, czy „n” jak „d” uznawane było za nosowanie zamknięte. Jedyne odstępstwo dotyczyło oceny poprawności realizacji samogłosek nosowych „e” i „a”, jako końcówek fleksyjnych oraz sytuacji utraty ich nosowości w pewnych, charak-

terystycznych dla dzieci z wadą słuchu, kontekstach fonologicznych, przy niezmiennym znaczeniu wypowiedzi. Taka sytuacja nie była uznawana za nosowanie.

W kontekście proponowanej w pracy metody diagnozy i terapii nosowania oraz rodzaju niepełnosprawności, jakiej ona dotyczy, należy podkreślić, że dzieci z uszkodzonym narządem słuchu, bardziej niż jakakolwiek inna grupa dzieci z problemami oralnymi, wykonując ćwiczenia głosowe na drodze obserwacji, naśladownictwa i wielokrotnego powtarzania odczuwają potrzebę sprawdzenia prawidłowości wytworzonych wzorców fonacyjnych w sposób łatwy w ocenie, prosty w interpretacji i przede wszystkim obiektywny. Nie mogą bowiem dokonać tego z udziałem uszkodzonego słuchu. Jest to bardzo istotny element pracy nad ich wymową, w chwili obecnej efektywnie wspierany przez rozwijającą się dynamicznie technikę komputerową. Zaletą proponowanej metody diagnozy i terapii usuwającej nosowanie, opartej na możliwościach przystawki komputerowej o nazwie „Nasality Processor”, jest spełnienie wymienionych wymogów. Ma ona wejście w postaci elektrody, przypinanej na nos badanej osoby. Dzięki takiemu sposobowi zbierania sygnału mowy podczas przepływu powietrza przez nos na ekranie komputera widoczny jest wyraźnie zmienny, czerwony przebieg, oznaczony przez NxAcc. Jego amplituda zależy od szybkości zmian prędkości ruchu skrzydełek nosa w jednostce czasu – im bardziej nosowa głoska, tym odpowiadająca jej amplituda drgań jest wyższa. Stwarza to możliwość, oczywiście przy odpowiednio dobranym językowym materiale testowym, zdiagnozowania prawidłowości artykulacji głosek nosowych, występowania nosowania podczas mowy oraz określenia jego rodzaju, a także poprowadzenia procesu jego usuwania. Umożliwia również samodzielną pracę dziecka nad własną wymową poprzez wyświetlenie na ekranie komputera jednocześnie dwóch przebiegów – poprawnego wzorca oraz aktualnie ćwiczonej wypowiedzi.

I. CEL BADAŃ

Celem badań było ustalenie i ocena procesu nosowania u dzieci klas I-VI szkoły specjalnej, w wieku 7-13 lat, ze znacznym lub głębokim, obustronnym, prelingwalnym uszkodzeniem słuchu, o charakterze odbiorczym, korzystających z aparatów słuchowych. Należy podkreślić, że dzieci te w bardzo różnym stopniu wyniosły korzyści z posiadanych aparatów, rozwijając mowę foniczną jako formę komunikacji z otoczeniem. Drugim równorzędnym celem było wykazanie, że zastosowanie przystawki Nasality Processor w terapii mowy dźwiękowej umożliwia naukę prawidłowego rezonansu nosowego, w tym artykulacji głosek nosowych, oddychania przez nos podczas mowy, zmniejszając lub likwidując każdy rodzaj nosowania, jeśli ma ono miejsce.

