

Uniwersytet Jagielloński

Collegium Medicum

Wydział Lekarski

Marcin Konior

Zmiana deformacji sygnału mowy u chorych po operacjach
rynologicznych poprawiających drożność nosa.

Praca doktorska

Promotor: Prof. dr hab. med. Jacek Składzień

Pracę wykonano w Katedrze i Klinice Otolaryngologii Collegium
Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego

Kierownik: Prof. dr hab. med. Jacek Składzień

Kraków, 2005

1.0	WSTĘP	4
1.1	Budowa nosa	4
1.2	Fizjologia wentylacji nosowej	7
1.3	Zaburzenia drożności nosa w chorobach nosa	8
1.4	Metody badań przepływu nosowego	9
1.5	Dźwięki	10
1.6	Głos i mowa ludzka	12
1.7	Zjawisko rezonansu nosowego	16
1.8	Zaburzenia głosu i mowy w chorobach nosa	18
1.9	Wybrane patologie nosa przebiegające z niedrożnością jam nosa	21
1.10	Rozwój badań akustycznych objawu nosowania	22
2.0	CEL PRACY	24
3.0	MATERIAŁ I METODYKA	26
3.1	Materiał	26
3.2	Metodyka	27
3.2.1	Badanie przedzabiegowe	28
3.2.2	Badania kontrolne: wczesne i odległe	35
3.2.3	Analiza statystyczna	35

4.0	WYNIKI	37
4.1	Zmiana deformacji sygnału mowy głosek nosowych	39
4.2	Zmiana deformacji sygnału mowy głosek ustnych	40
4.3	Wyniki pomiaru oceny subiektywnej	41
4.4	Zmiana wartości oporów nosowych	41
4.5	Przykłady uzyskanych rezultatów	43
4.5.1	Widmo głoski nosowej „n”	43
4.5.2	Widmo głoski ustnej „a”	45
4.5.3	Rynomanometria przednia aktywna	47
5.0	OMÓWIENIE WYNIKÓW	50
6.0	WNIOSKI	59
7.0	STRESZCZENIE	60
8.0	ABSTRACT	62
9.0	PIŚMIENNICTWO	64
10.0	ANEKS – WYKAZ SKRÓTÓW	75

1.0 WSTĘP

1.1 Budowa nosa

Jama nosowa i powiązane z nią zatoki przynosowe stanowią początek górnych dróg oddechowych. W budowie nosa można wyróżnić: nos zewnętrzny składający się z części kostnej i chrzęstnej oraz jamy nosowe. Rusztowanie nosa zewnętrznego utworzone jest z parzystych struktur kostnych: wyrostków czołowych szczęk, wyrostków nosowych kości czołowych oraz kości nosowych. Na część chrzęstną, która obejmuje przedni odcinek składają się parzyste chrząstki boczne nosa, chrząstki skrzydłowe większe, chrząstki skrzydłowe mniejsze oraz chrząstka przegrody nosa. Chrząstki boczne nosa pozostają w łączności z przegrodą nosową i kośćmi nosowymi. Poniżej, przyśrodkowo znajduje się chrząstka skrzydłowa większa i bocznie od niej chrząstki skrzydłowe mniejsze. W linii pośrodkowej zlokalizowana jest chrząstka przegrody nosa, której wielkość decyduje między innymi o wysokości i kształcie koniuszka nosa, a poprzez to również o konturze nosa zewnętrznego. Jej deformacje leżą często u podstaw patologii wentylacyjnych.

Odnogi chrząstek skrzydłowych większych: przyśrodkowa i boczna ograniczają nozdrza przednie, które stanowią początek części wewnętrznej nosa. Ku tyłowi, nozdrza przednie przechodzą w przedsionek nosa, który otoczony jest szkieletem koniuszka nosa. Przedsionek pokryty jest skórą zawierającą gruczoły łojowe i włosy. Brzeg chrząstki skrzydłowej tworzy wypukłość stanowiąca próg nosa, który jest granicą oddzielającą przedsionek od jam nosowych.

Przestrzeń zawarta pomiędzy dolnym brzegiem chrząstki bocznej nosa, przegrodą nosa, a tkankami dolnej ściany jamy nosowej zdefiniowana jest jako obszar zastawki nosa. Zastawka nosa stanowi w prawidłowo zbudowanym organie największe miejsce na drodze przepływu powietrza. Mechanizm regulujący stopień wentylacji, funkcjonujący w jamie nosowej oparty jest przede wszystkim na zastawce, jednakże wpływ na wielkość przepływu powietrznego wykazują również inne struktury, zwłaszcza małżowiny nosowe posiadające zdolność zwiększania i zmniejszania swojej objętości w skutek zmian w przepływie krwi przez ciała jamiste błony śluzowej.

Wpływa to w konsekwencji na szerokość jam nosa. Obrzęk małżowin nosowych jest jedną z przyczyn wystąpienia zmniejszenia drożności oraz spadku wartości przepływu powietrza na terenie nosa.

Jama nosa posiada ścianę przyśrodkową, boczną, dolną oraz sklepienie. Ścianę przyśrodkową stanowi przegroda nosa zbudowana w części przedniej z chrząstki przegrody, a w tylnej z cienkiej kości lemiesza oraz blaszki pionowej kości sitowej. Często patologią szkieletu przegrody jest sytuacja, kiedy nie jest ona prosta, co klinicznie określane jest jako skrzywienie przegrody nosa. W polskim społeczeństwie skrzywienie przegrody nosa występują u około 60 % populacji.

Strop jamy nosowej tworzą od przodu kości nosowe, w środkowej części blaszka sitowa kości sitowej, a w części tylnej trzon kości klinowej. Część środkowa i tylna sklepienia stanowi zarazem podstawę przedniego, a następnie środkowego dołu czaszki

Najbardziej rozbudowana, boczna ściana jamy nosowej wytworzona jest z przyśrodkowej powierzchni wyrostka czołowego i trzonu szczęki, komórek sitowych, blaszki pionowej kości podniebiennej oraz blaszki przyśrodkowej wyrostka skrzydłowego kości klinowej. W ścianie bocznej umiejscowione są małżowiny nosowe. Małżowiny górne i środkowe są częścią kości sitowej, zaś małżowina nosowa dolna stanowi odrębną strukturę kostną. Dolnym ograniczeniem jamy nosowej jest podniebienie twarde i miękkie. Pod każdą z małżowin nosa można wyróżnić jednoimienny przewód nosowy. Przewody nosowe: górny, środkowy i dolny łączą się w swoim przebiegu w przewód nosowy wspólny.

Jama nosowa wyścielona jest błoną śluzową. Ze względu na jej budowę i funkcję w jamie nosowej wyróżnia się część oddechową oraz część węchową. Okolica węchowa obejmuje małżowinę nosową górną, górną część przegrody i sklepienie nosa. Grubość błony śluzowej waha się od ułamków mikrona do kilku milimetrów. Małżowiny nosowe dolne i środkowe pokryte są błoną o największej grubości, zaś najcieńsza wyściółka znajduje się w zatokach przynosowych i stropie jamy nosowej.

Jama nosowa unaczyniona jest przez układ naczyń będących rozgałęzieniami systemów tętnicy szyjnej wewnętrznej i zewnętrznej. Część tylną-dolną unaczynia tętnica klinowopodniebna, będąca odgałęzieniem tętnicy szczękowej. Część boczna

unaczyniona jest przez tętnice nosowe tylne boczne, odchodzące od tętnicy klinowopodniebiennej. Część górnoprzednią zaopatruje tętnica sitowa przednia, zaś okolicę zachyłka klinowositowego tętnica sitowa tylna. Tętnice sitowe stanowią odejścia tętnicy ocznej. Dolną część jamy nosowej zaopatruje tętnica podniebienna większa odchodząca od tętnicy podniebiennej zstępującej. Obszar przedsionka nosa unaczyniony jest przez tętnicę wargową górną.

Spływ żylny dokonuje się przez naczynia żyłne towarzyszące gałęziom tętnicy klinowopodniebiennej do spłotu skrzydłowego oraz przez żyły sitowe do spłotu ocznego. Żyły jamy nosowej posiadają rozliczne połączenia z siecią naczyń żylnych twarzoczaszki.

Układ naczyń w błonie śluzowej jamy nosowej zbudowany jest trójwarstwowo. Warstwa położona najbardziej zewnętrznie składa się z sieci włosowatych naczyń podnabłonkowych. Drugi poziom stanowią sploty jamiste, a także połączenia tętniczo-żyłne zaopatrujące sploty. Najgłębiej położone są naczynia włosowate w sąsiedztwie gruczołów błony śluzowej oraz naczynia żyłne odprowadzające krew do żył okostnowych. Sploty jamiste obecne są głównie na terenie małżowiny nosowej dolnej i środkowej.

Odpływ chłonki z terenu jamy nosa odbywa się poprzez system naczyń limfatycznych prowadzących do węzłów chłonnych zagardłowych i podżuchwowych, a następnie do węzłów szyjnych głębokich, co posiada ogromne znaczenie w przypadku patologii onkologicznych.

Jama nosowa jest unerwiona czuciowo przez nerwy podniebienne, a także przez gałęzie nosowe tylne górne i dolne. Prowadzą one włókna czuciowe, ze zwoju skrzydłowopodniebiennego. Drugim źródłem unerwienia są nerwy sitowe przednie i tylne, stanowiące odgałęzienia nerwu ocznego. Za unerwienie sympatyczne odpowiadają nerwy podniebienne i gałęzie nosowe tylne wiodące włókna ze zwoju skrzydłowopodniebiennego oraz nerwy sitowe przednie i tylne wraz z towarzyszącymi im włóknami pozazwojowymi ze zwoju rzęskowego. Parasympatycznie jamę nosową unerwiają nerwy podniebienne oraz przez gałęzie nosowe tylne górne i dolne. Włókna przywspółczulne pochodzą ze zwoju skrzydłowopodniebiennego. Za unerwienie receptorów pola węchowego odpowiedzialne są nerwy węchowe.

1.2 Fizjologia wentylacji nosowej

Akcja wdechowa rozpoczyna się od wygenerowania podciśnienia w drogach oddechowych przy pomocy pracy mięśni oddechowych i uniesienia ścian klatki piersiowej. W trakcie wdechu powietrze zmierza poprzez jamę nosową, gardło i krtań do dolnych dróg oddechowych i w konsekwencji do pęcherzyków płucnych, gdzie następuje wymiana gazowa. W trakcie wydechu powietrze z płuc odbywa drogę w odwrotną stronę, a ruch wymuszony zostaje przez nadciśnienie panujące w drogach oddechowych, uzyskane dzięki powrotowi ścian klatki piersiowej do pierwotnego położenia.

Na terenie jam nosa powietrze przy wdechu zmierza od nozdrzy przednich do nozdrzy tylnych, a główną drogę stanowi przestrzeń zawarta pomiędzy małżowiną dolną i środkową, czyli przewód nosowy środkowy. Przy wydechu przepływ powietrza odbywa się w kierunku przeciwnym, z wykorzystaniem przede wszystkim przestrzeni pod małżowiną nosową dolną, czyli przewodu nosowego dolnego.

W trakcie przepływu powietrza przez jamy nosa ma miejsce szereg zjawisk adaptujących strumień wdychanego powietrza dla potrzeb organizmu, zapewniających jednocześnie utrzymanie homeostazy w drogach oddechowych.

W zależności od temperatury i wilgotności otoczenia następuje zmiana objętości struktur wewnątrznosowych, głównie małżowin, co pozwala na autonomiczną regulację wielkości strumienia powietrza. Układ naczyń krwionośnych działa jako wymiennik ciepły, dzięki czemu porcja wdychanego powietrza zostaje ogrzana do temperatury około 32 – 34° C. Za pomocą włosków zlokalizowanych w przedsionku nosa dokonuje się oczyszczanie powietrza z zanieczyszczeń mechanicznych, a na terenie jam nosa następuje ewakuacja drobin w wytworzonej wydzielinie śluzowej. Za dodatkowy mechanizm oczyszczający odpowiada odruch kichania. Powietrze przechodzące przez przestrzeń wewnątrznosową jest nawilżane parą wodną oddawaną z powierzchni śluzówek oraz produkowaną wydzielinę utrzymującą środowisko błony śluzowej w odpowiedniej wilgotności.

Przepływ powietrza przez nos odbywa się naprzemiennie z wykorzystaniem prawej i lewej jamy nosowej. Zjawisko to nosi nazwę cyklu nosowego. Czas trwania

cyklu nosowego wykazuje dużą zmienność osobniczą i waha się w przedziale $\frac{1}{2}$ - 6 godzin. Cykl nosowy jest sterowany poprzez stopień wypełnienia krwią spłotów jamistych błony śluzowej. Zmiana objętości spłotów decyduje o świetle przewodów i w konsekwencji o miejscowych warunkach aerodynamicznych. Regulacja wypełnienia odbywa się poprzez autonomiczny układ nerwowy. Przewaga układu parasympatycznego wywołuje obrzęk błony śluzowej, zaś przewaga impulsacji sympatycznej jej obkurczenie. Cały układ jam nosowych zachowuje jednak równowagę, gdyż procesy te zachodzą równocześnie w sposób naprzemienny i przeciwległy tak, że w przypadku wykonywania badań rynomanometrycznych nie wpływa to na pomiar całkowity oporu nosowego. Dla zdrowego badanego łączny pomiar przepływów i oporów nosowych z obu stron jest cały czas taki sam, jednak schorzenia przebiegające z upośledzeniem drożności nosa mogą zaburzać cykl nosowy, który w warunkach fizjologicznych nie jest odczuwalny.

1.3 Zaburzenia drożności nosa w chorobach nosa

Schorzenia nosa i zatok przynosowych objawiają się bardzo różnorodne. Do najczęstszych objawów ogólnych należą: podwyższona ciepłota ciała, uczucie osłabienia i rozbicia, zaburzenia snu, trudności w koncentracji oraz drażliwość. Natomiast z objawów miejscowych, w zależności od schorzenia występować mogą: patologiczna wydzielina z nosa i jej ściekanie po tylnej ścianie gardła, krwotoki z nosa, bóle głowy o rozmaitych lokalizacjach, świąd nosa, zmiany barwy skóry, obrzęki, łzawienie, uczucie wysychania śluzówek, zaburzenia węchu, kichanie, a także uczucie nieprzyjemnego zapachu, niesmaku w ustach, uczucie zatkania nosa lub ograniczonej drożności nosa oraz zaburzenia powonienia. W rzadkich przypadkach niedrożność jam nosa może wywołać na drodze odruchowej wzrost oporu oskrzelowego (86, 87).

Fizjologiczny opór przewodów nosowych stanowi ok. 50 % oporu całych dróg oddechowych (73). Zaburzenia drożności nosa polegają na zmniejszeniu w trakcie oddychania wartości przepływu powietrza przez jamy nosa. Przyczyną zaburzeń wentylacyjnych na terenie jamy nosowej jest zwężenie drogi przepływu (74).

Zjawisko to ma miejsce, między innymi, w takich schorzeniach, jak: skrzywienie przegrody nosa oraz polipy nosa. Leczenie tych chorób jest w przede wszystkim operacyjne, a jednym z głównych założeń zabiegów w tych przypadkach jest korekcja warunków przepływu powietrza w taki sposób, aby uzyskać poprawę wentylacji nosowej.

1.4 Metody badań przepływu nosowego

Początek badań nad metodami pomiaru przepływu nosowego sięga końca XIX wieku (59, 123). Ich rozwój jednak, przypada na lata 60-te ubiegłego stulecia (96). Obecnie w diagnostyce zaburzeń drożności nosa wykorzystuje się analizę jakościową i ilościową. Badania jakościowe mają charakter orientacyjny i przesiewowy. Polegają one na wykonaniu prostych testów, jak na przykład dmuchanie przez pacjenta nosem na rękę badającego lub ocenę wielkości obszaru zaparowanego lusterka pod wpływem wydychanego przez chorego powietrza.

Do badań ilościowych, obiektywizujących zgłaszany subiektywnie objaw upośledzonej drożności nosa zalicza się rynomanometria oraz rynometria akustyczna. Rynometria akustyczna jest badaniem polegającym na rejestracji wymiarów przekrojów jamy nosowej na podstawie odbicia fali akustycznej od ścian jamy nosowej. Rynomanometria polega na pomiarze wartości przepływów nosowych, w zależności od ciśnienia panującego w jamach nosa zarówno podczas wdechu, jak i wydechu (63). Badanie to można podzielić się na rynomanometrię przednią i tylną oraz aktywną i pasywną. W nowoczesnej diagnostyce zaburzeń wentylacji nosowej oraz ocenie dolegliwości znajduje zastosowanie przede wszystkim rynomanometria aktywna przednia, która będąc badaniem stosunkowo prostym, pozwala obiektywizować wskazania do leczenia operacyjnego oraz monitorować leczenie nie tylko chorób nosa (79). Inne badania, w tym obrazowe nie znalazły, jak dotąd zastosowania do oceny przepływu nosowego w warunkach klinicznej pracy ambulatoryjnej (66).

1.5 Dźwięki

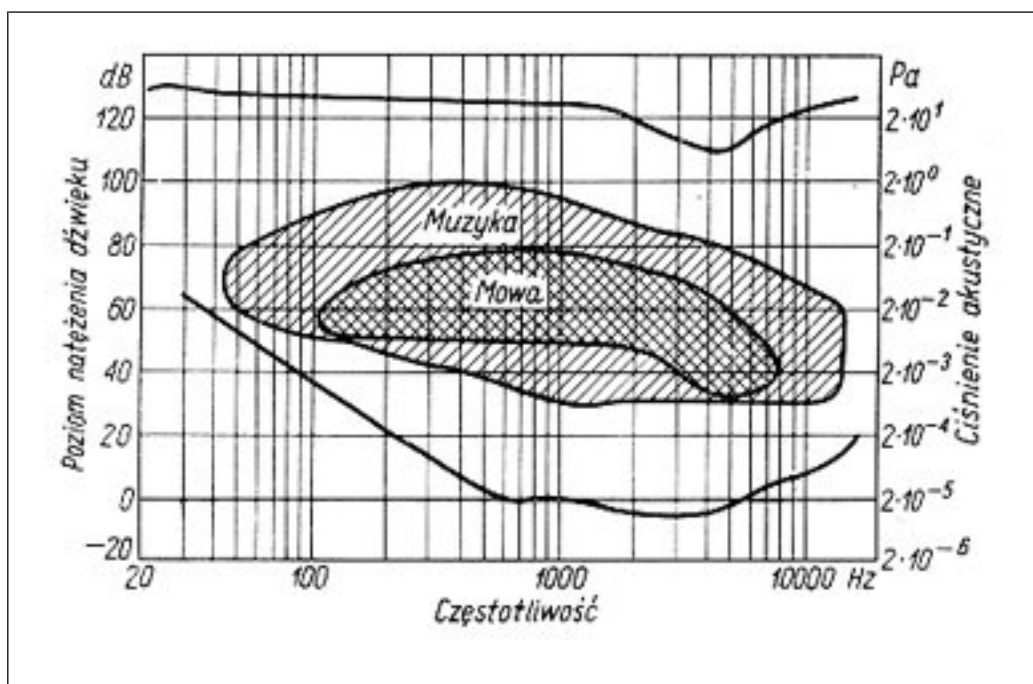
Rozchodzące się w przestrzeni podłużne fale akustyczne mogą mieć bardzo szeroki zakres częstotliwości. Fale dźwiękowe jednak, to fale akustyczne o częstotliwości zawierającej się w przedziale 20 Hz – 20 kHz. Przedział ten stanowi tak zwany zakres słyszalny. Tylko fale w takim zakresie są odbierane przez ludzkie ucho i rejestrowane przez centralny system nerwowy jako wrażenie słuchu. Fale akustyczne o częstotliwości mniejszej od słyszalnych nazywane są infradźwiękami, a o częstotliwości wyższej ultradźwiękami. W większości przypadków otaczające nas rzeczywiste dźwięki nie są prostymi drganiami harmonicznymi, lecz stanowią złożenie drgań harmonicznych o określonym zestawie częstotliwości (76).

Dźwięki spełniają różnorakie funkcje, z których najważniejszą stanowi komunikacja międzyludzka za pomocą mowy. Oprócz tego dźwięki mogą dostarczać wrażeń przyjemnych, związanych chociażby z muzyką i śpiewem, a także występować, jako zjawiska niekorzystne, jak na przykład hałas. Nieprzyjemne doznania w tym przypadku, związane są głównie z wysoką amplitudą fali akustycznej, czyli ze zbyt dużym natężeniem dźwięku. Tabela I przedstawia przykładowe wartości głośności wybranych dźwięków z otaczającego nas środowiska, natomiast na ryc. 1 ukazano relacje pomiędzy zakresem częstotliwości i natężenia dźwięku dla mowy ludzkiej oraz muzyki.

Fali akustycznej można przypisać mierzalne cechy, takie jak częstotliwość i amplituda. Parametry te podlegają zmianom w czasie, co pozwala na określenie ich wzajemnych zależności. Głos ludzki opisywany jest, jako zjawisko akustyczne, a zatem analiza fizycznych zależności czasu, częstotliwości i natężenia wyrażona jest, jako analiza sygnału mowy (114). Próbką głosu stosowana do analizy czasowo-częstotliwościowej sygnału mowy jest rejestrowana na odpowiedniej jakości nośniku w postaci testu językowego, a następnie poddana komputerowej „obróbce” akustycznej. Pozwala to na określenie różnic w parametrach poszczególnych sygnałów mowy.

