Uniwersytet Jagielloński
Collegium Medicum
Wydział Lekarski

Andrzej Steczko

Ocena fonomikrochirurgicznego leczenia chorych z łagodnymi zmianami przerostowymi fałdów głosowych

Praca doktorska

Promotor: Dr hab. med. Maciej Modrzejewski

Pracę wykonano w Katedrze Otolaryngologii CM UJ
Kierownik jednostki: Prof. dr hab. med. Jacek Składzień

Kraków 2005

Spis treści

1. Wstęp 5

1.1. Wprowadzenie 5

1.2. Anatomiczne aspekty funkcji fonacyjnej krtani 6

1.3. Ton krtaniowy – mechanizm powstawania, parametry 8

1.4. Etiologia i charakterystyka łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych ... 9

1.5. Leczenie chorych z łagodnymi zmianami przerostowymi fałdów głosowych 12

1.6. Metody diagnozowania krtani 18

2. Cel pracy 20

3. Metodyka 21

3.1. Metodyka badania laryngologicznego 22

3.2. Metodyka zabiegu fonomikrochirurgicznego – ekstyrpacyjnego 23

3.3. Metodyka badania elektroglottograficznego 23

3.3.1. Elektroglottografia – zasady działania, możliwości diagnostyczne 23

3.3.2. Rejestracja i analiza elektroglottogramów 25

3.4. Metodyka analizy akustycznej sygnału mowy 29

3.4.1. Schemat rejestracji sonogramów 29

3.4.2. Przetwarzanie danych 31

3.4.2.1. Widma dynamiczne i uśrednione widma dynamiczne 31

3.4.2.2. Wektor cech, metryzacja wektora cech 33

3.4.2.3. Współczynniki Jitter i Schimmer 35

3.4.3. Parametry wybrane do analizy akustycznej sygnału mowy 35

3.5. Metodyka testów statystycznych 36

4. Materiał 38

5. Wyniki 40

5.1. Wyniki badań elektroglottograficznych 40

5.1.1. Wyniki badań elektroglottograficznych – cała grupa chorych 40

5.1.2. Wyniki badania elektroglottograficznego trzeciego – grupy chorych od A do E 43

5.1.2.1. Grupa A – badanie 3..... 43
5.1.2.2. Grupy B – badanie 3..... 44
5.1.2.3. Grupy C – badanie 3..... 46
5.1.2.4. Grupy D – badanie 3..... 47
5.1.2.5. Grupy E – badanie 3..... 48
5.1.3. Wyniki wybranych parametrów elektroglottograficznych uzyskanych z trzech kolejnych badań..... 50
5.1.3.1. Wyniki parametrów elektroglottograficznych z trzech kolejnych badań – cała grupa chorych..... 50
5.1.3.2. Wyniki parametrów elektroglottograficznych z trzech kolejnych badań – grupy chorych od A do E..... 53
5.2. Wyniki badań akustycznych sygnału mowy..... 82
5.2.1. Średnie wartości metryk dla samogłosek *„a,e,i,u”* o przedłużonej fonacji z trzech kolejnych badań – cała grupa chorych..... 82
5.2.2. Statystyczna analiza metryki Euklidesa uogólnionej dla samogłoski *„a”* o przedłużonej fonacji – cała grupa chorych..... 84
5.2.3. Statystyczna analiza metryki Euklidesa uogólnionej dla samogłoski *„a”* o przedłużonej fonacji – grupy chorych od A do E..... 86
6. Analiza wyników..... 99
6.1. Analiza wyników badań elektroglottograficznych..... 99
6.1.1. Analiza parametrów elektroglottograficznych uzyskanych z trzech kolejnych badań – cała grupa chorych..... 99
6.1.2. Analiza parametrów elektroglottograficznych badania trzeciego –- grupy chorych od A do E..... 100
6.1.3. Analizy parametrów elektroglottograficznych z trzech kolejnych badań –- grupy chorych od A do E. 101
6.2. Analiza wyników badań akustycznych sygnału mowy na podstawie metryki Euklidesa uogólnionej dla samogłoski *„a”* o przedłużonej fonacji..... 107
6.2.1. Analiza metryki Euklidesa uogólnionej z trzech kolejnych badań –- cała grupa chorych..... 107
6.2.2. Analiza metryki Euklidesa uogólnionej z trzech kolejnych badań –- grupy chorych od A do E..... 107

7. Omówienie wyników i dyskusja 111

8. Wnioski 116

9. Streszczenie 118

10. Abstract 121

11. Piśmiennictwo 124

12. Aneks 131

12.1. Zestawienia tabelaryczne wyników badań elektroglottograficznych 132

12.2. Testy statystyczne 137

12.2.1. Przykładowe obliczenia statystyczne dla średniego współczynnika nieregularności dla wyrazu *„ola”* w zależności od czasu badania dla grupy wszystkich chorych 137

12.2.2. Przykładowe obliczenia statystyczne dla średniego współczynnika nieregularności dla wyrazu *„ola”* w grupie A 138

12.2.3. Zestawienia tabelaryczne wyników testów statystycznych dla badań elektroglottograficznych 140

12.3. Zestawienia tabelaryczne metryk badań akustycznych sygnału mowy 150

12.4. Fotografie łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych 153

1. WSTĘP

1.1. Wprowadzenie

Pośród rozmaitych metod porozumiewania się między ludźmi niewątpliwie najważniejszym nośnikiem informacji jest głos artykułowany. Fenomen głosu tkwi w tym, iż takie jego cechy jak barwa, melodyjność, intonacja, czystość i natężenie wyrażają naszą osobowość. Jakość głosu odgrywa w naszym życiu istotną rolę: jest źródłem informacji o nas samych, spełnia funkcje poznawcze, a także determinuje w niektórych profesjach (aktorzy, śpiewacy zawodowi, spikerzy itd.) rozwój kariery zawodowej [77].

W praktyce laryngologicznej coraz częściej spotyka się chorych z dysfoniami czynnościowymi lub organicznymi. Ocenia się, iż połowa osób skarżących się na zaburzenia głosu cierpi na łagodne zmiany przerostowe na fałdach głosowych (ŁZPFG) [90]. Związane jest to ściśle z postępem cywilizacyjnym, w wyniku którego coraz większa liczba osób „profesjonalnie" wykorzystuje w swej pracy zawodowej narząd głosu.

Powstawanie głosu wymaga współdziałania szeregu narządów, a proces ten odbywa się pod kontrolą zlokalizowanego w półkuli dominującej mózgu ośrodkowego narządu mowy, który składa się z ośrodka ruchowego mowy (Broca) i ośrodka czuciowego mowy (Wernickego) [73]. Szeroko pojęty narząd głosu z racji swojej złożoności anatomicznej i funkcjonalnej dość często i łatwo podatny jest na uszkodzenia.

W związku z powyższymi przesłankami w drugiej połowie XX w. dzięki współpracy specjalistów z różnych dziedzin nauki tj. laryngologów, foniatrów, logopedów, fizyków i akustyków, opracowano pierwsze kompleksowe metody analizy narządu głosu. Współcześnie dzięki nowym technologiom rejestrującym oraz nowoczesnym programom komputerowym wielopłaszczyznowa analiza narządu głosu stała się możliwa nie tylko w badaniach eksperymentalnych lecz także wykorzystywana jest coraz częściej w badaniach klinicznych.

W niniejszej pracy dla diagnostyki i oceny terapii ŁZPFG użyto nie tylko rutynowych badań laryngologicznych, ale zastosowano również dwa badania obiektywne narządu głosu tj. analizę akustyczną sygnału mowy i elektroglottografię (EGG).

1.2. Anatomiczne aspekty funkcji fonacyjnej krtani

Dla wyrazistego zobrazowania patomechanizmu powstawania ŁZPFG, metod ich leczenia i wyników terapii uzasadnione jest opisanie budowy oraz mechanizmu działania narządu głosu.

Przy tworzeniu głosu bierze udział szereg narządów wewnętrznych:

1. płuca, oskrzela i tchawica, które przy pomocy przepony i mm. międzyżebrowych spełniają rolę źródła siły głosu, formują strumień powietrza wydechowego koniecznego dla fonacji,
2. krtań stanowiąca swoisty generator wzbudzający ton podstawowy (ton krtaniowy – Fo/Fx) [32,89],
3. gardło, jama ustna i jama nosowa, które stanowią swoisty rezonator, odpowiedzialny za barwę głosu i tworzenie głosek.

Krtań zbudowana z elementów chrzęsto-włóknisto-mięśniowych działa jak „zwieracz": zwiera i rozwiera szparę głośni (rima glottidis), zabezpiecza układ oddechowy przed aspiracją pokarmu w trakcie aktu połykania, co w literaturze przedmiotu uznawane jest za pierwotną funkcję krtani.

Na poziomie głośni (glottis) w wyniku wibracji fałdów głosowych (plica vocalis) wytwarzany jest ton krtaniowy, inaczej ton podstawowy. Drgania fałdów głosowych wzbudzane są dzięki przepływowi powietrza przez szparę głośni w trakcie wydechu, bardzo rzadko podczas wdechu [80]. Tak więc głośnia jest elementem krtani bezpośrednio odpowiadającym za funkcję fonacyjną narządu głosu. Składa się ona z dwóch warg głosowych (labia vocalia). Warga głosowa zbudowana jest z więzadła głosowego, mięśnia głosowego i pokryta jest błoną śluzową. Natomiast ostry, wolny brzeg wargi głosowej zwrócony do jamy krtani to fałd głosowy lub struna głosowa. Z kolei przestrzeń zawarta między fałdami głosowymi to szpara głośni [87].

Według Hirano [32,33] fałd głosowy ma strukturę warstwową określaną jako „cover-body coplex" i składa się z:

- nabłonka wielowarstwowego płaskiego nierogowaciejącego,
- trzywarstwowej blaszki właściwej błony śluzowej (lamina propria),
- mięśnia głosowego.

Nabłonek wielowarstwowy płaski nadaje strunie głosowej kształt. Jednocześnie pokryty jest śluzowym „filmem" zabezpieczającym go przed odwodnieniem i wysychaniem.

Między nabłonkiem a blaszką właściwą błony śluzowej wyróżnia się strefę błony podstawnej (Basement Membrane Zone – BMZ), która jest zbudowana z drobin proteinowych i nieproteinowych. Blaszka właściwa błony śluzowej ma budowę trójwarstwową. Składa się z włókien elastynowych i kolagenowych tworzących pewnego rodzaju konstrukcję – ruszt, zatopiony w matrix. Włókna kolagenowe są rozmieszczone prawie równomiernie we wszystkich warstwach, natomiast rozkład włókien elastynowych jest niejednolity. Warstwa powierzchowna (zwana również przestrzenią Reinke`go) charakteryzuje się luźnym układem włókien, z niewielką ilością włókien elastynowych. Warstwa środkowa jest bogatsza we włókna elastynowe, natomiast w warstwie głębokiej dominują włókna kolagenowe. Warstwa środkowa i głęboka blaszki właściwej błony śluzowej stanowi razem więzadło głosowe. Włókna elastynowe i kolagenowe ułożone są w tych warstwach podłużnie i równolegle stykają się z mięśniem głosowym (m. tarczowo – nalewkowym) [24,27,48].

S. D. Gray [24,25] przypisuje istotne znaczenie strefie błony podstawnej fałdu głosowego. W jej obrębie dochodzi do połączenia nabłonka wielowarstwowego nierogowaciejącego (struktura bogato komórkowa) z blaszką właściwą błony śluzowej (struktura ubogo komórkowa). BMZ składa się z kolagenu VII i IV, z których zbudowane są tzw. włókna i filamenty kotwiczące (ich ilość w BMZ jest uwarunkowana genetycznie) łączące komórki podstawne nabłonka z blaszką właściwą błony śluzowej [85].

Na poziomie cytologii wyróżniamy w fałdzie głosowym następujące komponenty:

1. elementy komórkowe, tj. fibroblasty, makrofagi i miofibroblasty,
2. włókna elastynowe i kolagenowe,
3. elementy niekomórkowe, tj. glikoproteiny, lipidy i wodorowęglany.

Dla prawidłowej czynności fałdu głosowego każdy z tych elementów ma do spełnienia istotną funkcję [7,9,11,24,25,26]:

- miofibroblasty odpowiadają za funkcje naprawcze – występują zawsze, co dowodzi, iż struny głosowe ulegają ciągłym mikrourazom;
- włókna elastynowe mają za zadanie utrzymanie i przywracanie kształtu fałdu głosowego, który często ulega odkształceniu na skutek urazu;
- włókna kolagenowe odpowiadają za wytrzymałość strun głosowych;
- proteoglikany, np. kwas hialuronowy – kontroluje lepkość układu, a jednocześnie spełnia funkcję absorbującą, przeciwdziałającą urazom;
- fibronektyna (glikoproteina strukturalna) – odpowiada za adhezję układu, stwierdza się jej zwiększoną ilość w miejscach urazu fałdu głosowego.

1.3. Ton krtaniowy – mechanizm powstawania, parametry

Najważniejszą rolę w procesie wytwarzania głosu przypisuje się drganiom fałdów głosowych. Wibracja strun głosowych pozwala przetworzyć energię aerodynamiczną (pochodzącą z fazy wydechowej dolnych dróg oddechowych) w energię akustyczną, dlatego też krtań pod kątem rozważań fizycznych jest odpowiednikiem generatora dźwięku [89].

Zastosowanie w badaniu krtani stroboskopiii i videofiberoskopii umożliwiło zaobserwowanie drgań fałdów głosowych w trakcie fonacji. Natomiast wprowadzenie ultra szybkiej fotografii, (Bell Telephone Laboratory 1937 r.) pozwoliło Farnsworth-owi [81], Von Leden-owi [99] i innym na analizowanie „klatka po klatce" faz zwarcia i fazy rozwarcia cyklu głośni w trakcie fonacji. Dzięki wyżej wymienionym metodom badania ustalono, iż w trakcie fonacji fałdy głosowe drgają w trzech płaszczyznach.

Głośnia otwiera się od dołu do góry i na zewnątrz, jednocześnie część przednia głośni otwiera się jako pierwsza. W trakcie zamykania głośni część dolna fałdu głosowego pierwsza ulega zwarciu. Oprócz ruchów wykonywanych w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej, fałdy głosowe drgają również w płaszczyźnie strzałkowej, w wyniku czego występuje ruch o charakterze fali [54,81]. Ten złożony ruch fałdów głosowych wywołuje tzw. falę śluzówkową inaczej brzeżne przesunięcie śluzówkowe. Jego mechanizm polega na przesunięciu struktury wiotkiej fałdu głosowego (cover) złożonej z nabłonka i warstwy powierzchniowej blaszki właściwej błony śluzowej względem – jego struktury zbitej (body) tj. warstwy pośredniej i głębokiej blaszki właściwej błony śluzowej i mięśnia głosowego [33]. Fala śluzówkowa jest dobrze widoczna w badaniu stroboskopowym. Z punktu widzenia klinicznego jej osłabienie lub całkowite zniesienie jest najwcześniejszym symptomem nacieku podśluzówkowego i budzi podejrzenia wczesnego procesu nowotworowego. Natomiast w fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej zachowanie przesunięcia brzeżnego jest warunkiem determinującym uzyskania poprawy funkcji fonacyjnej krtani czyli lepszego głosu, co świadczy o pełnej i prawidłowej reepitelializacji nabłonka fałdu głosowego [90].

Reasumując warto podkreślić, że fałdy głosowe pod względem budowy są strukturą złożoną z wielu elementów na poziomie tkankowym i komórkowym, a jednoczenie ich drganie (ruch) w trakcie fonacji odbywa się w ściśle określonej sekwencji, dzięki czemu dochodzi do powstania generowania tonu krtaniowego zwanego również tonem podstawowym [89].

Ton krtaniowy jest zależny od kilku parametrów:

1. czterowymiarowej struktury fałdów głosowych tj. trzech wymiarów przestrzennych (długości, szerokości i wysokości fałdu głosowego) i od wymiaru drgającego;
2. masy fałdów głosowych;
3. napięcia fałdów głosowych;
4. pozycji ustawienia fałdów głosowych czyli wielkości szpary głośni;
5. właściwości fali śluzówkowej (przesunięcia brzeżnego błony śluzowej fałdu głosowego).

Tak więc oczywistym jest, iż zaburzenie któregokolwiek z parametrów tonu krtaniowego będzie miało swoje odzwierciedlenie w jakości głosu [39,43,72,89]. Zmiana barwy głosu jest pierwszych objawem świadczącym o niewydolności krtani – narządu mowy, wynika ona najczęściej ze zbyt szybkiego zmęczenia głosowego, nierzadko łączy się z bólem krtani, a w badaniu laryngoskopowym stwierdza się patologie o charakterze zaburzeń czynnościowych krtani lub organicznych, tj. łagodne zmiany przerostowe fałdów głosowych lub zmiany nowotworowe.

1.4. Etiologia i charakterystyka łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych

Za główny czynnik patognomiczny prowadzący do powstawania ŁZPFG uważa się brak higieny głosu. Przejawia się to nadmiernym i nieprawidłowym obciążeniem krtani. Fałdy głosowe ulegają wielokrotnie powtarzającym się mikrourazom, na tle których może dojść do rozwinięcia się różnorodnych łagodnych zmian przerostowych [35,41,61,71,83].

W literaturze przedmiotu podkreśla się również rolę czynnika genetycznego predysponującego do tworzenia się ŁZPFG (genetycznie uwarunkowana zbyt mała ilość filamentów kotwiczących w BMZ) [24]. Coraz częściej zwraca się uwagę na związki przyczynowo-skutkowe między współistniejącymi chorobami innych narządów, a łagodnymi zmianami przerostowymi fałdów głosowych. Jednym z takich przykładów jest choroba refluksowa przełyku (gastro-esophageal reflux disease GERD) objawiająca się „maską krtaniową" pod postacią przewlekłego zapalenia spoidła tylnego [29,50,95]. Innym przykładem związku przyczynowo-skutkowego jest reumatoidalne zapalenie stawów

w przebiegu którego mogą pojawić się guzki reumatyczne fałdów głosowych. Natomiast etiologia brodawczaków krtani ściśle wiąże się z zakażeniem wirusem brodawczaka ludzkiego (human papillomavirus – HPV), w brodawczakach tych najczęściej stwierdza się HPV – 6 i HPV – 11 [37,46,68].

W końcu należy wymienić szereg zewnętrznych czynników hipotetycznie szkodliwych dla narządu głosu, takich jak papierosy, alkohol, nieprawidłowa dieta, powszechnie występujące alergeny oraz wiele różnorodnych substancji chemicznych [36].

Rozróżnia się następujące ŁZPFG [4,13,28,37,57,68,73,82,92,95]:

- polipy krtaniowe,
- obrzęk Reinkego,
- guzki śpiewacze,
- brodawczaki: brodawczaki wieku dziecięcego i brodawczaki dorosłych,
- ziarniniaki: ziarniniaki pointubacyjne i ziarniniaki towarzyszące chorobie refluksowej przełyku,
- owrzodzenie kontaktowe,
- przewlekłe zapalenie przerostowe fałdów głosowych,
- rowki wokalne (rowki głośni).

Powyższe zmiany w ocenie badań histopatologicznych przedstawiane są jako [73,84]:

- naciek zapalny,
- polip krwotoczny,
- hialinizacja,
- obrzęk śluzowakowaty,
- hyperkeratoza,
- dyskeratoza,
- leukoplakia,
- pachydermia,
- hyperplazja,
- dysplazja.

Najczęściej spotykanymi zmianami należącymi do ŁZPFG są: polip krtaniowy, obrzęk Reinkego i guzki śpiewacze. Warto podkreślić, iż materiał badawczy stanowiący podstawę niniejszej pracy również potwierdza tę opinie. W związku z powyższym charakterystykę

ŁZPFG ograniczono do tych właśnie – najczęstszych trzech stanów patologicznych fałdów głosowych.

Polip krtaniowy (polypus laryngis) lokalizuje się na fałdzie głosowym zwykle w 1/3 przedniej jego długości [zob.12.4.fot.1]. Polip krtaniowy może mieć szeroką lub wąską szypułę, która wyrasta z powierzchni górnej lub dolnej struny głosowej, dlatego wyróżnia się polipy nadstrunowe i podstrunowe. W nielicznych przypadkach polip może obejmować fałd głosowy omegowato. Polipy krtaniowe mają zwykle tendencje do balotowania w trakcie oddychania i fonacji [57].

Patomechanizm polipów krtaniowych ściśle wiąże się zaburzeniami w przestrzeni Reinkego. Przestrzeń ta została po raz pierwszy opisana w 1894 przez Fryderyka Reinkego [83] i odpowiada ona wg Hirano [33] warstwie powierzchownej blaszki właściwej błony śluzowej fałdu głosowego. Anatomicznie przestrzeń ta rozciąga się od plamki żółtej przedniej okolica spoidła przedniego krtani do plamki żółtej tylnej okolica wyrostka głosowego, natomiast na górnej i dolnej powierzchni fałdu głosowego ograniczona jest liniami łukowatymi górna i dolna [8,83].

W skutek fonotraumy, stresu dochodzi do poszerzenia, a także do proliferacji naczyń włosowatych i chłonnych, co wiąże się ze śródtkankowym wynaczynianiem krwi (polip może przerodzić się w polip krwotoczny) i nadmiernym gromadzeniem się przesięku. Zjawisku temu towarzyszy proces nowotworzenie się naczyń włosowatych, jak również zwiększone odkładanie się włókien kolagenowych i elastynowych [71,90,92].

Polip „młody” zwykle pokryty jest niezmienionym nabłonkiem, o gładkiej powierzchni, a jego struktura jest półprzeźroczysta. Gdy polip „dojrzewa”, często dochodzi do zmian w architektonice nabłonka: pojawiają się ogniska hyperkeratozy, leukoplakii, hyperplazji i dyzplazji. W nielicznych przypadkach w obrębie polipa występuje utkanie nowotworowe [57,82].

W badaniach immunohistochemicznych polipów stwierdza się zwiększone odkładanie fibronektyny wokół nowo wytworzonych naczyń kapilarnych. Natomiast nie obserwuje się pogrubienia strefy błony podstawnej (BMZ). Cechy te odróżniają polip od guzka śpiewaczego [13,20,25].

Obrzęk Reinkego (Oedema Reinke) jako pierwszy opisał Hajek [3,83] w 1891 definiując go jako podnabłonkowy obrzęku [zob.12.4.fot.2]. Etiologia i patomechamizm obrzęku Reinkego jest identyczny jak w polipie krtaniowym. Obrzęk ten występuje częściej

obustronnie na strunach głosowych. Klinicznie zmiana ta przedstawia się w formie wrzecionowatego pogrubienia fałdów głosowych [103]. Obrzęk ten obejmuje zwykle 2/3 przednie ich długości. Nabłonek pokrywający zmianę jest niezmieniony, prześwieca przez niego płyn przesiękowy. Barta [3] wyróżnia cztery stadia zaawansowania tego procesu chorobowego: od dyskretnego obrzęku podnabłonkowego, poprzez stany miernego i nasilonego obrzęku z ogniskami leukoplakii, aż do galaretowatego obrzęku tworzącego wiotką „firanę" zwisającą do światła szpary głośni.

Guzki śpiewacze (vocal nodules) występują u osób profesjonalnie używających głosu, rzadziej u „krzykliwych" dzieci i niekiedy u osób z zaburzeniami psychosomatycznymi. Powstają na skutek powtarzających się urazów fałów głosowych spowodowanych nieprawidłową fonacją tzw. dysfonią hiperfunkcjonalną. Natomiast Ford [2] i współpracownicy sugerują, iż wrodzona mikrobłona w spoidle przednim może być przyczyną tworzenia się guzków śpiewaczych, ponieważ powoduje ona skrócenie fałdów głosowych, co wywołuje zaburzenia drgań strun głosowych.