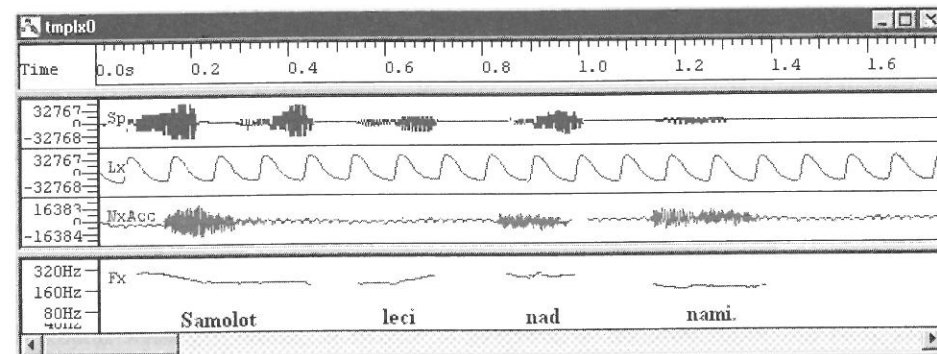
II. MATERIAŁ I METODA BADAWCZA

Materiał badawczy stanowiła grupa 88 dzieci ze znacznym (23%) lub głębokim (77%), obustronnym, prelingwalnym uszkodzeniem słuchu typu odbiorczego, korzystających z aparatów słuchowych, uczęszczających do podstawowej szkoły specjalnej, w wieku 7-13 lat. Natomiast grupę porównawczą tworzyło 25 dzieci słyszących, w tym samym przedziale wiekowym co niesłyszące.

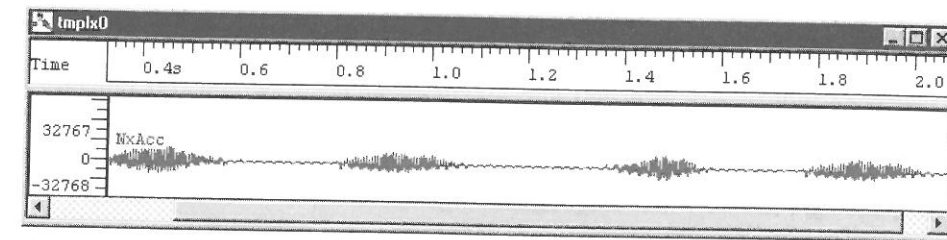
Wszystkie dzieci poddano badaniu za pomocą specjalnie skonstruowanego komputerowego stanowiska do wizualizacji sygnału mowy, złożonego z dwóch przystawek komputerowych – Laryngograf Processor PCLX oraz Nasality Processor. Zostały one połączone do komputera PC przy użyciu specjalnych kart interfejsu, zainstalowanych bezpośrednio na magistrali komputera oraz odpowiednio oprogramowane. Wypowiedzi dzieci zapamiętano w pamięci komputera, a następnie poddano analizie za pomocą zintegrowanego systemu badania mowy Speech Studio oraz programu QAnalyses. Przykładowy komputerowy obraz wypowiedzi „Samolot leci wysoko nad nami”, jednocześnie reprezentowany przez cztery przebiegi: Sp, Lx, Fx oraz NxAcc, otrzymany z użyciem systemu Speech Studio, przedstawiono na rys. 1.

Trzy prezentowane przebiegi stanowią sygnały uzyskane z wejść przystawki Laryngograf i kolejno prezentują: Sp zmiany ciśnienia fali akustycznej w czasie, Lx przebieg pracy fałd głosowych w czasie, Fx zmiany częstotliwości podstawowej w czasie. Cztery – NxAcc, będący sygnałem uzyskanym z przystawki Nasality Processor, pokazuje przepływ powietrza przez nos podczas wypowiedzi, otrzymany na zasadzie pracy alceleratora, mierzącego przyspieszenie ruchu, czyli zmiany prędkości w czasie.

Badania przedstawione w pracy oparte zostały na analizie sygnału NxAcc, stąd kolejny rysunek prezentuje bliżej ten sygnał. Jest on obrazem czterokrotnej wypowiedzi „ma”. Na rys. 2 wyraźnie widoczne są zwiększone wartości amplitudy przebiegu, odpowiadające przepływowi powietrza przez nos podczas wypowiedzi.



Rys. 1. Komputerowy obraz wypowiedzi „Samolot leci wysoko nad nami”, jednocześnie reprezentowany przez cztery przebiegi: Sp, Lx, Fx, NxAcc