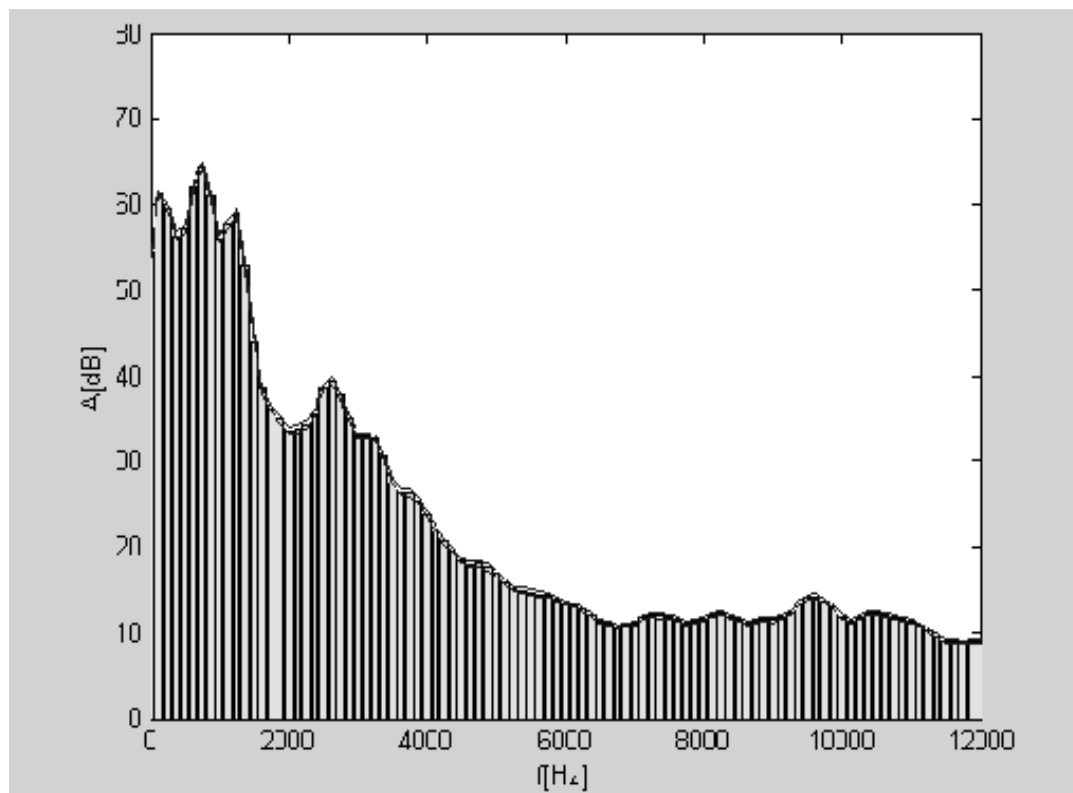
dB	
220	◀ · · · · · wystrzał z armaty
200	
190	
180	
170	
160	
150	
140	
130	◀ · · · · · próg odczucia bólu
120	
110	
100	◀ · · · · · grzmot
90	◀ · · · · · bardzo głośna muzyka
80	◀ · · · · · duży ruch uliczny z odl. 5 m
70	
60	
50	
40	◀ ————— szum uliczny
30	◀ · · · · · cicha muzyka, mowa potoczna
20	
10	◀ · · · · · szept z odl. 1,5 m
0	◀ · · · · · próg słyszalności (1000 Hz)

Tab. I: Przykładowa głośność wybranych dźwięków



Ryc.1: Mowa ludzka i muzyka w relacji: częstotliwość –
poziom natężenia – ciśnienie akustyczne

Wynik tej analizy, a także różnicę pomiędzy sygnałami można przedstawić w postaci przestrzennej prezentacji trójwymiarowej osi czasu, częstotliwości i natężenia. Na ryc. 2 przedstawiono przykładowe widmo polskiej samogłoski „a” wypowiedzianej bez napięcia, w warunkach spokoju przez dorosłego mężczyznę.



Ryc. 2: Widmo samogłoski polskiej „a”

1.6 Głos i mowa ludzka

Głos jest zjawiskiem polegającym, jak wszystkie zjawiska akustyczne, na propagacji w przestrzeni fali dźwiękowej. Proces tworzenia głosu ma swój początek w krtani. Podstawową rolę, ze względu na swoją funkcję fonacyjną, odgrywają fałdy głosowe, które są generatorem drgań. Powtarzające się wielokrotnie w jednostce czasu cykle naprzemiennego rozwierania i zwierania fałdów głosowych powodujące drgania fałdów głosowych przenoszone są na słup powietrza przechodzącego przez szparę głośni, co wywołuje powstawanie dźwięku. Dźwięk ten określany jest, jako ton

krtoniowy. Ton krtoniowy cechuje się bogatym widmem o kilkudziesięciu wychyleniach harmonicznym malejących wraz ze wzrostem częstotliwości. Stanowi on materiał wyjściowy do wytwarzania dźwięków mowy rozpoznawalnych przez ludzkie ucho. W normalnych warunkach ton krtoniowy jest niesłyszalny, jednakże dźwięk ten podlega modelowaniu w trakcie przebiegu fali akustycznej przez drogi oddechowe. Ton podstawowy jest modyfikowany głównie w jamach rezonacyjnych górnych dróg oddechowych, ale także w okolicy podgłośnia i dolnych dróg oddechowych. Narządy te stanowią układ filtrów akustycznych (rezonatorów) zdolnych wzmacniać dźwięki o określonych częstotliwościach.

Na okres drgań fałdów głosowych przypadają następujące fazy: zwarcie fałdów głosowych, wzrost ciśnienia powietrza w przestrzeni podgłośnia, rozwarcie fałdów, a następnie przepływ powietrza przez szparę głośnia z następowym wprawieniem w ruch fałdów. Stwierdzono, że przy wzroście ciśnienia podgłośnia w trakcie fonacji, dochodzi do wzrostu przepływu nosowego (29). Po rozwarcu fałdów następuje spadek ciśnienia podgłośnia, co pozwala na kolejne zbliżenie fałdów głosowych do siebie. Wibracja fałdów głosowych jest zjawiskiem pasywnym, jednak napięcie i pozycja strun głosowych podlega kontroli na drodze regulacji nerwowej wpływającej na pracę mięśni wewnątrzkrtoniowych i zewnątrzkrtoniowych.

GŁOSY		CZĘSTOTLIWOŚĆ [HZ]
MĘSKIE	bas	82 – 326
	baryton	97 – 388
	tenor	123 - 492
ŻEŃSKIE	alt	165 - 660
	mezosopran	220 - 880
	sopran	261- 1064

Tab. II: Podział głosów ludzkich

Wysokość głosu zależy od masy, długości i napięcia strun głosowych, a parametry te mogą ulegać zmianie. Siła głosu jest proporcjonalna do amplitudy drgań,

która wynika z ciśnienia słupa powietrza w krtani. Widmo tonu podstawowego zależne jest od płci, wieku człowieka, cech osobniczych oraz również od wysiłku głosowego. W trakcie transmisji fali akustycznej w górnych drogach oddechowych powstają lokalne maxima i minima, które określane są jako formanty lub anty-formanty. Te wyróżniające się częstotliwości wykazują pewne zróżnicowanie osobnicze, jednak względne relacje formantów nie zależą w takiej mierze od indywidualnych cech głosowych. Zjawiska te decydują o barwie głosu, która zależy od częstotliwości tonów cząstkowych, ich składu i wzajemnych relacji wyższych harmonicznym. Rodzaje głosów ludzkich zostały zaprezentowane w tabeli II, przy czym podane wartości mogą wykazywać pewne wahania.

Odpowiednie ukształtowanie narządów jamy gardła, jamy ustnej i języka skutkuje utworzeniem wąskiej szczeliny dla przepływającego powietrza. Powoduje to nałożenie na ton krtaniowy dźwięku z dodatkowego źródła posiadającego charakter szumowy. Źródłem szumu jest tym przypadku turbulentny przepływ powietrza przez powstałe przewężenia. Wytworzone w ten sposób dźwięki biorą udział w wytwarzaniu spółgłosek. W zależności od miejsca powstania szczeliny, czyli miejsca artykulacji spółgłoski podzielone są na grupy. Wyróżnia się grupę wytwarzaną z udziałem tylko źródła krtaniowego, wytwarzaną z udziałem tylko źródła szumowego lub z udziałem obydwu źródeł łącznie. Zgłoski mowy powstają dzięki ruchom języka, warg, podniebienia i policzków oraz dzięki ruchom zwierania i rozwierania szczęk. W rezultacie nałożenia na widmo tonu krtaniowego poszczególnych rezonansów powstaje widmo wynikowe o kształcie zależnym od konfiguracji narządów mowy w chwili artykulacji danej głoski. Jest ono odmienne dla każdej głoski i umożliwia jej identyfikację.

Pod pojęciem głoski przyjmuje się segment akustyczno – fonetyczny, zawarty pomiędzy granicami przebiegów. Poszczególne głoski różnią się składem częstotliwościowym, w tym przede wszystkim częstotliwościami formantowymi (92). Biorąc pod uwagę analizę zmienności w czasie głoski można podzielić na:

- samogłoski
- spółgłoski nosowe (np.: m, n, ń)
- spółgłoski boczne (np.: l)

- spółgłoski trące (np.: f, w, z, s)
- zwarte (np.: p, b, t, d)
- zwatro-trące (np.: ts, dz)
- drżąca (r)

Samogłoski powstają w wyniku swobodnego przepływu powietrza przez drogi oddechowe, a następnie wzdłuż języka. W trakcie artykulacji, jama nosowa jest odcięta poprzez podniebienie miękkie i języczek. Częstotliwość oraz poziomy poszczególnych formantów dla samogłosek przyjmują z reguły wartości stałe.

Spółgłoski nosowe są wytwarzane w sytuacji, gdy w trakcie artykulacji podniebienie miękkie pozostaje odsunięte od tylnej ściany gardła. Wówczas powietrze przepływa prawie wyłącznie przez nos z pełnym dostępem do nosowej części gardła. W zależności od miejsca zamknięcia jamy ustnej i gardła wyróżnia się następujące spółgłoski nosowe: dwuwargowe, zębowe, dźwiękowe, dźwiękowo-śródjęzykowe, śródjęzykowe oraz tylnojęzykowe. Częstotliwości formantowe dla tej grupy spółgłosek wahają się w zależności od głoski przyjmując wartości: 300 – 350 Hz dla pierwszego formantu (F1), 700 – 1100 Hz dla drugiego formantu (F2), 1300 – 1800 Hz dla trzeciego formantu (F3) oraz 2000 – 2500 Hz dla formantu czwartego (F4). Podczas artykulacji spółgłosek nosowych niewielka ilość powietrza przechodzi do jamy ustnej, co dodatkowo wpływa na możliwość rozróżnienia poszczególnych głosek.

Spółgłoski trące powstają w trakcie przepływu powietrza przez określone przewężenia kanału górnych dróg oddechowych. Źródłem dźwięku stają się generowane wówczas turbulencje. Spółgłoski trące mogą mieć charakter dźwięczny i bezdźwięczny.

Do powstania spółgłosek zwartych dochodzi w trakcie chwilowego zatrzymania powietrza w różnych przestrzeniach górnych dróg oddechowych, czyli zwarcia. Spółgłoski zwarte również mogą mieć charakter dźwięczny i bezdźwięczny.

Spółgłoski zwatro-trące są artykułowane w sytuacji zaistnienia przewężenia z jednoczesnym zwarciem w drogach oddechowych.

Przy wymawianiu spółgłosek bocznych powietrze przepływa swobodnie wzdłuż części bocznych języka, zaś do zamknięcia dochodzi w środkowej części jamy ustnej, natomiast w wytwarzaniu spółgłoski drżącej biorą udział drgania języka.

1.7 Zjawisko rezonansu nosowego

Zmodyfikowany w rezonatorach sygnał mowy jest emitowany do otoczenia przez usta, a w przypadku tzw. dźwięków nosowych także przez nozdrza przednie, co jest niesłyszane istotne w schorzeniach nosa. To zjawisko zauważył już Galen, a w XVIII wieku Hearwood przyporządkował jamom nosa i zatok przynosowych rolę w fonacji (38).

Każdy układ posiada cechę zwaną częstotliwością własną, która odpowiada częstotliwości dźwięków powstałych po wzbudzeniu danego układu do drgań. Rezonans (oddźwięk) jest zjawiskiem powstającym w chwili, gdy w układzie drgającym częstotliwość drgań wymuszonych pokrywa się z częstotliwością własną ośrodka, zaś rezonatorem nazywa się układ zdolny do współdrżania. W czasie rezonansu dochodzi do wzmocnienia drgań, czyli wzrostu ich amplitudy. Koniecznymi warunkami powstania rezonansu są: istnienie siły wzbudzającej drgania, czyli energii podtrzymującej oraz istnienie energii sprężystej powodującej powrót układu do położenia początkowego.

W drogach oddechowych dochodzi w trakcie fonacji i artykulacji do wzmocnienia lub osłabienia niektórych składowych drgań akustycznych według przytoczonych powyżej praw. Komory rezonansowe w przypadku mowy ludzkiej stanowią przestrzeń gardła, jamy ustnej oraz nosowej, przy czym jama nosowa pozostaje skomplikowanym układem mogącym powodować zjawisko rezonansu w zakresie wielu częstotliwości. W mowie ludzkiej, efektem rezonansu głosowego są selektywne wzmocnienia składowych tonu podstawowego, czyli formanty.

W przypadku jamy nosowej czynnikami decydującymi o charakterze widma głosek nosowych, w tym obecności odpowiednich formantów są:

- rezonans jamy nosowej
- rezonans jamy gardłowej

- rezonans jamy ustnej
- antyrezonans związany z równoległym sprzężeniem jamy ustnej z nosową

W odniesieniu do struktur pozakrtaniowych wpływających na modyfikację tonu podstawowego, stosuje się termin „rezonatory”. Spośród rezonatorów głosowych wyróżniane są: rezonatory dolne - położone poniżej głośni obejmujące: okolice podgłośniową, kieszonki krtaniowe, tchawicę, oskrzela i płuca oraz górne - położone powyżej głośni obejmujące: jamę nosową, zatoki przynosowe, gardło i jamę ustną. Rezonatory górne określane są inaczej wspólnym foniatrycznym mianem rezonatora „nasady”. Nasada jest zespołem narządów selektywnie wzmacniającym pewne częstotliwości dźwiękowe, a także generującym dźwięki o charakterze szumowym. Część rezonatorów to rezonatory ruchome, takie jak jama gardłowa i ustna, gdyż posiadają one zdolność zmiany swojej objętości i kształtu, co wpływa na możliwość odpowiedniej modyfikacji parametrów głosu.

Podstawowy rezonans nosowy nazywany jest rezonansem fizjologicznym i stanowi wielkość charakterystyczną dla danego języka (44). Ma on swój udział w powstawaniu wszystkich spółgłosek, jednak z oczywistych względów największe znaczenie posiada w tworzeniu spółgłosek nosowych. Pomimo tego warunki ich tworzenia są dotychczas słabiej poznane. W procedurach diagnostycznych rezonans nosowy zależy od obecności w testach czytanych przez pacjentów, odpowiedniej liczby głosek nosowych i ustnych.

Jama nosowa i zatoki przynosowe stanowią przestrzeń o regulowanym włączeniu (34). W trakcie artykulacji, z reguły wlot do jamy nosowej jest zamknięty ruchomym języczkiem. Jednakże podczas powstawania głosek nosowych podniebienie miękkie pozostaje odsunięte od tylnej ściany gardła, co powoduje, że część nosowa gardła jest otwarta. Umożliwia to swobodny przepływ powietrza przez jamy nosa oraz decyduje o udostępnieniu przestrzeni rezonacyjnych jam nosa i zatok przynosowych. Ostateczny kształt głosu zależy zatem od stanu tych przestrzeni. Dostępność jam nosa i zatok przynosowych dla fal dźwiękowych jest w rzeczywistości zmienna i maleje w sposób zdecydowany w przebiegu procesu chorobowego tych przestrzeni powodującego zmniejszenie ich objętości (49).

W warunkach fizjologicznych jamy nosowe oraz jamy zatok przynosowych są rezonatorami o praktycznie stałym kształcie i objętości, a ich zmienność pozostaje bez rejestrowalnego wpływu. Jamy te biorą udział w kształtowaniu ostatecznego brzmienia głosu, jego barwy, melodii i intonacji, a prawidłowe ciśnienie i przepływ nosowy warunkują wydolność ludzkiego głosu (90). Tu następuje ostateczne artykułowanie tzw. głosek nosowych, jak: m, n, ń, ą, ę. Przyjmuje się, że różnice w układzie rezonansowym jamy nosowej i zatok u kobiet i mężczyzn pozostają bez znaczenia (37). W przypadku patologii jamy nosa kształt, objętość i dostępność tych przestrzeni ulega zmianie, wywierając wpływ na warunki układu rezonansowego i emisji dźwięków mowy ludzkiej. Stwierdzono, że przy zmianie energii użytej do fonacji dochodzi do zmiany przepływu i rezonansu nosowego (58, 105, 117).

Dzięki zjawiskom rezonansu, czyli wzmocnienia lub osłabienia niektórych składowych oraz artykulacji, ton krtaniowy zmienia swoją częstotliwość, zaś słup powietrza znajdujący się powyżej szpary głośni, a więc w przedsionku krtani, w jamie ustnej, w jamie gardła, jamach nosa i zatokach przynosowych decyduje o sile i charakterystycznej barwie głosu (16). W tym też czasie ulega formowaniu intonacja wypowiedzi i melodia głosu. Ostatecznym efektem tych procesów jest głos artykułowany, zmodyfikowany przez układ rezonansowy jamy ustnej oraz jamy nosowych i zatok przynosowych. Właśnie, dlatego możliwy jest odbiór identyfikowalnych głosek.

1.8 Zaburzenia głosu i mowy w chorobach nosa

Zaburzenie artykulacji mogą powstawać w każdym odcinku dróg oddechowych położonych powyżej głośni. Ich klasyfikacja została przedstawiona w tabeli III. W przypadku schorzeń nosa i zatok przynosowych zaburzenia artykulacyjne skutkują zmianą barwy głosu. Wynika to z niewłaściwego udziału układu rezonatorów zaangażowanych w tworzenie dźwięków. Głos wówczas z barwy ustnej uzyskuje barwę nosową, a efekt ten jest szczególnie widoczny w momencie artykulacji głosek nosowych. Zjawisko to prowadzi zdecydowanie do jednoczesnego pogorszenia zrozumienia mowy (108).

BEŁKOTANIE	- SEPLENIENIE (WADA ARTYKULACJI GŁOSKI „S”)	
	- GRUPA WAD ARTYKULACJI GŁOSEK: „G”, „K”, „L”, „R”	
	- NOSOWANIE	ZAMKNIĘTE PRZEDNIE TYLNE - OTWARTE - MIESZANE
MOWA BEZŁADNA		
JĄKANIE		
OŚRODKOWE	-	AFAZJA
ZABURZENIA MOWY	-	DYSFAZJA
	-	DYSARTRIA

Tab. III: Rodzaje zaburzeń artykulacji

Obserwacje kliniczne potwierdzają, że zmiany głosu w chorobach nosa i zatok przynosowych współwystępują często z zaburzeniami w przepływie powietrza przez jamy nosa (99). Upośledzenie drożności nosa powoduje zniekształcenia głosu, określane klinicznie jako nosowanie zamknięte. Objaw ten polega na zmniejszeniu rezonansu nosowego głosek, przede wszystkim nosowych (121). W zależności od lokalizacji miejsca powodującego niedrożność wyróżnia się nosowanie zamknięte przednie, gdy krytyczne miejsce zwężenia znajduje się w przedniej części jamy nosowej oraz nosowanie zamknięte tylne, gdy przeszkoda znajduje się w części tylnej lub też w jamie nosowo-gardłowej. Zjawiska dźwiękowe rejestrowane w obu przypadkach są do siebie zbliżone z powodu podobnego utrudnienia w dostępie wydychanego powietrza do jamy nosa i zatok przynosowych.

Niezależnie od wrażeń akustycznych odbieranych przez ludzkie ucho, nosowanie zamknięte można wykazać jako patologiczne deformacje rejestrowanego sygnału mowy, czyli w rzeczywistości zmiany częstotliwości i natężenia (amplitudy) dźwięków w czasie. Zniekształcenia barwy głosu można zatem zobiektywizować, dzięki wykorzystaniu analizy akustycznej sygnału mowy, co daje w konsekwencji możliwość porównania, w jakim stopniu głos pacjentów cierpiących na schorzenia nosa i zatok przynosowych różni się od głosu prawidłowego.

Poza nosowaniem zamkniętym wyróżnia się także nosowanie otwarte polegające na nadmiernym rezonansie nosowym głosek, zwłaszcza nie będących głoskami z natury nosowymi. Zjawisko to ma miejsce w sytuacji braku zwarcia podniebienno-gardłowego w przebiegu rozszczepów podniebienia, porażenia podniebienia miękkiego, po resekcjach guzów twarzoczaszki lub w przypadkach przecieku powietrza do jamy nosowej przez przetokę ustno-nosową. Przepływ powietrza przez jamę nosową jest wówczas zwiększony, a zamiast rezonatora ustno-gardłowego wykorzystywany jest rezonator nosowo-zatokowy. Głoski tracą swoje charakterystyczne cechy akustyczne. Wynikiem tego są poważne zaburzenia artykulacyjne, czyniące mowę ludzką niezrozumiałą i znacznie utrudniające komunikację społeczną. Tego typu objawy stanowią wskazanie do protezowania podniebienia lub właściwej operacji korekcyjnej.

Trzeci typ nosowania stanowi nosowanie mieszane. Patologia ta wynika z jednoczasowego występowania upośledzonej drożności nosa oraz niewydolności podniebienno-gardłowej. Deformacje akustyczne powstające w jej przebiegu stanowią połączenie nosowania o typie zamkniętym i otwartym.

Biorąc pod uwagę badaną patologię głosu, nie jest istotna przyczyna wywołująca obturację jamy nosowej z następowymi zaburzeniami wentylacyjnymi (skrzywienie przegrody nosa, polipy nosa) ale:

- 1) stopień zwężenia jam nosowych wywołany procesem chorobowym
- 2) wskazanie do leczenia operacyjnego schorzenia, w tym przede wszystkim poprawy warunków wentylacji nosowej

W związku z powyższym o jednorodności badanej populacji pod względem rozważanych wskazań nie decydują poszczególne schorzenia lub też całościowy wynik leczenia, ale występowanie deformacji głosu towarzyszących zaburzeniom wentylacji nosowej, a ulegających zmianie po leczeniu chirurgicznym, w odniesieniu do stanu sprzed zabiegu. Istotę problemu badawczego stanowi zatem określenie stanu głosu chorych na podstawie przedoperacyjnego i pooperacyjnego badania sygnału mowy powiązanego z oceną drożności jamy nosa.