Makroskopowo guzki te są miejscowym obustronnym pogubieniem strun głosowych w miejscu, gdzie amplituda drgań fałdów głosowych jest największa, tj. na granicy 1/3 przedniej i 1/3 środkowej ich długości [2,49] [zob.12.4.fot.3]. W trakcie fonacji nie balotują. Mają kolor białawy z różowym odcieniem, niekiedy towarzyszy im lokalny obrzęk. W budowie histopatologicznej guzków śpiewaczych nie spotyka się wylewów krwawych, ani nadmiaru płynu śródtkankowego w przestrzeni Reinkego.

Guzki śpiewacze są wynikiem dezorganizacji warstwy powierzchownej blaszki właściwej błony śluzowej i pogrubieniem strefy błony podstawnej, co przejawia się na poziomie molekularnym nadmierną koncentracją kolageny IV i fibronektyny [11,13,20,25].

1.5. Leczenie chorych z łagodnymi zmianami przerostowymi fałdów głosowych

Podjęcie decyzji o leczeniu ŁZPFG w sposób zachowawczy czy też operacyjny jest dużym wyzwaniem dla zespołu terapeutycznego. Przede wszystkim zawsze należy pamiętać o możliwości występowania dysplazji, a nawet raka in situ na podłożu łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych, co musi przemawiać za usunięciem zmiany celem weryfikacji histopatologicznej [82]. Nie zawsze jednak fonomikrochirurgia ekstyrpacyjna jest

postępowaniem z wyboru. Zmiany małe, klinicznie niebudzące podejrzeń procesu nowotworowego można wyleczyć zachowawczo [49,56,82]. Te dwie podstawowe rozbieżności, stanowią dla zespołu terapeutycznego duże wyzwanie już w procesie diagnostycznym.

Wskazania do leczenia zachowawczego:

1. Obrzęk fałdu głosowego.
2. Drobne wynaczynienia w fałdzie głosowym.
3. ŁZPFG – drobne, niebudzące podejrzenia stanu przedrakowego (konieczna ocena fali śluzówkowej/przesunięcia brzeżnego).
4. ŁZPFG – które w ocenie zespołu terapeutycznego mają szanse na resorbcję.
5. ŁZPFG u dzieci.

Leczenie zachowawcze polega na wyeliminowaniu lub ograniczeniu stanu zapalnego, który zwykle towarzysz ŁZPFG. W tym celu stosuje się niesterydowe leki przeciw zapalne lub sterydy. W farmakoterapii ŁZPFG mają zastosowanie również leki mukolityczne, blokery receptorów histaminowych H1, oraz witaminy A i E [18,23,56].

W przypadkach ŁZPFG zlokalizowanych w okolicy spoidła tylnego, w których domniemana jest etiologia powiązana z chorobą refluksową przełyku, coraz częściej wykorzystuje się w ich leczeniu leki z grupy inhibitorów pompy protonowej np. omeprazol [30,95].

Drugim rodzajem leczenie zachowawczego jest rehabilitacja narządu głosu. Ma ona na celu wyeliminowanie u chorego dysfonii hyperfunkcjonalnej która jest przyczyną dysfonii organicznych wtórnych tj. polipów krtaniowych, obrzęków Reinkego, guzków śpiewaczych i owrzodzeń kontaktowych fałdów głosowych. Rehabilitacja głosu polega na ćwiczeniach: oddechowych, relaksacyjnych, fonacyjnych, emisji głosu i terapii „żucia” wg Froeschelsa. Ćwiczenia te mają przywrócić właściwe nastawienie głosu tj. prawidłowe przejście fałdów głosowych z ustawienia oddechowego do ustawienia fonacyjnego [5,59,100]. Leczenie jest często wspomagane zabiegami fizykoterapeutycznymi takimi jak jontoforeza i inhalacje. Rehabilitacja głosu w wielu przypadkach pozwala uzyskać całkowitą regresji zmian łagodnych w krtani. Ma również zastosowanie w leczeniu uzupełniającym po zabiegach fonomikrochirurgicznych, zapobiega nawrotom ŁZPFG [18,74].

Współczesne metody operacyjnego leczenia chorych ze zmianami łagodnymi zlokalizowanymi na fałdach głosowych zostały wypracowane dzięki rozwojowi wiedzy

z zakresu anatomii fizjologii krtani i postępowi technologicznemu, jaki dokonał się w XIX i XX w.

Pierwsze doniesienia o próbach badania krtani pochodzą z początku XIX wieku. Wtedy właśnie w 1807 r. Philipp Bozzini [105] wykorzystując światło zewnętrzne skonstruował pierwowzór endoskopu umożliwiający badania narządów wewnętrznych, także i krtani. W roku 1829 B.G.Babington [105] zademonstrował glottiscope – był to instrument odpowiadający obecnemu laryngologicznemu lusterku. Następnie w roku 1837 Liston [105] opisał w swoim podręczniku do chirurgii sposób badania krtani za pomocą lusterka dentystycznego zanurzonego uprzednio w gorącej wodzie.

Miano ojca laryngoskopii zyskał jednak Manuel Garcia [45,105] nauczyciel śpiewu, który w roku 1855 w pracy pt. „ Observations of the Human Voice" przedstawił technikę autolaryngoskopii. W kolejnych latach XIX w. Turck [105], Czermak [105] i Sir Morell Mackenzie [105] udoskonalili technikę laryngoskopii pośredniej i wprowadzili do użytku szereg narzędzi laryngologicznych umożliwiających przeprowadzanie zabiegów wewnątrzkrtaniowych.

W 1852 r. Horace Green [105] usunął polipa krtani 11-letniemu chłopcu, eksponując krtań poprzez maksymalne uciśnięcie nasady języka. W laryngoskopii pośredniej pierwszej ablacji polipa wewnątrzkrtaniowego dokonał w roku 1862 Von Bruns [52]. Kolejny krok w laryngoskopii wykonał w 1895 r. Alfred Kirstein [105], przeprowadzając laryngoskopię bezpośrednią w pozycji siedzącej pacjenta. Na przełomie XIX i XX w. Jackson i Boyce [105] jako pierwsi zaproponowali i wykonali laryngoskopię bezpośrednią w pozycji leżącej. Tę metodę obserwacji krtani wykorzystywali jednak jedynie dla celów diagnostycznych, byli bowiem zdecydowanymi przeciwnikami wykonywania zabiegów drogą wewnątrzkrtaniową twierdząc, że laryngofissura jest lepszym dojściem do zmian patologicznych w krtani.

Następnie Gustav Killian [52,78] w 1909 r. skonstruował i zastosował laryngoskop podwieszany umożliwiający laryngologowi wykorzystanie obu rąk w trakcie zabiegu wewnątrzkrtaniowego. Killian był jednak świadom ograniczeń tej techniki wynikających ze słabego oświetlenia pola operacyjnego i z braku możliwości powiększenia obrazu.

Na początku XX w. Brünnings i Yankauer [40] użyli do laryngoskopii pojedynczego okularu powiększającego. Z początkiem lat 60-tych XX w. Kleinsasser [45] jako pierwszy wprowadził do chirurgii wewnątrzkrtaniowej mikroskop operacyjny, wykorzystując laryngoskop zawieszony na statywie. Niezależnie od Kleinsassera, Scalco [78] 1960 r., Jako i Strong [86] w 1970 r. przeprowadzili podobne pionierskie zabiegi mikrolaryngoskopowe, tworząc praktyczne i teoretyczne podstawy współczesnej mikrochirurgii krtani.

Wprowadzenie w latach 60-tych XX wieku w zabiegach mikrolaryngoskopowych znieczulenia ogólnego z intubacją dotchawiczą okazało się kolejnym przełomem w rozwoju fonomikrochirurgii. Tak prowadzona analgezja ogólna umożliwiła wykonywanie zabiegów wewnątrzkrtaniowych w większym komforcie dla operatora i operowanego, przyczyniając się znacznie do polepszenie wyników leczenia operacyjnego.

W 1970 r. Polanyi [39], a następnie w 1972 r. Strong i Jako [76,92] zastosowali w mikrochirurgii krtani laser C02, który stał się metodą konkurencyjną dla „zimnych" instrumentów.

Leczenie ŁZPFG metodą fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej (pojęcie wprowadzone do terminologii medycznej w 1994 r.) polega na precyzyjnym usuwaniu zmian z fałdów głosowych z maksymalnym zachowaniem niezmienionych warstw mikrostruktury fałdu głosowego. Zgodnie z teorią Hirano „body – cover complex" w trakcie zabiegu fonomikrochirurgicznego ekstyrpacyjnego usuwa się zmieniony chorobowo fragment nabłonka fałdu głosowego nie uszkadzając warstw fałdu głosowego znajdujących się poniżej warstwy powierzchownej blaszki właściwej błony śluzowej (zabieg wykonuje się na poziomie przestrzeni Reinkego). Zabieg tego typu pozwala na odtworzenie prawidłowego głosu minimalizuje także możliwość jatrogennego uszkodzenia fałdu głosowego [92,104].

Metody zabiegów fonomikrochirurgicznych ekstyrpacyjnych polegają na [20, 35,45,49,79,90,91,104,105]:

1. ablacji polipa;
2. wzdłużnym nacięciu nabłonka fałdu głosowego z odaspirowaniem przesięku z przestrzeni Reinkego – postępowanie np. w obrzęku Reinkego lub krwiaku fałdu głosowego;
3. dekortykacji fałdu głosowego – postępowanie w przypadku ŁZPFG o cechach stanu przedrakowego;
4. podnabłonkowej resekcji ŁZPFG po uprzednim iniekcji soli fizjologicznej w obręb przestrzeni Reinkego.

<u>Wskazania do fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej:</u>

1. ŁZPFG – duże, nie rokujące resorbcji w leczeniu zachowawczym.
2. ŁZPFG – o klinicznych cechach stanu przedrakowego (hyperkeratoza, pachydermia i leukoplakia).
3. ŁZPFG – niecofające się po zastosowanym leczeniu zachowawczym.

W Krakowskiej Klinice Otolaryngologii zabiegi fonomikrochirugii ekstyrpacyjnej przeprowadzane są wg metody wypracowanej przez Kleinsassera. Dokładny opis zabiegu przedstawiono w rozdziale poświęconym metodyce pracy.

Technika fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej daje szereg korzyści wynikających z [12,78,86]:

a. przeprowadzania zabiegu w znieczuleniu ogólnym, tj.
   - ułatwia wprowadzenie laryngoskopu do poziomu głośni (brak napięcia mm. zwierających szczęki);
   - eliminuje niebezpieczne następstwa reakcji odruchowych z baroreceptorów szyjnych, które mogą występować przy odgięciu głowy ku tyłowi w stawie potyliczno-szczytowym u chorych przytomnych;
   - pozwala przeprowadzać zabieg fonomikrochirurgiczny z większą precyzją niż w znieczuleniu miejscowym,

b. zastosowania statywu do podwieszenia laryngoskopu, co umożliwia wykonywanie zabiegu mikrochirurgicznego oburęcznie z większą precyzją,

c. użycia mikroskopu operacyjnego, dzięki któremu uzyskuje się bardzo dobry obraz struktur anatomicznych oraz patologicznych głośni.

Zabieg fonomikrochirurgiczny ekstyrpacyjny wykonywany metodą Kleinsassera daje zatem możliwość usuwania ŁZPFG z dużą precyzją, z maksymalnym zaoszczędzeniem niezmienionych warstw struny głosowej, co ma kolosalne znaczenie dla efektu finalnego, to jest poprawy głosu u osoby operowanej [2,35,80,90,92,104,105].

Leczenie fonomikrochirurgiczne łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych nie może ograniczać się tylko do samego zabiegu. Zespół terapeutyczny musi zapewnić pacjentowi odpowiednią opiekę przedoperacyjną. Polega ona na edukacji chorego tj. objaśnianiu podstaw fizjologii krtani, higieny głosu (unikanie mowy głośnej, krzyku, nieproduktywne odkasływanie i konieczność zapewnienia głosowi w ciągu dnia całkowitego „odpoczynku"), także na ograniczeniu ekspozycji na czynniki szkodliwe (nikotyna, zapylenie, itp.) oraz systematycznym leczeniu innych schorzeń, które mogą być w związku przyczynowo-skutkowym z ŁZPFG np. choroba refluksowa przełyku. Konieczne jest również

nauczenie chorego wykonywania ćwiczeń ułatwiających prawidłową fonację i unikania tzw. głosu partego [18,49,83].

Natomiast opieka pooperacyjna polega przede wszystkim na zakazie używania głosu przez okres 14 dni po zabiegu [20,90]. Pacjent powinien zostać poddany kontrolnym badaniom laryngologicznym i foniatrycznym, które pozwolą ocenić proces gojenia się fałdu głosowego. Gdy stwierdzi się reepitelializację fałdu głosowego, chory powinien rozpocząć ćwiczenia rehabilitacyjne narządu głosu, aby zapobiec pooperacyjnej dysfonii [5,6,18,53,100].

W celem ograniczenia stanu zaplnego po zabiegach fonomikrochirurgicznych dość powszechnie stosuje się farmakoterapię uzupełniającą składającą się z niesterydowych leków przeciwzapalnych lub sterydów.

Fonomikrochirurgia ekstyrpacyjna, tak jak każdy zabieg, jest obciążona możliwością wystąpienia szeregu powikłań, które można usystematyzować w następujące grupy [75,79,91]:

1. powikłania wynikające z zastosowania laryngoskopu, tj. złamania zębów, urazy języka, warg, śluzówki cieśni gardzieli i stawu skroniowo-żuchwowego;
2. powikłania wywołane reakcjami odruchowymi z krtani (pobudzenie nerwu X), tj. arytmia serca i bradykardia;
3. powikłania związane z uszkodzeniem krtani w trakcie zbiegu, tj. obrzęk krtani, uraz nagłośni, zwichnięcie chrząstek nalewkowatych, odma jatrogenna i uszkodzenie fałdów głosowych.

Należy podkreślić, iż zbyt rozległa lub nadmiernie głęboka ingerencja w struktury wargi głosowej przy ekstyrpacji ŁZPFG może spowodować nieodwracalne uszkodzenie fałdu głosowego, więzadła głosowego lub mięśnia głosowego. W wyniku tych uszkodzeń dochodzi do poważnych zaburzeń w fizjologii drgań fałdów głosowych i mimo całkowitego usunięcia łagodnej zmiany patologicznej nie uzyskuje się poprawy głos, a wręcz dochodzi do nasilenia dysfonii.

1.6. Metody diagnozowania krtani

Współcześnie w diagnostyce i w leczeniu zaburzeń fonacyjnych krtani o podłożu organicznym czy też czynnościowym, w praktyce laryngologicznej, foniatrycznej i logopedycznej poza szeroko już rozpropagowanymi rutynowymi badaniami głosu, coraz częściej narząd głosu ocenia się wielopłaszczyznowo z zastosowaniem szeregu metod uzupełniających.

Do badań rutynowych zalicza się: badania laryngoskopowe (laryngoskopia pośrednia, bezpośrednia, fiberoskopia krtani i laryngoskopia lupową) oraz testy subiektywnie oceniające jakość głosu np. skala japońska – GRBAS [32,34,63,98].

Natomiast w celu obiektywnej oceny funkcji fonacyjnej krtani coraz częściej stosuje się uzupełniające badania diagnostyczne krtani [32,70,72,73,93]. Wśród tych badań wyróżnia się kilka grup:

- aerodynamiczne badania wydolności głośni, np. pomiar ciśnienie podgłośniowego, kaźnik wydolności głosowej/fonacyjnej i współczynnik fonacji;
- testy oceniające pole głosowe (częstotliwość podstawową Fo – fundamental frequency) i poziom ciśnienia dźwięku (Sound Pressure Level – SPL);
- badania akustyczne sygnału głosu;
- badania oceniające funkcje drgań fałdów głosowych: stroboskopia, videostroboskopia, ultraszybka fotografia, elektroglottografia i ultradźwiękowa glottografia;
- elektromiografia – ocena stanu czynnościowego nn. krtaniowych;
- badania radiologiczne – KT i MRJ;
- badania eksperymentalne: holografia, krtaniowe wywołane odpowiedzi z pnia mózgu.

W diagnostyce oraz w oceny wyników terapii ŁZPFG wykorzystano w niniejszej pracy następujące badania krtani: laryngoskopię pośrednią, laryngoskopię bezpośrednią, laryngoskopię lupową ze stroboskopem i fiberoskopię, oraz testy obiektywne, tj. elektroglottografię i analizę akustyczną sygnału mowy.

Elektroglottografia (EGG) – jest jedną z obiektywnych metod pomiaru funkcji fonacyjnej krtani. Jej zasada oparta jest na analizie zmian impedancji która występuje w trakcie drgań fałdów głosowych. Jako pierwszy w 1957 Fabre [31,32] opisał konstrukcję i podstawy działania urządzenia pozwalającego rejestrować zmiany oporu elektrycznego

w krtani w trakcie artykulacji. Natomiast Fourcin i Abberton [66] wprowadzili nazwę laryngograf, a w 1979 Fourcin przedstawił zasady interpretacji elektroglottogramów.

Laryngograf jest używany do oceny funkcji fonacyjnej krtani od lat sześćdziesiątych XX w., jednak jego zastosowanie ciągle ewoluuje dzięki coraz to nowszym metodom rejestracji i cyfrowej analizy danych.

Analiza akustyczna sygnału mowy – oparta jest na ścisłym związku, jaki istnieje pomiędzy fizycznymi parametrami sygnału akustycznego, a wewnętrzną budową narządu głosu. W pracy powyższy związek ograniczono do struktury krtani – narządu uznanego za generator tonu podstawowego sygnału mowy. Ta zależność jest coraz szerzej wykorzystywana w praktyce foniatrycznej dla oceny stanu fizjologicznego i patologicznego strun głosowych. Dzięki obliczeniom matematycznym parametrów sygnału akustycznego mowy można obiektywnie ocenić stan krtani jako źródła dźwięku [1,34,43,89].

2. CEL PRACY

Celem niniejszej pracy jest obiektywna ocena wyników fonomikrochirurgii w leczeniu chorych z łagodnymi zmianami przerostowymi fałdów głosowych, w świetle badań analizy akustycznej sygnału mowy oraz analizy elektroglottograficznej. Aby ocenić skuteczność fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej w leczeniu ŁZPFG postawiono kilka zasadniczych pytań:

1. Czy istnieje zależność między rodzajem łagodnej zmiany przerostowej fałdu głosowego (polip krtaniowy, obrzęk Reinkego, guzki śpiewacze) oraz jej histopatologią, a efektem zabiegu fonomikrochirurgicznego?
2. Czy lokalizacja łagodnej zmiany przerostowej na fałdzie głosowym ma wpływ na wynik leczenia fonomikrochirurgicznego?
3. Jak przedstawia się ocena wyników leczenia fonomikrochirurgicznego ŁZPFG w zależności od stosowanej farmakoterapii uzupełniającej z wykorzystaniem NLPZ lub sterydów?

3. METODYKA

Aby odpowiedzieć na postawione w celu pracy pytania, opracowano szczegółowy schemat badania chorych cierpiących na łagodne zmiany przerostowe fałdów głosowych, a zakwalifikowanych do fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej. Schemat ten składa się z kompleksowej analizy narządu głosu, tj. z badania laryngoskopowego (laryngoskopii pośredniej, laryngoskopii bezpośredniej, fiberoskopii krtani lub laryngoskopii lupowej), z badania elektroglottograficznego oraz z analizy akustycznej sygnału mowy. Wszystkie trzy badania przeprowadzano trzykrotnie według następującej zasady: pierwsze badanie wykonane było tuż przed zabiegiem fonomikrochirurgicznym, drugie po upływie 30 dni od dnia operacji i trzecie badanie tzw. odległe po upływie 6 miesięcy od dnia zabiegu.

Badaniami prospektywnymi mającymi na celu wielopłaszczyznową obiektywną analizę wyników leczenia fonomikrochirurgicznego objęto grupę 50 chorych ze zmianami przerostowymi na fałdach głosowych, leczonych chirurgicznie w Klinice Otolaryngologii CM UJ.

Przed przystąpieniem do badań każdy pacjent otrzymał szczegółową informację o celu badań akustycznych i elektroglottograficznych, a także wyraził pisemną zgodę na uczestniczenie w badaniu. Kierując się zasadą tajemnicy lekarskiej oraz koniecznością ochrony danych osobowych, wszelkie informacje personalne o badanych pacjentach zostały zakodowane w systemie pomiarowym.

Badania przeprowadzono przy współpracy Katedry Mechaniki i Wibroakustyki AGH w Krakowie (AGH) – gdzie wykonano analizę akustyczną sygnału mowy oraz Pracowni Laryngografu Samodzielnego Zakładu Techniki Akademii Pedagogicznej w Krakowie (AP) – gdzie wykonano analizę elektroglottograficzną.

W pracy wykorzystano również wyniki badań histopatologicznych wykonanych w Zakładzie Patomorfologii CM UJ.

Schemat badania chorych

1. Ustalenie diagnozy i kwalifikacja do zabiegu fonomikrochirurgicznego.
2. Badanie 1 (przed zabiegiem fonomikrochirurgicznym)
   ocena: laryngoskopowa, akustyczna sygnału mowy (AGH) i elektroglottograficzna (AP).
3. Zabieg operacyjny – fonomikrochirurgiczny ekstyrpacyjny.

4. Ocena wyniku histopatologicznego.
5. Badanie 2 (wczesne badanie kontrolne wykonywane miedzy 30 a 60 dniem po zabiegu) ocena: laryngoskopowa, akustyczna sygnału mowy (AGH) i elektoglottograficzna (AP).
6. Badanie 3 (odległe, badanie kontrolne wykonywane po upływie 180 dni od dnia zabiegu, ale nie później niż przed upływem siedmiu miesięcy po operacji).
   ocena: laryngoskopowa, akustyczna sygnału mowy (AGH) i elektroglottograficzna (AP).
7. Wielopłaszczyznowa analiza danych zebranych z badań akustycznych sygnału mowy i badań elektroglottograficznych.

3.1. Metodyka badania laryngologicznego

Metodyka badania laryngologicznego polegała w tym przypadku na subiektywnej ocenie krtani z wykorzystaniem jednego lub więcej badań laryngoskopowych, takich jak: laryngoskopia pośrednia, laryngoskopia bezpośrednia, laryngoskopia lupowa lub fiberoskopia. Rodzaj i liczbę zastosowanych badań laryngoskopowych wybierano w zależności od budowy anatomicznej krtani i od siły odruchu wymiotnego pacjenta. Mianowicie opadnięta nagłośnia oraz zbyt żywe odruchy wymiotne uniemożliwiające wykonanie laryngoskopii pośredniej są wskazaniem do wykonania laryngoskopii lupowej ze znieczuleniem miejscowym, a także fiberoskopii względnie laryngoskopii bezpośredniej (z zastosowaniem znieczulenia miejscowego lub ogólnego) – te techniki badania dają możliwość pełnego oglądnięcia strun głosowych [97]. Badanie laryngologiczne wykonywano wg już wyżej opisanego schematu czasowego.

W pierwszym badania laryngoskopowym (przed zabiegiem FE):

- ustalano wstępne rozpoznanie, tj. rodzaj zmiany przerostowej na fałdzie głosowym, oraz jej lokalizację na strunie głosowej,
- oceniano ruchomości fałdów głosowych w trakcie fonacji.

W drugim i w trzecim badaniu laryngoskopowym oceniano fałdy głosowe pod kątem:

- stanu ich reepitelializacji po zabiegu fonomikrochirurgicznym,
- ruchomości oraz stopnia zwarcia w trakcie fonacji.