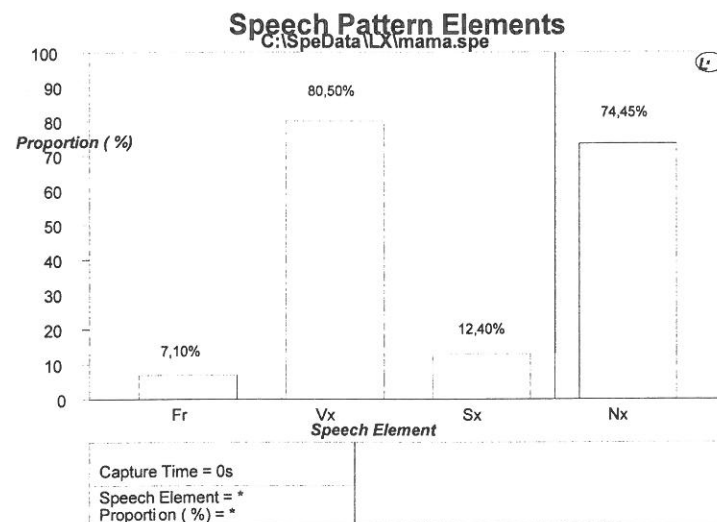
Rys. 2. Komputerowy obraz czterokrotnej wypowiedzi „ma”, przebieg zmian w czasie prędkości drgań skrzydełek nosa NxAcc

Analiza ilościowa zapamiętanych w pamięci komputera wypowiedzi dzieci możliwa jest poprzez użycie programu QAnalyses. Jej wynikiem jest uzyskanie profilu mowy badanej osoby w formie diagramu o nazwie *Speech Pattern Elements*. Dla wypowiedzi „mama” dziecka poprawnie słyszącego został on przykładowo pokazany na rys. 3.

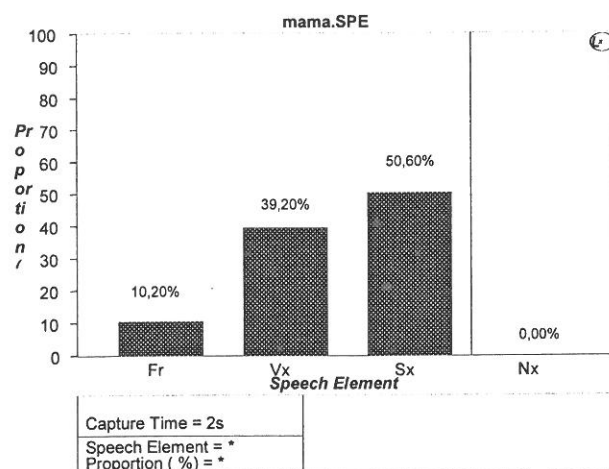
Przedstawiony diagram składa się z dwóch niezależnych części, oddzielonych pionową linią przerywaną. Trzy pierwsze elementy – o nazwach: Fr, Vx, Sx – pokazują proporcje między dźwięczną wypowiedzią ustną (Vx), ciszą (Sx) a składnikami szumowymi (Fr) w mowie. W sumie dają one 100% składu wypowiedzi. Składnik Vx reprezentuje udział fonacji, czyli udźwięcznienia wypowiedzi, powstałej na skutek periodycznej (lub prawie periodycznej) pracy fałd głosowych podczas artykulacji głosek dźwięcznych. Składnik Fr określa zjawisko turbulencji i wynikającego z niej szumu, powstałego podczas przeciskania się powietrza przez wąski kanał głosowy przy artykulacji głosek bezdźwięcznych. Bardzo ważnym parametrem widocznym na diagramie jest składnik Sx, określany jako cisza, gdyż umożliwia on ocenę ewentualnych nieprawidłowości w oddychaniu dynamicznym, w tym przerw dokonywanych na wdechy oraz udziału bezgłosu w wypowiedzi. Najistotniejsza z punktu widzenia prezentowanych badań jest informacja, możliwa do uzyskania z profilu mowy, o przepływie powietrza przez nos podczas wypowiedzi, oznaczona na rys. 3 przez Nx. Na jej podstawie, przy odpowiednio dobranym materiale testowym, można określić rodzaj i zakres nosowania, jeżeli ma ono miejsce. Porównawczy do prezentowanego na rys. 3 przykładowy profil mowy dziecka niesłyszącego tej samej wypowiedzi „mama” przedstawiony jest na rys. 4.

Poza linią przerywaną na rysunku powinien znajdować się słupek Nx, pokazujący przepływ powietrza przez nos podczas realizacji wypowiedzi „mama”. U dziecka słyszącego jego wartość przykładowo wyniosła 74,45% i była wynikiem prawidłowej, nosowej realizacji wypowiedzi. Jego brak na diagramie przedstawionym na rys. 4 świadczy o nieprawidłowej realizacji głosek nosowych przez dziecko niesłyszące i wypływie powietrza przez usta podczas aktu mowy. Można więc wnioskować, że mają u niego miejsce nosowanie zamknięte i czynnościowa

niedomoga pracy pierścienia zwierającego gardła w postaci nadmiernego jego napięcia zamykającego jamę nosową [Higgins (i in.) 1994].