Na marginesie rozważań nad nosowaniem zamkniętym należy wspomnieć, iż poza nosowaniem i jego odmianami wyróżnia się wielkość nazywaną nosowością,

definiowaną jako udział rezonansu nosowego do rezonansu całkowitego (sumy rezonansów: nosowego i ustnego).

1.9 Wybrane patologie nosa przebiegające z niedrożnością jam nosa

Skrzywienie przegrody nosa jest schorzeniem wynikającym ze zmiany kształtu szkieletu przegrody nosowej. U 60 % polskiej populacji w badaniu wzornikowym można stwierdzić odchylenia w budowie przegrody nosa. Stopień zwężenia przewodów nosowych wywołany przez deformacje decyduje o intensywności objawów, powodując wystąpienie postaci o przebiegu bezobjawowym, aż do postaci z całkowitym zniesieniem drożności nosa. Skrzywienie przegrody nosa wynika z zaburzeń we wzrastaniu szkieletu nosa lub ze zmian pourazowych i może przybierać rozmaite formy: listwy, kolca, podwichnięcia lub zwichnięcia, zdwojenia oraz łukowatego wygięcia. Patologia może dotyczyć części kostnej, chrzęstnej, a także obydwu jednocześnie.

Terminem polipy nosa określa się uszypułowane twory uwypuklające się do jamy nosowej, wynikające z zaburzeń lokalnej homeostazy, a powstającymi w większości w skutek zmian zapalnych (101 – 104). W przypadku niewielkich rozmiarów polipy nosowe mogą nie wywoływać istotnych objawów. Z drugiej zaś strony, ciągle jeszcze spotyka się przypadki, w których stwierdza się obecność tych zmian w nozdrzach przednich lub też w nosogardle, co powoduje w następstwie ciężkie zaburzenia wentylacji nosowej.

Diagnostyka opisanych schorzeń opiera się na ocenie obrazu klinicznego w badaniu podmiotowym, laryngologicznym badaniu przedmiotowym oraz badaniach dodatkowych, przede wszystkim rynomanometrycznym i radiologicznym.

Leczenie skrzywienia przegrody nosa jest operacyjne. Zalecanym zabiegiem jest septoplastyka, a o kwalifikacji decyduje, przede wszystkim ocena stopnia nasilenia objawów klinicznych oraz wyników badania rynomanometrycznego. Septoplastyka jest metodą polegającą na korekcji zmienionego kształtu przegrody nosa. Wskazaniem jest stwierdzenie skrzywienia przegrody nosa. Zabieg powinien być przeprowadzony w znieczuleniu ogólnym. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się znieczulenie

miejscowe. Istotą septoplastyki jest nie tylko korekcja anatomiczna, lecz przede wszystkim poprawa wentylacji nosowej. O ważkości tego aspektu może świadczyć chociażby fakt, że bezobjawowo przebiegające skrzywienie przegrody nosa stanowi wskazanie do leczenia operacyjnego w wyjątkowych przypadkach. Obecnie znajduje zastosowanie metoda opracowana przez Cottle'a, w której dostęp do krytycznych miejsc przewężenia uzyskuje się z cięcia półpoprzecznego. Uzyskanie szerokich możliwości korekcyjnych powoduje, iż wspomniane wyżej postępowanie stanowi w obecnej dobie standard leczenia chirurgicznego w patologiiach tego typu.

Polipektomia jest zabiegiem polegającym na usunięciu z jamy nosa polipów, co przyczynia się jednocześnie do udrożnienia nosa. Zabieg ten może być przeprowadzony zarówno w znieczuleniu miejscowym, jak i ogólnym, z zastosowaniem metod klasycznych, przy użyciu pętli i kleszczyków lub w technice endoskopowej. Sposób postępowania musi być jednak dobrany indywidualnie do przypadku, z uwzględnieniem lokalizacji, zaawansowania zmian chorobowych i stanu ogólnego pacjenta (19, 20).

Zarówno septoplastyka, jak i polipektomia są procedurami stosowanymi od dawna i należą do jednych z najczęściej wykonywanych zabiegów laryngologicznych (100).

1.10 Rozwój badań akustycznych objawu nosowania

Koncepcja badań patologii akustycznych rezonatorów, czyli narządów biorących udział we wzmacnianiu dźwięków i ostatecznym formowaniu głosu ludzkiego zrodziła się w latach 60-tych ubiegłego stulecia. W pierwszych etapach prac nad tym zagadnieniem wiodącą rolę odegrali badacze ze Stanów Zjednoczonych, jak Fletcher, który zapoczątkował badania spektrum akustycznego głosu ludzkiego, między innymi, w schorzeniach jamy nosa (30). W następnych latach podobne działania podjęto także w Europie (m.in. Haapanen). Programy badawcze zajmujące się tym zagadnieniami poświęcone były jednak wyłącznie problemowi funkcjonalnej „nadmiernej drożności” jamy nosowej. Zjawisko to polega na występowaniu niepożądanego efektu nosowania otwartego w przebiegu niewydolności podniebiennej

gardłowej. Badania te dotyczyły przede wszystkim głosu, mowy i artykulacji u pacjentów z rozpoznaniem rozszczepu podniebienia, a u ich podstawy leżało stwierdzenie trudności rehabilitacyjnych i komunikacyjnych, jakie powstały w następstwie choroby, a nie zostały skorygowane w procesie terapeutycznym (124). W trakcie obserwacji tego zagadnienia ocenie podlegały różnorodne sposoby leczenia, zarówno zachowawcze, jak i chirurgiczne. Zaowocowało to wynalezieniem, a następnie rozwojem urządzeń i metod badawczych (m.in.: nasometr, TONAR), które w dzisiejszych czasach należą do podstawowych metod służących diagnostyce patologii akustycznych w nosowaniu otwartym, kwalifikacji do odpowiedniego postępowania leczniczego oraz monitorowaniu przebiegu leczenia i rehabilitacji (32, 35).

Pomimo prowadzenia intensywnych prac nad nosowaniem otwartym, badania nad znacznie bardziej powszechną patologią, jaką stanowi nosowanie zamknięte pozostają wciąż w początkowej fazie. Poznanie zależności pomiędzy niepełną drożnością lub jej brakiem i zaburzeniami głosowymi w trakcie przebiegu choroby oraz uzyskaniem drożności i zmniejszeniem deformacji głosowych po leczeniu chirurgicznym stanowi kluczową kwestię w próbie wyjaśnienia wpływu wielkości przepływu nosowego na zjawiska akustyczne mowy ludzkiej.

2.0 CEL PRACY

Upośledzenie drożności nosa należy do najczęstszych objawów towarzyszących chorobom nosa. Równie często w przebiegu tych schorzeń występują symptomy „akustyczne” w postaci zmiany barwy głosu. Zaburzenia głosu i artykulacji objawiają się najczęściej, jako nosowanie zamknięte, a zjawisko to jest obserwowane zarówno przez samych chorych, jak i przez otoczenie. Nosowanie zamknięte jest objawem wywierającym ogromny wpływ na komunikację międzyludzką, a w związku z tym także i na ludzką psychikę. Dążenie do obiektywizacji subiektywnych wrażeń oceniającego stanowi zatem konieczność w procesie przywracania odpowiednich warunków porozumiewania się (33). Nieliczne wykonywana dotychczas badania nie potwierdziły jednoznacznie wpływu oporu nosowego na zmianę rezonansu nosowego (75). Przed kilku laty ukazały się pierwsze publikacje wzmiankujące o badaniach nad zjawiskami akustycznymi towarzyszącymi procesowi przewlekłego zapalenia zatok przynosowych oraz zmianami wywołanymi chirurgią endoskopową podejmowaną w terapii tego schorzenia.

Prawidłowy „rezonans nosowy” stanowi niezbędny element mowy ludzkiej (127). Nieprawidłowości głosowe i artykulacyjne u pacjentów z niepełną lub zniesioną drożnością jam nosowych występują czasami jako objaw bardzo nasilony, stanowiąc główną dolegliwość dla chorych. Niejednokrotnie utrudnia ona porozumiewanie, czy też wykonywanie zawodu, zdecydowanie pogłębiając dyskomfort pacjenta związany z chorobą.

Powszechną przyczyną zaburzeń drożności nosa są między innymi polipy nosa i skrzywienie przegrody nosa. Jednym z założeń leczenia chirurgicznego podejmowanego w powyższych przypadkach jest dążenie do poprawy drożności jam nosowych. Określenie wpływu takiego leczenia na nasilenie objawów akustycznych polega na weryfikacji parametrów sygnału ludzkiej mowy. Oceny sygnału mowy dokonano w celu ustalenia zmian pozabiegowych w akustyce głosu i mowy oraz określenia różnicy względem stanu początkowego. Pomiary zostały wykonane przed leczeniem operacyjnym, oraz powtórnie po korekcji warunków przepływu nosowego. Zastosowanie metod obiektywizujących pozwoliło połączyć subiektywne odczucia

pacjentów, związane z własnym głosem i mową, z rynomanometryczną oceną drożności nosa oraz wynikami analizy akustycznej.

Za cel pracy przyjęto określenie wpływu leczenia operacyjnego schorzeń nosa poprawiającego drożność jam nosowych, na stopień zniekształcenia głosu operowanych chorych. Dlatego sformułowano następujące, szczegółowe pytania:

1. Jaki jest stopień zniekształcenia analizowanego akustycznie sygnału mowy w stosunku do normy języka polskiego, przed i po zabiegu operacyjnym?
2. Czy po leczeniu chirurgicznym schorzeń jamy nosowej występuje zmniejszenie deformacji sygnału mowy?
3. Czy po leczeniu chirurgicznym w wybranych jednostkach chorobowych występuje poprawa wartości przepływów nosowych?
4. Jaka jest subiektywna ocena stanu głosu pacjentów przed i po zabiegu operacyjnym i jak ta ocena zmienia się w rezultacie leczenia operacyjnego?
5. Czy subiektywna ocena poprawy jakości głosu po zabiegu znajduje potwierdzenie w zmniejszeniu deformacji sygnału mowy?

3.0 MATERIAŁ I METODYKA

3.1 Materiał

Badaną populację stanowiło 40 chorych. Wśród nich było 28 mężczyzn i 12 kobiet. Średnia wieku pacjentów zakwalifikowanych do udziału w programie badawczym wynosiła 33,5 roku, a przedział wiekowy mieścił się pomiędzy 18, a 59 rokiem życia. Wszyscy włączeni pacjenci podawali w badaniu podmiotowym trudności w wentylacji przez nos oraz zmianę barwy głosu, powodującą w znacznym stopniu trudności w komunikacji międzyludzkiej, jak np.: rozpoznanie rozmówcy przez telefon.

Badaną grupę stanowili chorzy kierowani do Kliniki Laryngologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w celu operacyjnego leczenia skrzywienia przegrody nosa lub polipów nosa. Podstawą zakwalifikowania chorych do niniejszej pracy były zgłaszane przez chorych dolegliwości: zaburzenia drożności nosa i zmiana barwy głosu. Przegląd badanej grupy pod względem rozpoznania przedstawiono w tabeli IV.

ROZPOZNANIE	<u>Liczba pacjentów</u>
Skrzywienie przegrody nosa	24
Polipy nosa	16
RAZEM	40

Tab. IV: Charakterystyka badanej populacji pod względem liczby rozpoznań

W przypadku zdiagnozowania skrzywienia przegrody nosa dokonano również wyznaczenia krytycznego miejsca zwężenia jamy nosa. Liczbę przypadków z uwzględnieniem poszczególnych lokalizacji głównego miejsca zwężenia obrazuje tabela V.

LOKALIZACJA	Liczba pacjentów
Część chrzęstna	9
Część chrzęstna i kostna	15
Część kostna	0
Razem	24

Tab. V: Lokalizacja miejsca deformacji w przypadku skrzywienia przegrody nosa

Przed przystąpieniem do badania każdy pacjent wyrażał swoją zgodę na udział w badaniu, a następnie oceniano chorych biorąc pod uwagę aspekt fizyczny i akustyczny, tj. stopień nasilenia zmian w głosie przed zabiegiem oraz współistnienie poprawy drożności jam nosa w wyniku leczenia operacyjnego poszerzającego drogi przepływu. Dzięki tym dwom kryteriom uzyskano jednorodną grupę badawczą, bez konieczności wnikania w przyczynę zwężenia drogi przepływu powietrza przez jamę nosową.

3.2 Metodyka

Wszyscy pacjenci biorący udział w badaniu zostali poddani ujednoliconym procedurom badawczym, obejmującym następujące etapy:

- **badanie przedzabiegowe** – badanie pacjenta przed zabiegiem operacyjnym (w dniu przyjęcia do Kliniki)
- **kontrola wczesna** – pierwsze badanie pacjenta po zabiegu (28 – 32 dzień po zabiegu)
- **kontrola późna** – drugie badanie pacjenta po zabiegu (po 90 dniu po zabiegu)

Określenie terminów badań kontrolnych było spowodowane przebiegiem gojenia pooperacyjnego tak, aby uchwycić zmiany wczesne w trakcie przebiegu regeneracji oraz zmiany późne, zachodzące po wygojeniu tkanek operowanych okolic. Tabela VI ukazuje szczegółowy harmonogram pracy badawczej z pacjentami.

RODZAJ WIZYTY	BADANIE PRZEDZABIEGOWE	ZABIEG	KONTROLA WCZESNA	KONTROLA PÓŻNA
TERMIN	w dniu przyjęcia	dzień 0	20 -30 dniem po zabiegu	po 90 dniu po zabiegu
badanie podmiotowe	X		X	X
badanie przedmiotowe	X		X	X
subiektywna ocena objawów (kwestionariusz)	X		X	X
rynomanometria aktywna przednia	X		X	X
nagranie próbki głosu (rejestracja sygnału mowy)	X		X	X
zabieg operacyjny		X		

Tab. VI: Harmonogram badań

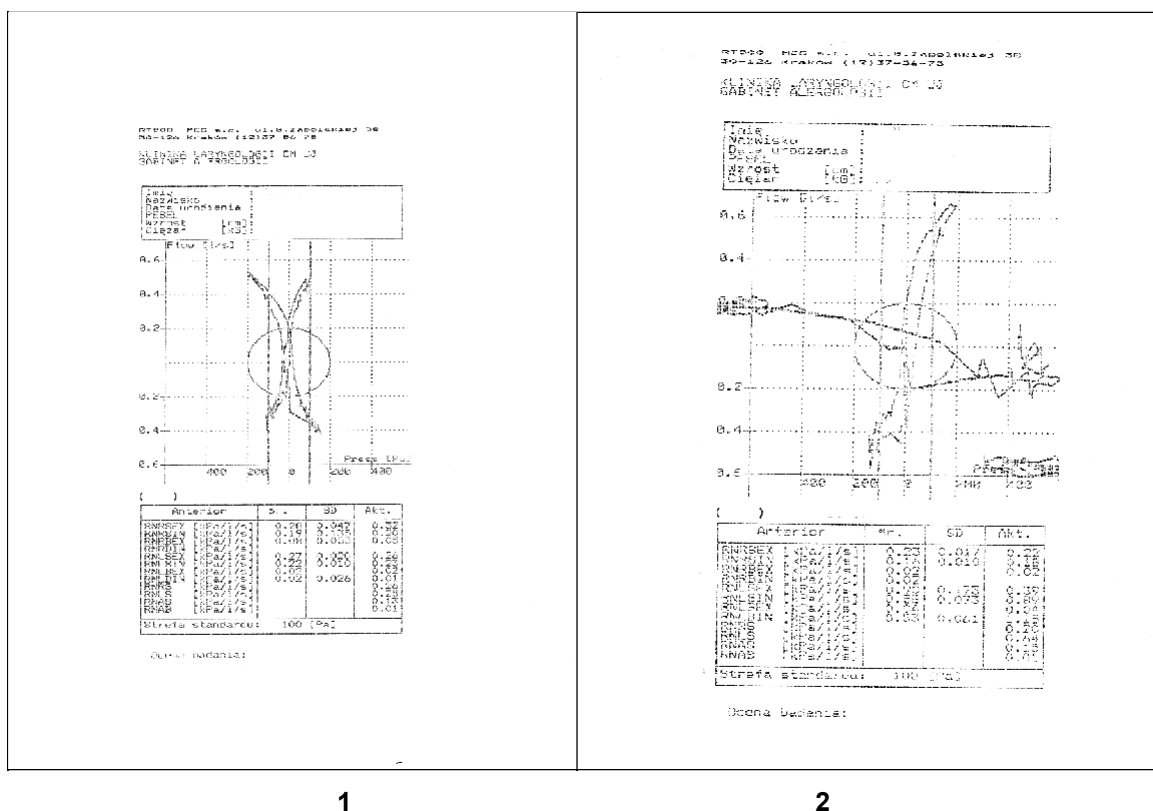
3.2.1 Badanie przedzabiegowe

Chorzy włączeni do niniejszej pracy, przechodzili w dniu przyjęcia badanie wstępne. W ramach badania przedzabiegowego, uzyskiwano niezbędne dane osobowe oraz dokonywano oceny klinicznej, składającej się z części podmiotowej i części przedmiotowej. W badaniu laryngologicznym poza rutynowymi czynnościami zwrócono szczególną uwagę na określenie krytycznego miejsca zwężenia przewodów nosowych oraz typ skrzywienia przegrody nosa. Wszystkie dane zebrane w trakcie powyższych czynności zostały umieszczone w indywidualnej dokumentacji każdego chorego, stanowiąc materiał źródłowy do dalszych analiz. W następnej kolejności dokonywana była przez pacjenta subiektywna ocena jakości głosu pod kątem nosowania przy pomocy kwestionariusza skonstruowanego przez prowadzącego badanie w pięciostopniowej skali, która przedstawiona została w tabeli VII.

PUNKTY	OPIS
1	brak zmiany głosu w trakcie choroby
2	epizody „mowy nosowej” pojawiają się rzadko i są słabo odczuwalne
3	nieznaczne uczucie „mówienia przez nos” występujące w sposób zauważalny
4	wyraźne nasilenie „mowy nosowej” w porównaniu z okresem sprzed wystąpienia choroby
5	pełne uczucie „mowy przez nos” w trakcie całego okresu trwania choroby

Tab. VII: Skala oceny subiektywnej

Następnie dokonano pomiaru wartości przepływów oraz ciśnień w jamie nosowej metodą rynomanometrii przedniej aktywnej. W badaniu wykorzystano rynomanometr RHINOTEST 500 firmy MES. Zakres pomiaru przepływu mieścił się w przedziale: -18 – +18 l/s. Zakres pomiaru ciśnień mieścił się w przedziale -1,25 – +1,25 kPa. Wielkość oporu nosowego, zarówno standardowego, jak i Bromsa obliczana była automatycznie wg programu sterującego urządzeniem, a następnie podawana w postaci wydruku. Normy oporu i przepływu ustalane są niezależnie dla każdej pracowni po kalibracji urządzenia. Za graniczne wartości oporu nosowego przyjmuje się 0,4 kPa/l/s (97). Na ryc. 3 przedstawiono przykładowy zapis rezultatów badań rynomanometrycznych.



Ryc. 3: Przykłady badań rynomanometrycznych

(1 – wynik prawidłowy; 2 – całkowita niedrożność lewego przewodu nosowego)

Ostatnią część badania przedoperacyjnego stanowiło nagranie próbki mowy do późniejszej analizy sygnału mowy. Konieczność zastosowania metod obiektywnych nie budzi wątpliwości we współczesnej diagnostyce zaburzeń głosu, gdyż stwierdzano często rozbieżności pomiędzy subiektywnym odczuciem badającego, a zapisem urządzeń rejestrujących (57, 112). Rejestracji na cyfrowy nośnik magnetyczny specjalnego testu językowego, odczytywanego przez pacjenta dokonywano w komorze ciszy Katedry Wibroakustyki i Inżynierii Dźwięku Akademii Górniczo-Hutniczej. Test ten został dostosowany do badanych grup i zawiera wszystkie rodzaje głosek występujące w mowie polskiej (1, 118).

Emitowany przez pacjenta dźwięk nagrywany był na wysokoczuły nośnik magnetyczny (kaseta DAT) przy pomocy cyfrowego rekordera PDR 1000 firmy HHB o dynamice min 80 dB. Cyfrowa jakość nagrania na kasiecie DAT w środowisku komory bezchowej rzutuje na późniejszy efekt analizy akustycznej (48, 49, 111). W skład układu nagrywającego wchodził również z mikrofon pojemnościowy model

40AF firmy GRAS, przedwzmacniacz 1201 firmy Norsonic, wzmacniacz typu 12AA firmy GRAS. Na ryc. 4 pokazano układ stanowiska nagraniowego, zaś test słowny stanowi zawartość tabeli VIII. Cały układ kalibrowano przed badaniem (51, 119). Aparaturę nagraniową dobrano również tak, aby wyeliminować zakłócenia w procesie przesyłania i przetwarzania sygnału, co mogłoby mieć niekorzystny wpływ na jakość odtwarzanych dźwięków (1, 52, 110, 130).



Ryc. 4: Stanowisko nagraniowe w komorze bezechowej

W dalszej obróbce zapis magnetyczny skopiowano na dysk komputera stacjonarnego, a następnie pofragmentowano i posegregowano. Przy użyciu oprogramowania MOWA pracującego w środowisku MatLab wyizolowano głoskę nosową „n” z wyrazów „konie” i „siano” oraz głoskę ustną „a” z wyrazu „trawa”. Sygnał tych głosek poddano akustycznej analizie czasowo-częstotliwościowej, ze szczególną oceną odległości sygnału mowy od już istniejącego sygnału wzorca, dla próbek nagranych w ramach badań przedoperacyjnych oraz kontrolnych.