3.2. Metodyka zabiegu fonomikrochirurgicznego – ekstyrpacyjnego

Zabiegi fonomikrochirurgiczne – ekstyrpacyjne w Klinice Otolaryngologii CM UJ w Krakowie wykonuje się wg metody zaproponowanej przez Kleinsassera.

W skład zestawu używanego w klinice do zabiegów fonomikrochirurgicznych wchodzi:

1. kilka prostych laryngoskopów o różnej średnicy, których światło przekroju przypomina trójkąt równoramienny o zaokrąglonych kątach (kształt ten najbardziej odpowiada warunkom anatomicznym głośni), laryngoskopy są wykonane z matowego metalu co zapobiega efektowi odblasku;
2. statyw „piersiowy" – pozwalający na umocowanie laryngoskopu w podwieszeniu;
3. światłowód z generatorem;
4. mikroskop operacyjny firmy OPTON – OPM1-H, o ogniskowej 400 mm i o powiększeniu od 5 do 12.5 raza;
5. narzędzia mikrochirurgiczne tj. raspatorki, szczypczyki, haczyki, nożyczki i kosa.

Operację przeprowadza się w znieczuleniu ogólnym z intubacją dotchawiczą, stosując rurki intubacyjne o średnicy od 6 – 7mm.

W trakcie zabiegu chory leży na plecach w pozycji wg Boyce-Jacksona [94,104,105] z głową silnie odgiętą w stawie szczytowo-potylicznym ku tyłowi, aby utrzymać tę pozycję, pod ramiona podkłada się wałek. Po wprowadzeniu laryngoskopu do poziomu głośni, fiksuje się go na statywie „piersiowym". Następnie ustawia się odpowiednie parametry mikroskopu, aby pole operacyjne było jak najlepiej widoczne. Kolejnym krokiem zabiegu fomomikrochirurgicznego jest usunięcie zmian przerostowych z fałdów głosowych przy wykorzystaniu instrumentów mikrochirurgicznych zgodnie z zasadami opisywanymi w literaturze fonomikrochirurgicznej i wypracowanymi w Klinice Otolaryngologii CM UJ.

Każda ŁZPFG usunięta z krtani jest badana histopatologicznie w Zakładzie Patomorfologii CM UJ w Krakowie.

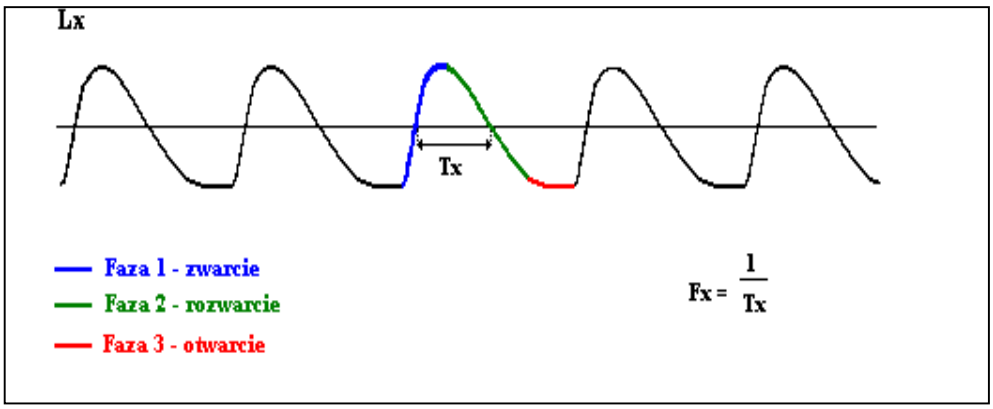
3.3. Metodyka badania elektroglottograficznego

3.3.1. Elektroglottografia – zasada działania, możliwości diagnostyczne

Elektroglottografia (EGG) jest badaniem mającym zastosowanie w ocenie funkcji fonacyjnej krtani. Jej istotą jest rejestracja i analiza zmian impedancji występującej w trakcie wibracji fałdów głosowych. Metoda ta polega na pomiarze zmian oporu elektrycznego miedzy dwoma elektrodami przyłożonymi do skóry szyi symetrycznie nad obiema blaszkami chrząstki tarczowatej. Do jednej z elektrod jest podłączony prąd o niskim napięciu i wysokiej częstotliwości rzędu 0.5-10 MHz, natomiast druga elektroda odbiera bieżące w danej chwili natężenie/napięcie prądu. Parametry prądu na tej drugiej elektrodzie są uzależnione od zmian elektrycznej oporności, która jest mniejsza w fazie zwarcia strun głosowych, a większa w fazie rozwarcia strun głosowych [29,32,60,64].

Obecnie elektroglottografia jest wykorzystywana w diagnostyce i w procesie leczenia zaburzeń czynnościowych i organicznych głośni, jak również jest jednym z narzędzi pozwalającym monitorować wyniki leczenia zachowawczego (logopedycznego, foniatrycznego i audiologicznego) oraz operacyjnego (fonomikrochirurgicznego i po operacjach częściowego usunięcia krtani – przeprowadzanych ze wskazań onkologicznych). EGG w połączeniu z innymi obiektywnymi badaniami krtani ma również szerokie zastosowanie w trialach eksperymentalnych.

Sygnał wyjściowy Laryngografu Lx reprezentuje pracę fałd głosowych i stanowi podstawę dla wyznaczenia częstotliwości podstawowej tonu krtaniowego Fx w sposób zobrazowany na poniższej rycinie.



Ryc.3.6. Modelowy obraz krzywej elektroglottograficznej (Lx) skorelowany z ruchem fałdów głosowych w trakcie artykulacji. Wzór na częstotliwość podstawową.

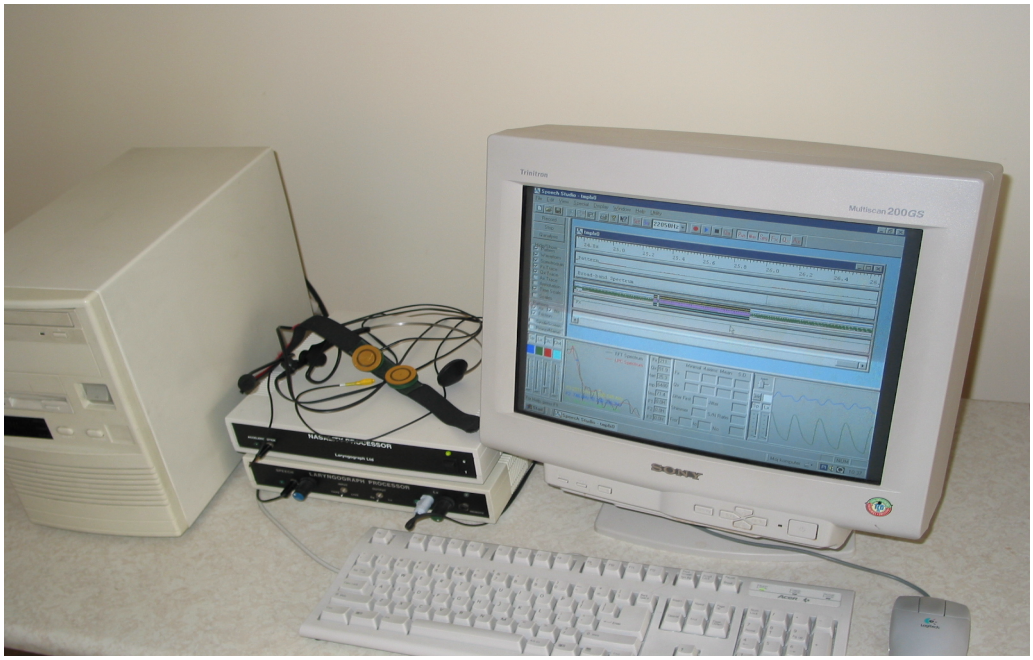
Cykl sygnału LX składa się z trzech następujących po sobie faz. Pierwsza charakteryzuje się szybko narastającym wzrostem sygnału, co odpowiada zwarciu się fałdów głosowych. Druga faza to powolny spadek wartości sygnału, co koreluje z rozwieraniem się

szpary głosni. W ostatniej, trzeciej fazie wartość sygnału ma przebieg płaski, co wiąże się ze stanem spoczynkowym fałdów głosowych, czyli z rozwartą szparą głośni [zob.Ryc.3.6.].
Na interpretację EGG składa się [10,19,29,32,55,76,84,102]:

a. ocena parametrów morfologicznych krzywej elektroglottograficznej obliczeń częstotliwości podstawowej (fundametal frequency – Fx),
b. obliczenie wskaźników, które stanowią stosunek długości poszczególnych faz glottogramu do długości całego cyklu tj.
   - wskaźnik zwarcia głośni (Qx) – jego wartość odpowiada tej części cyklu głośniowego, w której istnieje pełny kontakt fałdów głosowych, pełne zwarcie głośni, mierzony w milisekundach lub wyrażany w procentach;
   - wskaźnik otwarcia (open quotient – OQ), stanowiący stosunek długości fazy otwartej do długości całego cyklu głośniowego, mierzonych w milisekundach;
   - wskaźnik otwierania (opening quotient – OpQ), stanowiący stosunek długości trwania fazy otwierania do długości trwania całego cyklu głośniowego, mierzonych w milisekundach;
   - wskaźnik zamykania (closing quotient – ClQ), stanowiący stosunek długości trwania fazy zamykania do długości trwania całego cyklu głośniowego, mierzonych w milisekundach,
c. określenie wartości nieregularności – wyrażonej w procentach a charakteryzującej różnice w przebiegach elekroglottogramów dla kolejnych cykli głośniowych,
d. obliczenie wskaźnika skuteczności zwarcia głośni (WSZG), który jest wartością kąta zawartego pomiędzy styczną prowadzoną do części wznoszącej się wykresu Lx (odpowiadającej fazie zwarcia fałdów głosowych), a osią czasu, WSZG przybiera tym wyższą wartość im faza zamykanie głośni następuje szybciej,
e. obliczenie współczynników Jitter i Schimmer.

3.3.2. Rejestracja i analiza elektroglottogramów

Elektroglottograficzną analizę głosu przeprowadzono w Pracowni Laryngografu Samodzielnego Zakładu Techniki Akademii Pedagogicznej w Krakowie. Wykorzystując znajdujące się tam stanowisko do badania sygnału mowy zbudowane z komputera IBM PC i dwóch przystawek komputerowych o nazwie Laryngograph Procesor PCLX oraz Nasality Procesor wyprodukowanych przez firmę Laryngograph Ltd [zob.Ryc.3.7., Ryc.3.8.].



Ryc.3.7. Ogólny widok komputerowego stanowiska do badania sygnału mowy.

Ryc. 3.8. Laryngograph Procesor PCLX i Nasality Procesor wraz z detektorami wejściowymi – elektrody „szyjne” i mikrofon.

Laryngograph Processor PCLX składa się z następujących części: przenośnego laryngografu wyposażonego w elektrody i mikrofon. Urządzenie to posiada wejście sygnału

Lx, do którego podłącza się elektrody umieszczone na skórze szyi symetrycznie nad obiema blaszkami chrząstki tarczowej osoby badanej oraz wejście sygnału Sp ciśnienia fali akustycznej, do którego podłącza się mikrofon. Laryngograph Processor PCLX posiada oprogramowanie o nazwie Speech Studio pozwalające na akwizycję sygnałów, ich wizualizację, analizę on-line oraz zapamiętywanie na dysku w celu późniejszej analizy i odtwarzania [49,106].

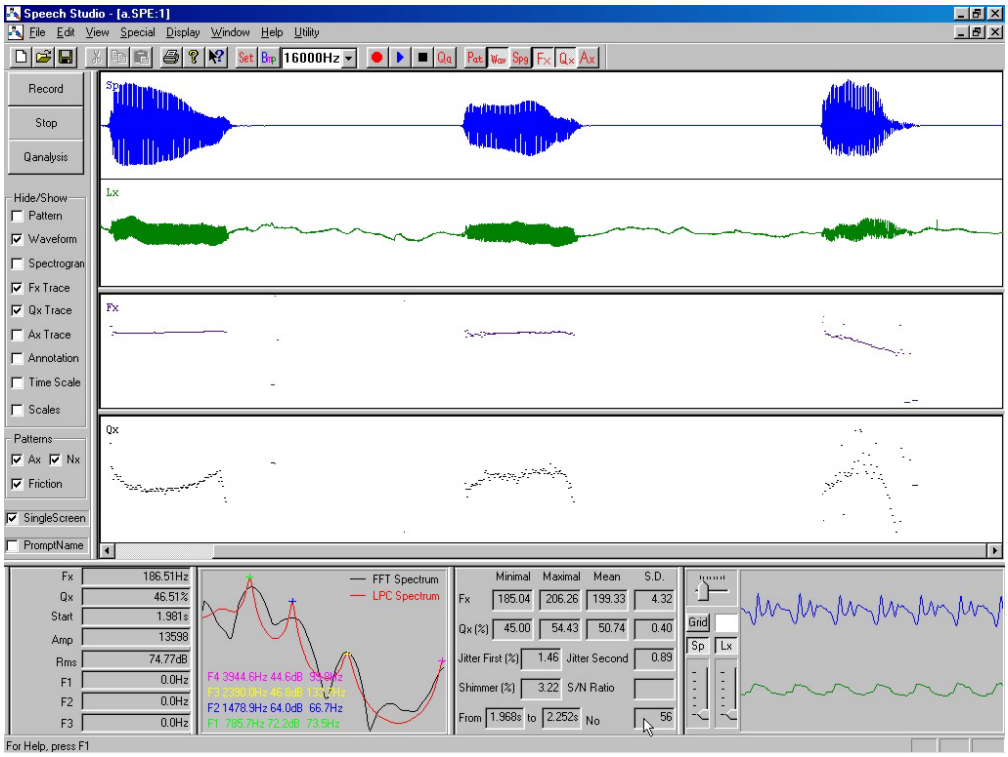
Podczas pracy z programem Speech Studio na ekranie monitora dostępne są paski i okna narzędziowe [zob.Ryc.3.9.], pozwalające na wykonywanie następujacych operacji:

- akwizycje sygnału Fx, tj. przedstawienie sygnału w formie wizualnej i możność zapisania go na twardym dysku PC;
- pomiar sygnału Fx, czyli wyznaczenie jego wartośi minimalnej, maksymalnej i średniej, określonie odchylenie standardowe dla częstotliwości podstawowej Fx;
- analiza sygnału Fx polegającą na wyznaczeniu współczynnika Cx charakteryzującego jednocześnie sygnał Lx – współczynnik Cx jest dwuwymiarowym histogramem, którego zapis przedstawia [zob.Ryc.3.10.]. Na podstawie określenia tzw. nieregularności przebiegu widocznej na histogramie Cx można ocenić ruch fałdów głosowych;
- pomiar wskaźnika Qx (wskaźnika zwarcia głosni) w procentach lub w milisekundach;
- pomiar parametrów opisujących zaburzenia częstotliwości – tj. współczynnika Jitter oraz amplitudy, tj. współczynnika Shimmer.

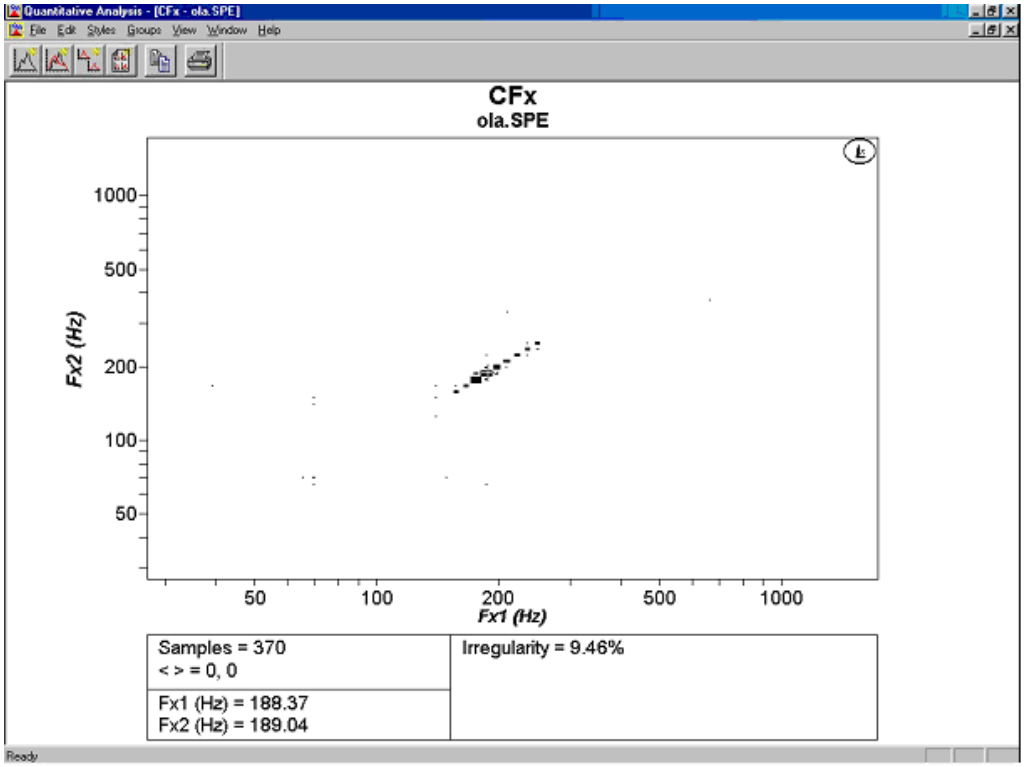
Dzięki tak rozbudowanemu oprogramowaniu Laryngografu PCLX można było przeprowadzić wielopłaszczyznową elektroglottograficzną analizę funkcji fonacyjnej krtani u osób leczonych fonomikrochirurgicznie z powodu łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych w Klinice Otolaryngologii w Krakowie.

Rejestracji pacjentów dokonano w Pracowni Laryngografu Samodzielnego Zakładu Techniki Akademii Pedagogicznej w Krakowie.

Badanie polegało na założeniu ochotnikom na szyi dwóch elektrod laryngografu – każda z elektrod spoczywała symetrycznie nad każdą z blaszek chrząstki tarczowatej. W celu oceny głosu każdy z badanych czytał tekst, który składał się z samogłosek *a,e,o,u,* pojedynczych słów *Ala, Ela, Ola, Ula* i krótkiego zdanie *Dziś jest ładna pogoda*. Dobór sygnałów mowy został ustalony na podstawie literatury przedmiotu [55,58,101].



Ryc.3.9. Okno systemu Speech Studio – analiza samogłoski „*a*”.



Ryc.3.10. Histogram Cx dla wyrazu „*ola*”.

Każdy z wymienionych „dźwięków" powtarzany był trzykrotnie, dodatkowo jednokrotnie samogłoski i pojedyncze słowa z testu były wypowiadane z przedłużoną fonacją. Nagrania przeprowadzano trzykrotnie zgodnie z wyżej opisanym schematem badania.

Sygnały mowy emitowane przez osoby badane były bezpośrednio rejestrowane i wprowadzone do pamięci komputera PC za pomocą programu Speech Studio, a następnie analizowane. Ostatecznie do analizy elektroglottograficznej wykorzystano średni współczynnik nieregularności dla wyrazu „*ola*" i oceniono profil głosu dla samogłoski „*a*" w oparciu o wskaźnik Qx średnia, Fx średnia, Jitter first średnia i Schimmer plus średnia.

Warto zwrócić uwagę, iż wybór wyrazu „*ola*" oraz samogłoski „*a*" nie był przypadkowy. Wcześniej przeprowadzono analizę i wykonano obliczenia dla wszystkich samogłosek, wyrazów i zdania użytego w badaniu. Po uśrednieniu wyników okazało się, iż parametry wyrazu „*ola*", jak i samogłoski „*a*" najbardziej odpowiadały wartościom średnim wyprowadzonym z obliczeń dla pozostałych dźwięków.

3.4. Metodyka analizy akustycznej sygnału mowy

Rozwój cyfrowych metod rejestracji i przetwarzania dźwięku umożliwia wykorzystanie obiektywnych akustycznych analiz sygnału mowy w diagnostyce laryngologicznej, foniatrycznej i logopedycznej. Możliwość zastosowania tych metod wynika z faktu, iż wszelkie patologie i schorzenia związane z kanałem głosowym (kanał głosowy określenie zapożyczone z bio-fizyki akustycznej) mają wpływ na jakość sygnału mowy pacjenta. Na podstawie zespołu rozpoznawalnych, istotnych cech akustycznych (wartości matematyczno-fizycznych) zawartych w sygnale akustycznym mowy, można jednoznacznie ocenić aktualny stanu źródła dźwięku – krtani. Tak wyodrębnione cechy stanowią punkt wyjścia do obiektywnej analizy sygnału mowy pacjenta [1,17,32,44].

3.4.1. Schemat rejestracji sonogramów

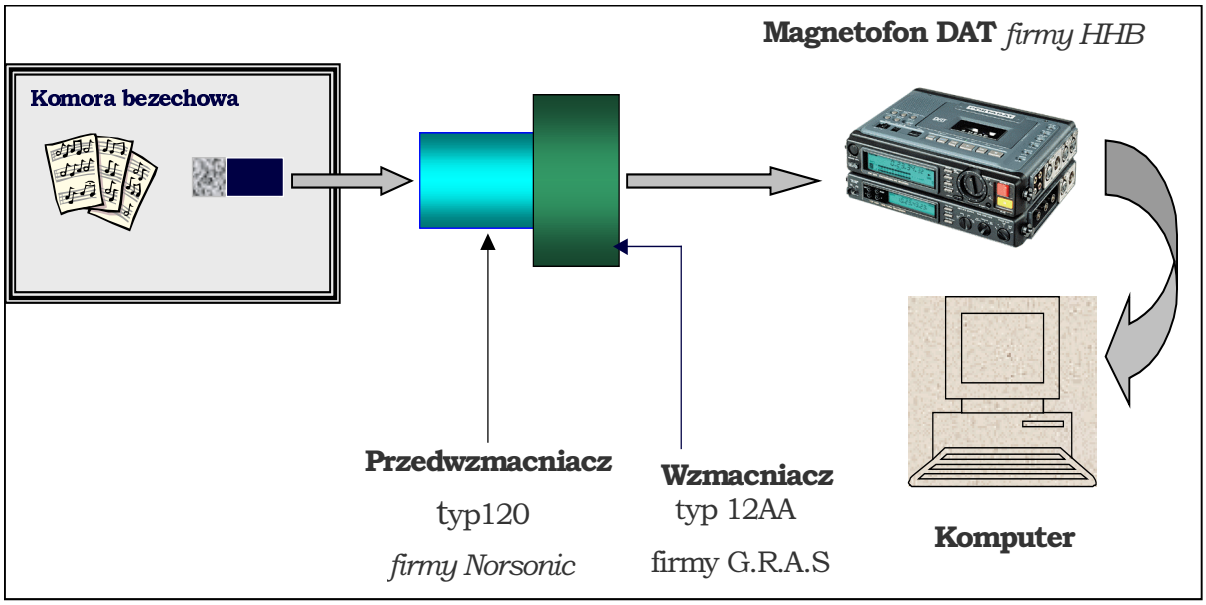
Badania sygnału mowy pacjentów przeprowadzano na terenie Katedry Mechaniki i Wibroakustyki AGH w komorze bezechowej o objętości V = 1051m³, w której poziom szumów w paśmie powyżej 50 Hz nie przekraczał 0 dB.

W trakcie każdego badania pacjenci czytali na głos przygotowaną listę samogłosek: *a,u,e,i*, pojedyncze słowa: *Ala, As, Ela, Igła, Ula* i zdanie: *Dziś jest ładna pogoda*.