Rys. 3. Analiza elementów składowych wypowiedzi „mama” – przykładowy profil mowy dziecka słyszącego



Rys. 4. Analiza elementów składowych wypowiedzi „mama” – przykładowy profil mowy dziecka niesłyszącego

Przedstawione możliwości komputerowego stanowiska do badania sygnału mowy, zarówno w postaci sprzętowej jak i programowej, zostały zastosowane w celu uzyskania zaprezentowanych w pracy wyników badań diagnostycznych oraz wykazania efektywności poprowadzonej na ich bazie terapii usuwania nosowania u dzieci niesłyszących.

III. WYNIKI BADAŃ

Wyniki procentowe badania występowania nosowania w grupie 88 dzieci ze znacznym lub głębokim uszkodzeniem słuchu, uzyskane za pomocą zintegrowanego systemu badania mowy Speech Studio, przedstawiono w tab. 1. Wykazały one, że nosowanie otwarte występowało jedynie u 2% dzieci, pozostałą grupę prawie w równych proporcjach (ok. 45%) charakteryzowało nosowanie zamknięte lub mieszane. Brak oceny miał miejsce w 5% w sytuacji, gdy dziecko praktycznie nie wydawało głosu artykułowanego.

Tab. 1. Wyniki procentowe badania procesu nosowania dzieci ze znaczną lub głęboką wadą słuchu (n = 88)

Rodzaj nosowania	Procent dzieci
Prawidłowe	5
Zamknięte	42
Mieszane	46
Otwarte	2
Brak oceny	5

Dane zamieszczone w kolejnej tabeli otrzymano poprzez użycie programu analizującego QAnalyses. Uśrednione wartości uzyskane zarówno z badań elementów składowych mowy diagnozowanych dzieci niesłyszących, jak i porównawczo słyszących zamieszczono w tab. 2.

Przeprowadzone badania wykazały, że podczas wypowiadania tego samego materiału słownego przepływ powietrza przez nos u dzieci niesłyszących był więcej niż dwa razy mniejszy (33,3%) aniżeli u słyszących (70,5%). Oprócz tego wypowiedziom dzieci niesłyszących towarzyszyły liczne przerwy, wykonywane na dodatkowe wdechy powietrza, trwające prawie połowę czasu przewidzianego na ich realizację (44,99%). Ten sam parametr wyniósł u dzieci słyszących dwa razy mniej, bo ok. 19%. Badania potwierdziły również, że mowę dzieci z wadą słuchu charakteryzuje ubezdźwięcznianie głosek dźwięcznych. Składowe fonacyjne, czyli dźwięczne wyniosły u dzieci słyszących 75,02%, natomiast u niesłyszących jedynie 42,07%. Z punktu widzenia prezentowanych w pracy badań istotny jest wynik charakteryzujący przepływ powietrza przez nos podczas wypowiedzi. Wyniósł on 33,3% u dzieci niesłyszących i 70,5% u słyszących. Świadczy to o typie występującego nosowania u przeważającej większości diagnozowanych dzieci z głębokim lub znacznym uszkodzeniem słuchu. Jest to nosowanie zamknięte lub mieszane, wynikające ze złej pracy podniebienia miękkiego oraz pierścienia zwierającego gardła. Daje to oczywiste wskazania terapeutyczne.

Tab. 2. Wartości centralne elementów składowych mowy

	Składowe fonacyjne (dźwięczne)	Składowe szumowe (bezdźwięczne)	Przerwy w wypowiedzi	Przepływ powietrza przez nos
Dzieci niesłyszące	42.07%	12.94%	44.99%	33.30%
Dzieci słyszące	75.02%	6.07%	18.91%	70.50%

W ramach przeprowadzonych prac diagnostycznych sprawności oralnej dzieci niesłyszących wykazane zostały dodatkowo implikacyjne związki pomiędzy oddychaniem dynamicznym i przepływem powietrza przez nos, a także przepływem powietrza przez nos i pracą fałd głosowych zaprezentowano w tab. 3.