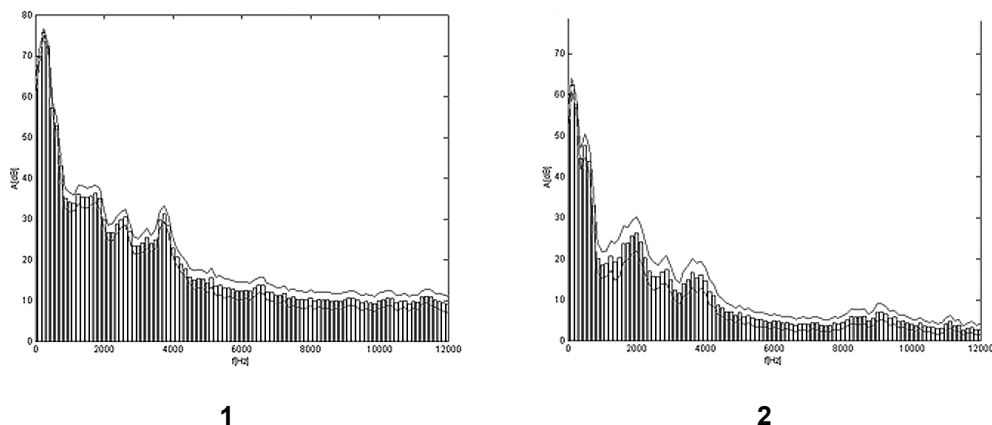
A, A, A
E, E, E
U, U, U
I, I, I
Ala, Ala, Ala
Ela, Ela, Ela
Ula, Ula, Ula
Dziś jest ładna pogoda, Dziś jest ładna pogoda, Dziś jest ładna pogoda
konie, konie, konie
siano, siano, siano
kino, kino, kino
miękki, miękki, miękki
mądry, mądry, mądry
ręka, ręka, ręka
wąs, wąs, kęs
kęs, kęs, kęs
plaszczyk, plaszczyk, plaszczyk
móżdżek, móżdżek, móżdżek
działo, działo, działo
zaciek, zaciek, zaciek

Tab. VIII: Test językowy

W pomiarze odległości sygnałów mowy od sygnału wzorca wykorzystano proces metryzacji uwzględniając metryki: Euklidesa, Euklidesa uogólnioną, Hamminga oraz Hamminga uogólnioną. Stwierdzone w ten sposób różnice w odległościach sygnału mowy od wzorca w poszczególnych badaniach są miarą deformacji głosowej (49, 115). Metryzacja polega na przyporządkowaniu poszczególnym sygnałom akustycznym, przy pomocy odpowiednich wzorów matematycznych pewnej wartości liczbowej, będącej wypadkową czternastowymiarowego wektora cech opisujących zarówno badane sygnały mowy,

jak i sygnał wzorca. Metryka, w ujęciu matematycznym jest funkcją, która przyporządkowuje każdej parze elementów danego zbioru pewną nie ujemną liczbę spełniającą określone matematyczne warunki, zwane aksjomatami metryki. Zastosowane programy informatyczne pozwalają na pomiar odległości sygnału mowy od sygnału wzorca przy pomocy następujących metryk: metryka Hamminga prosta, metryka Hamminga uogólniona, metryka Euklidesa prosta, metryka Euklidesowa uogólniona, metryka Camberra, metryka Braya i Curtisa, metryka Clarka oraz metryka Jeffreysa – Matusista. W niniejszej pracy wyboru metryk dokonano biorąc pod uwagę, iż najbardziej miarodajne są takie, których wartości wykazują większe różnice. Proces metryzacji pozwala na porównanie pojedynczych liczb, eliminując konieczność posługiwania się skomplikowanym wieloelementowym zestawem cech. Dzięki temu można dokonać oceny ilościowej podobieństwa sygnałów oraz wielkość różnicy pomiędzy nimi. Metryki stanowią zatem skalarny miernik podobieństwa sygnałów, w tym również sygnałów akustycznych.

Wzorzec sygnału mowy polskiej został utworzony poprzez nagranie i analizę próbek prawidłowej mowy grupy zdrowych kobiet i mężczyzn, u których, nie stwierdzono patologii mogących mieć wpływ na jakość głosu, a zatem i sygnał mowy. Jest rzeczą istotną, iż populacja na bazie, której utworzono wzorcowe sygnały poszczególnych głosek, w tym również nosowych, składa się z osób o przeciętnym, nie szkolonym głosie. Opisany wzorzec był już wykorzystywany jako punkt odniesienia w innych badaniach. Na ryc. 5 ukazano widmo czasowo- częstotliwościowe głoski polskiej „n”.



Ryc. 5: Przykłady widma głoski „n”
(1 – wynik prawidłowy; 2 – niedrożność przewodów nosowych)

W podejmowanym leczeniu chirurgicznym dążono do zniwelowania przyczyn upośledzenia drożności nosa tak, aby osiągnąć nakazany założeniami operacyjnymi, właściwy rezultat wentylacyjny. W zależności od diagnozy wykonano następujące rodzaje zabiegów: plastykę przegrody nosa (septoplastykę) w przypadku skrzywienia przegrody nosa, usunięcie polipów nosa (polipektomię) w przypadku polipów nosa. Decyzja o kwalifikacji do leczenia operacyjnego pacjentów włączonych do badania podejmowana była w zależności od rodzaju patologii oraz stanu pacjenta. Wykaz wykonanych odpowiednio procedur zabiegowych wraz ze wskazaniem do tych operacji zamieszczono w tabeli IX.

RODZAJ ZABIEGU	WSKAZANIE
plastyka przegrody nosa (septoplastyka)	skrzywienie przegrody nosa
usunięcie polipów nosa (polipektomia)	polipy nosa

Tab. IX: Wykaz wykonanych procedur zabiegowych wraz ze wskazaniem

3.2.2 Badania kontrolne: wczesne i odległe

Po zakończeniu leczenia operacyjnego wyznaczono dwa badania kontrolne. Kontrola wczesna miała miejsce pomiędzy 20 -30 dniem po zabiegu. Kontrola odległa odbywała się po 90 dniu po zabiegu. Określenie terminów badań kontrolnych jest spowodowane przebiegiem procesu gojenia pooperacyjnego. Należało uchwycić wczesne zmiany związane z regeneracją błony śluzowej oraz innych tkanek operowanych okolic, a także późne, po wygojeniu śluzówki nosa i zatok. W trakcie badania kontrolnego dokonywano ponownie oceny klinicznej, w skład, której wchodziła ocena jakości głosu i wentylacji przy pomocy kwestionariusza oraz badanie podmiotowe i przedmiotowe (badanie laryngologiczne). Ponownie rejestrowano wartości przepływów nosowych metodą rynomanometrii przedniej aktywnej i następnie w komorze ciszy Katedry Wibroakustyki i Inżynierii Dźwięku AGH dokonywano rejestracji sygnału mowy na cyfrowy nośnik magnetyczny w czasie odczytywania przez pacjenta testu językowego. Procedury te były takie same dla obu badań kontrolnych. Zebrane dane zostały umieszczone w dokumentacji chorego.

3.2.3 Analiza statystyczna

Analizie statystycznej poddano wyniki uzyskane z pomiarów następujących wielkości:

1. Odległość sygnału mowy od wzorca dla głosek nosowych
2. Odległość sygnału mowy od wzorca dla głosek ustnych
3. Ocena subiektywna zaburzeń drożności nosa i zmian głosu
4. Przepływ nosowy powietrza

Analizę statystyczną wykonano w Zakładzie Biostatystyki i Informatyki Medycznej CMUJ (Kierownik: Prof. dr hab. Irena Roterman-Konieczna). W opracowaniach wykorzystano pakiet Statistica pracujący w środowisku Windows, w którym wykonano analizę wariancji ANOVA oraz testy potwierdzające: Duncana oraz najmniejszych istotnych różnic (NIR). Dla celów porównawczych, przyjęto jednolity

schemat statystycznego testowania uzyskanych wyników. Pierwszy etap obliczeń statystycznych stanowiło obliczenie średnich arytmetycznych poszczególnych wielkości. Dalsze obliczenia zostały przeprowadzone na wartościach średnich. Dla każdej wielkości liczba pomiarów w poszczególnych badaniach wynosiła 40, zgodnie z liczbą pacjentów, od których uzyskano wymagany komplet danych.

W obliczeniach przyjęto następujące warunki: $N = 120$, $k = 3$, $p = 0,001 - 0,01$; gdzie: N – liczba wszystkich obserwacji, k – liczba grup, p – poziom istotności.

4.0 WYNIKI

Uśrednione wyniki pomiarów analizowanych wielkości: odległości sygnału mowy głosek od sygnału wzorca, oporów nosowych oraz oceny subiektywnej w poszczególnych badaniach przedstawia tabela X.

WIELKOŚĆ	JEDNOSTKA	BADANIE		
		przed zabiegiem	kontrola wczesna	kontrola późna
n(konie)EU	wart. skalarna	0,65	0,24	0,18
n(konie)EUog	wart. skalarna	0,44	0,22	0,15
n(konie)HA	wart. skalarna	2,14	0,67	0,56
n(konie)HAog	wart. skalarna	1,10	0,52	0,38
n(siano)EU	wart. skalarna	0,70	0,41	0,37
n(siano)EUog	wart. skalarna	0,42	0,23	0,19
n(siano)HA	wart. skalarna	2,18	1,24	1,00
n(siano)HAog	wart. skalarna	0,96	0,54	0,45
a(trawa)EU	wart. skalarna	0,11	0,09	0,09
a(trawa)EUog	wart. skalarna	0,08	0,07	0,07
a(trawa)HA	wart. skalarna	0,31	0,29	0,30
a(trawa)HAog	wart. skalarna	0,16	0,14	0,14
OS	pkt	4,42	2,60	1,72
RNSCex	kPa//s	0,29	0,19	0,09
RNSCin	kPa//s	0,26	0,17	0,06
RNBCex	kPa//s	0,35	0,20	0,06
RNBCin	kPa//s	0,34	0,21	0,09

RNSCex – opór nosowy standardowy całkowity wydechowy

RNSCin – opór nosowy standardowy całkowity wdechowy

RNBCex – opór nosowy wg Bromsa całkowity wydechowy

RNBCin – opór nosowy wg Bromsa całkowity wdechowy

Tab. X.: Badane wielkości – wartości średnie

Sumaryczne, jakościowe zestawienie wyników, z uwzględnieniem zmienności mierzonych parametrów ukazuje tabela XI.

parametr	Różnice statystycznie znamienne		POZIOM ISTOTNOŚCI
	KONTROLA WCZESNA	KONTROLA PÓŻNA	
n(konie)EU	+	+	0,01
n(konie)EUog	+	-	0,01
n(konie)HA	+	-	0,01
n(konie)HAog	+	+	0,01
n(siano)EU	+	+	0,01
n(siano)EUog	+	+	0,01
n(siano)HA	+	-	0,01
n(siano)HAog	+	+	0,01
a(trawa)EU	-	-	0,001
a(trawa)EUog	-	-	0,001
a(trawa)HA	-	-	0,001
a(trawa)HAog	-	-	0,001
OS	+	+	0,001
RNSCex	+	+	0,001
RNSCin	+	+	0,001
RNBCex	+	+	0,001
RNBCin	+	+	0,001

+ – statystycznie znamienne różnice względem badań wcześniejszych
- – brak istotnych statystycznie różnic względem badań wcześniejszych
RNSCex, RNSCin, RNBCex, RNBCin – jak w tab. X

Tab.XI: Zmiany analizowanych wielkości w kolejnych badaniach

Istotne statystycznie zmiany wykazano w pomiarach następujących wielkości:

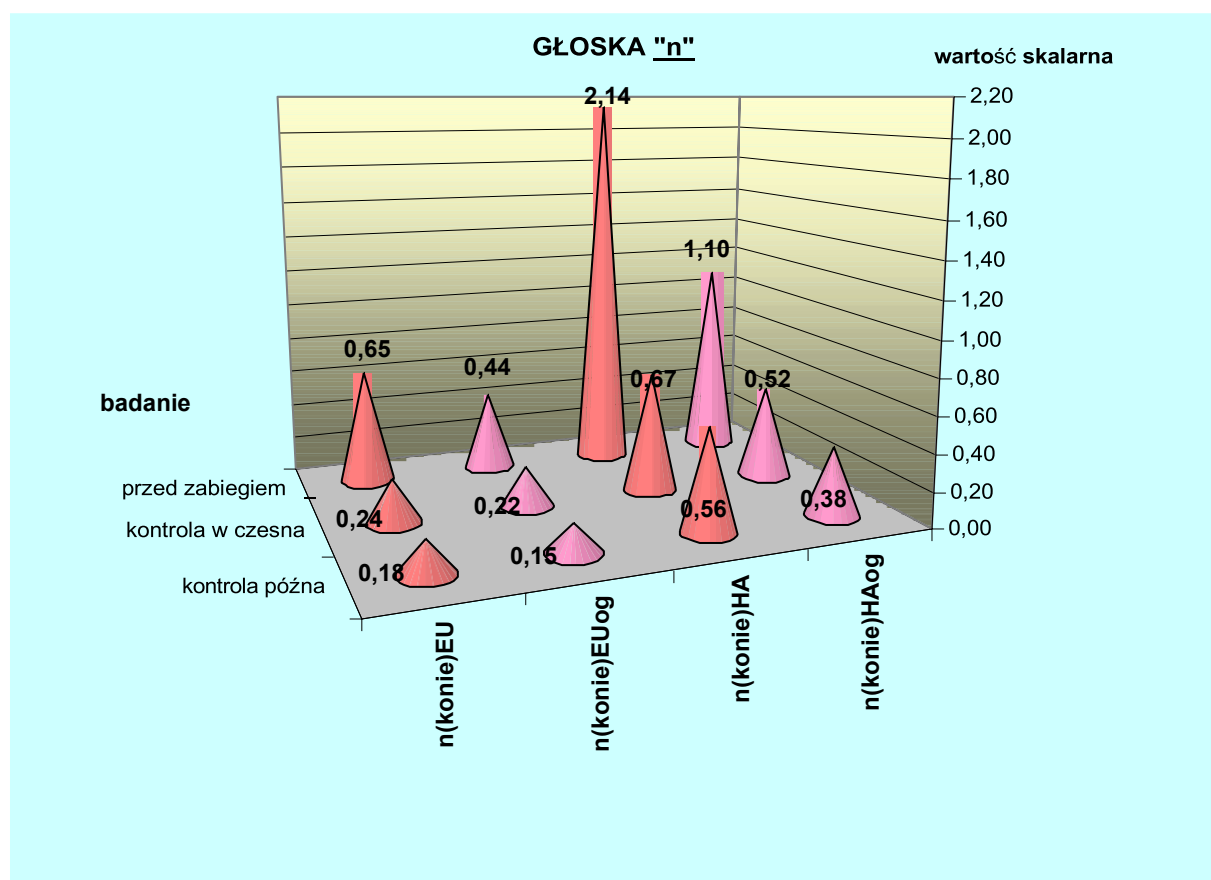
- **n(konie)EU, n(konie)HAog, n(siano)EU, n(siano)EUog, n(siano)HAog** w kontroli wczesnej względem badania przedzabiegowego oraz w kontroli późnej względem

badania przedzabiegowego i kontroli wczesnej, przy czym prawdopodobieństwo popełnienia błędu w obu powyższych sytuacjach wynosi 0,01;

- $n(\text{konie})\text{EUog}$, $n(\text{konie})\text{HA}$, $n(\text{siano})\text{HA}$ w kontroli wczesnej względem badania przedzabiegowego z prawdopodobieństwem popełnienia błędu 0,01;
- OS, RNSCex, RNSCin, RNBCex, RNBCin w kontroli wczesnej względem badania przedzabiegowego oraz w kontroli późnej względem badania przedzabiegowego i kontroli wczesnej, przy czym prawdopodobieństwo popełnienia błędu w obu powyższych sytuacjach wynosi 0,001.

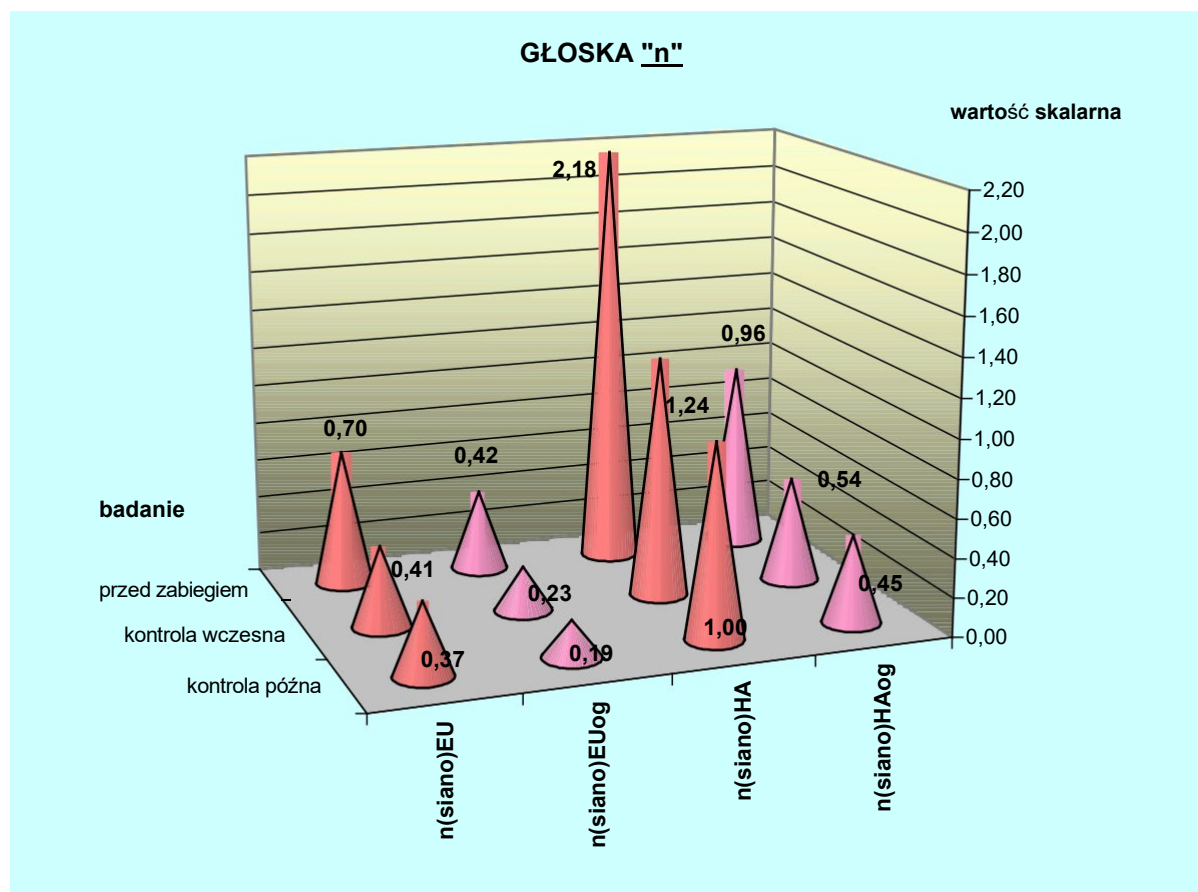
Wykazano także, z prawdopodobieństwem popełnienia błędu 0,001, brak istotnych statystycznie różnic w odległości sygnału mowy od wzorca dla głoski „a” dla wszystkich czterech metryk.

4.1 Zmiana deformacji sygnału mowy głosek nosowych



Ryc. 6: Odległość sygnału mowy głoski „n” od wzorca (1)

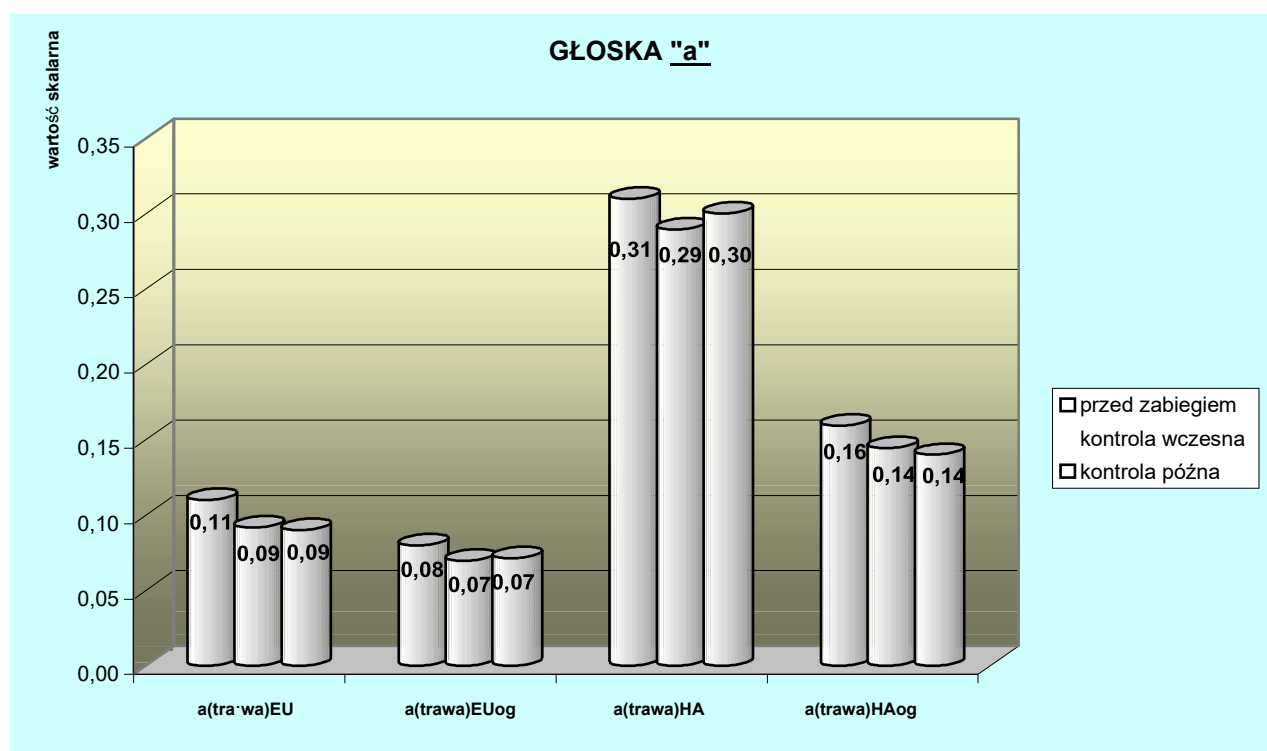
Prezentacja graficzna zmiany odległości sygnału mowy głoski „n” od wzorca została pokazana na ryc. 6 i 7. Na ryc. 6 zilustrowano wartości metryk dla głoski „n” wyizolowanej z wyrazu „konie”, zaś na ryc.7 dla głoski „n” wyselekcjonowanej z wyrazu „siano”.