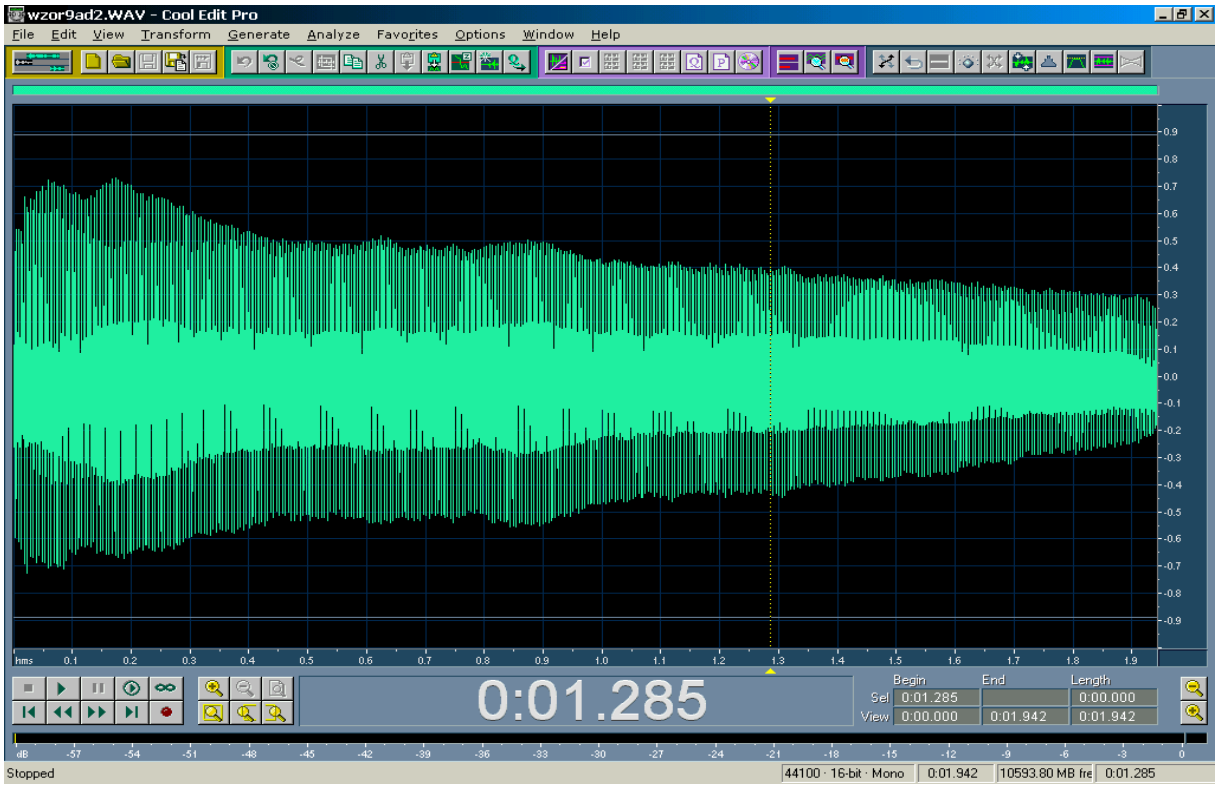
Każdy z powyższych dźwięków badany czytał trzykrotnie, dodatkowo samogłoski były wypowiadane ponownie z fonacją przedłużoną tj. *aaaa....., uuuuu....., eeeee....., iiiii.....*. Dobór sygnałów mowy został ustalony na podstawie literatury przedmiotu [47,55,58,101].

W trakcie badania (wypowiedzi chorych) dokonywano rejestracji i przetwarzania czasowych przebiegów ciśnienia sygnału akustycznego za pomocą mikrofonu 40 AF firmy GRAS na analogowy sygnał elektryczny, zapisywany na przenośnym rejestratorze cyfrowym PDR 1000 firmy HHB [zob.Ryc.3.1.]. Przypisując każdemu pacjentowi numer ewidencyjny utworzono bank danych stanowiący podstawę do dalszych obliczeń. Jako wzorzec sygnału mowy polskiej wykorzystano bank danych prawidłowej mowy grupy zdrowych kobiet i mężczyzn, u których nie stwierdzono patologii w zakresie narządu głosu. Populacja, na bazie której utworzono wzorcowe sygnały poszczególnych głosek, składa się z osób o przeciętnym, nieszkolonym głosie. Opisany wzorzec był już wykorzystywany jako punkt odniesienia w podobnych badaniach.

Aby uzyskać komplet wyników przeprowadzonych badań akustycznych sygnału mowy pacjentów, należało posłużyć się szeregiem programów. Z zarejestrowanych wypowiedzi chorych przy użyciu programu Cool Edit Pro 1.2 firmy Syntrillium Software Corporation (program umożliwiający wizualizację przebiegu czasowego nagrania sygnału mowy) wyznaczono fragmenty odpowiadające wymowie głosek *u, a, i, e*, a następnie stworzono dla każdego pacjenta pliki typu „wav'' [zob.Ryc.3.2.].



Ryc.3.1. Schemat konfiguracji sprzętu do rejestracji sygnału akustycznego.

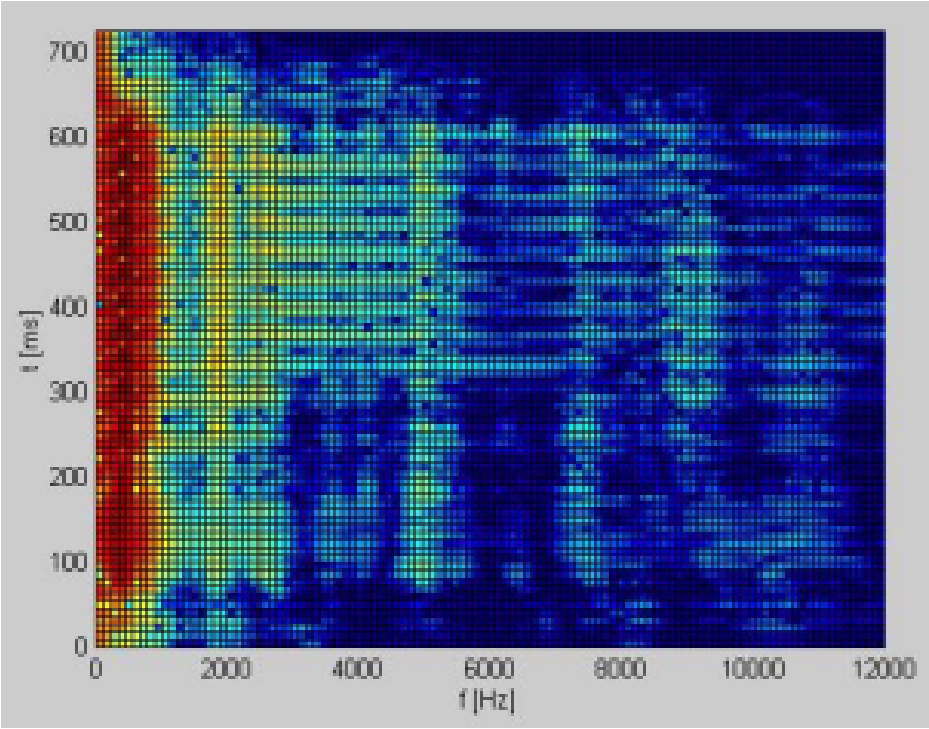


Ryc.3.2. Program Cool Edit Pro 1.2 – przebieg czasowy głoski „*a*” – fonacja przedłużona.

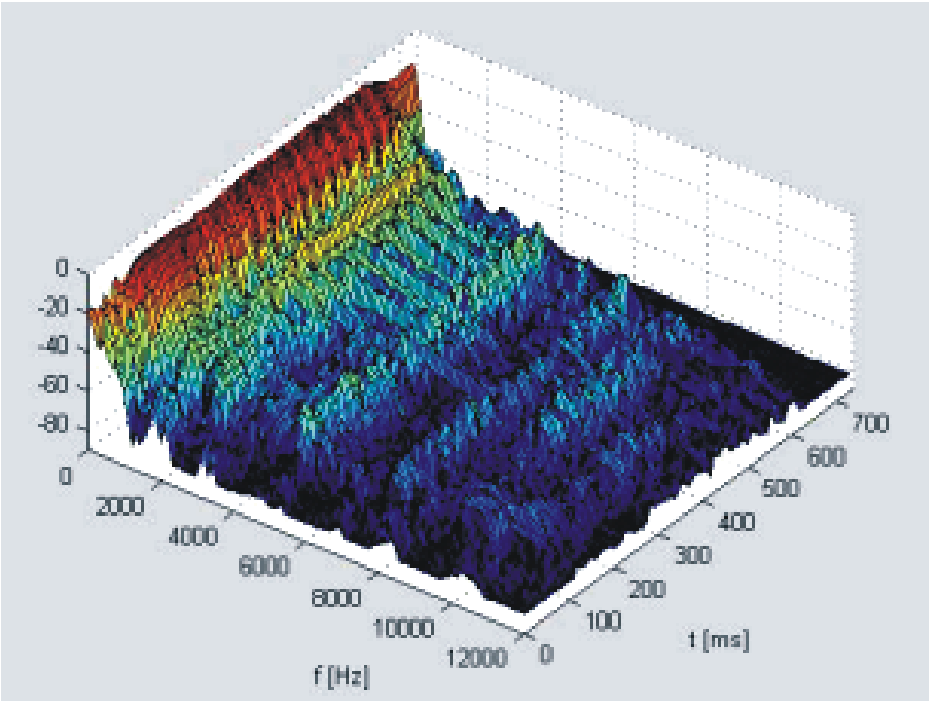
3.4.2. Przetwarzanie danych

3.4.2.1. Widma dynamiczne i uśrednione widma dynamiczne

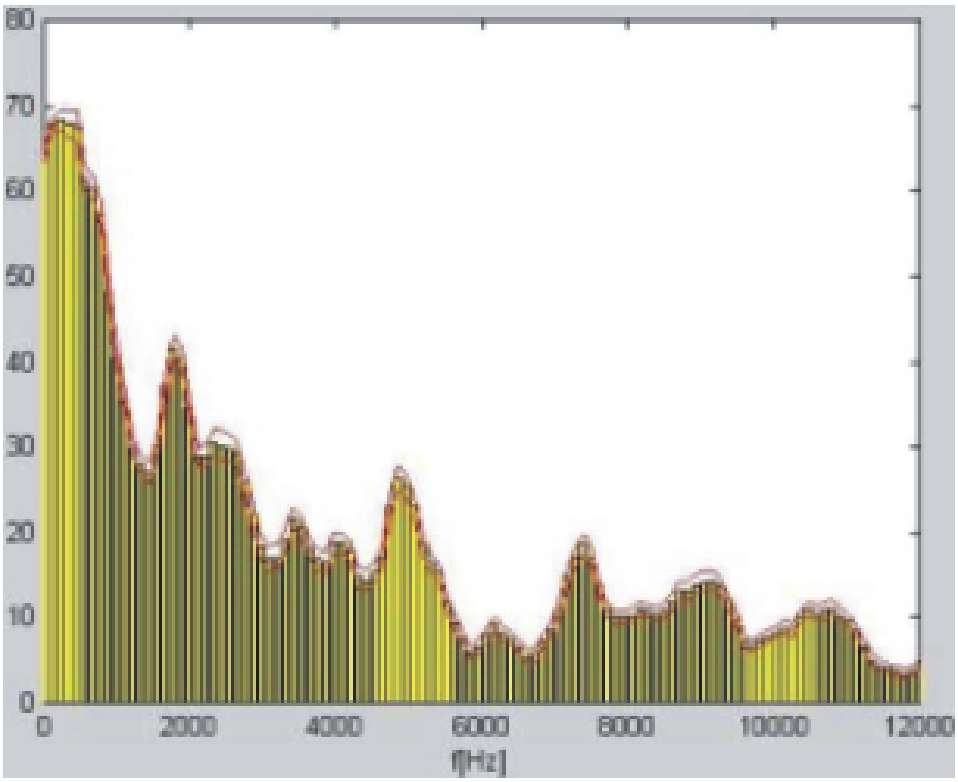
Dane akustyczne pacjentów zarejestrowane na rejestratorze cyfrowym zostały poddane analizie w programie „MOWA” napisanym w środowisku MATLAB firmy The MathWorks w Katedrze Mechaniki i Wibroakustyki AGH. Przed przystąpieniem do analizy, wszystkie próbki sygnału akustycznego mowy zarówno prawidłowej jak i zdeformowanej zostały znormalizowane do jednakowego poziomu. Z wyznaczonych fragmentów odpowiadających wymowie poszczególnych dźwięków, zgodnych z prezentowaną powyżej listą, uzyskano dwu i trójwymiarowe widma dynamiczne w postaci spektogramów [zob.Ryc.3.3.,Ryc.3.4.] oraz uśrednione widma dynamiczne z zaznaczonym przedziałem ufności [zob.Ryc.3.5.].



Ryc.3.3. Widmo czasowo-częstotliwe, prezentacja dwuwymiarowa. Program „Mowa" w środowisku Matlab.



Ryc.3.4. Widmo czasowo-częstotliwe, prezentacja trójwymiarowa. Program „Mowa" w środowisku Matlab.



Ryc.3.5. Uśrednione widmo czasowo-częstotliwe. Programu „Mowa" w środowisku Matlab.

3.4.2.2. Wektor cech, metryzacja wektora cech

Utworzone widma dynamiczne stanowiły podstawę do dalszych prezentacji i obliczeń. Z diagnostycznego punktu widzenia widmo dynamiczne zawiera nadmiar informacji, które w tym przypadku, czyli rozpoznaniu stopnia deformacji sygnału mowy może być traktowane jako zakłócenie. Aby wyeliminować nadmiar informacji, wyliczone widmo dynamiczne zostało przekształcone do czternastowymiarowego wektora cech. Współrzędnymi tego wektora są: momenty widmowe, formanty oraz współczynniki mocy względnej.

Wektor cech uśrednionego spektrogramu sygnału mowy przedstawiają się następująco:

X = [M0 M1 M2 F1 F2 F3 F4 FF1 FF2 FF3 FF4 W1 W2 W3]

gdzie:

M0 – M2: moment widmowy 0,1,2 rzędu,

F1 – F4: częstotliwość występowania formant 1 - 4,

FF1 – FF4: amplituda formantu 1 – 4,

W1 – współczynnik mocy względnej, określany jako stosunek mocy sygnału w paśmie 125 – 875 [Hz] do mocy sygnału w całym paśmie {0 – 12000 [Hz]},

W2 – współczynnik mocy względnej, określany jako stosunek mocy sygnału w paśmie 750 – 2375 [Hz] do mocy sygnału w całym paśmie {0 – 12000 [Hz]},

W3 – współczynnik mocy względnej, określany jako stosunek mocy sygnału w paśmie 2000 – 3125 [Hz] do mocy sygnału w całym paśmie {0 – 12000 [Hz]},

Dysponując bazą danych w postaci czternastowymiarowych wektorów cech dla sygnału wypowiedzi wzorcowych oraz kolejnych sygnałów wypowiedzi patologicznych pacjentów zachodzi potrzeba oceny ilościowej ich miary podobieństwa oraz wielkości różnicy. Dokonuje się tego przez wprowadzenie odpowiedniej metryzacji badanej przestrzeni opisywanych sygnałów akustycznych mowy. W wyniku obliczeń uzyskuje się wartość skalarną stopnia podobieństwa widma wybranej próbki sygnału akustycznego mowy patologicznej do widma próbki – sygnału mowy uznanego za wzorzec. Miara ta będzie wyznacznikiem poprawnej lub niepoprawnej mowy. Zastosowana metryzacja pozwala na operowanie, podczas porównań, przestrzenią jednowymiarową zamiast całym wektorem cech [16,17,88].

W badaniu wykorzystano następujące metryki:

Metryka Euklidesowa

podstawowa

$$Q_1 = \sqrt{\sum_{j=1}^{K}\sum_{i=1}^{N}(x_{ij}^{w} - x_{ij}^{p})^2} \tag{1}$$

uogólniona

$$Q_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^{K}\sum_{i=1}^{N}a_i(x_{ij}^{w} - x_{ij}^{p})^2} \tag{2}$$

Metryka Hamminga

prosta

$$Q_3 = \sum_{j=1}^{K}\sum_{i=1}^{N}|\, x_{ij}^{w} - x_{ij}^{p}\,| \tag{3}$$

uogólniona

$$Q_3 = \sum_{j=1}^{K}\sum_{i=1}^{N}a_i\,|\, x_{ij}^{w} - x_{ij}^{p}\,| \tag{4}$$

Wyniki obliczeń połączono w zbiory zgodne z przyjętym podziałem pacjentów na grupy od A do E – opisanym w rozdziale materiał.

Miary te umożliwiają ocenę sygnału mowy pod kątem jego poprawności lub deformacji. Można je także wykorzystać w ocenie wyników zabiegów fonomikrochirurgicznych.

3.4.2.3. Współczynniki Jitter i Shimmer

Materiał badawczy, tj. sonogramy pacjentów, poddano jeszcze jednej analizie oceniając kolejne dwa parametry tonu krtaniowego, tj. współczynnik Jitter i współczynnik Shimmer. Współczynnik Jitter określa dewiację częstotliwości podstawowej w kolejnych cyklach
w stosunku do częstotliwości średniej tonu podstawowego. Współczynnik Shimmer określa dewiację amplitudy tonu podstawowego w kolejnych cyklach w stosunku do amplitudy średniej tonu podstawowego.

Z czasowego przebiegu sygnału mowy (sonogram „*a*") wyfiltrowano składową Fo (czasowy przebieg tonu krtaniowego) – częstotliwość podstawową wyznaczono przy użyciu algorytmu przedstawionego przez Papamichalisa [69]. Następnie stosując wzory wyznaczono Jitter i Shimmmer.

$$Jitter = \frac{\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N-1}(F_i - F_{i+1})^2}}{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}F_i} \qquad (5)$$

$$Shimmer = \frac{\sqrt{\frac{1}{2N-1}\sum_{i=1}^{2N-1}(A_i - A_{i+1})^2}}{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}A_i} \qquad (6)$$

3.4.3. Parametry wybrane do analizy akustycznej sygnału mowy

Po ocenie poszczególnych widm uzyskanych w trakcie kolejnych rejestracji chorych do analizy akustycznej sygnału mowy pacjentów operowanych fonomikrochirurgicznie – posłużono się analizą widm samogłosek *a, e, i, u* o przedłużonej fonacji, tj. *aaaaa....., eeeee....., iiiii....., uuuuu.....* .Wybór ten był podyktowany faktem, iż właśnie w trakcie analizy samogłosek o przedłużonej fonacji uzyskano sygnały o charakterze najbardziej stacjonarnym, pojawiała się okresowość i stabilizacji tonu podstawowego krtani. Ostatecznie pełną analizę

statystyczną przeprowadzono w oparciu o Metrykę Euklidesa uogólnioną dla samogłoski *aaaaa.....* .

3.5. Metodyka testów statystycznych

Do analizy statystycznej użyto testu Fishera występującego w literaturze pod nazwą testu analizy wariacji (w programie Statystyka jest to test ANOVA), w którym bada się wpływ czynnika klasyfikującego na wyniki przeprowadzonego badania. Test ten weryfikuje hipotezę zerową o braku efektów poszczególnych czynników.

W niniejszej pracy hipoteza zerowa oznacza, że średnie wartości danych parametrów są statystycznie równe. Hipoteza alternatywna jest twierdzeniem odwrotnym mówiącym że średnie nie są równe.

W celu porównania poszczególnych średnich wykonano testy post-hoc, zwane testami wielokrotnych porównań. W pracy wykorzystano: test NIR (najmniejszych istotnych różnic), którego wyniki dodatkowo potwierdzano testem Duncana.

Testowanie statystyczne polega na wyznaczeniu funkcji testowej F^0.

Hipotezę zerową H_o o tym że wszystkie średnie są równe odrzucamy z ryzykiem błędu α gdy:

$$F^0 > {}_{\alpha}F_{N-k}^{k-1}$$

gdzie:

α – poziom ufności

N – liczba wszystkich obserwacji

k – liczba grup

F^0 – wartość testowej funkcji wyliczona,

${}_{\alpha}F_{N-k}^{k-1}$ – α procentowa graniczna wartość odczytywana z tablic F Snedecora

Jeżeli ta nierówność nie jest spełniona nie mamy podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

α - nazywane poziomem istotności (niekiedy poziomem ufności) jest to ryzyko błędu czyli prawdopodobieństwo odrzucenia hipotezy w przypadku jej prawdziwości. Zazwyczaj za poziom istotności obiera się 5% lub 1%. Oznacza to, że istnieje prawdopodobieństwo 1% lub 5% że hipoteza którą uważamy za prawdziwą jest fałszywa. W pracy obrano poziom istotności 1% czyli $\alpha = 0.01$

Drugim testem wykorzystywanym w pracy był test „t" studenta. Test ten jest testem weryfikujący hipotezy parametryczne. Odnosi się on do dwóch zbiorów wartości próby.

Hipoteza H_0 jest hipotezą neutralną mówiącą o braku zmiany. Hipoteza alternatywna mówi, że taka zmiana wystąpiła.

H_0 można odrzucić gdy:

$$|t| \geq {}_{n-1}t^2_{\alpha}$$

gdzie:
n – liczba wyników w próbie,
α – poziom ufności.

Test weryfikuje hipotezę statystyczną, czyli ocenia pewne przypuszczenia dotyczące populacji. Niekiedy zdarza się, że wybrana próba pod jakimiś względami odbiega od populacji. Hipoteza tak naprawdę dotyczy próby (jednak zakłada się, że próba odzwierciedla populację).

Liczebność badanych grup jest wystarczająca do zastosowania wyżej przedstawionych testów statystycznych.

Korzystano z programu STATISTICA. W celu wykonania wykresów korzystano z programu EXEL. Wartość odczytujemy z tablicy Oktaba [67].

4. MATERIAŁ

Analizie akustycznej sygnału mowy oraz analizie elektoglottograficznej poddano grupę 50 chorych ze wstępną diagnozą ustaloną na podstawie badania laryngologicznego: zmiana przerostowa fałdu głosowego. W trakcie doboru pacjentów starano się wyselekcjonować jedynie tych, u których w oparciu o badanie kliniczne wystąpienie rozrostu nowotworowego uznawano za mało prawdopodobne.

Ostatecznie pełną analizę akustyczną sygnału mowy i analizę elektroglottograficzną wykonano u 35 chorych. W trakcie badania okazało się bowiem, iż u 3 pacjentów na podstawie badania histopatologicznego rozpoznano proces nowotworowy (u dwóch raka brodawczakowatego i u jednego raka płaskonabłonkowego krtani in situ). Kolejnych 7 pacjentów nie zgłosiło się do drugiego lub trzeciego badania kontrolnego. W trakcie analizy wyników rejestracji akustycznej sygnału mowy i elektroglottograficznych odrzucono rejestry 5 chorych, z racji trudności w interpretacji danych (zapisy te uznano jako formę artefaktów wynikającą z zakłóceń w pracy aparatury rejestrującej lub braku właściwej współpracy badanych). Reasumując – badanie w całości przeprowadzono u 35 chorych, w tym u 14 (40%) kobiet w wieku od 19 do 60 lat i 21 (60%) mężczyzn w wieku od 27 do 70 lat.

Dla celów analizy akustycznej sygnału mowy wykorzystano grupę kontrolną już istniejącą w Katedrze Mechaniki i Wiboakustyki AGH, o której wspomniano w rozdziale Metodyka. Natomiast dla badań elektroglottograficznych utworzono grupę kontrolną, złożoną z 25 osób, w tym 12 (48%) kobiet i 13 (52%) mężczyzn w wielu od 24 do 65 lat. W badaniu laryngologicznym u ochotników nie stwierdzono cech patologii narządu mowy. Należy również podkreślić, iż głos tych osób w ocenie subiektywnej uznano jako przeciętny dla populacji.