Tab. 3. Implikacyjne związki pomiędzy oddychaniem dynamicznym i przepływem powietrza przez nos oraz przepływem powietrza przez nos i pracą fałd głosowych dzieci niesłyszących

Oddychanie dynamiczne	Przepływ powietrza przez nos	Przepływ powietrza przez nos	Praca fałd głosowych
0	0	0	0
0	1	0	1
1	1	1	1
1	0	1	0

Kategoria oceny „Przepływ powietrza przez nos” w tab. 3 jest bezpośrednio powiązana z nosowaniem i przyjmuje wartość zera logicznego (0) w sytuacji nieprawidłowego procesu przepływu powietrza przez nos podczas wypowiedzi, czyli niezgodnego z charakterem tworzonych głosek, natomiast jedynki logicznej (1), gdy sytuacja jest prawidłowa. W podobny sposób określono pozostałe kategorie oceny. Trzy pierwsze wiersze obydwu tabel prezentują sytuacje możliwe, natomiast ostatni – czwarty – niemożliwą w realizacji praktycznej, czyli głosie dzieci z wadą słuchu. Wnioski z podanych zależności zostaną podane w dalszej części pracy.

Kolejny etap badań, po wykonaniu obiektywnej, komputerowej diagnozy nosowania, polegał na usuwaniu zaistniałej w tym zakresie patologii. Skuteczność podjętych działań terapeutycznych oceniono na podstawie wyników badań początkowych i końcowych wprawy testem statystycznym c 2. Wyliczony wskaźnik testu wyniósł 16,56 przy poziomie ufności 0,01, co wskazywało na bardzo istotny statystycznie charakter zmian. W podobny sposób określono spadek wprawy w badaniach dystansowych. Stosowny wskaźnik testu c 2 wyniósł 0,192. Wskazało to na statystycznie nieistotne zmiany. Procent badanych, u których miał miejsce postęp podczas badań końcowych w ocenianej kategorii oralnej, czyli nosowaniu, w stosunku do badań początkowych wyniósł 36,4%. Natomiast procent badanych, u których nastąpił regres podczas badań dystansowych w stosunku do

badzeń końcowych, wyniósł 12,5%. Uzyskane wyniki zarówno statystyczne, jak i procentowe wskazały na bardzo wysoką skuteczność podjętych działań terapeutycznych oraz trwałość uzyskanych pozytywnych zmian w czasie.

IV. WNIOSKI I ICH DYSKUSJA

Dokonana z użyciem przystawki komputerowej Nasality Processor analiza wybranych wypowiedzi dzieci ze znacznym lub głębokim uszkodzeniem narządu słuchu, uczęszczających do klas I-VI szkoły podstawowej, pozwoliła na ustalenie, że u większości z nich występują objawy charakterystyczne dla nosowania zamkniętego lub mieszanego. Do rzadkich przypadków należy nosowanie otwarte. Zdiagnozowane nosowanie miało przy tym charakter czynnościowy i było spowodowane nieprawidłową funkcją podniebienia miękkiego oraz złą pracą pierścienia zwierającego gardła. Wstępne badania dały podstawy do zaplanowania i przeprowadzenia procesu jego usuwania, opartego głównie na rehabilitacji oddechowej głosu oraz zwolnieniu napiętych mięśni fonacyjnych, w tym usunięciu nadczynności podniebienne-gardłowej. W ramach właściwych prac badawczych została opracowana i praktycznie wdrożona terapeutyczna metoda korekcji oraz usuwania nosowania u dzieci niesłyszących, wspomagana techniką komputerową. Uzyskane z jej użyciem pozytywne zmiany, jako mierzalne efekty badawcze, opracowane metodami statystycznymi, wskazały na bardzo wysoką efektywność podjętych działań w zakresie zastosowania techniki komputerowej w omawianej dziedzinie rozwoju sprawności oralnej dzieci z wadą słuchu. Działania te dotyczyły statystycznie istotnej grupy dzieci niesłyszących, co pozwoliło na uogólnienie otrzymanych wyników i porównanie ich z wynikami badań klinicznych [Obrębowski 1992]. Wskazało to na ich kompatybilność.