Ryc.7: Odległość sygnału mowy głoski „n” od wzorca (2)

4.2 Zmiana deformacji sygnału mowy głosek ustnych

Na ryc. 8 została pokazana prezentacja graficzna wyników pomiaru odległości sygnału mowy głoski ustnej „a” od wzorca, mierzonej wszystkimi zastosowanymi w badaniu metrykami.



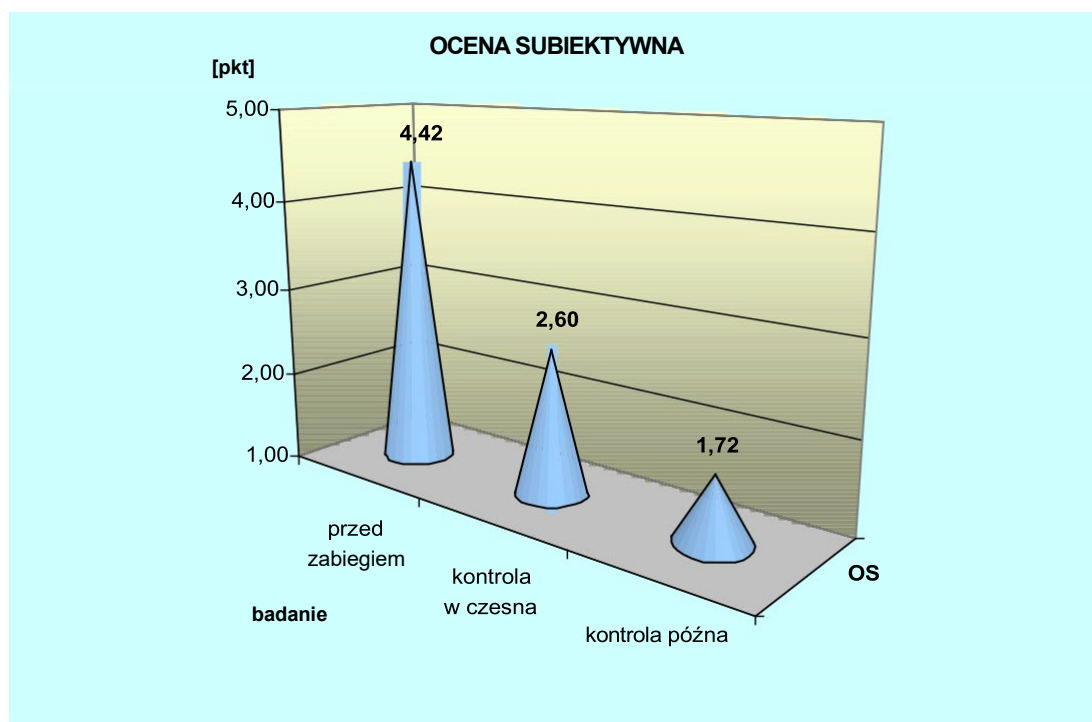
Ryc.8: Odległość sygnału mowy głoski „a” od wzorca

4.3 Wyniki pomiaru oceny subiektywnej

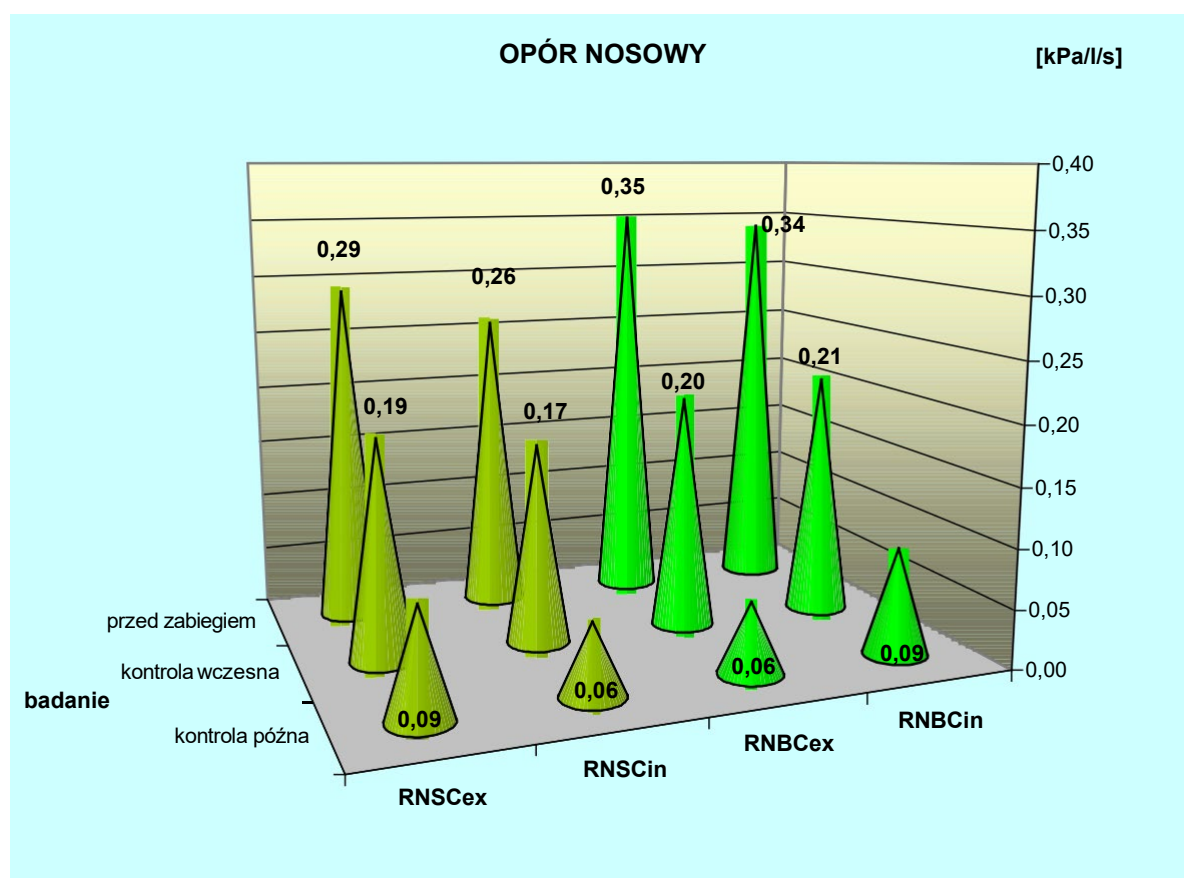
Wyniki pomiarów oceny subiektywnej dokonywanej przez pacjentów, które odwzorowują dotkliwość objawów związanych z nosowaniem zamkniętym oraz nasilenie zaburzeń drożności nosa, wyrażonej w punktach wg kryteriów zawartych w kwestionariuszu oceny subiektywnej zostały zilustrowane graficznie na ryc.9.

4.4 Zmiana wartości oporów nosowych

Zmiany wartości wszystkich czterech wielkości określających opór nosowy została ukazane w postaci graficznej na ryc. 10.



Ryc. 9: Ocena subiektywna nasilenia objawów

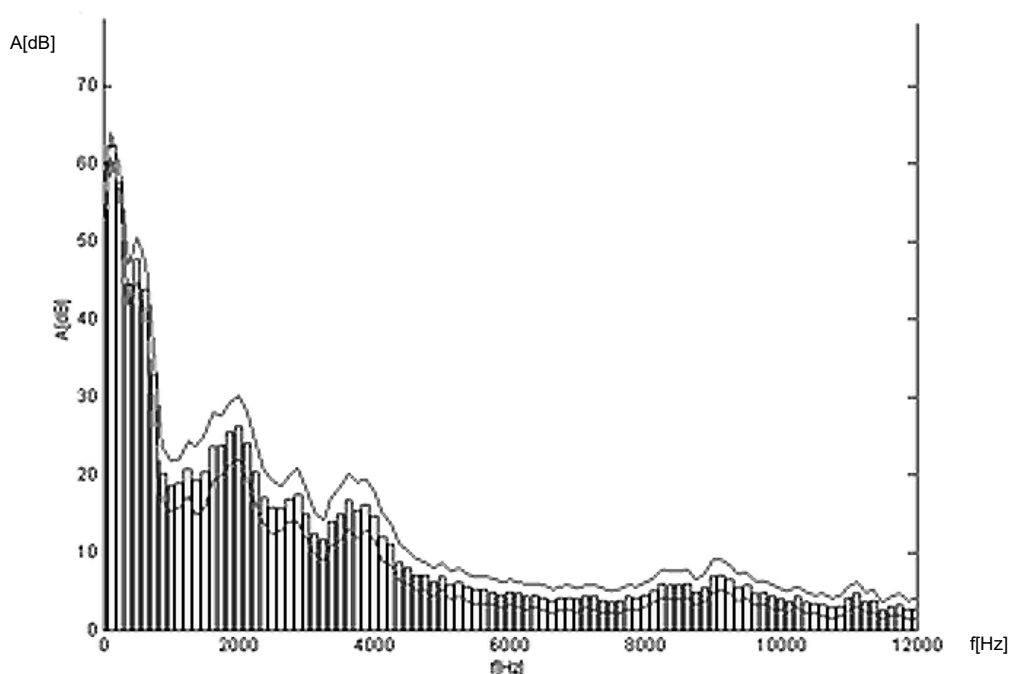


Ryc.10: Zmiana oporów nosowych

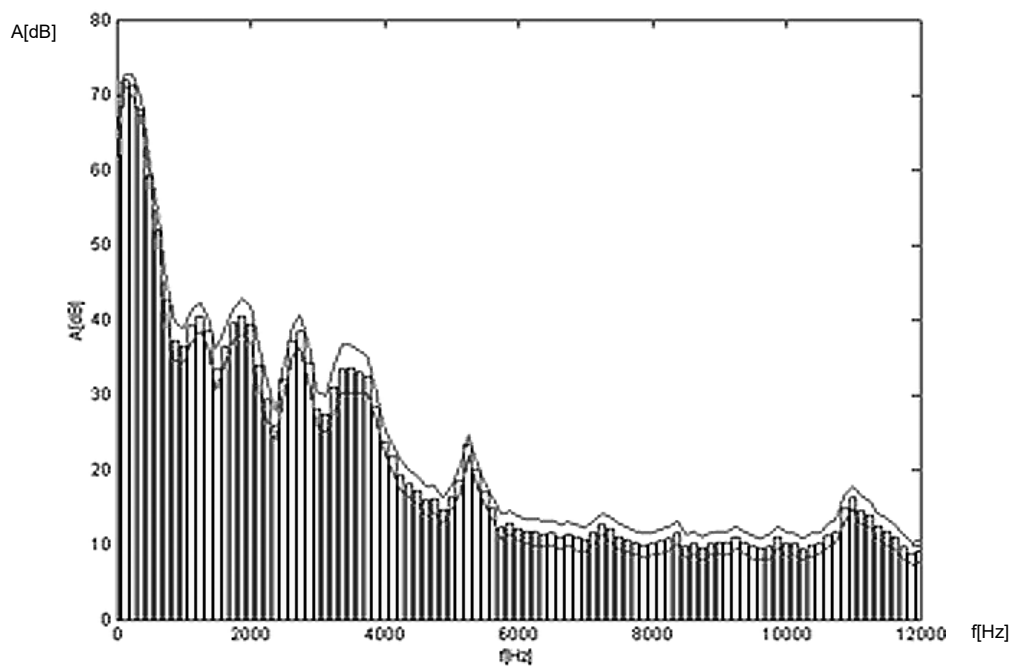
4.5 Przykłady uzyskanych rezultatów

Przykład wyników otrzymanych w poszczególnych badaniach: widma głoski nosowej „n” oraz ustnej „a” i krzywych rynomanometrycznych przedstawiono na rycinach 11 – 19. Dane uzyskano od pacjenta oznaczonego w badaniu nr 17. Subiektywnie pacjent ocenił nasilenie objawów chorobowych na 5 pkt. w badaniu przedoperacyjnym oraz na 2 pkt. i 1 pkt. w kolejnych badaniach kontrolnych

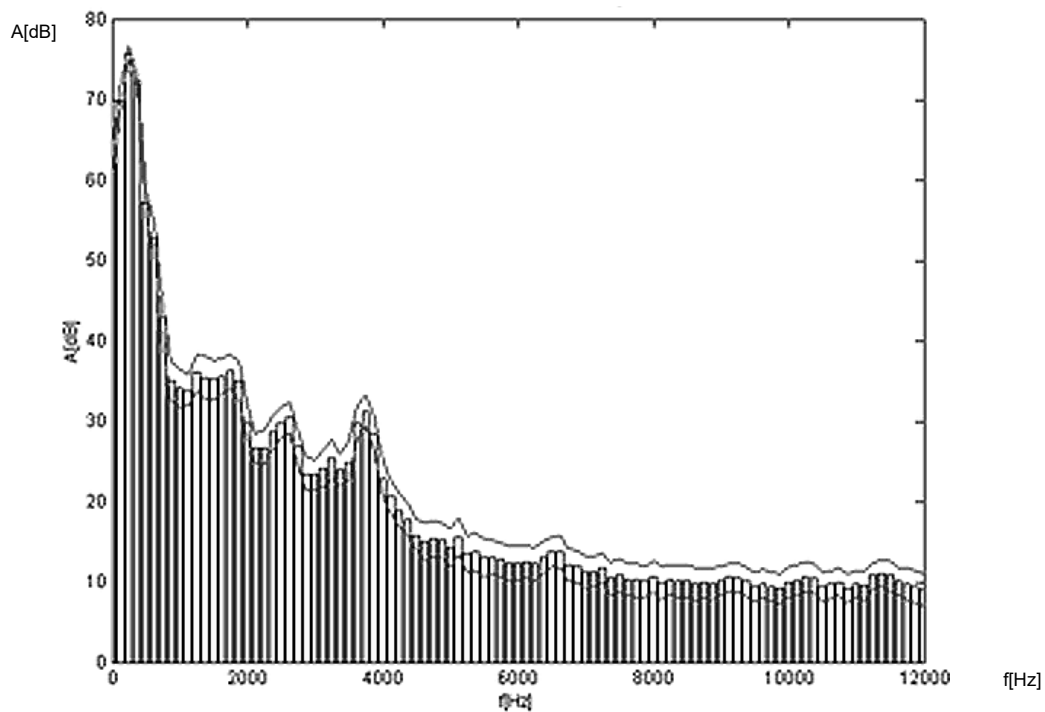
4.5.1 Widmo głoski nosowej „n”



Ryc. 11: Badanie przedoperacyjne (pacjent nr 17)

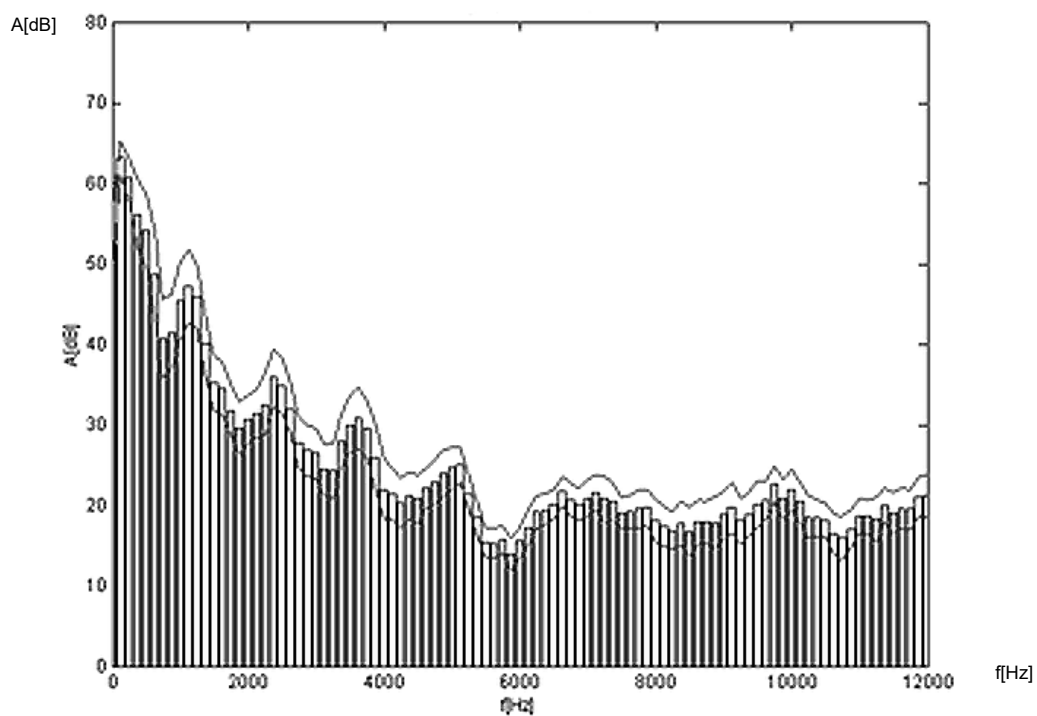


Ryc. 12: Wczesne badanie kontrolne (pacjent nr 17)

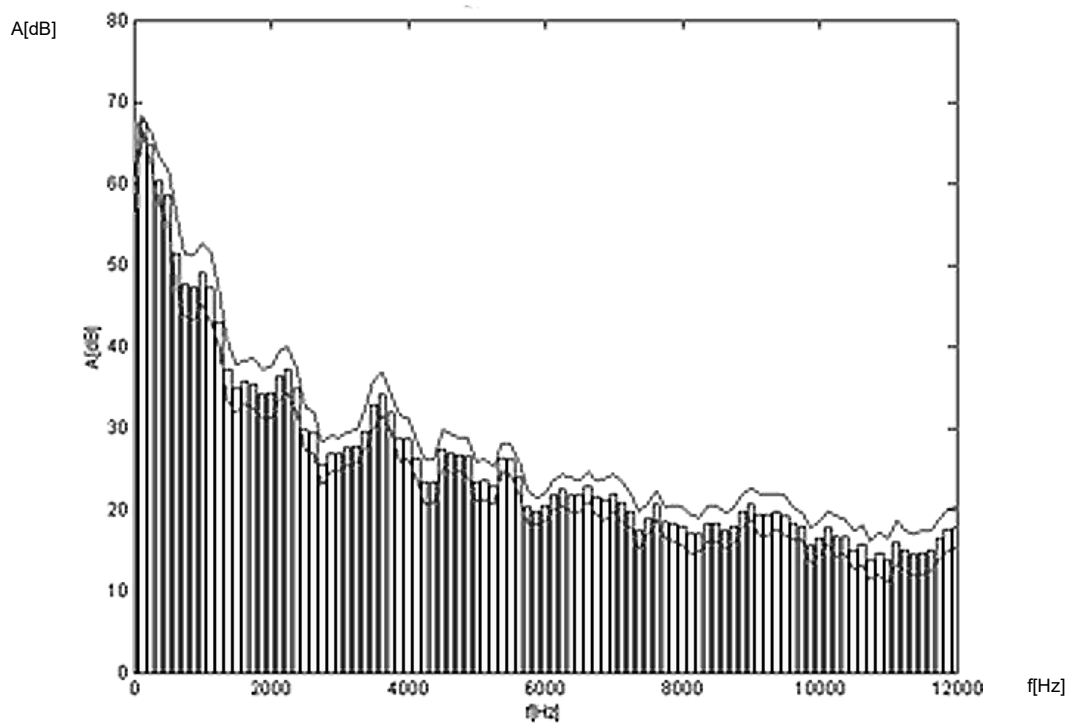


Ryc. 13: Późne badanie kontrolne (pacjent nr 17)

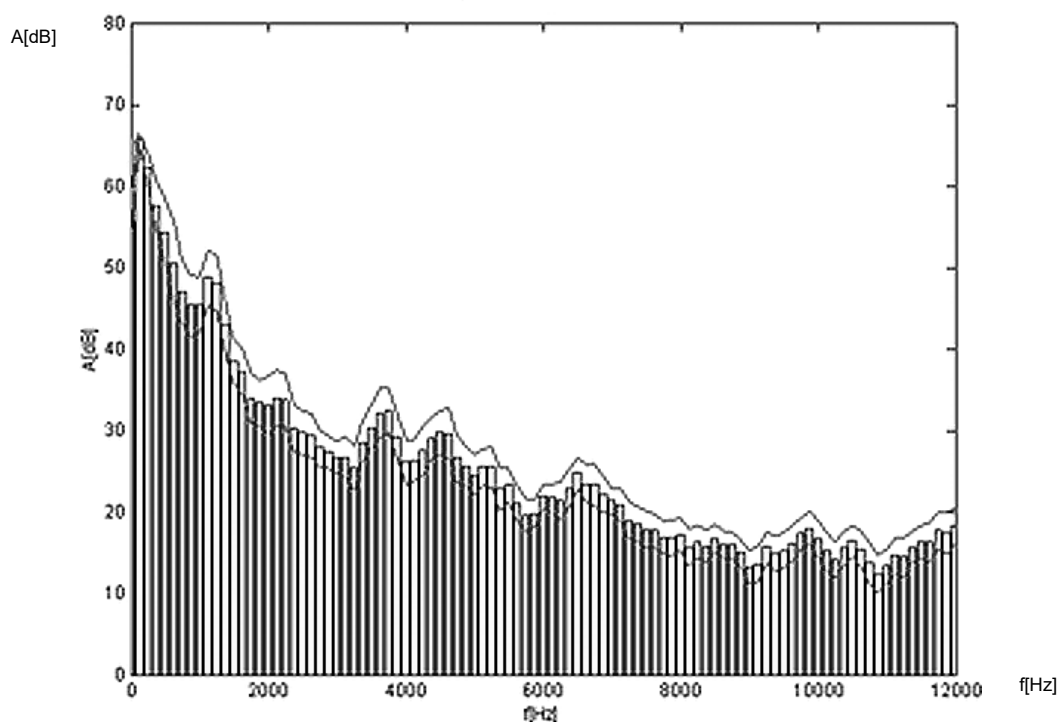
4.5.2 Widmo głoski ustnej „a”



Ryc. 14: Badanie przedoperacyjne (pacjent nr 17)



Ryc. 15: Wczesne badanie kontrolne (pacjent nr 17)



Ryc. 16: Późne badanie kontrolne (pacjent nr 17)

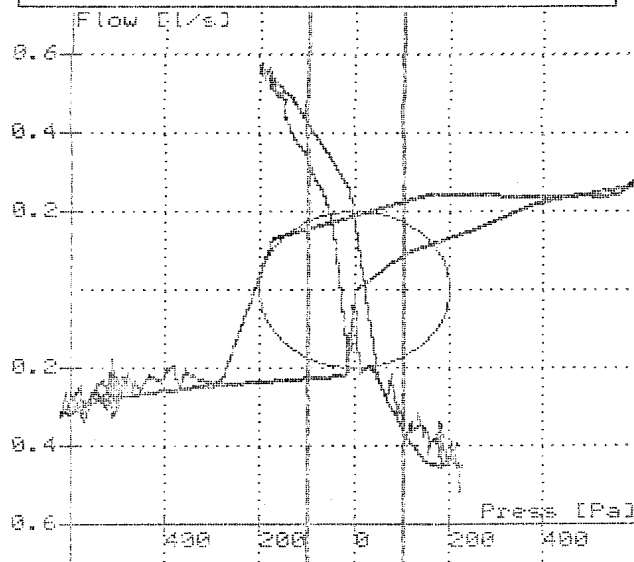
4.5.3 Rynomanometria przednia aktywna

U wszystkich chorych stwierdzono w badaniu przedzabiegowym różnego stopnia zaburzenia drożności nosa, co zostało potwierdzone w badaniu metodą rynomanometrii przedniej aktywnej. We wczesnej ocenie kontrolnej wykazano zobiektywizowaną rynomanometrycznie poprawę parametrów wentylacji nosowej, a zaobserwowane rezultaty znalazły odzwierciedlenie również w późnym badaniu kontrolnym u wszystkich analizowanych pacjentów. Ilustracje tych badań na przykładzie pacjenta nr 17 znajdują się na ryc. 17-19.