Chcąc uzyskać odpowiedzi na sformułowane w celach pracy pytania, całą grupę chorych podzielono na grupy i podgrupy, na podstawie szeregu cech ŁZPFG [zob.12.1.ZESTAWIENIE I].

Grupa A – utworzona pod kątem oceny wyników leczenia fonomikrochirurgicznego łagodnych przerostowych zmian w krtani w zależności od ich rodzaju. Grupę tę podzielono na dwie podgrupy tj. A1 – podgrupa chorych z polipem krtaniowym (26 osób), A2 – podgrupa

chorych z obrzękiem Reinkego (*5 osób*) i z guzkami śpiewaczymi (*4 osoby*) w sumie (9 osób).

Grupa B – utworzona pod kątem oceny wyników leczenia fonomikrochirurgicznego polipów krtaniowych w zależności od ich lokalizacji względem długości fałdu głosowego. Grupę tę podzielono trzy podgrupy tj. B1 – podgrupa chorych z polipem zlokalizowanym na 1/3 przedniej fałdu głosowego (13 osób), B2 – podgrupa chorych z polipem zlokalizowany na 1/3 środkowej fałdu głosowego (7 osób) i B3 – podgrupa chorych z polipem zlokalizowany na 1/3 tylnej fałdu głosowego (6 osób).

Grupa C – utworzona pod kątem oceny wyników leczenia fonomikrochirurgicznego polipów krtaniowych i obrzęku Reinkego w zależności od ich lokalizacji względem powierzchni fałdu głosowego. Grupę tę podzielono na trzy podgrupy tj. C1 – podgrupa chorych z polipem o lokalizacji nadstrunowej (9 osób), C2 – podgrupa chorych z polipem o lokalizacji podstrunowej (8 osób) i C3 – podgrupa chorych z polipem lub obrzękiem Reinkego obejmującym obustronnie, omegowato fałd głosowy (14 osób).

Grupa D – utworzona pod kątem oceny wyników leczenia fonomikrochirurgicznego łagodnych zmian przerostowych krtani w zależności od oceny histopatologicznej. Grupę tę podzielono na dwie podgrupy. D1 – zmiana o cechach nacieku zapalnego (12 osób), D2 – zmiana o charakterze parakeratozy, hyperkeratozy, dyskeratozy i dysplazji (23).

Grupa E – utworzona pod kątem oceny wyników leczenia fonomikrochirurgicznego łagodnych zmian przerostowych krtani w zależności od rodzaju stosowanej uzupełniającej farmakoterapii. Leczenie farmakologiczne stosowano zaraz po zabiegu i trwało średnio od 7 do 14 dni. Grupę tę podzielono na trzy podgrupy tj. E1 – podgrupa chorych leczonych niesteroidowymi lekami przeciwzapalnym NLPZ: diclofenac lub naproxen (15 osób), E2 – podgrupa chorych leczonych sterydami: dexamethason lub encorton (12 osób) i E3 – podgrupa chorych u których po zabiegu nie stosowano leczenia farmakologicznego (8 osób).

5. WYNIKI

5.1. Wyniki badań elektroglottograficznych

Ogółem przebadano 35 chorych leczonych fonomikrochirurgicznie z powodu łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych [zob.12.1. ZESTAWIENIE: I]. Do analizy elektroglottograficznej wykorzystano średni współczynnik nieregularności dla wyrazu „*ola*"**–** Irregularity [ola] i oceniono profil głosu dla samogłoski „*a*" w oparciu o parametry: wskaźnik zwarcia głośni Qx – średnia, częstotliwość tonu krtaniowego – Fx średnia, współczynnik Jitter first średnia i współczynnik Schimmer plus średnia.

Zestawienia parametrów EGG dla grupy kontrolnej i badanej [zob.12.1. ZESTAWIENIE: II,III,IV,V].

5.1.1. Wyniki badań elektroglottograficznych – cała grupa chorych

Tabela I. Zestawienie średnich wyników grupy badanej (chorzy z ŁZPFG – BADANIE 1 tj. badanie przed zbiegiem fonomikrochirurgicznym) ze średnimi wynikami grupy kontrolnej – dla wszystkich parametrów.

parametr	średnia	średnia k	t	df	p	N ważn.	N ważn.	Odch.std.	Odch.std.
Irregularity [ola] 1	44,8614	9,9096	4,76698	58	0,000013	35	25	36,0446	7,35430
Fx min 1	125,0894	166,7964	3,03161	58	0,003632	35	25	52,0060	53,27959
Fx max 1	367,3511	210,4564	3,21034	58	0,002163	35	25	236,6445	69,58289
Fx średnia 1	133,5860	187,8632	4,33843	58	0,000058	35	25	44,4997	52,06670
FxSD 1	10,6703	8,5176	0,65813	58	0,513059	35	25	14,2585	9,43639
Qx min 1	28,0434	41,3392	3,99368	58	0,000186	35	25	15,1625	8,05770
Qx max 1	70,8657	55,2156	4,66969	58	0,000018	35	25	16,1181	5,27354
Qx średnia 1	57,6154	49,7040	3,78369	58	0,000368	35	25	9,7477	4,41273
QxSD 1	0,5106	0,5844	0,47282	58	0,638117	35	25	0,4885	0,72193
Jitter first 1	9,1271	1,4208	4,04320	58	0,000157	35	25	9,2979	2,35816
Jitter sec. 1	6,2634	0,7288	4,43558	58	0,000042	35	25	6,1385	1,22054
Shimmer plus 1	14,1057	5,7504	5,13226	58	0,000003	35	25	7,5900	3,43440
Shimmer min 1	-11,8357	-5,4848	5,16067	58	0,000003	35	25	5,7438	2,57622

Wniosek:

Otrzymano istotną różnicę statystyczną pomiędzy grupą badaną a grupą kontrolną dla parametrów: Irregularity [ola] 1, Fx min 1, Fx max 1, Fx średnia 1, Qx min1, Qx max 1, Qx średnia 1, Jitter first 1, Jitter sec. 1, Schimmer plus 1 i Shimmer min 1.

Nie otrzymano istotnej różnicy statystycznej pomiędzy grupą badaną a grupą kontrolną dla parametrów: FxSd 1 i QxSD 1.

Dla 11 z 13 parametrów wykazano różnicę statystyczną pomiędzy wartościami parametrów grupy badanej a grupy kontrolnej.

Tabela II. Zestawienie średnich wyników grupy badanej (chorzy z ŁZPFG – BADANIE 2 tj. badanie wczesne po zabiegu fonomikrochirurgicznym) ze średnimi wynikami grupy kontrolnej – dla wszystkich parametrów.

parametr	średnia	średnia k	t	df	p	N ważn.	N ważn.	Odch.std.	Odch.std.
Irregularity [ola] 2	23,6846	9,9096	1,96761	58	0,054355	35	25	22,31215	7,35430
Fx min 2	164,7851	166,7964	0,17918	58	0,858422	35	25	33,62615	53,27959
Fx max 2	189,5960	210,4564	0,91540	58	0,363771	35	25	97,47436	69,58289
Fx średnia 2	195,9151	187,8632	0,51920	58	0,605598	35	25	63,79415	52,06670
FxSD 2	5,6726	8,5176	1,62961	58	0,108603	35	25	3,60125	9,43639
Qx min 2	44,8071	41,3392	1,77455	58	0,081220	35	25	7,01286	8,05770
Qx max 2	42,9577	55,2156	4,34280	58	0,000057	35	25	13,36286	5,27354
Qx średnia 2	38,8006	49,7040	2,15143	58	0,054610	35	25	12,56432	4,41273
QxSD 2	1,1437	0,5844	2,50330	58	0,015142	35	25	0,93489	0,72193
Jitter first 2	16,6294	1,4208	1,99720	58	0,061281	35	25	24,65200	2,35816
Jitter sec 2	17,4540	0,7288	3,79755	58	0,000352	35	25	21,94307	1,22054
Shimmer plus 2	5,1751	5,7504	0,77900	58	0,439145	35	25	2,28911	3,43440
Shimmer min 2	-4,9277	-5,4848	0,51545	58	0,608200	35	25	4,93703	2,57622

Wniosek:

Otrzymano istotną różnicę statystyczną pomiędzy grupą badaną a grupą kontrolną dla parametrów: Qx max 2, QxSD 2 i Jitter sec 2.

Nie otrzymano istotnej różnicy statystycznej pomiędzy grupą badaną a grupą kontrolną dla parametrów: Irregularity [ola], Fx min 2, Fx max 2, Fx średnia 2, FxSD 2, Qx min 2, Qx średnia 2, Jitter first 2, Shimmer plus 2 i Shimmer min 2.

Dla 8 z 13 parametrów nie wykazano statystycznej różnicy pomiędzy wartościami parametrów grupy badanej a grupy kontrolnej.

Tabela III. Zestawienie wyników grupy badanej (chorzy z ŁZPFG – BADANIE 3 tj. badanie odległe po zbiegu fonomikrochirurgicznym) z wynikami grupy kontrolnej – dla wszystkich parametrów.

parametr	średnia	średnia k	t	df	p	N ważn.	N ważn.	Odch.std.	Odch.std.
Irregularity [ola] 3	27,4035	9,9096	3,62800	58	0,000604	35	25	23,2432	7,35430
Fx min 3	118,0857	166,7964	-3,44114	58	0,001080	35	25	54,5988	53,27959
Fx max 3	311,9786	210,4564	1,48610	58	0,142669	35	25	125,8350	69,58289
Fx średnia 3	228,7140	187,8632	3,64942	58	0,000565	35	25	129,9400	52,06670
FxSD 3	30,2414	8,5176	5,44761	58	0,000001	35	25	18,2416	9,43639
Qx min 3	46,9357	41,3392	1,11546	58	0,269252	35	25	24,0914	8,05770
Qx max 3	77,5737	55,2156	5,08971	58	0,000004	35	25	21,4575	5,27354
Qx średnia 3	63,4734	49,7040	3,03156	58	0,003633	35	25	22,3490	4,41273
QxSD 3	0,6911	0,5844	0,62118	58	0,536917	35	25	0,6056	0,72193
Jitter first 3	5,8020	1,4208	3,01223	58	0,003839	35	25	6,9787	2,35816
Jitter sec 3	2,4557	0,7288	3,58703	58	0,000687	35	25	2,1713	1,22054
Shimmer plus 3	13,9077	5,7504	4,29750	58	0,000067	35	25	9,0170	3,43440
Shimmer min 3	-13,4243	-5,4848	-4,93741	58	0,000007	35	25	7,7228	2,57622

Wniosek:

Otrzymano istotną różnicę statystyczną pomiędzy grupą badaną a grupą kontrolną dla parametrów: Irregularity [ola] 3, Fx min 3, Fx średnia 3, FxSD 3, Qx max 3, Qx średnia 3, Jitter first 3, Jitter sec 3, Schimmer plus 3 i Schimmer min 3.

Nie otrzymano istotnej różnicy statystycznej pomiędzy grupą badaną a kontrolną dla parametrów: Fx max 3, Qx min 3 i QxSD 3.

Dla 10 z 13 parametrów wykazano różnicę statystyczną pomiędzy wartościami parametrów grupy badanej a grupy kontrolnej.

5.1.2. Wyniki badania elektroglottograficznego trzeciego – grupy chorych od A do E

5.1.2.1. Grupa A – badanie 3

Ocena zależności statystycznych między podgrupami A1, A2 i grupą kontrolną k – na podstawie wybranych parametrów profilu głosu uzyskanych z badania elektroglottograficznego.

Opis zależności statystycznych grupy A dla badania 3

Analizie poddano wartości średnie następujących parametrów: Irregularity [ola] średnia, Fx średnia, Qx średnia, Jitter first średnia i Shimmer plus średnia.

parametr	A1	A2	k	Ogół grp
Irregularity [ola] 3 średnia	21,72896	43,79667	9,9096	20,11438
Irregularity [ola] 3 N	26	9	25	60
Irregularit Odchyl std	18,08342	29,4475	7,3543	20,22309
Fx srednia 3 średnie	191,7331	335,5478	187,8632	211,6928
Fx średnia 3 N	26	9	25	60
Fx średnia 3 Odch.std	125,5398	72,2713	52,0667	106,0435
Qx średnia 3 średnie	56,70269	83,03333	49,704	57,73617
Qx średnia 3 N	26	9	25	60
Qx srednia 3 Odch.std	20,52217	15,07505	4,41273	18,50999
Jitter first 3 średnie	2,44615	15,49667	1,4208	3,9765
Jitter first 3 N	26	9	25	60
Jitter first 3 Odch.std	1,141648	7,783113	2,358161	5,922193
Shimm plus 3 średnie	11,71462	20,24333	5,7504	10,50883
Shimplus 3 N	26	9	25	60
shimplus 3 Odch.std	8,608063	7,294303	3,434405	8,252293

Pozostałe parametry dla grupy A [zob.12.2.3. ZESTAWIENIE: VI, VII].

Przykładowe obliczenie statystyczne dla średniego współczynnika nieregularności dla wyrazu „*ola*" – Irregularity [ola] [zob.12.2.2].

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	13,40527	0,000017
Fx średnia 3	9,25325	0,000331
Qx średnia 3	16,45849	0,000002
Jitter first średnia 3	62,13737	0,000000
Shimmer plus średnia 3	16,20967	0,000003

Wnioski:

Dla parametru **Irregularity [ola]** wykazano istotnie statystyczną różnicę (F = 13.4) między podgrupami A1 a A2, oraz A1 a k i A2 a k.

Dla parametru **Fx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę (F = 9.25) między podgrupami A2 a A1 oraz A2 a k, natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą A1 a k.

Dla parametru **Qx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę (F = 16.45) między podgrupami A2 a A1 oraz A2 a k, natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą A1 a k.

Dla parametru **Jitter first średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę (F = 62.13) między podgrupami A2 a A1 oraz A2 a k, natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą A1 a k.

Dla parametru **Shimmer plus średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę (F = 16.2) między podgrupami A1 a A2, oraz A1 a k i A2 a k

5.1.2.2. Grupa B – badanie 3

Ocena zależności statystycznych między podgrupami B1, B2, B3 i grupą kontrolną k – na podstawie wybranych parametrów profilu głosu uzyskanych z badania elektroglottograficznego.

Opis zależności statystycznych grupy B dla badania 3

Analizie poddano wartości średnie następujących parametrów: Irregularity [ola] średnia, Fx średnia, Qx średnia, Jitter first średnia i Shimmer plus średnia.

Wartości średnich i odchyleń standardowych oraz wartości testu F dla grupy B [zob.12.2.3. ZESTAWIENIE: VIII, IX].

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	8,10331	0,000187
Fx średnia 3	8,66082	0,000111
Qx średnia 3	5,51482	0,002500
Jitter first średnia 3	2,68511	0,057242
Shimmer plus średnia 3	7,53604	0,000323

Wnioski:

Dla parametru **Irregularity [ola]** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą B3 a podgrupami B1 i B2, oraz wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami B1 i B2 a grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą B3 a grupą k oraz nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupami B1 i B2.

Dla parametru **Fx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą B3 a podgrupami B1 i B2, oraz wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami B1 i B2 a grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą B3 a grupą k oraz nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupami B1 i B2.

Dla parametru **Qx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą B3 a podgrupami B1 i B2, oraz wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami B1 i B2 a grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą B3 a grupą k oraz nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupami B1 i B2.

Dla parametru **Jitter first średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między grupą k a podgrupami B1, B2 i B3.

Dla parametru **Shimmer plus średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą B3 a podgrupami B1 i B2 oraz wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami B1 i B2 a grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą B3 a grupą k oraz nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupami B1 i B2.

5.1.2.3. Grupa C – badanie 3

Ocena zależności statystycznych między podgrupami C1, C2, C3 i grupą kontrolną k na podstawie wybranych parametrów profilu głosu uzyskanych z badania elektroglottograficznego.

Opis zależności statystycznych grupy C dla badania 3

Analizie poddano wartości średnie następujących parametrów: Irregularity [ola] średnia, Fx średnia, Qx średnia, Jitter first średnia i Shimmer plus średnia.

Wartości średnich i odchyleń standardowych oraz wartości testu F dla grupy C [zob.12.2.3. ZESTAWIENIE: X, XI].

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	9,80384	0,000031
Fx średnia 3	14,96083	0,000000
Qx średnia 3	10,78236	0,000013
Jitter first średnia 3	6,59915	0,000730
Shimmer plus średnia 3	17,24032	0,000000

Wnioski:

Dla parametru **Irregularity [ola]** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą C3 a podgrupami C1, C2 i k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą C1 a grupą k oraz nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupami C2 a grupą k.

Dla parametru **Fx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą C1, C2 i C3. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą C1 a grupą k.

Dla parametru **Qx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami C1, C2 i C3. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą C1 a grupą k.

Dla parametru **Jitter first średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę miedzy podgrupą C3 a podgrupami C1, C2 i grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupa C1 a grupą k oraz nie wykazano istotnie statystycznej różnicy miedzy podgrupą C2 a grupą k.

Dla parametru **Shimmer plus średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami C1, C2 i C3. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą C1 a grupą k.

5.1.2.4. Grupa D – badanie 3

Ocena zależności statystycznych między podgrupami D1, D2 i grupą kontrolną k – na podstawie wybranych parametrów profilu głosu uzyskanych z badania elektroglottograficznego.

Opis zależności statystycznych grupy D dla badania 3

Analizie poddano wartości średnie następujących parametrów: Irregularity [ola] średnia, Fx średnia, Qx średnia, Jitter first średnia i Shimmer plus średnia.

Wartości średnich i odchyleń standardowych oraz wartości testu F dla grupy D [zob.12.2.3. ZESTAWIENIE: XI, XII].

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	5,99085	0,004603
Fx średnia 3	3,47015	0,038640
Qx średnia 3	3,59760	0,034548

Jitter first średnia 3	5,68342	0,005912
Shimmer plus średnia 3	12,84239	0,000030

Wnioski:

Dla parametru **Irregularity [ola]** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą D1 i grupą k a podgrupą D2. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą D1 a grupą k.

Dla parametru **Fx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą D1 i grupą k a podgrupą D2. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą D1 a grupą k.

Dla parametru **Qx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą D1 a grupą k oraz wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą D2 a grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą D1 a podgrupą D2.

Dla parametru **Jitter first średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę miedzy podgrupą D1 a podgrupą D2 i grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupa D1 a podgrupą D2.

Dla parametru **Shimmer plus średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupą D2 |a podgrupą D1 i grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą D1 a grupą k.

5.1.2.5. Grupy E – badanie 3

Ocena zależności statystycznych między podgrupami E1, E2, E3 i grupą kontrolną k – na podstawie wybranych parametrów profilu głosu uzyskanych z badania elektroglottograficznego.

Opis zależności statystycznych grupy E dla badania 3

Analizie poddano wartości średnie następujących parametrów: Irregularity [ola] średnia, Fx średnia, Qx średnia, Jitter first średnia i Shimmer plus średnia.

Wartości średnich i odchyleń standardowych oraz wartości testu F dla grupy E [zob.12.2.3. ZESTAWIENIE: XIV, XV].

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	9,30616	0,000043
Fx średnia 3	1,03947	0,382246
Qx średnia 3	3,24721	0,028506
Jitter first średnia 3	6,23636	0,000993
Shimmer plus średnia 3	7,33556	0,000312

Wnioski:

Dla parametru **Irregularity [ola]** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami E1, E2 i E3. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą E2 a grupą k.

Dla parametru **Fx średnia** nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupami i grupą k.

Dla parametru **Qx średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami E1,E2 i E3. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą E2 a grupą k.

Dla parametru **Jitter first średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę miedzy podgrupą E1, E2, E3 i grupą k.

Dla parametru **Shimmer plus średnia** wykazano istotnie statystyczną różnicę między podgrupami E1, E2 i E3 a grupą k. Natomiast nie wykazano istotnie statystycznej różnicy między podgrupą E1, E2 i E3.

5.1.3. Wyniki wybranych parametrów elektroglottograficznych uzyskanych z trzech kolejnych badań

5.1.3.1. Wyniki parametrów elektroglottograficznych z trzech kolejnych badań – cała grupa chorych

Analizie statystycznej poddano wartości średnie pięciu parametrów tj.

A. - średniego współczynnika nieregularności dla wyrazu „*ola*" (irregularity [ola])

B. - średniej częstotliwości tonu krtaniowego Fx średnia – dla samogłoski „*a*"

C. - średniego wskaźnika zwarcia głośni Qx średnia – dla samogłoski „*a*"

D. - średnie współczynnika Jitter first średnia – dla samogłoski „*a*"

E. - średnie współczynnika Shimmer plus średnia – dla samogłoski „*a*"

A. Analiza porównawcza średniego współczynnika nieregularności, zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań w grupie wszystkich chorych.

czas	irregularity [ola] średnie	irregularity [ola] N	irregularity [ola] odchyl sta.
1	44,86143	35	36,04458
2	23,68457	35	22,31215
3	27,40351	35	23,24317
Ogół grupy	31,98317	105	29,15756

Przykładowe obliczenie statystyczne dla średniego współczynnika nieregularności dla wyrazu „*ola*" – Irregularity [ola] w zależności od czasu badania [zob.12.2.1.].

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	5,743278	0,004330

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F =5.74) między wartościami średnimi parametru współczynnika nieregularności (*ola*) – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

B. Analiza porównawcza parametru częstotliwości tonu krtaniowego – Fx średnia, zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań w grupie wszystkich chorych.

czas	Fx średnia średnie	Fx średnia N	Fx średnia odchyl sta.
1	133,5860	35	44,4997
2	195,9151	35	63,7942
3	228,7140	35	129,9400
Ogół grupy	186,0717	105	95,2334

parametr	wartość F	p
Fx średnia	10,69033	0,000061

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 10.69) między wartościami średnimi parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badania 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

C. Analiza porównawcza parametru wskaźnika zwarcia głośni Qx średnia, zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań w grupie wszystkich chorych.

czas	Qx średnia średnie	Qx średnia N	Qx średnia odchyl sta.
1	57,61543	35	9,74774
2	38,80057	35	12,56432
3	63,47343	35	22,34901
Ogół grupy	53,29648	105	18,91597

parametr	wartość F	p
Qx średnia	23,19190	0,00001

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 23.19) między wartościami średnimi parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia, zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań w grupie wszystkich chorych.

czas	Jitter first średnie	Jitter first N	Jitter first odchyl sta.
1	9,12714	35	9,29787
2	16,62943	35	24,65200
3	5,80200	35	6,97871
Ogół grupy	10,51952	105	16,23478

parametr	wartość F	p
Jitter first średnia	4.34804	0,015412

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 4.34) między wartościami średnimi parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia, zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań w grupie wszystkich chorych.

czas	Shimmer plus średnie	Shimmer plus N	Shimmer plus odchyl sta.
1	14,10571	35	7,590041
2	5,17514	35	2,289113
3	13,90771	35	9,017036
Ogół grupy	11,06286	105	8,039507

parametr	wartość F	p
Shimmer plus średnia	18.94418	0,00001

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 18.94) między wartościami średnimi parametru Shimmer plus średnia - między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

5.1.3.2. Wyniki parametrów elektroglottograficznych z trzech kolejnych badań – grupy chorych od A do E

Analizie statystycznej poddano wartości średnie pięciu parametrów tj.