Oprócz wniosków ogólnych, dotyczących efektywności komputerowej diagnozy i terapii procesu nosowania, przeprowadzone badania pozwoliły na wyprowadzenie szeregu wniosków szczegółowych. Wynikają one z interpretacji zależności implikacyjnych, które ukazano w tab. 3. Pozwalają one przykładowo na stwierdzenie, że jeśli oddychanie dynamiczne podczas mowy ma patologiczny charakter, to może, ale nie musi, mieć miejsce proces nosowania. Natomiast jeśli oddychanie jest prawidłowe, to nosowanie nigdy nie ma miejsca, czyli prawidłowemu procesowi oddychania dynamicznego zawsze towarzyszy prawidłowy przepływ powietrza przez nos osoby badanej. Natomiast prawidłowemu przepływowi odpowiada zawsze prawidłowa praca fałd głosowych. Analogicznych do podanych wniosków, wspierających przykładową niepełną diagnozę, można podać na podstawie opracowanych zależności wiele.

Przeprowadzone badania pozwoliły dodatkowo na wyprowadzenie wniosku, że zastosowanie przystawki Nasality Processor, oprócz usuwania bądź zmniejszania

nosowania, umożliwia także pracę nad uzyskaniem prawidłowego rezonansu nosowego, naukę prawidłowej realizacji głosek nosowych oraz oddychania przez nos podczas mowy.

V. PODSUMOWANIE

Przedstawione w pracy badania własne objęły prezentację możliwości nowoczesnej przystawki komputerowej Nasality Processor oraz przebadanie jej zastosowania w diagnozie i terapii nosowania. Wskazały one również na możliwości użycia prezentowanego narzędzia w uzyskaniu poprawnego fizjologicznie rezonansu pierśiowego i głowowego, a także wyrobieniu prawidłowego, przesuniętego w górę usytuowania dźwięku, poprzez to osiągnięciu aktywnej pracy rezonatora głowowego, a tym samym odciążeniu krtani i fałd głosowych podczas fonacji oraz właściwym, w pierwszej strefie artykulacyjnej, usytuowaniu samogłosek, zapewniającym im jednakową barwę i formę. Wszystkie te elementy w połączeniu z nosowaniem w znaczący sposób wpływają na komunikatywność wypowiedzi, gdyż decydują o sile, barwie i nośności głosu. Są więc istotne dla osiągnięcia odpowiedniej zrozumiałości mowy i jej jakości, zarazem jednak bardzo trudne do wyćwiczenia u dzieci z uszkodzonym narządem słuchu. Stąd celowość badań w omawianym zakresie, w tym opracowania praktycznych propozycji aplikacyjnych, których próbę stanowi przedstawiona praca.

Bibliografia

- Abberton E. A., Howard D., Fourcin A. [1989]. Laryngographic assesmen of normal voice; a tutorial. „Clinical Linguistic and Phonetics” 50, 120-131.
- Basztura Cz. [1988]. Źródła, sygnały i obrazy akustyczne. Warszawa: PWN.
- Higgins M. B., Comey A. E., Schulte L. [1994]. Physiological assessment of speech and voice production of adults with hearing loss. „Journal Speech Hearing Research” 37, 510-521.
- Krakowiak K. [1998]. W sprawie kształcenia języka dzieci i młodzieży z uszkodzonym słuchem. Lublin: Wyd. UMCS.
- Maniecka-Aleksandrowicz B. [1990]. Zaburzenia głosu i mowy. W: G. Janczewski, T. Goździk-Żołnierkiewicz (red.). Konsultacje otolaryngologiczne. Warszawa: Wyd. PWN, s. 295-313.
- Maniecka-Aleksandrowicz B., Szkielkowska A. [1998]. Zaburzenia głosu i rehabilitacja osób z uszkodzonym narządem słuch. W: H. Mierzejewska, M. Przybysz-Piwkova (red.). Zaburzenia głosu – badanie – diagnozowanie – metody usprawniania. Warszawa: Wydawnictwo DiG s. 53-64.
- Moczko J., Kramer L. [2001]. Cyfrowe metody przetwarzania sygnałów biomedycznych. Poznań: PWN.
- Obrębowski A. [1992]. Głos i mowa dziecka z uszkodzonym słuchem W: A. Pruszewicz (red.). Foniatria kliniczna. Warszawa: PZWL.
- Siemieniecki B. [1996]. Komputer w diagnostyce i terapii pedagogicznej. Toruń: Wyd. Marszałek.
- Tadeusiewicz R. [1988]. Sygnał mowy. Warszawa: Wyd. Komunikacji i Łączności.