RT500 MES s.c. ul. B. Zapolskiej 3B
30-124 Kraków (12) 37-56-73

KLINIKA LARYNGOLOGII CM UJ
GABINET ALERGOLOGII

Imię :
Nazwisko :
Data urodzenia :
PESEL :
Wzrost [cm] :
Ciężar [kg] :



()

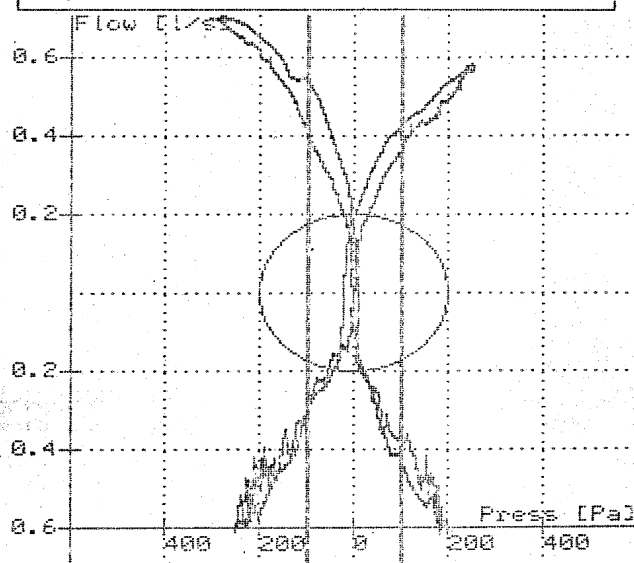
Anterior		Śr.	SD	Akt.
RNRSEX	[kPa/l/s]	0.52	0.084	0.48
RNRGIN	[kPa/l/s]	0.40	0.010	0.41
RNRSEX	[kPa/l/s]	0.28	0.087	0.06
RNRBIN	[kPa/l/s]	0.04	0.024	0.04
RNLSEX	[kPa/l/s]	0.25	0.010	0.25
RNLGIN	[kPa/l/s]	0.21	0.014	0.21
RNLSEX	[kPa/l/s]	0.03		0.03
RNLBIN	[kPa/l/s]	0.01	0.014	0.03
RNRSEX	[kPa/l/s]			0.48
RNRGIN	[kPa/l/s]			0.41
RNRSEX	[kPa/l/s]			0.06
RNRBIN	[kPa/l/s]			0.04
RNLSEX	[kPa/l/s]			0.25
RNLGIN	[kPa/l/s]			0.21
RNLSEX	[kPa/l/s]			0.03
RNLBIN	[kPa/l/s]			0.03
Strefa standardu:		100 [Pa]		

Ocena badania:

Ryc. 17: Badanie przedoperacyjne – niedrożność prawego przewodu nosowego
(pacjent nr 17)

KLINIKA LARYNGOLOGII CM UJ
GABINET ALERGOLOGII

Imię	
Nazwisko	
Data urodzenia	
PESEL	
Wzrost	[cm]
Ciężar	[kg]



()

Anterior	sr.	SD	Akt.
RNR5SEX [kPa/1/s]	0.28	0.057	0.32
RNR5SEXIN [kPa/1/s]	0.20	0.014	0.22
RNR5SEX [kPa/1/s]	0.10	0.062	0.26
RNR5SEXIN [kPa/1/s]	0.02	0.017	0.03
RNL5SEX [kPa/1/s]	0.21	0.113	0.23
RNL5SEXIN [kPa/1/s]	0.15	0.032	0.18
RNL5SEX [kPa/1/s]	0.07	0.049	0.10
RNL5SEXIN [kPa/1/s]	0.01	0.010	0.03
RNL5SEX [kPa/1/s]			0.27
RNL5SEXIN [kPa/1/s]			0.21
RNR5SEX [kPa/1/s]			0.12
RNR5SEXIN [kPa/1/s]			0.05
Strefa standardu:	100 [Pa]		

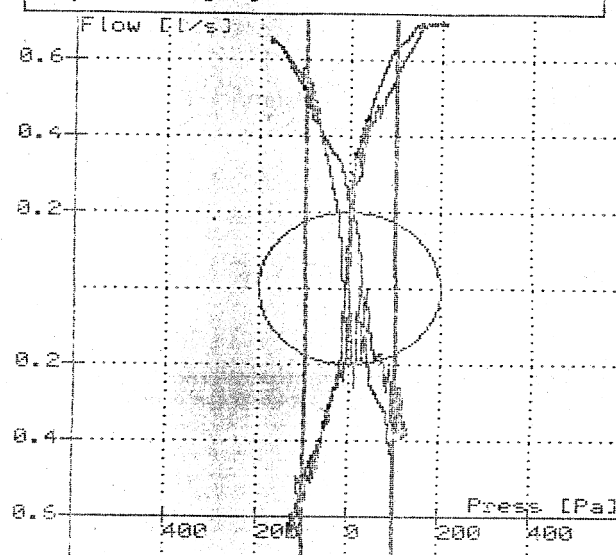
Ocena badania:

Ryc. 18: Wczesne badanie kontrolne (pacjent nr 17)

RT500 MES s.c. ul. B. Zapolskiej 38
30-126 Kraków (12) 37-56-75

KLINIKA LARYNGOLOGII CM UJ
GABINET ALERGOLOGII

Imię :
Nazwisko :
Data urodzenia :
PESEL :
Wzrost [cm] :
Ciężar [kg] :



()

Anterior		Śr.	SD	Akt.
RNRSEX	[kPa/l/s]	0.110		0.19
RNRGIN	[kPa/l/s]	0.115		0.15
RNRSEX	[kPa/l/s]	0.065	0.037	0.04
RNRGIN	[kPa/l/s]	0.011	0.020	0.01
RNLSEX	[kPa/l/s]	0.024	0.047	0.23
RNLGIN	[kPa/l/s]	0.110	0.017	0.15
RNLSEX	[kPa/l/s]	0.110	0.105	0.02
RNLGIN	[kPa/l/s]	0.01	0.020	0.01
RNLSEX	[kPa/l/s]			0.17
RNLGIN	[kPa/l/s]			0.20
RNLSEX	[kPa/l/s]			0.09
RNLGIN	[kPa/l/s]			0.01
Strefa standardu:		100 [Pa]		

Ocena badania:

Ryc. 19: Późne badanie kontrolne (pacjent nr 17)

5.0 OMÓWIENIE WYNIKÓW

Rezonans nosowy związany z procesem artykulacji jest zjawiskiem naturalnym i zależy w największym stopniu od ilości głosek nosowych w mowie. Jego wartość, w związku z tym jest różna w zależności od języka, przy czym niektóre języki są nosowane podświadomie (1, 14, 76). Udział rezonansu nosowego stanowi więc wielkość charakterystyczną dla danego języka i w mowie polskiej wynosi przeciętnie ok. 15 %. (36, 80, 82, 113, 120, 125, 126). Hutchinson zauważył występowanie fizjologicznego, nadmiernego rezonansu nosowego głosek ustnych u osób w wieku podeszłym, z większym nasileniem w populacji żeńskiej, natomiast Watterson stwierdził występowanie podobnego zjawiska u dzieci. Obaj przyjęli za prawdopodobne wytłumaczenie gorszą koordynację mięśni gardła i podniebienia, odpowiedzialnych za artykulację (55, 116).

Nosowanie może mieć charakter jatrogennego powikłania po operacjach gardła i podniebienia, przy czym stopień nosowania zależy od warunków anatomicznych wytworzonych po operacji (42, 122). Zabiegami takimi są na przykład adenotomia lub tonsillektomia, a także zabiegi onkologiczne omawianych okolic, w trakcie których, może dochodzić do uszkodzenia nerwów: językowo-gardłowego, błędnego i podjęzykowego, przy czym wówczas zaburzenie to przyjmuje charakter otwarty. Znane są również doniesienia o pooperacyjnym nosowaniu zamkniętym po tonsillektomii (9). Po operacjach nosa, a zwłaszcza po operacjach plastycznych w przypadku, gdy operator nie przywiązuje należytej uwagi do efektu funkcjonalnego, nosowanie zamknięte jest często występującym powikłaniem (2, 46). Z drugiej zaś strony operacje plastyczne wykonywane w przypadku rozszczepów podniebienia stanowią grupę zabiegów najbardziej spektakularnie wpływających na poprawę rezonansu nosowego (13, 26, 45, 53, 71, 91).

Ocenę nosowania oraz badanie wielkości rezonansu nosowego próbuje się zastosować w rozmaitych sytuacjach klinicznych. Pod koniec lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia Parker próbował wykorzystać pomiar wartości rezonansu nosowego głosek „m”, „n” oraz „ng” w kwalifikacji do adenotomii, lecz takie postępowanie nie znalazło powszechnego zastosowania z powodu dostępności bardziej przejrzystych

kryteriów (89). Inne podejście do problemów akustycznych i rynologicznych wykazali niektórzy badacze wykorzystując pomiary przepływu nosowego w kwalifikacji do operacji plastycznych podniebienia, a następnie w nadzorze pooperacyjnym po tych zabiegach, stwierdzając poprawę rehabilitacji pacjentów, u których takie badania były wykonywane (6, 105, 129). Stwierdzono, że wadliwy rezonans nosowy może pojawić się również u chorych po wszczepieniu implantu ślimakowego oraz u pacjentów z zaprotezowanym słuchem (31, 68, 69). Colyar badając mechanizmy wydolności podniebiennie-gardłowej zauważył, że po całkowitym usunięciu krtani, pomimo zachowanego prawidłowego zwarcia podniebiennie-gardłowego rezonans nosowy, w tym również głosek nosowych jest znikomy, z powodu wyeliminowania nosowego toru wentylacyjnego (17).

Pomimo swojej powszechności, zaburzenia w akustyce głosu, skojarzone ze schorzeniami jamy nosowej, w których wiodącym objawem jest upośledzenie jej drożności nie należą do zjawisk dobrze poznanych (5). Kliniczne obserwacje rodzą przypuszczenie, iż „zmiany głosu” w przebiegu schorzeń nosa mogą mieć związek ze zmianami drożności tego narządu, a także ze zmianą objętości jego wnętrza. Powyższa hipoteza znajduje odzwierciedlenie w kolejnej obserwacji klinicznej, związanej z leczeniem chirurgicznym, podejmowanym w celu przywrócenia lub poprawy drożności nosa. Zabiegi takie, jak polipektomia i septoplastyka są procedurami ukierunkowanymi przede wszystkim na poprawę wentylacji nosowej, jednak implikują również zmianę „jakości głosu” operowanych chorych (18).

Biorąc pod uwagę analizowaną patologię głosu, czyli nosowanie zamknięte, problem zaburzenia drożności jamy nosa stanowi tu rodzaj „węzła” łączącego różne schorzenia w jedną grupę, jednolitą pod względem cech aerodynamicznych i akustycznych.

Badania nad patologią ludzkiego głosu podjęte dotychczas, w przeważającej większości kładły główny nacisk na dysfunkcję generatora drgań, czyli krtani, w tym przede wszystkim głośni. W obecnej dobie na pierwszy plan wysuwają się metody analizy akustycznej wykorzystujące dynamiczny rozwój technik informatycznych. Z drugiej zaś strony istnieje rozbudowana literatura dotycząca zastosowania metod akustycznych w badaniach nad objawem nosowania, jednakże prace te dotyczą

nosowania o typie otwartym, występującego głównie w przebiegu niewydolności podniebienne-gardłowej.

W obecnej dobie analiza akustyczna sprawdza się w ocenie różnych schorzeń przebiegających z zaburzeniami głosu i mowy (4, 7, 23, 50, 52, 77, 109). Często znajduje ona zastosowanie w diagnostyce i wspomaganiu rehabilitacji po leczeniu chirurgicznym schorzeń krtani (78, 94, 107). Opisywano także zastosowania w badaniach nad alkoholizmem, depresją oraz niedosłuchem (84, 88, 93, 95). Ta powszechność zastosowania pozwala na tworzenie dedykowanych baz danych służących potem do dalszych analiz (28).

Zastosowanie metod obiektywizujących objawy zaburzeń głosowych (analiza akustyczna), zaburzeń drożności (rynomanometria aktywna przednia) oraz testów oceny subiektywnej objawów przez pacjenta pozwala nadać osiągniętych rezultatom praktyczny wymiar. Jest to także zbieżne z przekonaniem wielu autorów, zgodnie wskazujących na konieczność obiektywizacji zaburzeń o typie nosowania, między innymi z powodu dużej rozbieżności pomiędzy subiektywnymi ocenami słuchaczy (21). Jednakże, w odniesieniu do poruszanego problemu istnieje ograniczona możliwość porównania do wcześniejszych badań oraz zestawienia z wynikami uzyskanymi przez innych badaczy, co nakłada konieczność dokonywania pionierskich decyzji dotyczących zarówno procedur badawczych, jak i interpretacji otrzymanych rezultatów.

Na wstępie badania przyjęto potwierdzone empirycznie założenie, że głos przed zabiegiem jest zniekształcony i zmienia się w efekcie leczenia operacyjnego, po poprawie warunków przepływu. Wyniki pomiarów odległości sygnału próbki mowy głoski nosowej „n” od sygnału wzorca uzyskane w analizie akustycznej wskazują jednoznacznie na poprawę warunków ostatecznego formowania tej głoski na terenie jamy nosowej.

W otrzymanych wynikach pomiaru odległości sygnału mowy głosek nosowych od sygnału wzorca uzyskano zmniejszenie odległości we wszystkich 8 pomiarach (100 % badanej populacji) w kontroli wczesnej oraz dalsze zmniejszenie odległości sygnału mowy głoski „n” w kontroli późnej, w kolejnych pięciu na osiem pomiarów (62,5 %). Rezultaty te wskazują jednoznacznie na poprawę akustyki głosu i mowy podczas

artykulacji tych głosek u pacjentów poddanych rozważanemu leczeniu chirurgicznemu. W obrazie spektrograficznym głoski „n” poprawa ta objawiała się głównie zdecydowanie lepszym wyselekcjonowaniem częstotliwości formantowych, przede wszystkim dla pierwszego i drugiego formantu oraz wzrostem amplitudy fali dźwiękowej. Zjawisko to może być wytłumaczone lepszą dostępnością przestrzeni rezonacyjnych jamy nosowej w wyniku poprawy przepływu, a poprawa charakterystyki sygnału mowy, zaobserwowana w kontroli późnej, postępowaniem procesu gojenia. Wyłączną ingerencją, która mogłaby mieć wpływ na zaistniałą sytuację jest zabieg operacyjny. Interwencja chirurgiczna jest zatem jedynym uzasadnieniem wykazanych zmian akustycznych.

Zmniejszenie stopnia deformacji głosu po zabiegu współistnieje z polepszeniem warunków wentylacji nosowej, a zatem poprawa przepływu nosowego wpływa na zmianę warunków rezonansu nosowego oraz zmniejszenie stopnia deformacji głosu. Poprawa warunków artykulacji głosek nosowych była na tyle ważna dla chorych, że odczuwali ją jak wzrost jakości tworzenia wszystkich głosek.

Kytta w badaniach nad językiem prowadzonych pod koniec lat sześćdziesiątych XX wieku na losowo dobranej fińskiej populacji, stwierdził, że warunki drożności nosa mają wpływ na artykulację głosek nosowych „m, n, ng” (67). Wykorzystywano dostępną wówczas technologię akustyczną oraz ocenę subiektywną słuchacza. Pomimo niedoskonałości technologicznej tych badań zostały dokonane pewne obserwacje, jak na przykład: występowanie zjawiska antyrezonansu jamy ustnej, towarzyszącemu blokadzie nosa, osłabienie drugiego formantu lub nawet jego nieobecność oraz spadek energii fali akustycznej w zakresie wysokich częstotliwości. Kytta zauważył również spadek amplitudy w zakresie 1000 – 2500 Hz w przebiegu niedrożności jednostronnej i częściowej niedrożności obustronnej. W niniejszej pracy, przy wykorzystaniu dostępnej współcześnie aparatury stwierdzono zdecydowanie gorszą dyskryminację częstotliwości poszczególnych formantów. Dla odmiany, w przypadku mowy nosowej w nosowaniu otwartym opisywano spadek amplitudy fali akustycznej w zakresie częstotliwości 500 – 1000 Hz (128). Dodatkowym zjawiskiem, nasilającym się przy obstrukcji jamy nosa są słyszalne turbulencje, których obecność można zauważyć również w analizie spektrograficznej (41).

Podobne rezultaty uzyskał w swoich pracach Hosemann u pacjentów poddanych endoskopowej chirurgii zatok przynosowych (54). Stwierdził wówczas w spektrograficznym obrazie głosek zmiany pooperacyjne, polegające na wyraźniejszym wydzieleniu częstotliwości poszczególnych formantów względem badań przedoperacyjnych. Obserwacje po zabiegu połączone były z poprawą odczuć subiektywnych u 80 % chorych,. Badanie to nie poruszało jednakże problemu niedrożności i dostępności jam nosa. Analogiczne zjawisko ustępowania nosowania zamkniętego po endoskopowej chirurgii zatok przynosowych oraz po konchotomiach zaobserwował Chen (14). W analizie akustycznej wykazano przede wszystkim, wzrost amplitudy pierwszego formantu dla głosek nosowych „m” i „n”, co jest zbieżne z uzyskanymi w tej pracy rezultatami. Wadą powyższego programu była mała liczebność badanej populacji oraz krótki okres obserwacji pozabiegowej. Akustyczną poprawę głosu uzyskała również Haapanen po równoczesnych po operacjach zatok i podniebienia (47).

Zaburzenia akustyczne w postaci wadliwego rezonansu nosowego stwierdzono także u 15 % populacji z alergicznym zapaleniem błony śluzowej nosa (83). Zmiany rezonansu skutkowały zmianą barwy głosu i zaburzeniami artykulacji. Głos tych pacjentów wykazywał w analizie akustycznej przekształcenia w budowie formantowej, w której dominowały liczne braki wyższych składowych harmoniczných oraz znaczna komponenta szumowa (61).

Pomimo niedoskonałości opisywanych powyżej badań, związanych z liczebnością grup oraz kontrolą przebiegu pooperacyjnego, stanowią one ważny i jedyny przyczynek wzbogacający wiedzę o procesach akustycznych zachodzących na terenie jamy nosowej. Niestety prace te pomijają zasadniczy problem braku lub ograniczonej dostępności jam nosowych.

W przeprowadzonych badaniach nie odnotowano statystycznie znamiennej różnicy w odległości sygnału mowy głoski ustnej „a” od sygnału wzorca, ani w kontroli wczesnej, ani późnej. Zarówno septoplastyka, jak i polipektomia z założenia nie powinny ingerować w warunki anatomiczne jamy ustnej, a zatem przy artykulacji głosek ustnych rezonator nosowy wyłączony jest przez mechanizm zwarcia

podniebiennie-gardłowego. Można więc przyjąć, że oba zabiegi nie wpływają w mierzalny sposób na ostateczne formowanie głosek ustnych.

Otrzymanym wynikiem analizy akustycznej głosek ustnych należy przeciwstawić rezultaty uzyskane w badaniach dotyczących interwencji w zakresie jamy ustnej, jak chociażby w relatywnie prostej sytuacji, jakim jest zastosowanie protez zębowych (65, 98). Zarejestrowano wówczas wyraźne zmniejszenie odległości pomiędzy sygnałem wzorcowym mowy a sygnałem próbki mowy pacjenta u zaprotezowanych osób. Stwierdzono, że czas trwania dźwięków, dolna i górna granica pasma oraz zakres dynamiki głoski „a” uległy zdecydowanej poprawie.