A. - średniego współczynnika nieregularności dla słowa „*ola*" (irregularity [ola])

B. - średniej częstotliwości tonu krtaniowego Fx średnia – dla samogłoski „*a*"

C. - średniego wskaźnika zwarcia głośni Qx średnia – dla samogłoski „*a*"

D. - średnie współczynnika Jitter first średnia – dla samogłoski „*a*"

E. - średnie współczynnika Shimmer plus średnia – dla samogłoski „*a*"

GRUPA A

Podgrupa A1

Tabela IV. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy A1 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	42,02654	22,74615	21,72896	9,90960	24,24061
Irregularity [ola] N	26	26	26	25	103
Irregularity [ola] Odch.std	34,16714	22,19956	18,08342	7,35430	25,15832
Fx średnia średnie	139,7942	198,9769	191,7331	187,8632	179,5116
Fx średnia N	26	26	26	25	103
Fx średnia Odch.std	47,6972	68,3374	125,5398	52,0667	82,1994
Qx średnia średnie	56,95423	38,71808	56,70269	49,70400	50,52767
Qx średnia N	26	26	26	25	103
Qx średnia Odch.std	10,21389	12,84463	20,52217	4,41273	15,15842
Jitter first średnie	10,59962	16,85115	2,44615	1,42080	7,89165
Jitter first N	26	26	26	25	103

Jitter first Odch.std	10,13278	27,12121	1,14165	2,35816	15,72353
Shimmer plus średnie	14,18462	5,31615	11,71462	5,75040	9,27534
Shimmer plus N	26	26	26	25	103
Shimme plus Odch.std	6,945009	2,247230	8,608063	3,434405	6,978358

parametr	F	p
Irregularity [ola]	8,79161	0,000032
Fx średnia	2,94655	0,036579
Qx średnia	10,62519	0,000004
Jitter first średnia	6,39871	0,000524
Shimmer plus średnia	14,27022	0,000000

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie A1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 8.79) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 a grupą k.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie A1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 2.94) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 a grupą k.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie A1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 10.62) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 2 jak również między badaniem 1 a grupą k i między

badaniem 2 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 3 a grupą k

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie A1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6.39) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 3 oraz między badaniem 1 a badaniem 2 a także między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 oraz miedzy badaniem 2 a grupą k jak również między badaniem 3 a grupą k

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie A1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 14.27) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k.

Podgrupa A2

Tabela V. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy A2 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	53,05111	26,39556	43,79667	9,90960	26,09481
Irregularity [ola] N	9	9	9	25	52
Irregularity [ola] Odch.std	42,09480	23,76115	29,44750	7,35430	28,98195
Fx średnia średnie	115,6511	187,0700	335,5478	187,8632	200,7885
Fx średnia N	9	9	9	25	52
Fx średnia Odch.std	28,62464	50,83286	72,27128	52,06670	85,01681

Qx średnia średnie	59,52556	39,03889	83,03333	49,70400	55,32654
Qx średnia N	9	9	9	25	52
Qx średnia Odch.std	8,50247	12,46000	15,07505	4,41273	16,77494
Jitter first średnie	4,87333	15,98889	15,49667	1,42080	6,97596
Jitter first N	9	9	9	25	52
Jitter first Odch.std	4,37681	16,83950	7,78311	2,35816	10,13215
Shimmer plus średnie	13,87778	4,76778	20,24333	5,75040	9,49538
Shimmer plus N	9	9	9	25	52
Shimme plus Odch.std	9,696896	2,497493	7,294303	3,434405	8,013671

parametr	F	p
Irregularity [ola]	9,45332	0,000051
Fx średnia	27,98997	0,000000
Qx średnia	39,92693	0,000000
Jitter first średnia	11,55732	0,000008
Shimmer plus średnia	18,68361	0,000000

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie A2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 9,45) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a grupą k i miedzy badaniem 3 a grupą k.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie A2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 27,98) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie A2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 39.92) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie A2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6.39) między wartościami parametru Jitter first średnia – między wszystkimi badaniami i grupą k.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie A2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 14.27) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k.

GRUPA B

Podgrupa B1

Tabela VI. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy B1 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	54,78846	27,79231	24,65231	9,90960	25,65266
Irregularity [ola] N	13	13	13	25	64

Irregularity [ola] Odch.std	34,67580	26,69618	16,52564	7,35430	26,68471
Fx średnia średnie	136,6123	203,1846	128,6662	187,8632	168,5406
Fx średnia N	13	13	13	25	64
Fx średnia Odch.std	51,4007	87,9361	103,2915	52,0667	77,3005
Qx średnia średnie	57,07000	36,17692	60,89231	49,70400	50,72516
Qx średnia N	13	13	13	25	64
Qx średnia Odch.std	9,31777	13,90521	22,84208	4,41273	15,29356
Jitter first średnie	7,29846	24,99077	2,70154	1,42080	7,66250
Jitter first N	13	13	13	25	64
Jitter first Odch.std	7,63524	31,45089	1,14036	2,35816	16,86438
Shimmer plus średnie	15,16385	5,09077	13,27615	5,75040	9,05719
Shimmer plus N	13	13	13	25	64
Shimme plus Odch.std	7,457756	2,588772	9,554127	3,434405	7,259776

parametr	F	p
Irregularity [ola]	12,55916	0,000002
Fx średnia	3,70660	0,016296
Qx średnia	9,20602	0,000042
Jitter first średnia	8,17569	0,000120
Shimmer plus średnia	11,23150	0,000006

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie B1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 12.55) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k jak również między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie B1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 3.7) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3, a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie B1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 9.2) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k jak również badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie B1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 8.17) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 2 jak również między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie B1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 11.23) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i miedzy badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 1 a badaniem 3.

Podgrupa B2

Tabela VII. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy B2 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	33,91000	12,18000	29,80157	9,90960	16,93437
Irregularity [ola] N	7	7	7	25	46
Irregularity [ola] Odch.std	29,44079	6,52974	20,66225	7,35430	17,56517
Fx średnia średnie	143,6529	201,7686	317,6429	187,8632	203,0007
Fx średnia N	7	7	7	25	46
Fx średnia Odch.std	53,5255	26,0682	124,6774	52,0667	81,9201
Qx średnia średnie	57,82143	39,70857	63,83714	49,70400	51,56891
Qx średnia N	7	7	7	25	46
Qx średnia Odch.std	9,39558	12,37228	15,27172	4,41273	11,26808
Jitter first średnie	20,39143	4,40429	3,04857	1,42080	5,00935
Jitter first N	7	7	7	25	46
Jitter first Odch.std	12,12683	3,91246	0,77111	2,35816	8,32521
Shimmer plus średnie	15,84143	5,92857	14,77571	5,75040	8,68652
Shimmer plus N	7	7	7	25	46
Shimme plus Odch.std	6,423427	1,010090	7,806617	3,434405	6,305356

parametr	F	p
Irregularity [ola]	6,86484	0,000724
Fx średnia	9,54093	0,000063
Qx średnia	10,13152	0,000038
Jitter first średnia	25,29391	0,000000
Shimmer plus średnia	13,75541	0,000002

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie B2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6.86) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie B2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 9.54) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k oraz badaniem 1 a badaniem 3.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie B2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 10.13) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k jak również między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie B2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 25.29) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k oraz między badaniem 3 a grupą k i między badaniem 2 a badaniem 3.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie B2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 13.75) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k oraz między badaniem 1 a badaniem 3.

Podgrupa B3

Tabela VIII. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy B3 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	41,36867	25,49333	28,66880	9,90960	24,01003
Irregularity [ola] N	15	15	15	25	70
Irregularity [ola] Odch.std	39,85696	22,23786	29,72124	7,35430	27,63041
Fx średnia średnie	126,2653	186,8833	273,9220	187,8632	192,8949
Fx średnia N	15	15	15	25	70
Fx średnia Odch.std	34,64195	53,01531	98,79057	52,06670	78,39834
Qx średnia średnie	57,99200	40,65067	65,54067	49,70400	52,93357
Qx średnia N	15	15	15	25	70
Qx średnia Odch.std	10,86550	11,89843	25,59317	4,41273	16,40255
Jitter first średnie	5,45533	15,08800	9,77400	1,42080	7,00400
Jitter first N	15	15	15	25	70
Jitter first Odch.std	3,99547	21,89276	9,34276	2,35816	12,15820
Shimmer plus średnie	12,37867	4,89667	14,05000	5,75040	8,76629
Shimmer plus N	15	15	15	25	70
Shimme plus Odch.std	8,295145	2,484083	9,608915	3,434405	7,314810

parametr	F	p
Irregularity [ola]	5,05919	0,003248
Fx średnia	14,18467	0,000000

Qx średnia	8,77144	0,000056
Jitter first średnia	5,07102	0,003204
Shimmer plus średnia	8,93680	0,000047

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie B3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 5.06) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k oraz między badaniem 3 a grupą k i między badaniem 2 a badaniem 3.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie B3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 14.18) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k oraz między badaniem 1 a badaniem 3.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie B3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 10.13) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k jak również między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie B3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 5.07) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k jak również badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie B3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 8.93) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k i badaniem 1 a badaniem 3.

GRUPA C

Podgrupa C1

Tabela IX. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy C1 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	50,14556	27,98778	17,46333	9,90960	21,30981
Irregularity [ola] N	9	9	9	25	52
Irregularity [ola] Odch.std	34,09809	20,07518	8,04505	7,35430	22,40821
Fx średnia średnie	141,4411	177,5778	178,6378	187,8632	176,4517
Fx średnia N	9	9	9	25	52
Fx średnia Odch.std	44,67749	56,83771	29,09928	52,06670	50,09622
Qx średnia średnie	57,62333	36,88444	45,70222	49,70400	48,16327
Qx średnia N	9	9	9	25	52
Qx średnia Odch.std	12,57160	13,59871	11,26730	4,41273	11,10636
Jitter first średnie	7,01667	13,62444	1,72333	1,42080	4,55385
Jitter first N	9	9	9	25	52
Jitter first Odch.std	3,75664	21,94679	0,55125	2,35816	10,11179

Shimmer plus średnie	10,99111	4,15333	6,43667	5,75040	6,49981
Shimmer plus N	9	9	9	25	52
Shimme plus Odch.std	5,224396	1,341268	5,654324	3,434405	4,465064

parametr	F	p
Irregularity [ola]	12,57021	0,000003
Fx średnia	2,01907	0,123742
Qx średnia	7,81392	0,000239
Jitter first średnia	4,33956	0,008742
Shimmer plus średnia	5,08400	0,003886

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie C1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 12.57) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 2 a grupa k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 3 a grupą k.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie C1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Nie stwierdzono istotnej różnicy statystycznie (F = 2.01).

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie C1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 7.81) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3, a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 2 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 3 a grupą k.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie C1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 4.33) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3, a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 2 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 3 a grupą k.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie C1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 5.08) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k.

Podgrupa C2

Tabela X. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy C2 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	31,95250	14,98625	19,51388	9,90960	15,90533
Irregularity [ola] N	8	8	8	25	49
Irregularity [ola] Odch.std	26,83332	9,78842	22,05037	7,35430	16,75946
Fx średnia średnie	124,7600	188,3338	85,9563	187,8632	160,9996
Fx średnia N	8	8	8	25	49
Fx średnia Odch.std	39,47322	59,63277	64,39033	52,06670	66,05898
Qx średnia średnie	56,28750	33,75125	76,93125	49,70400	52,61959
Qx średnia N	8	8	8	25	49
Qx średnia Odch.std	10,48164	10,11659	18,68040	4,41273	16,00275

Jitter first średnie	10,06250	19,26500	2,98500	1,42080	6,00041
Jitter first N	8	8	8	25	49
Jitter first Odch.std	14,64289	32,22858	0,87844	2,35816	15,17069
Shimmer plus średnie	15,56625	5,02000	11,85375	5,75040	8,23020
Shimmer plus N	8	8	8	25	49
Shimme plus Odch.std	9,340095	1,778980	9,299255	3,434405	6,911632

parametr	F	p
Irregularity [ola]	4,42221	0,008284
Fx średnia	9,19011	0,000074
Qx średnia	26,94813	0,000000
Jitter first średnia	3,59686	0,020560
Shimmer plus średnia	7,60989	0,000321

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie C2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 4.42) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k oraz badaniem 3 a grupą k i między badaniem 2 a badaniem 3.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie C2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 9.19) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 1 a badaniem 3.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie C2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano istotną statystycznie różnicę (F = 26.94) między wartościami parametru Qx średnie – dla wszystkich badań 1,2,3 oraz między badaniami 1,2,3 a grupą k.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie C2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 3.59) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i miedzy badaniem 2 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 3 a grupą k i między badaniem 1 a badaniem 2.

C. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie C2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 7.61) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupa k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

Podgrupa C3

Tabela XI. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy C3 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	47,95667	25,39889	35,88011	9,90960	28,02509
Irregularity [ola] N	18	18	18	25	79
Irregularity [ola] Odch.std	40,63808	26,79623	26,30861	7,35430	29,94347
Fx średnia średnie	133,5811	208,4533	317,2000	187,8632	209,6557
Fx średnia N	18	18	18	25	79
Fx średnia Odch.std	48,0645	69,1618	111,6006	52,0667	96,1861

Qx średnia średnie	58,20167	42,00278	66,37778	49,70400	53,68456
Qx średnia N	18	18	18	25	79
Qx srednia Odch.std	8,32049	12,71848	23,11208	4,41273	15,84982
Jitter first średnie	9,76667	16,96056	9,09333	1,42080	8,61127
Jitter first N	18	18	18	25	79
Jitter first Odch.std	8,64687	23,51425	8,54006	2,35816	13,69053
Shimmer plus średnie	15,01389	5,75500	18,55611	5,75040	10,77987
Shimmer plus N	18	18	18	25	79
Shimme plus Odch.std	7,709667	2,722177	7,585963	3,434405	7,922571

parametr	F	p
Irregularity [ola]	7,77467	0,000138
Fx średnia	20,39940	0,000000
Qx średnia	11,35409	0,000003
Jitter first średnia	5,34617	0,002162
Shimmer plus średnia	26,04474	0,000000

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie C3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 7.77) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k oraz między badaniem 1 a badaniem 3.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie C3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 20.39) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 a grupą k i badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie C3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 11.35) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i badaniem 3 a grupa k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k oraz między badaniem 1 a badaniem 3.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie C3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 5,34) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1, 2, 3 a grupą k Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 3.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie C3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 26,04) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i badaniem 3 a grupa k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a grupą k.

GRUPA D

Podgrupa D1

Tabela XII. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy D1 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	53,28000	30,42500	21,71800	9,90960	23,67218
Irregularity [ola] N	10	10	10	25	55
Irregularity [ola] Odch.std	37,98974	23,32668	20,81959	7,35430	26,20467
Fx średnia średnie	124,3110	177,6300	286,3190	187,8632	192,3487
Fx średnia N	10	10	10	25	55
Fx średnia Odch.std	35,2614	49,6977	147,8909	52,0667	89,5040
Qx średnia średnie	56,37600	35,46800	64,07000	49,70400	50,94073
Qx średnia N	10	10	10	25	55
Qx średnia Odch.std	11,54866	8,82832	26,11847	4,41273	15,49205
Jitter first średnie	8,41800	12,50600	8,19600	1,42080	5,94036
Jitter first N	10	10	10	25	55
Jitter first Odch.std	7,36851	15,96757	10,23762	2,35816	9,53946
Shimmer plus średnie	13,67200	4,52200	10,60600	5,75040	7,85018
Shimmer plus N	10	10	10	25	55
Shimme plus Odch.std	4,912010	1,742698	5,613860	3,434405	5,176660

parametr	F	p
Irregularity [ola]	10,30636	0,000021
Fx średnia	7,90142	0,000201
Qx średnia	8,89388	0,000077
Jitter first	4,64190	0,006047
Shimmer plus	13,32571	0,000002

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie D1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 10.3) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 2 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 a grupą k i miedzy badaniem 2 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 3 a grupą k.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie D1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 7.9) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 2 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie D1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 8.89) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k, jak również między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie D1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 4.64) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a grupą k oraz między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a badaniem 3.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie D1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 13.32) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupa k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

Podgrupa D2

Tabela XIII. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy D2 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	43,12158	22,54000	29,19537	9,90960	25,00027
Irregularity [ola] N	19	19	19	25	82
Irregularity [ola] Odch.std	38,35009	23,35041	26,15332	7,35430	27,72869
Fx średnia średnie	140,7274	205,4016	202,6763	187,8632	184,4376
Fx średnia N	19	19	19	25	82
Fx średnia Odch.std	49,8179	74,6621	120,8628	52,0667	80,4525
Qx średnia średnie	58,39737	41,29895	62,16789	49,70400	52,65878
Qx srednia N	19	19	19	25	82
Qx średnia Odch.std	8,94703	13,90572	23,50124	4,41273	15,84816
Jitter first średnie	6,60105	20,04211	5,22737	1,42080	7,81780
Jitter first N	19	19	19	25	82
Jitter first Odch.std	6,88522	28,04548	5,71428	2,35816	15,61509
Shimmer plus średnie	13,23368	5,42421	16,29842	5,75040	9,85280
Shimmer plus N	19	19	19	25	82
Shimme plus Odch.std	8,38506	2,70424	10,05452	3,43440	8,08893

parametr	F	p
Irregularity [ola]	6,45179	0,000585
Fx średnia	2,81786	0,044450
Qx średnia	8,50341	0,000059
Jitter first średnia	6,64015	0,000472
Shimmer plus średnia	13,37105	0,000000

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie D2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6.45) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie D2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 2.81) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem a badaniem 3 oraz między badaniem 2 grupą k i między badaniem 3 a grupą k.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie D2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 8.5) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie D2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6.64) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 2 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 3 a grupą k.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie D2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 13.37) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

GRUPA E

Podgrupa E1

Tabela XIV. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy E1 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	47,57467	13,74333	17,32347	9,90960	20,39089
Irregularity [ola] N	15	15	15	25	70
Irregularity [ola] Odch.std	37,03362	10,80375	15,25614	7,35430	24,08508
Fx średnia średnie	112,1513	174,6787	237,8407	187,8632	179,5234
Fx średnia N	15	15	15	25	70
Fx średnia Odch.std	16,0416	38,9013	138,3900	52,0667	83,3333
Qx średnia średnie	55,95200	35,95200	62,82800	49,70400	50,90829
Qx średnia N	15	15	15	25	70
Qx średnia Odch.std	9,10768	11,42770	22,07361	4,41273	15,31445
Jitter first średnie	12,44600	2,86400	4,12667	1,42080	4,67243
Jitter first N	15	15	15	25	70
Jitter first Odch.std	10,58887	2,15100	3,00117	2,35816	6,72261
Shimmer plus średnie	16,35400	5,13667	12,03667	5,75040	9,23814
Shimmer plus N	15	15	15	25	70
Shimme plus Odch.std	8,351948	1,366103	7,328638	3,434405	7,092713

parametr	F	p
Irregularity [ola]	12,68005	0,000001
Fx średnia	7,44787	0,000228
Qx średnia	12,63790	0,000001
Jitter first średnia	14,22020	0,000000
Shimmer plus średnia	15,47615	0,000000

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie E1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 12.68) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznych między badaniem 2 a badaniem 3 oraz miedzy badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie E1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 7.44) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 2 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie E1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 12.63) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k jak również między badaniem 2 a grupą k i między badaniem

3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie E1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 14.22) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie E1 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 15.47) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 2 a badaniem 3 jak również między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a grupą k.

Podgrupa E2

Tabela XV. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy E2 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp
Irregularity[ola] średnie	61,78667	37,51417	40,43250	9,90960	31,54984
Irregularity [ola] N	12	12	12	25	61
Irregularity [ola] Odch.std	34,91986	27,10802	25,42373	7,35430	29,98809
Fx średnia średnie	139,8725	243,8992	238,6758	187,8632	199,4418
Fx średnia N	12	12	12	25	61
Fx średnia Odch.std	55,1322	75,7833	135,3473	52,0667	86,7278
Qx średnia średnie	56,70667	40,54417	61,25250	49,70400	51,55148
Qx średnia N	12	12	12	25	61

Qx średnia Odch.std	9,22838	15,84515	24,30174	4,41273	15,08293
Jitter first średnie	5,83250	44,37000	9,40083	1,42080	12,30754
Jitter first N	12	12	12	25	61
Jitter first Odch.std	7,98549	24,35079	10,28258	2,35816	20,17592
Shimmer plus średnie	13,70917	5,78667	16,85167	5,75040	9,50705
Shimmer plus N	12	12	12	25	61
Shimme plus Odch.std	7,496835	2,671068	9,385933	3,434405	7,446436

parametr	F	p
Irregularity [ola]	15,28170	0,000000
Fx średnia	4,61021	0,005884
Qx średnia	5,32369	0,002645
Jitter first średnia	35,46347	0,000000
Shimmer plus średnia	13,43579	0,000001

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie E2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 15.28) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k jak również między badaniem 2 a grupą k i miedzy badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie E2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 4.6) między wartościami parametru Fx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie E2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 5.32) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie E2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 35.46) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k jak również między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 3 a badaniem 1.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie E2 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 13.43) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupa k i miedzy badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

Podgrupa E3

Tabela XVI. Wartości wybranych parametrów EGG dla podgrupy E3 (uzyskane w trzech kolejnych rejestracjach – 1,2,3) i grupy kontrolnej k.

parametr	1	2	3	k	Ogół grp

Irregularity[ola] średnie	14,38625	21,58000	26,76013	9,90960	15,29696
Irregularity [ola] N	8	8	8	25	49
Irregularity [ola] Odch.std	9,11132	22,02579	25,17179	7,35430	15,68553
Fx średnia średnie	164,3463	163,7575	196,6588	187,8632	181,5241
Fx średnia N	8	8	8	25	49
Fx średnia Odch.std	46,8344	40,2524	115,7436	52,0667	63,4523
Qx średnia średnie	62,09750	41,52625	68,01500	49,70400	53,38184
Qx średnia N	8	8	8	25	49
Qx średnia Odch.std	11,46679	8,94137	22,14909	4,41273	13,81786
Jitter first średnie	7,846250	0,828750	3,545000	1,420800	2,720000
Jitter first N	8	8	8	25	49
Jitter first Odch.std	7,166585	0,397040	4,283950	2,358161	4,351810
Shimmer plus średnie	10,48500	4,33000	13,00000	5,75040	7,47510
Shimmer plus N	8	8	8	25	49
Shimme plus Odch.std	5,08938	3,00783	11,21448	3,43440	6,25541

parametr	**F**	**p**
Irregularity [ola]	3,24280	0,030612
Fx średnia	0,62438	0,602969
Qx średnia	10,54549	0,000023
Jitter first średnia	6,90269	0,000638
Shimmer plus średnia	5,00864	0,004416

A. Analiza porównawcza parametru średniego współczynnika nieregularności w podgrupie E3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 3.24) między wartościami parametru średniego współczynnika nieregularności – między badaniem 1 a grupą k oraz między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i miedzy badaniem 2 a badaniem 3.

B. Analiza porównawcza parametru Fx średnia w podgrupie E3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Nie stwierdzono istotnej różnicy statystycznej (F = 0.62) między wartościami parametru Fx średnia.

C. Analiza porównawcza parametru Qx średnia w podgrupie E3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 10.54) między wartościami parametru Qx średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

D. Analiza porównawcza parametru Jitter first średnia w podgrupie E3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6.9) między wartościami parametru Jitter first średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 1 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3 oraz między badaniem 2 a grupą k i między badaniem 3 a grupą k.

E. Analiza porównawcza parametru Shimmer plus średnia w podgrupie E3 – zależność zmian wyników w czasie kolejnych badań, z uwzględnieniem grupy kontrolnej k

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 5.0) między wartościami parametru Shimmer plus średnia – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3 a także między badaniem 1 a grupa k i miedzy badaniem 3 a grupą k. Natomiast nie ma istotnej różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3 i między badaniem 2 a grupą k.