Analizując otrzymane rezultaty oceny subiektywnej należy stwierdzić zdecydowane zmniejszenie nasilenia objawów dotyczących zaburzeń głosu i wentylacji nosowej podawanych przez pacjentów. Po uzyskaniu pierwszych ocen według kryteriów zawartych w kwestionariuszu, wyjściowa, średnia wartość nasilenia dolegliwości w badaniu przedoperacyjnym została ustalona na poziomie 4,42 punktu. We wczesnym badaniu kontrolnym średnia wartość wynosiła 2,60 punktu, aby osiągnąć następnie 1,72 punktu w późnym badaniu kontrolnym. Powyższe rezultaty znajdują potwierdzenie zarówno w wynikach analizy akustycznej i pomiaru odległości sygnału mowy pacjentów od sygnału wzorca, jak i w wynikach rynomanometrii przedniej aktywnej.

Próby oceny własnych dolegliwości przez chorych są bardzo istotne przy współpracy terapeutycznej z pacjentem (15, 97). W 1993 roku Bachman podjął próbę połączenia pomiarów przepływu nosowego z subiektywną oceną pacjenta w celu znalezienia korelacji, pomagającej w postawieniu wskazań do terapii zabiegowej (3). Sarzyńska w badaniach z 1997 roku potwierdziła istnienie zależności pomiędzy samooceną subiektywną nasilenia objawów wentylacyjnych pacjenta mierzonych w skali 0 – 10, a poprawą przepływu nosowego (97). Metody subiektywne oceny drożności nosa znajdują zastosowanie także, jako działanie wspomagające współpracę lekarz – pacjent podczas leczenia alergicznych zapaleń błony śluzowej nosa (11).

Część badaczy w podejmowanych próbach połączenia oceny subiektywnej nosowania, pomiaru rezonansu nosowego oraz nosowości związanych z pomiarami przepływu nosowego uzyskała zbieżne z powyższymi rezultaty szacujące ustępowanie

dolegliwości subiektywnych, wykazując zmiany subiektywnej oceny nosowania wraz ze zmianą przepływu i ciśnienia w jamach nosa (22). W badaniach tych jednakże wykorzystano rynomanometrię tylną, metodę wymagającą ścisłej współpracy pacjenta i obarczoną ryzykiem dużego błędu.

Nie wszyscy autorzy prowadzący podobne badania zarejestrowali istnienie statystycznie znamiennej poprawy odczuć subiektywnych u operowanych chorych. Chen nie stwierdził różnic w ocenie subiektywnej pacjentów poddanych endoskopowej chirurgii zatok przynosowych, jednak, jak wspomniano już wcześniej badanie to przeprowadzone zostało na grupie o liczebności 5 osób, posługujących się językiem o innych atrybutach oraz bez zastosowania pomiarów zwężenia światła przewodów nosowych (14).

W świetle przytoczonych faktów nasuwa się oczywista uwaga dotycząca pomiarów oceny subiektywnej dolegliwości. Konieczna jest kontrola aparaturowa oceny subiektywnej pacjenta lub ewentualnie słuchacza w przypadku zaburzeń głosu o typie nosowania, gdyż rozbieżności pomiędzy oceną słuchającego, a wskazaniami urządzeń pomiarowych pojawiają się zbyt często, aby móc przyjąć za miarodajne wyniki te same oceny (10, 21, 70, 81). Rozbieżności te są tym większe, im większa zaszła zmiana warunków akustycznych na skutek zabiegu operacyjnego (43).

W kontekście opisywanych zaburzeń akustycznych o typie nosowania zamkniętego warto przytoczyć obserwację Liu, dotyczącą nosowania zamkniętego w przebiegu niewydolności podniebiennie-gardłowej (72). Zauważył on mianowicie, że zamknięcie jednego nozdrza powoduje powstanie zaburzeń głosu o typie nosowania zamkniętego, jednak nie stwierdził wystąpienia poprawy artykulacyjnej w analogicznej sytuacji w przypadku niewydolności podniebiennie-gardłowej. Zjawisko to zostało wytłumaczone następstwami anatomicznymi powstałymi w wyniku zabiegu oraz drugostronną kompensacją w trakcie artykulacji.

W pomiarach rynomanometrycznych uzyskano spadek wartości oporów nosowych mierzonych czterotorowo oraz związaną z tym radykalną poprawę wartości przepływów nosowych. Zjawisko to zaobserwowano u wszystkich operowanych pacjentów. Ten wynik jest potwierdzany także przez innych badaczy. W 1990 Nofal wykazał, że po 3 i 8 tygodniach po septoplastyce następuje poprawa przepływu

nosowego na skutek redukcji wartości oporów nosowych (85). Kozłowski zaś, stwierdził poprawę w ocenie subiektywnej, laryngologicznej i rynomanometrycznej u 86 % chorych, u których wykonano kriomukotomię (62). Powyższe rezultaty świadczą o prawidłowej kwalifikacji pacjentów do zabiegu oraz właściwym postępowaniu terapeutycznym, ułatwiając jednocześnie interpretację zjawisk akustycznych w kontekście zaburzeń drożności nosa.

Rynomanometria przednia aktywna stanowi obiektywizację dolegliwości pacjenta (27). Metoda ta jest w Klinice Otolaryngologii CMUJ, jednym z podstawowych testów diagnostycznych w schorzeniach nosa. Wszyscy autorzy zgodnie podkreślają konieczność wykonywania badania rynomanometrycznego, jako obiektywizującego dolegliwości wentylacyjne pacjentów przed zabiegami chirurgicznymi nosa, niezależnie od postawionego klinicznie rozpoznania (25, 39, 56, 60, 64). Jako standard postępowania, zalecany przez powołany w 1992 roku Komitet Standaryzacji Obiektywnych Metod Oceny Przepływów Nosowych, przyjmuje się obecnie metodę rynomanometrii aktywnej przedniej, jako metody najbardziej fizjologicznej (8, 12, 64). Badanie to jest tym bardziej istotne, że z jednej strony część pacjentów nie zawsze zauważa zmiany w przepływie, z drugiej zaś wymaga weryfikacji pewna grupa osób, która skłonna jest do wykazywania, jako objawu niedrożności nosa, fizjologicznego zjawiska cyklu nosowego (56, 60). Wykazano też, że zmniejszony przepływ nosowy ma wpływ nie tylko na trudności wentylacyjne oraz zaburzenia akustyczne głosu i mowy, ale również na pogorszenie węchu (24). Trudności diagnostyczne mogą się także pojawić, pomimo prostoty samego badania, w przypadku niedostatecznej współpracy pacjenta oraz przy istnieniu przeszkód ograniczonych do przedniego odcinka jamy nosowej (40).

Zmniejszenie odległości sygnału mowy pacjentów dla głoski nosowej „n” od sygnału wzorca w badaniach kontrolnych, w odniesieniu do badania przedoperacyjnego jest wyrazem poprawy akustyki głosu i mowy operowanych chorych. Obserwacja ta jest ściśle związana z pooperacyjnym spadkiem oporu nosowego będącego miarą poprawy przepływu nosowego wykazanym w rynomanometrii przedniej aktywnej. Oba te zjawiska znalazły odzwierciedlenie w ocenie subiektywnej pacjentów. Nie stwierdzono natomiast zmian w odległości

sygnału mowy pacjentów od sygnału wzorca dla głoski ustnej „a”. Zmniejszenie stopnia deformacji głosu po zabiegu współistnieje z poprawą warunków wentylacji nosowej, a zatem operacyjna poprawa przepływu nosowego wpływa na taką zmianę warunków rezonansu nosowego, która zmniejsza stopień deformacji głosu. Operacje poprawiające drożność nosa nie wpływają na charakterystykę sygnału mowy głoski ustnej „a” i warunki jej artykulacji.

Wiedza o nosowaniu pomaga w wykrywaniu i eliminacji tego objawu u pacjentów cierpiących na skrzywienie przegrody nosa i polipy nosa, a bardziej powszechne wykorzystanie analizy spektrograficznej próbki mowy w przypadkach tego wymagających, pozwala na lepsze nadzorowanie leczenia (106, 128). Wyniki uzyskane w trakcie podjętych badań przyczynią się z pewnością do lepszego zrozumienia i wyjaśnienia zjawisk zachodzących w przestrzeni jam nosa mających wpływ na ostateczny kształt głosu operowanych osób. Na obecnym etapie prac badawczych wydaje się, iż analiza sygnału mowy, w której stwierdza się zmiany współistniejące z zaburzeniami wentylacji nosowej, mogłaby być wykorzystana, jako badanie dodatkowe przydatne w uściśleniu wskazań operacyjnych w sytuacjach terapeutycznie wątpliwych, gdyż wykazane zaburzenia akustyczne przemawiałyby jednak, za istnieniem niepełnej drożności lub niedrożności jam nosowych. Zgromadzone doświadczenia przekładają się zatem w praktyce na lepsze zrozumienie patologii schorzeń powodujących zaburzenia drożności nosa, przebiegu leczenia i przewidywanych jego następstw.

6.0 WNIOSKI

1. Po zabiegach poprawiających drożność nosa następuje poprawa „jakości głosu”, wyrażona jako, zmniejszenie stopnia nasilenia zaburzeń akustycznych w ocenie subiektywnej pacjentów.
2. Po zabiegach poprawiających drożność nosa następuje zmniejszenie odległości sygnału mowy głoski nosowej „n” od sygnału wzorca w badaniach kontrolnych.
3. Zmniejszenie zniekształceń akustycznych po zabiegu współistnieje z poprawą warunków wentylacji nosowej. Zatem poprawa przepływu nosowego wpływa na poprawę warunków rezonansu nosowego wyrażonego, jako zmniejszenie stopnia deformacji głosu dla głosek nosowych.
4. Zmniejszenie zaburzeń artykulacji głosek nosowych jest oceniane przez pacjentów w życiu codziennym, jako poprawa głosu.
5. Operacje poprawiające drożność nosa nie wpływają na charakterystykę sygnału mowy głoski ustnej „a”.
6. Subiektywna ocena poprawy jakości głosu po zabiegu znajduje potwierdzenie w zmniejszeniu stopnia zniekształcenia sygnału mowy.

7.0 STRESZCZENIE

Upośledzenie drożności nosa należy do najczęstszych objawów towarzyszących chorobom nosa. Równie często w przebiegu tych schorzeń występują objawy „akustyczne” w postaci zmiany barwy głosu. Zaburzenia głosu i artykulacji objawiają się najczęściej, jako nosowanie zamknięte, a zjawisko to jest obserwowane zarówno przez samych chorych, jak i przez otoczenie.

Powszechną przyczyną zaburzeń drożności nosa są między innymi polipy nosa i skrzywienie przegrody nosa, a jednym z założeń leczenia chirurgicznego podejmowanego w powyższych sytuacjach jest dążenie do poprawy drożności jam nosowych. Określenie wpływu takiego leczenia na nasilenie objawów akustycznych polega na weryfikacji parametrów sygnału ludzkiej mowy. Zastosowanie metod obiektywizujących pozwoliło połączyć subiektywne odczucia pacjentów, związane z własnym głosem i mową, z rynomanometryczną oceną drożności nosa oraz wynikami analizy akustycznej.

Za główny cel pracy przyjęto określenie wpływu leczenia operacyjnego schorzeń nosa poprawiającego drożność jam nosowych, na stopień zniekształcenia głosu operowanych chorych.

Badaną populację stanowiło 40 chorych. Wśród nich było 28 mężczyzn i 12 kobiet. Średnia wieku pacjentów zakwalifikowanych do udziału w programie badawczym wynosiła 33,5 roku, a przedział wiekowy mieścił się pomiędzy 18, a 59 rokiem życia. Wszyscy włączeni pacjenci podawali w badaniu podmiotowym objaw zaburzenia głosu oraz trudności wentylacji przez nos. U chorych biorących udział w badaniu rozpoznano skrzywienie przegrody nosa lub polipy nosa. Grupa objęta badaniem pod względem rozważanych wskazań stanowiła jednolity zbiór, gdyż biorąc pod uwagę aspekt fizyczny i akustyczny, o istocie badania nie stanowi przyczyna zwężenia drogi przepływu nosowego, ale stopień nasilenia zmian w głosie przed zabiegiem i po zabiegu, oraz współistnienie poprawy drożności jam nosa w wyniku leczenia operacyjnego poszerzającego drogi przepływu.

U wszystkich chorych wykonano następujące procedury badawcze: ocena kliniczna, subiektywna ocena jakości głosu pod kątem nosowania, pomiar wartości

przepływów i ciśnień w jamie nosowej metodą rynomanometrii przedniej aktywnej oraz cyfrowe nagranie próbki mowy. Pomiarów dokonano przed leczeniem operacyjnym oraz dwukrotnie po korekcji warunków przepływu nosowego.

W zależności od diagnozy zastosowano następujące leczenie: plastykę przegrody nosa (septoplastykę) w przypadku skrzywienia przegrody nosa oraz usunięcie polipów nosa (polipektomię) w przypadku polipów nosa.

W dalszej kolejności wykonano analizę akustyczną rejestrowanego sygnału mowy głoski nosowej „n” izolowanej z wyrazów „konie” i „siano” oraz głoski ustnej „a” izolowanej z wyrazu „trawa”. W opracowaniach statystycznych wykorzystano pakiet Statistica pracujący w środowisku Windows wykorzystując analizę wariancji ANOVA oraz testy weryfikujące: Duncana oraz najmniejszych istotnych różnic (NIR).

W otrzymanych wynikach pomiaru odległości sygnału mowy głosek nosowych od sygnału wzorca uzyskano zmniejszenie odległości we wszystkich 8 pomiarach (100% badanej populacji) w kontroli wczesnej oraz dalsze zmniejszenie w kontroli późnej, w kolejnych pięciu na osiem pomiarów (62,5%). Rezultaty te wskazują jednoznacznie na poprawę akustyki głosu i mowy pacjentów poddanych rozważanemu leczeniu chirurgicznemu. Zjawisku temu towarzyszy również zmniejszenie stopnia nasilenia zaburzeń akustycznych w ocenie subiektywnej pacjentów. W przeprowadzonych badaniach nie odnotowano statystycznie znamiennej różnicy w odległości sygnału mowy głoski ustnej „a” od sygnału wzorca, ani w kontroli wczesnej, ani późnej.

Analiza sygnału mowy, w której stwierdza się zmiany współistniejące z zaburzeniami wentylacji nosowej, mogłaby być wykorzystana, jako badanie dodatkowe przydatne w uściśleniu wskazań operacyjnych, np.: w sytuacjach terapeutycznie wątpliwych oraz roszczeniowych, gdyż wykazane zaburzenia akustyczne przemawiałyby jednak, za istnieniem niepełnej drożności lub też niedrożności jam nosowych.

8.0 ABSTRACT

Nasal blockage belongs to the most common symptoms of nasal diseases. At the same frequency appear acoustic symptoms, existing as the change of human voice colour. Vocal and articulation disorders of the are usually observed in the form of closed rhinolalia and this observation can be performed both by patients and other listeners as well. Nasal polyps and nasal septum deviation are frequent reason of nasal blockage connected in consequence with decreased nasal ventilation. One of the main principles of the surgical treatment performed in mentioned situations is the restoration of nasal patency.

The evaluation of the influence of nasal surgery on intensification of acoustic symptoms depends on verification of parameters of the human speech signal, so there was necessary to apply objective methods. That allowed to combine results of acoustic analysis with patient's subjective feeling and rinomanometric evaluation of nasal patency.

The main purpose of this reserch was to evaluate the influence of surgical treatment improving nasal patency on deformation of the voice of operated patiens. The analysed population was composed of 40 patients, including 28 males and 12 females with diagnosis of nasal polyps or nasal septum deviation. The average age was 33,5 year in the interval 18 – 59 years. There were symptoms of vocal disorders and deceased nasal ventilation existed in medical history of all included patients.

According to analysed indications, the examined population is the uniform group, because from considerd physical and acoustic aspect the reason of the constriction of the nasal flow way is not important. The essence of the examination determines the grade of intesification of pre- and postoperative vocal disorders and coexistence of nasal ventilation improvement as the clincal outcome of surgical treatment.

All included patients signed informed consent form and underwent the same examination procedure included: clinical evaluation, subjective assessment of quality of voice connected with rhinolalia, anterior active rinomanomerty and digital recording of the speech specimen. All measuremnts were performed preoperatively and

twice after surgical treatment. Early control took place postoperatively in a period of 28 – 32 days after surgery. Late control was done after 90 days. As the surgical treatment, there was septoplasty in the case of nasal septum deviation or polypectomy in the case of nasal polyps performed.

After the collection of the vocal material acoustic analysis of recorded speech signal was made. There were following vowels analysed: „n” isolated from Polish words „konie” and „siano” and oral vowel „a” isolated from Polish word „trawa”. For statistic analysis, computed ANOVA and verifying tests (SED test, Duncan’s test) in Statistica programme were used.

The distance of speech signal of nasal vowels from pattern signal was decreased in all 8/8 measurments (100% population) in early control and further decrease for 5/8 consecutive measurments in late control was confirmed. There was no statistic differences according to the distance of signal for vowel „a” from pattern signal, neither in early nor in the late control examination. Theese results strongly indicate on improvement of the voice and speech acoustics, especially for nasal vowels in patients, who underwent analysed surgical treatment.

Nowadays, on the present reserch state, it is possible to confirm co-existence of vocal and ventilation disorders. According to surgical indications, the acoustic analysis could be useful as an additional test in cases with therapeutic difficoultness, because the existance of acoustic symptoms points at the partial or total nasal blockage.

9.0 PIŚMIENNICTWO

1. Anderson R.: Nasometric values for normal Spanish-speaking females: a preliminary report; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1996, 33, 333-336.
2. Andreassen M., Leeper H., MacRae D., Nicholson I.: Aerodynamic, acoustic, and perceptual changes following adenoidectomy; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1994, 31, 263-270.
3. Bachmann W.: Eine neue Methode zur diagnostisch-therapeutischen Bewertung rhinomanometrischer Ergebnisse; *Hals-Nasen Ohrenheilkd.*, 1993, 41, 19-23.
4. Basztura C., Jurkiewicz J., Tyburg E.: Zastosowanie fonetycznej funkcji mowy do segmentacji ciągłego sygnału mowy; *Arch. Akust.*, 1979, 14, 121-127.
5. Bauer H.: Speech and voice disorders seen in the ORL clinic; *Hals-Nasen Ohrenheilkd.*, 1980, 28, 171-174.
6. Betlejewski S., Piziewicz A.: Rynospirografia jako metoda oceny nosowania w leczeniu rozszczepów warg i podniebienia; *Mat. Nauk. VIII Dni Otolaryngologii Dziecięcej*, Poznań 5-7 VI 1987, Poznań 1988, 289-292.
7. Betlejewski S., Sinkiewicz A.: Ocena czynnościowa głosu po chordektomii laserowej; *Otolaryngol. Pol.*, 1994, 48, Suppl. 17, 107-109.
8. Bohlin L., Dehlqvist A.: Nasal airway resistance and complications following functional septoplasty: a ten year follow-up study; *Rhinology*, 1994, 32, 195-197.
9. Braverman I., Rosenmann E., Elidan J.: Closed rhinolalia as a symptom of pneumomediastinum after tonsillectomy: a case report and literature review; *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1997, 116, 551-553.
10. Bressmann T., Sader R., Whitehill T., Awan S., Zeilhofer H., Horch H.: Nasalance distance and ratio: two new measures; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 2000, 37, 248-256.
11. Brewczynski P., Spiewak R., Galuszka-Ignasiak B., Dudek B., Bozek A., Maslowski T., Klin M.: Związek między samopoczuciem a wynikami rynomanometrycznych pomiarów drożności nosa u chorych na sezonowy nieżyt nosa; *Pneumonol. Alergol. Pol.*, 1994, 62, 578-582.

- 12.** Bridger G., Proctor D.: Maximum nasal inspiratory flow and nasal resistance; *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 1970, 79, 481-488.
- 13.** Bureau S., Penko M., McFadden L.: Speech outcome after closure of oronasal fistulas with bone grafts; *J.Oral Maxillofac. Surg.*, 2001, 59, 1408-1414.
- 14.** Chen M., Metson R.: Effects of sinus surgery on speech; *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1997, 123, 845-852.
- 15.** Childers D., Lee C.: Vocal quality factors: analysis, synthesis, and perception; *J. Acoustic. Soc. Am.*, 1991, 90, 2394-2410.
- 16.** Choi H., Park Y., Kim K.: Devising an objective nasal vibration test for nasal resonatory disorders; *J. Voice*, 2002, 2, 220-227.
- 17.** Colyar T., Christensen J.: Nasalance patterns in esophageal speech; *J. Commun. Disord.*, 1980, 13, 43-48.
- 18.** Constantian M., Clardy R.: The relative importance of septal and nasal valvular surgery in correcting airway obstruction in primary and secondary rhinoplasty; *Plast. Reconstr. Surg.*, 1996, 98, 38-58.
- 19.** Cottle M.: Concepts of nasal physiology as related to corrective nasal surgery; *Arch. Otolaryngol.*, 1960, 72, 11-20.
- 20.** Cottle M.: The structure and the function of the nasal vestibule; *Arch. Otolaryngol.*, 1955, 62, 173-181.
- 21.** Dalston R., Neiman G., Gonzalez-Landa G.: Nasometric sensitivity and specificity: a cross-dialect and cross-culture study; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1993, 30, 285-291.
- 22.** Dalston R., Warren D.: Comparison of Tonar II, pressure-flow, and listener judgments of hypernasality in the assessment of velopharyngeal function; *Cleft Palate J.*, 1986, 23, 108-115.
- 23.** Dalston R., Warren D., Dalston E.: Use of nasometry as a diagnostic tool for identifying patients with velopharyngeal impairment; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1991, 28, 184-189.
- 24.** Damm M., Eckel H., Streppel M., Jungehulsing M., Stennert E.: Relationship of nasal airflow and olfaction in patients with chronic rhinosinusitis; *Hals-Nasen Ohrenheilkd.*, 2000, 48, 436-443.