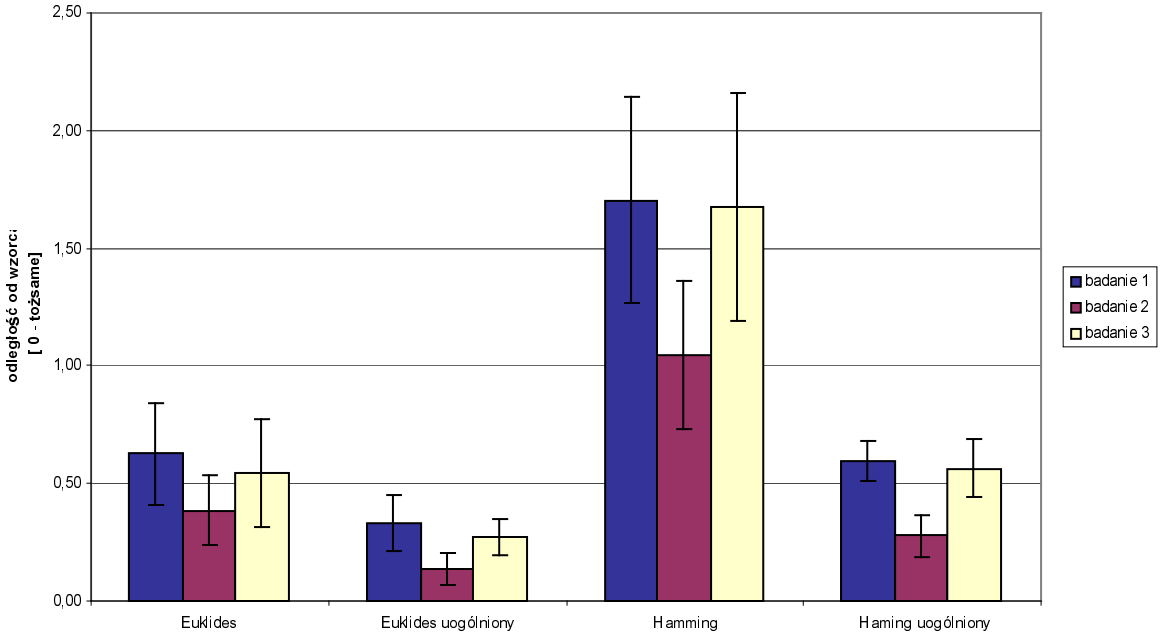
5.2. Wyniki badań akustycznych sygnału mowy

5.2.1. Średnie wartości metryk dla samogłosek „*a,e,i, u”* o przedłużonej fonacji z trzech kolejnych badań – cała grupa chorych

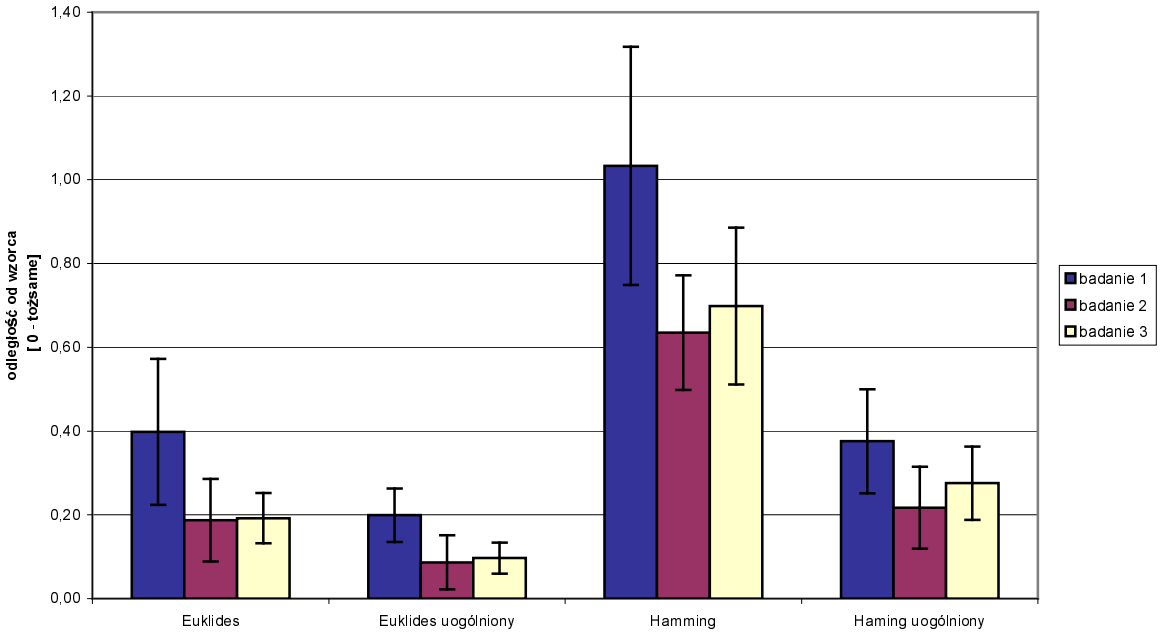
Wartości dla grupy kontrolnej [zob.12.3. ZESTAWIENIE: XVI].

Przykładowe wartości metryk z kolejnych trzech badań [zob.12.3. ZESTAWIENIE: XVII, XVIII, XIX].

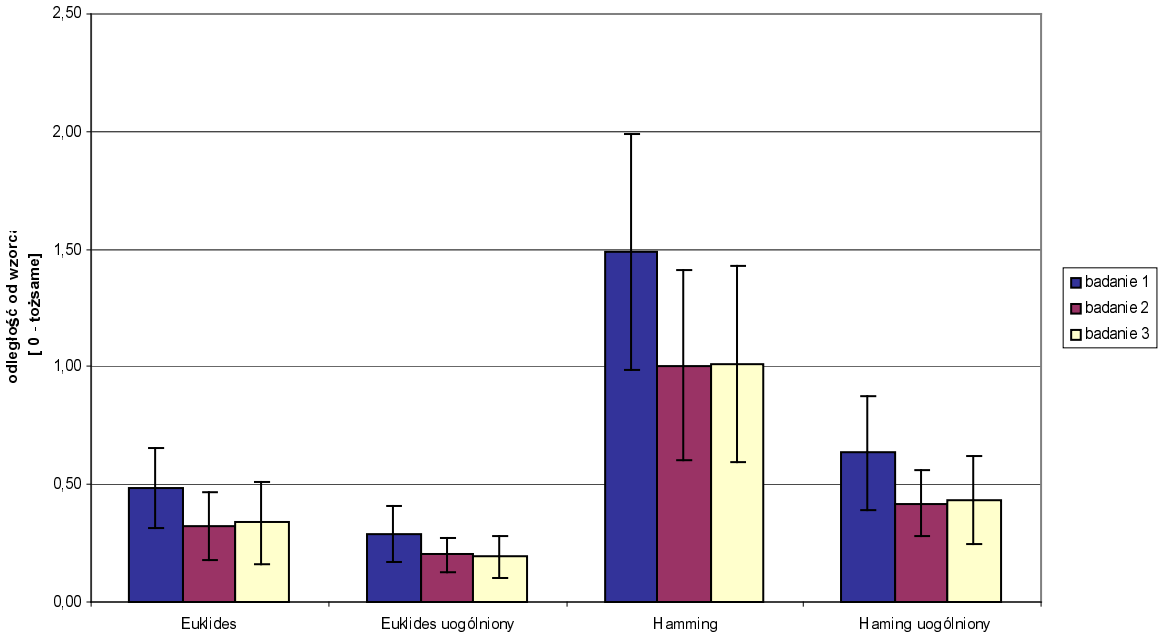
Średnie wartości z metryk dla samogłoski „aaaaa.....” – wszyscy chorzy



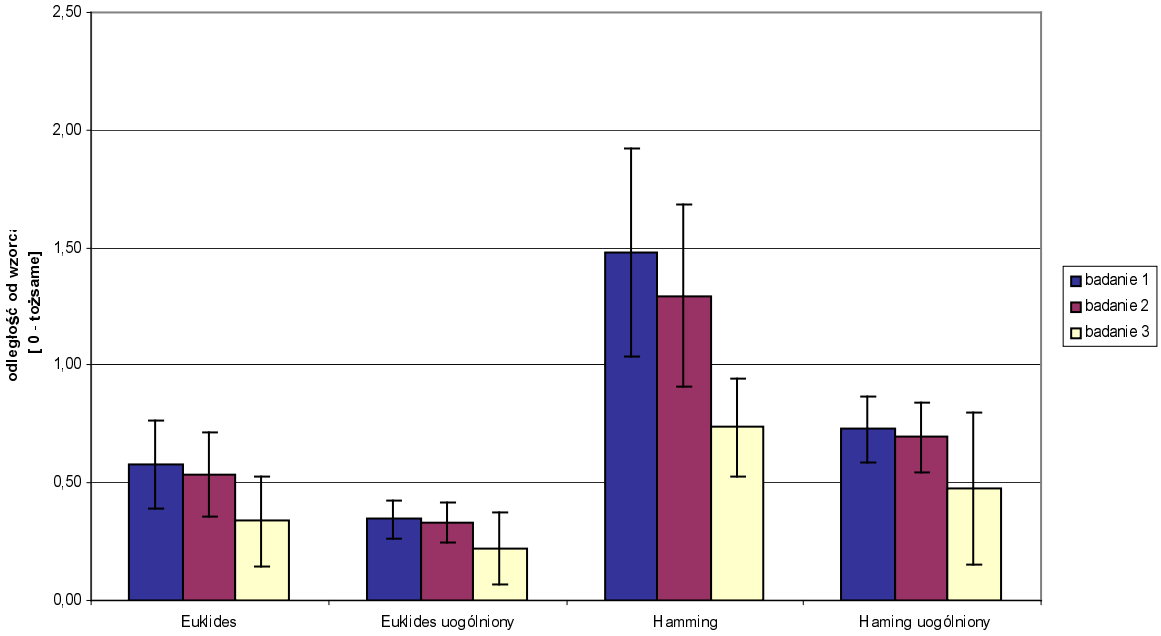
Średnie wartości z metryk dla samogłoski „eeeee.....” – wszyscy chorzy



Średnie wartości z metryk dla samogłoski „iiiii.....” wszyscy chorzy



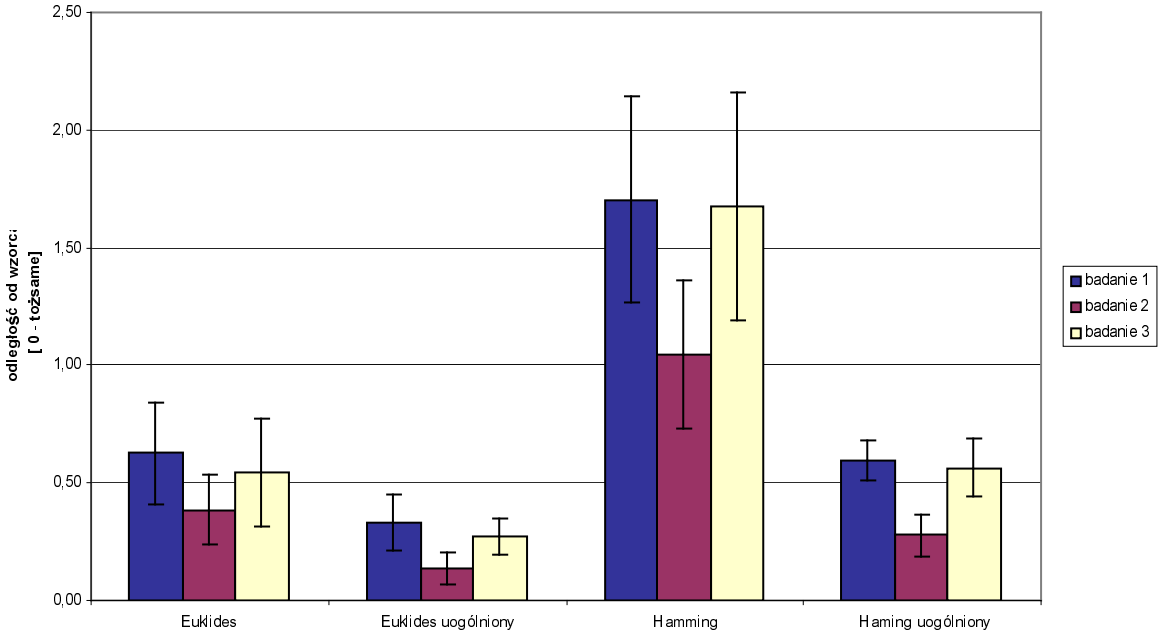
Średnie wartości z metryk dla samogłoski „uuuuu.....” wszyscy chorzy



5.2.2. Statystyczna analiza metryki Euklidesa uogólnionej dla samogłoski „*a*” o przedłużonej fonacji – cała grupa chorych

Do analizy statystycznej wybrano wartości metryki Euklidesa uogólnionej. Przeprowadzono analizę wariancji w której hipotezą H_0 była hipoteza, że wszystkie średnie są równe, natomiast hipotezą alternatywną było twierdzenie że średnie nie są równe.

Średnie wartości z metryk dla samogłoski „aaaaa.....” – wszyscy chorzy



wartość średnia dla wszystkich chorych

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,6265	0,3865	0,5424
Euklides uogólniony	0,3343	0,1354	0,2730
Hamming prosty	1,7033	1,0452	1,6738
Hamming uogólniony	0,5927	0,2777	0,5634

średnie odchylenie standardowe dla wszystkich chorych

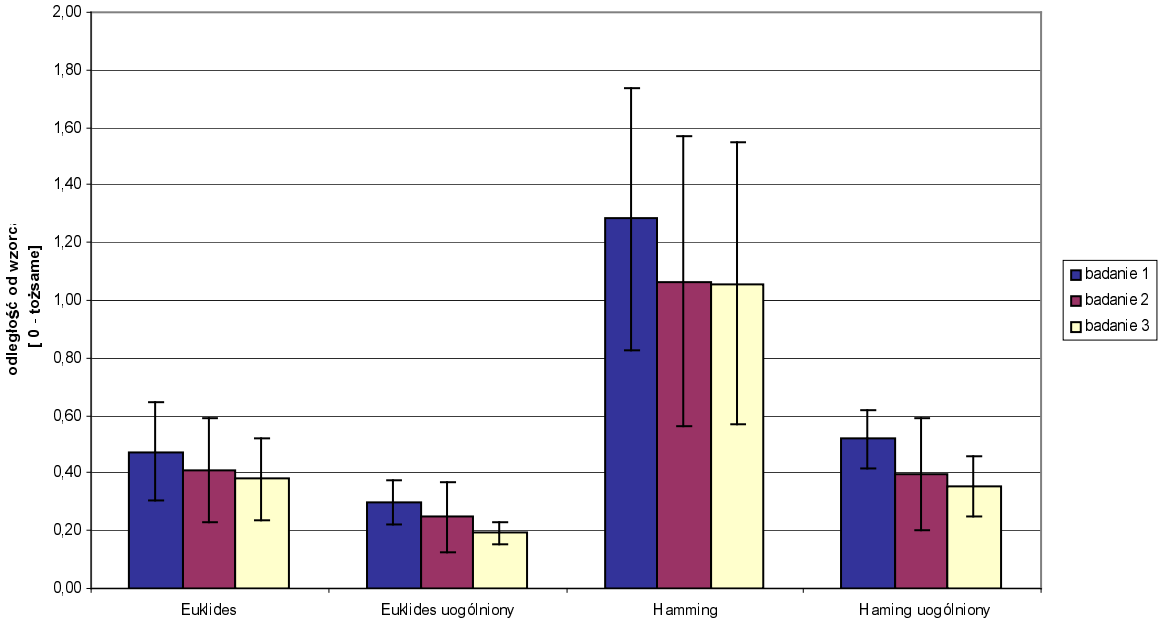
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,2173	0,1475	0,2308
Euklides uogólniony	0,1193	0,0699	0,0736
Hamming prosty	0,4357	0,3124	0,4865
Hamming uogólniony	0,0865	0,0870	0,1236

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6,37) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

5.2.3. Statystyczna analiza metryki Euklidesa uogólnionej dla samogłoski „*a*” o przedłużonej fonacji – grupy chorych od A do E.

Grupa A

Podgrupa A1



wartość średnia A1 - polip krtaniowy

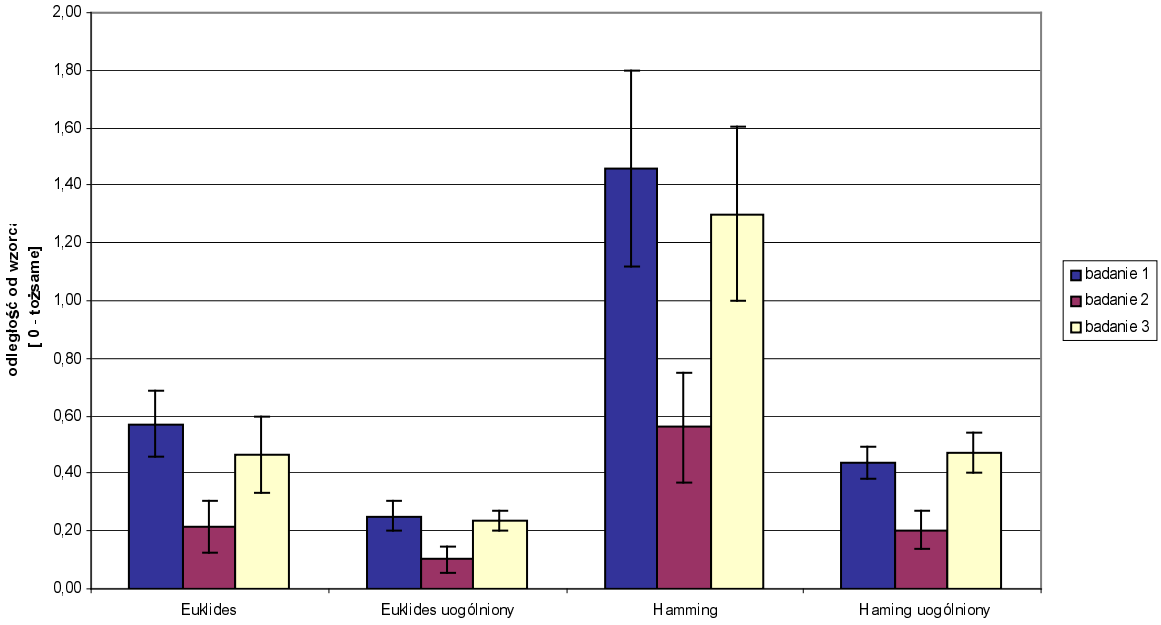
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,4742	0,4102	0,3810
Euklides uogólniony	0,2986	0,2475	0,1931
Hamming prosty	1,2832	1,0647	1,0584
Hamming uogólniony	0,5176	0,3936	0,3516

średnie odchylenie standardowe A1 - polip krtaniowy

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1690	0,1814	0,1431
Euklides uogólniony	0,0759	0,1205	0,0390
Hamming prosty	0,4548	0,5016	0,4890
Hamming uogólniony	0,0981	0,1941	0,1035

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6,37) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 jak również między badaniem 2 a badaniem 3.

Podgrupa A2



wartość średnia A2 - obrzęk Reinkego i guzek śpiewaczy

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,5725	0,2183	0,4670
Euklides uogólniony	0,2532	0,1016	0,2357
Hamming prosty	1,4571	0,5613	1,3003
Hamming uogólniony	0,4381	0,2024	0,4715

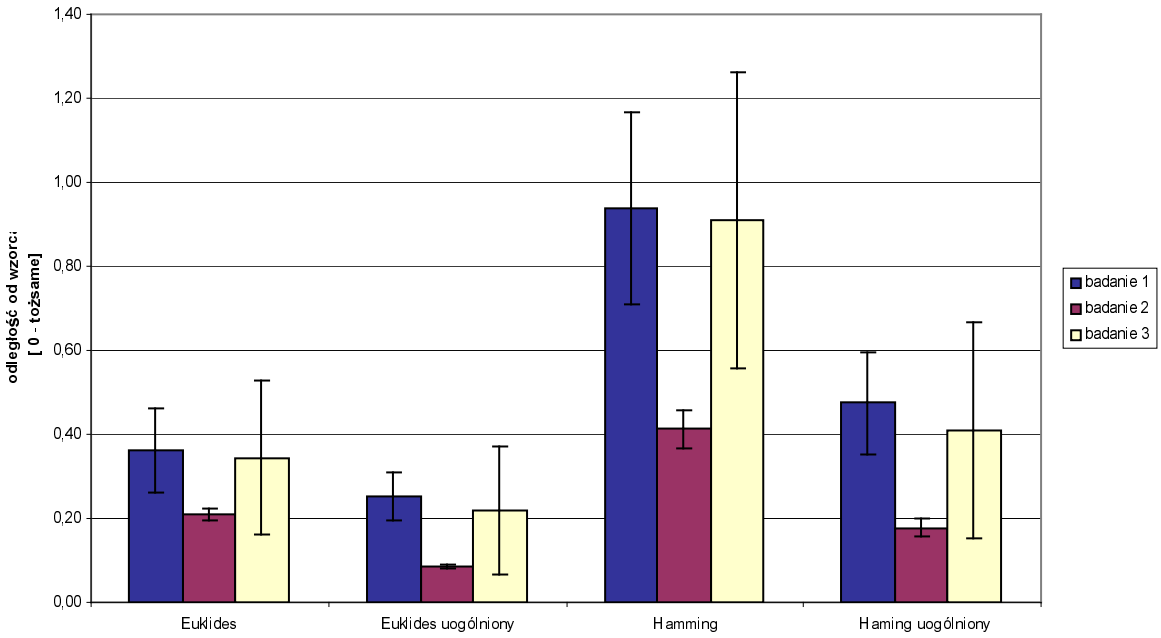
średnie odchylenie standardowe A2 - obrzęk Reinkego i guzek śpiewaczy

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1147	0,1318	0,0901
Euklides uogólniony	0,0503	0,0345	0,0436
Hamming prosty	0,3387	0,3024	0,1912
Hamming uogólniony	0,0534	0,0674	0,0665

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 21,35) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 1 a badaniem 3 a także między badaniem a badaniem 3.