25. Damm M., Jungehulsing M., Schneider D., Eckel H.: Rhinomanometric analysis of vestibular stenoses of the nose; *Laryngo-Rhin. Otol.*, 1995, 74, 615-621.
26. Dejonckere P., Van Wijngaarden H.: Retropharyngeal autologous fat transplantation for congenital short palate: a nasometric assessment of functional results; *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 2001, 110, 168-172.
27. Enzmann H.: Comparison of rhinomanometric methods; *Hals-Nasen Ohrenheilkd.*, 1983, 31, 327-331.
28. Eskenazi L., Childers D., Hicks D.: Acoustic correlates of vocal quality; *J. Speech Hear. Res.*; 1990, 33, 298-306.
29. Fisher K., Swank P.: Estimating phonation threshold pressure; *J. Speech Lang. Hear. Res.*; 1997, 40, 1122-1129.
30. Fletcher S.: Contingencies for bioelectronic modification of nasality; *J. Speech Hear. Disord.*, 1972, 37, 329-346.
31. Fletcher S., Daly D.: Nasalance in utterances of hearing-impaired speakers; *J. Commun. Disord.*, 1976, 9, 63-73.
32. Fletcher S., Higgins J.: Performance of children with severe to profound auditory impairment in instrumentally guided reduction of nasal resonance; *J. Speech Hear. Disord.*, 1980, 45, 181-194.
33. Fletcher S., Sooudi I.: Joint prosthetics and speech treatment of hypernasality: report of case; *J. Am. Dent. Assoc.*, 1973, 87, 1418-1425.
34. Gąsiorek J.: Ocena nosowości i nosowania w diagnostyce i rehabilitacji różnych postaci niewydolności podniebiennie-gardłowej: rozprawa habilitacyjna, AM Poznań, 1995.
35. Gąsiorek J., Pruszevicz A., Obrębowski A.: Urządzenie do obiektywnej oceny nosowania otwartego z automatycznym zapisem; *Otolaryngol. Pol*, 1994, 48, 385-390.
36. Gąsiorek J., Pruszevicz A., Obrębowski A.: Testy słowne do badania rezonansu nosowego; *Otolaryngol. Pol*, 1996, 50, 409-416.
37. Gildersleeve-Neumann C., Dalston R.: Nasalance scores in noncleft individuals: why not zero?; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 2001, 38, 106-111.
38. Glück U: Die physiologische Bedeutung des Nasennebenhöhlen beim Menschen: Spekulationen seit 1800 Jahren; *Schweiz. Med. Wochenschr.*, 1991, 121, 925-931.

39. Gordon A., Mc Caffrey T., Kern E., Pallanch J.: Rhinomanometry for preoperative and postoperative assessment of nasal obstruction; *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1989, 101, 20-26.
40. Guillette B.J., Perry C.J.: Use of nasal valve stent with anterior rhinomanometry to quantitate nasal valve obstruction; *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 99, 1990, 175-178.
41. Haapanen M.: Cleft type and speech proficiency; *Folia Phoniatr. Logop.*, 1994, 46, 57-63.
42. Haapanen M.: Effect of method of cleft palate repair on the quality of speech at the age of 6 years; *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand Surg.*, 1995, 29, 245-250.
43. Haapanen M.: Factors affecting speech in patients with isolated cleft palate. A methodic, clinical and instrumental study; *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand Surg.*, 1992, 26, 1-61.
44. Haapanen M.: Nasalance scores in normal Finnish speech; *Folia Phoniatr.*, 1991, 43, 197-203.
45. Haapanen M.: Nasalance scores in patients with a modified Honig velopharyngeal flap before and after operation; *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand Surg.*, 1992, 26, 301-305.
46. Haapanen M., Ignatius J., Rihkanen H., Ertama L.: Velopharyngeal insufficiency following palatine tonsillectomy; *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.*, 1994, 251, 186-189.
47. Haapanen M., Kalland M., Heliovaara A., Hukki J., Ranta R.: Velopharyngeal function in cleft patients undergoing maxillary advancement; *Folia Phoniatr. Logop.* 1997, 49, 42-47.
48. Haapanen M., Laitinen S., Paaso M., Ranta R.: Quality of speech correlated to craniofacial characteristics of cleft palate patients with the Pierre Robin sequence; *Folia Phoniatr. Logop.*, 1996, 48, 215-222.
49. Haapanen M., Liu L., Hiltunen T., Leinonen L., Karhunen J.: Cul-de-sac hypernasality test with pattern recognition of LPC indices; *Folia Phoniatr. Logop.*, 1996, 48, 35-43.
50. Hammarberg B., Fritzell B., Gauffin J., Sundberg J., Wedin L.: Perceptual and acoustic correlates of abnormal voice qualities; *Acta Otolaryngol.*, 1980, 90, 441-451.

- 51.** Hardin M., Van Demark D., Morris H., Payne M.: Correspondence between nasalance scores and listener judgments of hypernasality and hyponasality; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1992, 29, 346-351.
- 52.** Hirano M.: Objective evaluation of the human voice: clinical aspects; *Folia Phoniatr.*, 1989, 41, 89-144.
- 53.** Hoolsema E.: Cautery-assisted palatal stiffening operation and nasalance of speech; *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 1999, 108, 705-707.
- 54.** Hosemann W., Gode U., Dunker J.E., Eysholdt U.: Influence of endoscopic sinus surgery on voice quality; *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.*, 1998, 255, 499-503.
- 55.** Hutchinson J., Robinson K., Nerbonne M.: Patterns of nasalance in a sample of normal gerontologic subjects; *J. Commun. Disord.*, 1978, 11, 469-481.
- 56.** Jones A.S., Willat D.J., Durham L.M.: Nasal airflow: resistance and sensation; *J. Laryngol. Otol.*, 1989, 103, 909-911.
- 57.** Kamiński J., Zaleska-Kręcicka M.: Technika badania głosu w diagnostyce nowotworów krtani; *Otolaryngol. Pol.*, 1986, 36, 164-168.
- 58.** Karnell M.: Nasometric discrimination of hypernasality and turbulent nasal airflow; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1995, 32, 145-148.
- 59.** Kern E. B.: Rhinomanometry; *Otolaryngol. Clin. North Am.*, 1973, 6, 863-874.
- 60.** Kosoy J.: Nasal surgery and airway resistance; *Laryngoscope*, 1979, 89, 1655-1680.
- 61.** Koszyła-Hojna B., Południewska B., Tupalska M., Mikiel W.: Zaburzenia głosu u chorych z alergicznym nieżytem nosa; *Otolaryngol. Pol.* 1997, 51, 191-199.
- 62.** Kozłowski Z., Sułkowska J., Jankowski A.: Selektowna kriomukotomia dolna w zaburzeniach drożności nosa; *Referaty XL Zjazdu Tow. Otolar. ChGiS, Białystok-Mikołajki*, 13-16.06.2002, 89-90.
- 63.** Krzeski A., Janczewski S.: Choroby nosa i zatok przynosowych; *Sanmedia, W-wa*, 1997.
- 64.** Krzeski A., Samoliński B.: Standaryzacja badań rynomanometrycznych – zalecenia Międzynarodowego Komitetu Standaryzacji Rynomanometrii; *Otolaryngol. Pol.*, 1994, 48, 108-111.

65. Książkiewicz-Józwiak B., Wszolek W.: Widmowa ocena stopnia deformacji sygnału mowy u pacjentów leczonych protezami całkowitymi; *Protet. Stomatol.*, 1987, 37, 73-79.
66. Kukwa W., Wysieński L., Kukwa A., Elfleleh S.: Ocena drożności nosa na podstawie pomiarów w oparciu o badanie tomografii komputerowej; *Referaty XL Zjazdu Tow. Otolar. ChGiS, Białystok-Mikołajki*, 13-16.06.2002, 107-108.
67. Kytta J.: Influence of the nose on the acoustic pattern of nasal sounds; *Acta Otolaryngol.*, 1970, 263, 95-98.
68. Langereis M., Dejonckere P., Van Olphen A., Smoorenburg G.: Effect of cochlear implantation on nasality in post-lingually deafened adults; *Folia Phoniatr. Logop.*, 1997, 49, 308-314.
69. LaPine P., Stewart M., Settle S., Brandow M.: Examining the effects of amplification on the nasalance ratios of hearing-impaired children; *Folia Phoniatr.*, 1992, 44, 185-193.
70. Leinonen L., Hiltunen T., Laakso M., Rihkanen H., Poppius H.: Categorization of voice disorders in six perceptual dimensions.; *Folia Phoniatr. Logop.*, 1997, 49, 9-20.
71. Lewis K., Watterson T., Quint T.: The effect of vowels on nasalance scores; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 2000, 37, 584-589.
72. Liu H., Warren D. W., Dalton M.: Increased nasal resistance induced by the pressure-flow technique and its effect of pressure and airflow during speech; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1991, 28, 261-266.
73. Lorino A.M., Lofaso F., Drogou I., Abi-Nader F., Dahan E., Coste A., Lorino H.: Effects of different mechanical treatments on nasal resistance assessed by rhinomanometry; *Chest*, 1998, 114, 166-170.
74. Lorino A.M., Lorino H., Dahan E., d'Ortho M., Coste A., Harf A., Lofaso F.: Effects of nasal prongs on nasal airflow resistance; *Chest*, 2000, 118, 366-371.
75. Mayo R., Floyd L., Warren D., Dalton R., Mayo C.: Nasalance and nasal area values: cross-racial study; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1996, 33, 143-149.
76. Miękisz S., Hendrich A.: Wybrane zagadnienia z biofizyki; *Volumed*, Wrocław, 1998.

77. Modrzejewski M.: Skuteczność chirurgicznego leczenia chorych na raka krtani piętra głośni; rozprawa habilitacyjna, UJ Kraków, 1996.
78. Modrzejewski M., Olszewski E., Wszolek W., Reroń E., Stręk P.: Acoustic assessment of voice signal deformation after partial surgery of the larynx; *Auris Nasus Larynx*, 1999, 26, 183-190.
79. Montserrat J.M., Farre R., Ballester E.: Evaluation of nasal prongs for estimating nasal flow; *Am. J. Resp. Crit. Care Med.*, 1997, 155, 211-215.
80. Muller R., Beleites T., Hloucal U., Kuhn M.: Objective measurement of normal nasality in the Saxony dialect; *Hals-Nasen Ohrenheilkd.*, 2000, 48, 937-942.
81. Nellis J., Neiman G., Lehman J.: Comparison of Nasometer and listener judgments of nasality in the assessment of velopharyngeal function after pharyngeal flap surgery; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1992, 29, 157-163.
82. Nichols A.: Nasalance statistics for two Mexican populations; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1999, 36, 57-63.
83. Niedzielska G.: Wpływ rezonansu nosowego na jakość głosu u dzieci; Referaty XL Zjazdu Tow. Otolar. ChGiS, Białystok-Mikołajki, 13-16.06.2002, 174-175.
84. Niedzielska G., Pruszevicz A., Świdziński P.: Acoustic evaluation of voice in individuals with alcohol addiction; *Folia Phoniatr. Logop.* 1994, 46, 115-122.
85. Nofal F., Thomas M.: Rhinomanometry evaluation of the effects of pre- and postoperative SMR on exercise; *J. Laryngol. Otol.*, 1990, 104, 126-128.
86. Ogura J.H.: Fundamental Understanding of nasal obstruction; *Laryngoscope*, 1977, 87, 1225-1232.
87. Ogura J.H., Unno T., Nelson J.R.: Nasal surgery physiological consideration of nasal obstruction; *Arch. Otolaryngol.*, 1968, 88, 228-295.
88. Okoń Z.: Próba wykorzystania analizy akustycznej głosu pacjentów dla wykrycia depresji i oszacowania jej nasilenia; praca doktorska, Bytom 1992.
89. Parker A., Maw A., Szallasi F.: An objective method of assessing nasality: a possible aid in the selection of patients for adenoidectomy; *Clin. Otolaryngol.*, 1989, 14, 161-166.

- 90.** Pawłowski Z., Żółtowski M., Kazanecka E.: Zastosowanie metody aerodynamicznej do oceny wydolności narządu głosowego, artykulacyjnego i oddechowego w czasie śpiewu oraz gry na instrumentach dętych.; *Otolaryngol. Pol.* 1999, 53, 699-707.
- 91.** Pinborough-Zimmerman J., Canady C., Yamashiro D., Morales L.: Articulation and nasality changes resulting from sustained palatal fistula obturation; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1998, 35, 81-87.
- 92.** Pruszewicz A.: Foniatria kliniczna; PZWL, Warszawa, 1992.
- 93.** Pruszewicz A., Demenko G., Wika T.: Variability analysis of Fo parameter in the voice of individuals with hearing disturbances; *Acta Otolaryngol.*, 1993, 113, 450-454.
- 94.** Pruszewicz A., Obrębowski A., Świdziński P., Demenko G., Wika T., Wojciechowska A.: Usefulness of acoustic studies on the differential diagnostics of organic and functional dysphonia; *Acta Otolaryngol.*, 1991, 111, 414-419.
- 95.** Pruszewicz A., Szyfter W., Świdziński P., Wiskirska-Woźnica B., Świdziński W., Karlik M.: Analiza akustyczna głosu u osób, u których zastosowano aparat słuchowy lub implant ślimakowy.; *Otolaryngol. Pol.*, 1998, 52, 695-700.
- 96.** Samolinski B., Krzeski A., Nyckowska J.: Zasada badania drożności jam nosowych techniką rymomanometrii aktywnej; *Otolaryngol. Pol.*, 1994, 48, Suppl. 17, 92-107.
- 97.** Sarzynska M., Dudziec K., Wieclawska M., Kukwa A.: Ocena wyników operacyjnego leczenia drożności nosa przy użyciu rymomanometrii oraz samooceny pacjenta; *Otolaryngol. Pol.*, 1997, 51, Suppl 25, 290-293,
- 98.** Scarsellone J., Rochet A., Wolfaardt J.: The influence of dentures on nasalance values in speech; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1999, 36, 51-56.
- 99.** Seidner W.: Speech disorders in ENT practice; *Laryngorhinootologie*, 1997, 76, 268-271.
- 100.** Sherman A.: A study of nasal airway function in the postoperative period of nasal surgery; *Laryngoscope*, 1977, 87, 299-303.
- 101.** Składzień J.: Polipy nosowe. Podstawowe określenia i rozwój ich patogenezy; *Otolaryng. Pol.*, 1999, 53, 441-445.

- 102.** Składzień J., Litwin J., Nowogrodzka-Zagórska M., Wierzchowski W.: Morphological and clinical characteristics of antrochoanal polyps: comparison with chronic inflammation-associated polyps of the maxillary sinus; *Auris Nasus Larynx*, 2001, 28, 137-141.
- 103.** Składzień J., Obtulowicz K., Miodoński A., Nowogrodzka-Zagórska M.: Allergic nasal polyps under scanning electron microscope; *Med. Sci. Monit.*, 2001, 7, 477-481.
- 104.** Składzień J., Stręk P.: Morfologia powierzchni błony śluzowej zatoki szczękowej człowieka; *Otolaryng. Pol.*, 1995, 49, Suppl. 19, 115-117.
- 105.** Sperling H., Lesoine W.: Function tests in rhinolalia; *Hals-Nasen Ohrenheilkd.*, 1968, 16, 317-319.
- 106.** Steinhauer K., Grayhack J.: The role of knowledge of results in performance and learning of a voice motor task; *J. Voice*, 2000, 14, 137-145.
- 107.** Stręk P.: Optymalizacja zastosowania operacji częściowego usunięcia krtani z powodu raka o pierwotnej lokalizacji w piętrze nadgłośniowym; rozpr. habilit., UJ Kraków, 1998.
- 108.** Śliwińska-Kowalska M.: Głos narzędziem pracy: poradnik dla nauczycieli; Oficyna Wydaw. IMP, Łódź, 1999.
- 109.** Śliwińska-Kowalska M., Fiszer M., Niebudek-Bogusz E., Kotyło P., Rządzińska A.: Ocena stanu narządu głosu u studentów szkoły pedagogicznej; *Med. Pr.*, 2000, 51, 573-580.
- 110.** Świdziński P.: Przydatność analizy akustycznej w diagnostyce zaburzeń głosu; rozpr. habilit., AM Poznań, 1998.
- 111.** Świdziński P.: Obiektywna metoda akustycznego różnicowania zaburzeń głosu; *Nowa Med.*, 2000, 7, 24-27.
- 112.** Świdziński P., Pruszevicz A., Obrębowski A., Wika T., Demenko G.: Akustyczne badania różnicowe w schorzeniach nowotworowych głośni; *Otolaryngol. Pol.*, 1997, 51, Suppl. 28, 137-141.
- 113.** Tachimura T., Mori C., Hirata S., Wada T.: Nasalance score variation in normal adult Japanese speakers of Mid-West Japanese dialect; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 2000, 37, 463-467.

- 114.** Tadeusiewicz R.: Sygnał mowy; Wyd. Komunikacji i Łączności, W-wa, 1983.
- 115.** Tadeusiewicz R., Flasiński M.: Rozpoznawanie obrazów; Wyd. Nauk. PWN; Warszawa, 1991
- 116.** Watterson T., Hinton J., McFarlane S.: Novel stimuli for obtaining nasalance measures from young children; Cleft Palate Craniofac. J., 1996, 33, 67-73.
- 117.** Watterson T., Lewis K., Deutsch C.: Nasalance and nasality in low pressure and high pressure speech; Cleft Palate Craniofac. J., 1998, 35, 293-298.
- 118.** Watterson T., Lewis K., Foley-Homan N.: Effect of stimulus length on nasalance scores; Cleft Palate Craniofac. J., 1999, 36, 243-247.
- 119.** Weinberg B., Noll J., Donohue M.: TONAR calibration: a brief note; Cleft Palate J., 1979, 16, 158-161.
- 120.** Whitehill T.: Nasalance measures in Cantonese-speaking women; Cleft Palate Craniofac. J., 2001, 38, 119-125.
- 121.** Williams R., Eccles R., Hutchings H.: The relationship between nasalance and nasal resistance to airflow; Acta Otolaryngol., 1990, 110, 443-449.
- 122.** Williams RG., Preece M., Rhys R., Eccles R.: The effect of adenoid and tonsil surgery on nasalance; Clin. Otolaryngol., 1992, 17, 136-410.
- 123.** Wojdas A.: Wykorzystanie badania rynomanometrycznego do oceny leczenia chirurgicznego niedrożności nosa; rozprawa doktorska, AM Warszawa, 1999.
- 124.** Vallino-Napoli L., Montgomery A.: Examination of the standard deviation of mean nasalance scores in subjects with cleft palate: implications for clinical use; Cleft Palate Craniofac. J., 1997, 34, 512-519.
- 125.** Van Doorn J., Purcell A.: Nasalance levels in the speech of normal Australian children; Cleft Palate Craniofac. J., 1998, 35, 287-292.
- 126.** Van Lierde K., Wuyts F., De Bodt M., Van Cauwenberge P.: Nasometric values for normal nasal resonance in the speech of young Flemish adults; Cleft Palate Craniofac. J., 2001, 38, 112-118.
- 127.** Vennard W.: An experiment to evaluate the importance of nasal resonance in singing; Folia Phoniatr. Logop., 1964, 16, 146-153.
- 128.** Vorontsova T.N.: Spectrum analysis as a method of studying the voice in patients with rhinolalia aperta; Zh. Ushn., Nos. Gorl. Bol., 1977, 4, 33-36.

- 129.** Zajac D., Mayo R., Kataoka R., Kuo J.: Aerodynamic and acoustic characteristics of a speaker with turbulent nasal emission: a case report; *Cleft Palate Craniofac. J.*, 1996, 33, 440-444.
- 130.** Żyszkowski Z.: Podstawy elektroakustyki, WNT, Warszawa, 1984.

10.0 WYKAZ SKRÓTÓW

a(trawa)EU	odległość głoski „a” od wzorca, izolowanej z wyrazu „trawa”, mierzona przy użyciu metryki Euklidesa
a(trawa)EUog	odległość głoski „a” od wzorca, izolowanej z wyrazu „trawa”, mierzona przy użyciu uogólnionej metryki Euklidesa
a(trawa)HA	odległość głoski „a” od wzorca, izolowanej z wyrazu „trawa”, mierzona przy użyciu metryki Hamminga
a(trawa)HAog	odległość głoski „a” od wzorca, izolowanej z wyrazu „trawa”, mierzona przy użyciu uogólnionej metryki Hamminga
kontrola późna	drugie badanie pacjenta po zabiegu (po 90 dniu po zabiegu)
kontrola wczesna	pierwsze badanie pacjenta po zabiegu (28 – 32 dzień po zabiegu)
n(konie)EU	odległość głoski „n” od wzorca, izolowanej z wyrazu „konie”, mierzona przy użyciu metryki Euklidesa
n(konie)EUog	odległość głoski „n” od wzorca, izolowanej z wyrazu „konie”, mierzona przy użyciu uogólnionej metryki Euklidesa
n(konie)HA	odległość głoski „n” od wzorca, izolowanej z wyrazu „konie”, mierzona przy użyciu metryki Hamminga
n(konie)HAog	odległość głoski „n” od wzorca, izolowanej z wyrazu „konie”, mierzona przy użyciu uogólnionej metryki Hamminga

n(siano)EU	odległość głoski „n” od wzorca, izolowanej z wyrazu „siano”, mierzona przy użyciu metryki Euklidesa
n(siano)EUog	odległość głoski „n” od wzorca, izolowanej z wyrazu „siano”, mierzona przy użyciu uogólnionej metryki Euklidesa
n(siano)HA	odległość głoski „n” od wzorca, izolowanej z wyrazu „siano”, mierzona przy użyciu metryki Hamminga
n(siano)HAog	odległość głoski „n” od wzorca, izolowanej z wyrazu „siano”, mierzona przy użyciu uogólnionej metryki Hamminga
OS	ocena subiektywna
RNBCex	opór nosowy wg Bromsa całkowity wydechowy
RNBCin	opór nosowy wg Bromsa całkowity wdechowy
RNSCex	opór nosowy standardowy całkowity wydechowy
RNSCin	opór nosowy standardowy całkowity wdechowy