Grupa B

Podgrupa B1



wartość średnia B1 – polip na 1/3 przedniej długości fałdu

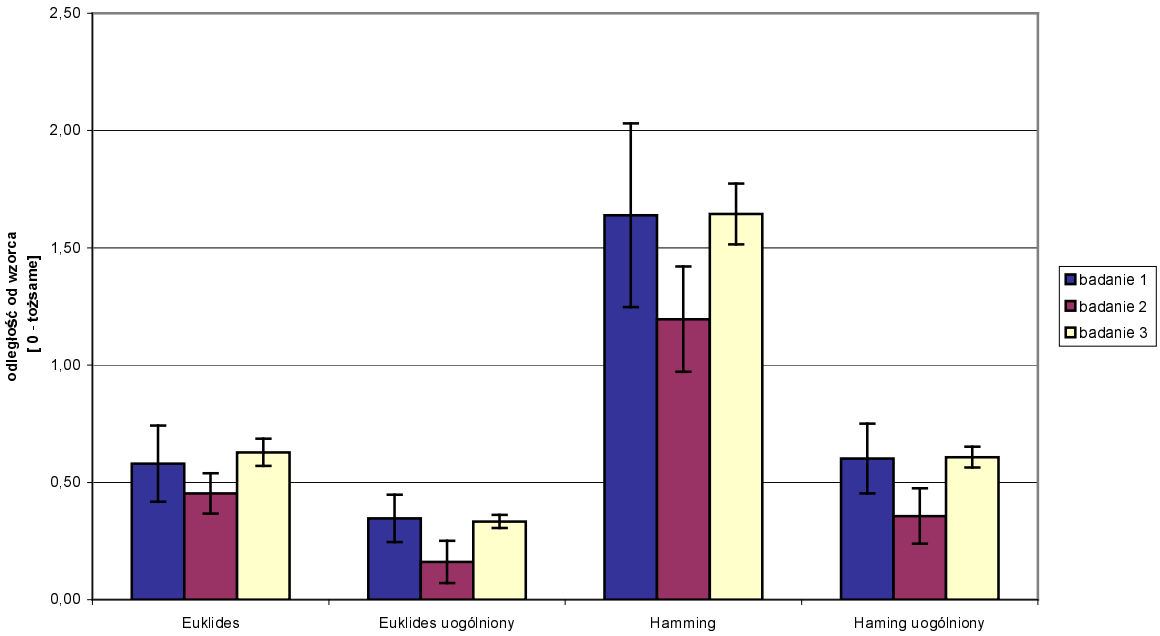
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,3614	0,2098	0,3434
Euklides uogólniony	0,2541	0,0855	0,2201
Hamming prosty	0,9367	0,4124	0,9100
Hamming uogólniony	0,4748	0,1784	0,4088

średnie odchylenie standardowe B1

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1011	0,0135	0,1830
Euklides uogólniony	0,0577	0,0059	0,1511
Hamming prosty	0,2294	0,0439	0,5520
Hamming uogólniony	0,1218	0,0208	0,2559

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 12,54) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

Podgrupa B2



wartość średnia B2 – polip na 1/3 środkowej długości fałdu głosowego

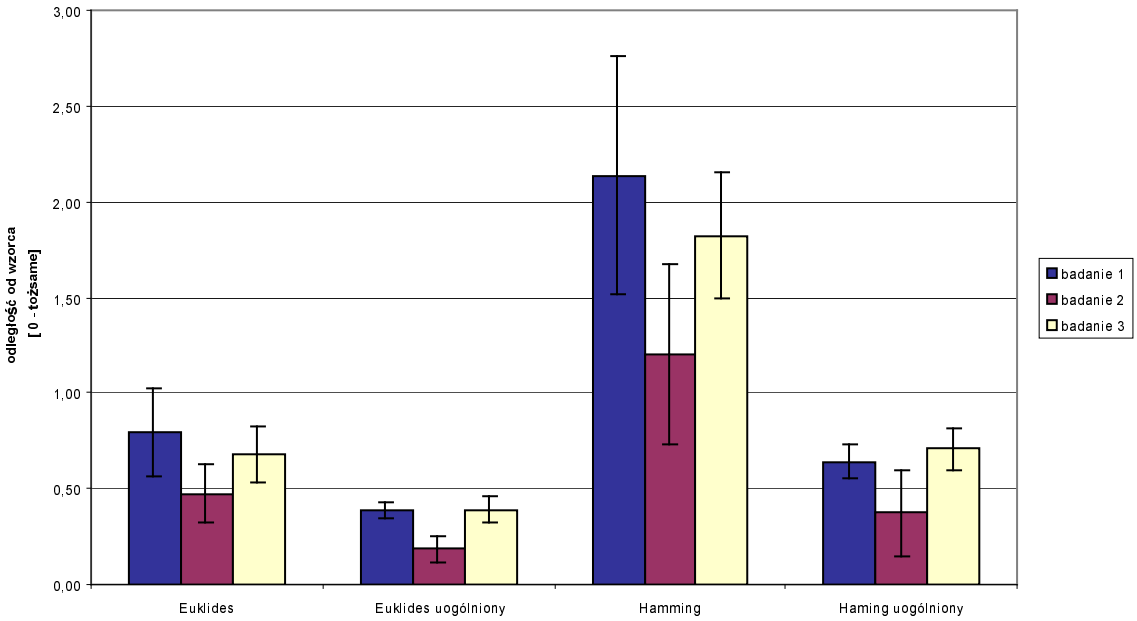
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,5805	0,4530	0,6283
Euklides uogólniony	0,3466	0,1604	0,3333
Hamming prosty	1,6392	1,1959	1,6440
Hamming uogólniony	0,6020	0,3564	0,6076

średnie odchylenie standartowe B2

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1626	0,0577	0,0863
Euklides uogólniony	0,1007	0,0280	0,0900
Hamming prosty	0,3913	0,1299	0,2241
Hamming uogólniony	0,1484	0,0446	0,1182

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 9,34) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

Podgrupa B3



wartość średnia B3 – polip na 1/3 tylnej długości fałdu głosowego

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,7953	0,4745	0,6805
Euklides uogólniony	0,3890	0,1847	0,3885
Haminng prosty	2,1353	1,2030	1,8216
Hamming uogólniony	0,6389	0,3715	0,7067

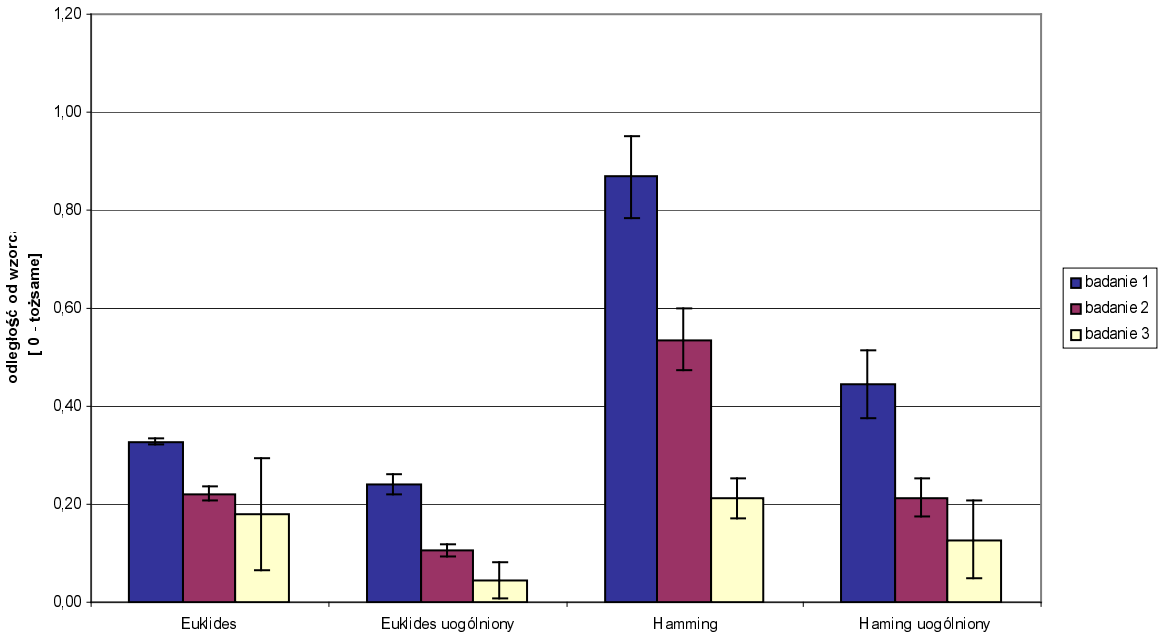
średnie odchylenie standartowe B3

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,2270	0,1460	0,1528
Euklides uogólniony	0,0419	0,0695	0,0705
Hamming prosty	0,6234	0,3320	0,4725
Hamming uogólniony	0,0900	0,1129	0,2221

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 7,11) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

Grupa C

Podgrupa C1



wartość średnia C1 - 1/3 polip nadstrunowy

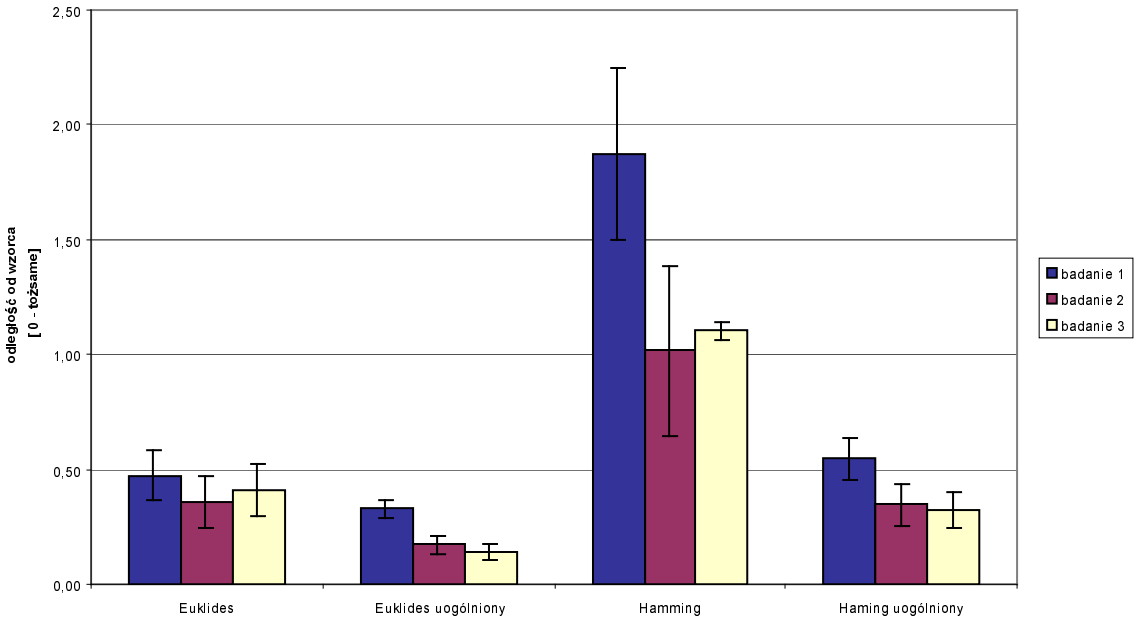
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,3284	0,2215	0,1798
Euklides uogólniony	0,2424	0,1058	0,0455
Hamming prosty	0,8674	0,5362	0,2124
Hamming uogólniony	0,4440	0,2126	0,1284

średnie odchylenie standartowe C1

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,0055	0,0133	0,1142
Euklides uogólniony	0,0205	0,0125	0,0353
Hamming prosty	0,0852	0,0624	0,0390
Hamming uogólniony	0,0689	0,0387	0,0801

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 7,31) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3 i między badaniem 1 a badaniem 3.

Podgrupa C2



wartość średnia C2 - 1/3 polip podstrunowy

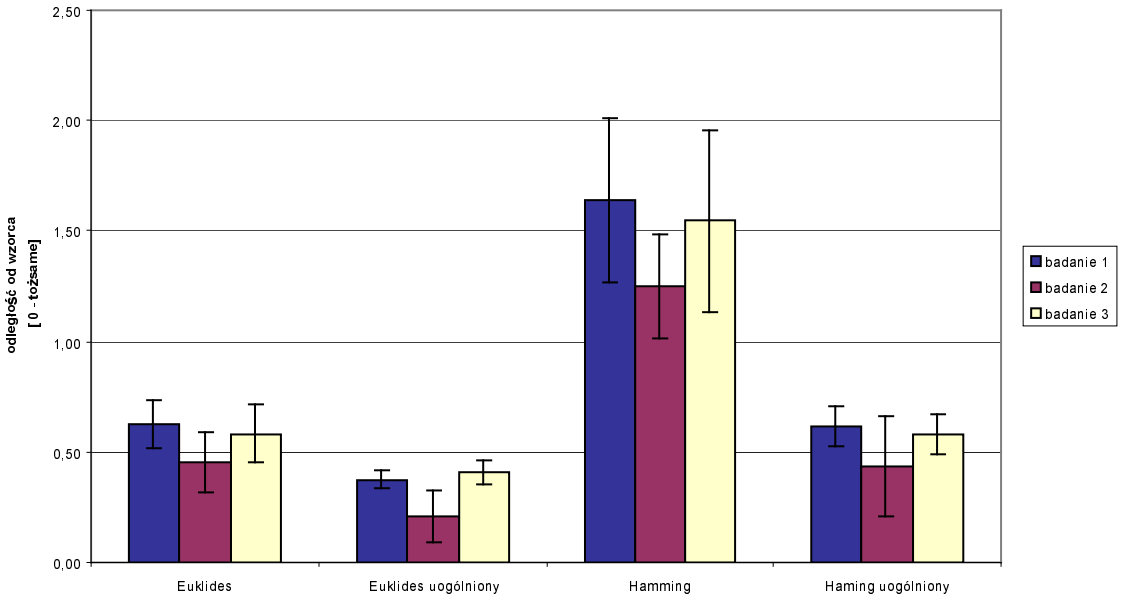
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,4719	0,3578	0,4122
Euklides uogólniony	0,3269	0,1727	0,1407
Hamming prosty	1,8721	1,0165	1,1040
Hamming uogólniony	0,5463	0,3475	0,3248

średnie odchylenie standartowe C2

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1103	0,2114	0,1210
Euklides uogólniony	0,0399	0,0030	0,0410
Hamming prosty	0,3714	0,5017	0,3841
Hamming uogólniony	0,0914	0,0375	0,0874

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 11,39) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 1 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3.

Podgrupa C3



wartość średnia C3 – polip obejmujący omegowato fałd głosowy

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,6239	0,4562	0,5836
Euklides uogólniony	0,3733	0,2115	0,4102
Hamming prosty	1,6388	1,2484	1,5470
Hamming uogólniony	0,6158	0,4351	0,5796

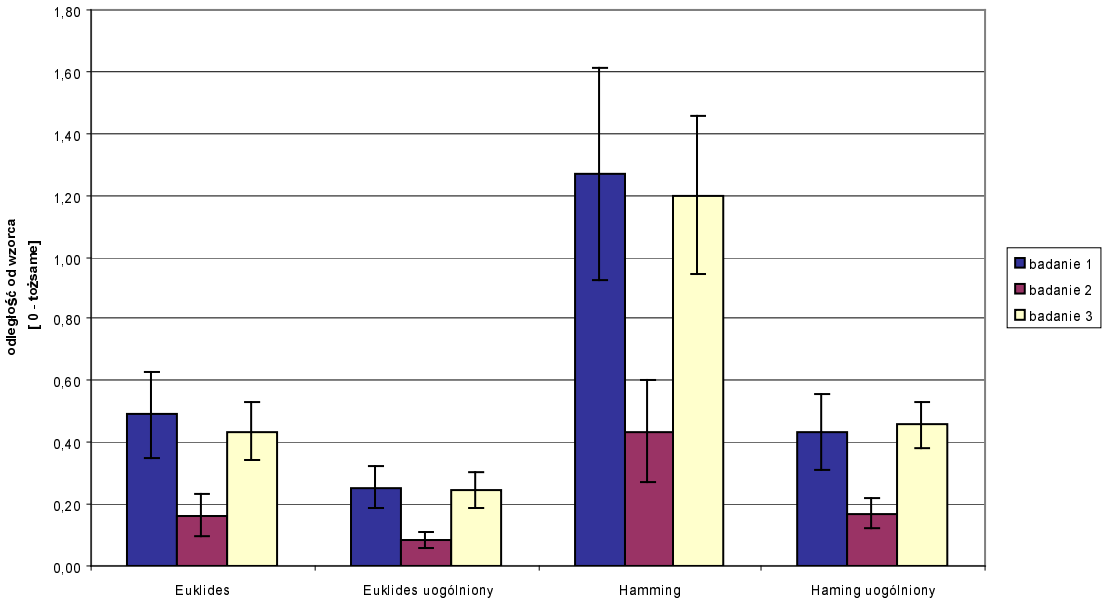
średnie odchylenie standartowe C3

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1506	0,1362	0,1340
Euklides uogólniony	0,0448	0,1169	0,0540
Hamming prosty	0,2450	0,2360	0,4135
Hamming uogólniony	0,0232	0,2231	0,0874

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 6,87) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

Grupa D

Podgrupa D1



wartość średnia D1 – naciek zapalny

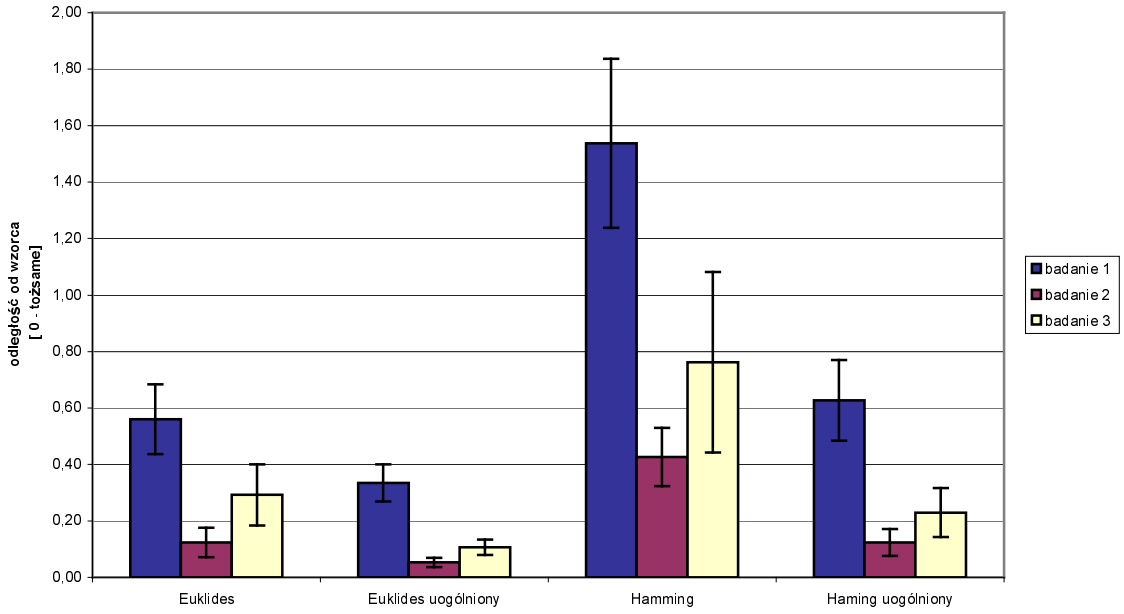
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,4900	0,1650	0,4369
Euklides uogólniony	0,2555	0,0845	0,2455
Hamming prosty	1,2690	0,4349	1,1990
Hamming uogólniony	0,4342	0,1714	0,4572

średnie odchylenie standartowe D1

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1382	0,0702	0,0958
Euklides uogólniony	0,0699	0,0242	0,0557
Hamming prosty	0,3432	0,1654	0,2558
Hamming uogólniony	0,1219	0,0467	0,0740

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 18,16) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

Podgrupa D2



wartość średnia D2 - nabłonek o cechach parakeratozy, dyskeratozy itp.

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,5603	0,1235	0,2922
Euklides uogólniony	0,3347	0,0532	0,1066
Hamming prosty	1,5374	0,4265	0,7623
Hamming uogólniony	0,6273	0,1236	0,2296

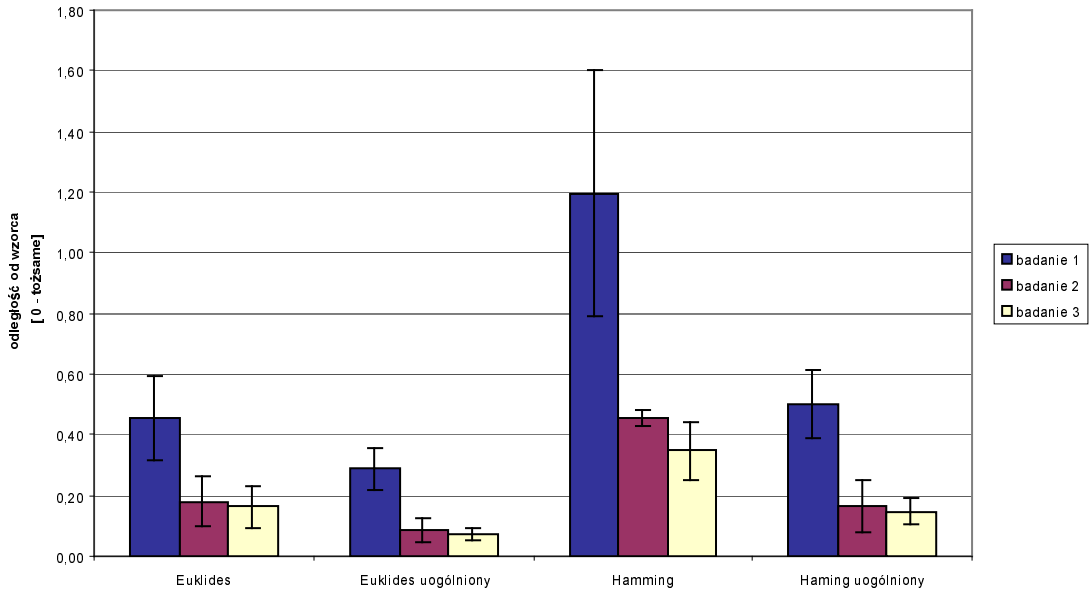
średnie odchylenie standartowe D2

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1241	0,0521	0,1084
Euklides uogólniony	0,0659	0,0165	0,0273
Hamming prosty	0,2996	0,1030	0,3193
Hamming uogólniony	0,1434	0,0480	0,0865

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 8,54) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

Grupa E

Podgrupa E1



wartość średnia E1 – farmakoterapia uzupełniająca NLPZ

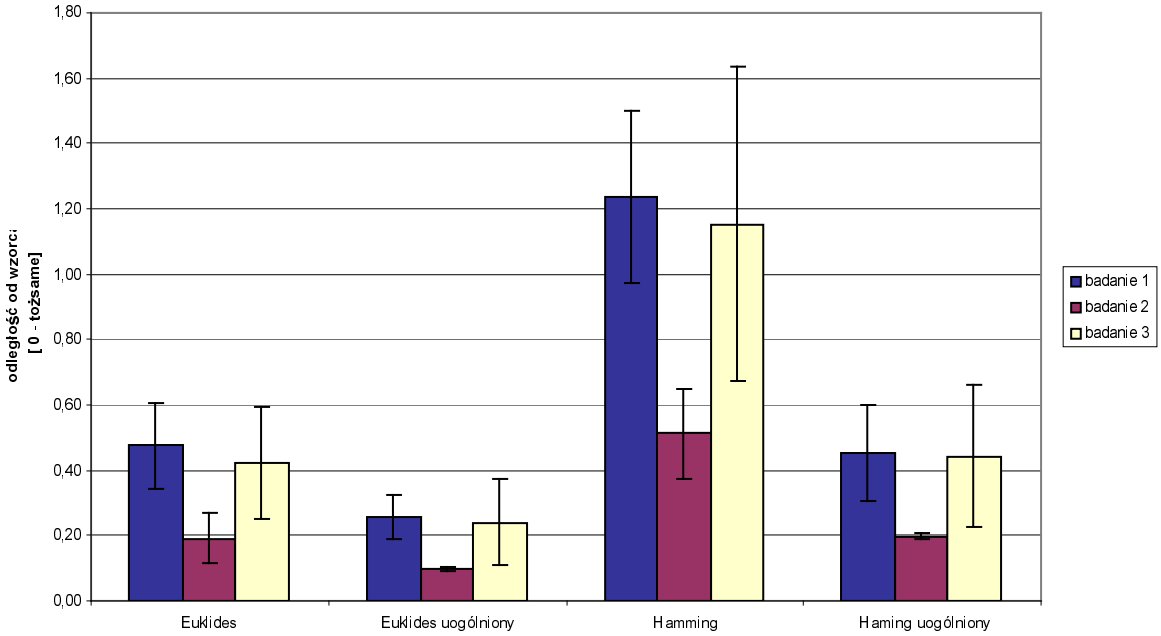
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,4558	0,1812	0,1617
Euklides uogólniony	0,2875	0,0854	0,0711
Hamming prosty	1,1956	0,4563	0,3465
Hamming uogólniony	0,5016	0,1637	0,1482

średnie odchylenie standartowe E1

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1382	0,0854	0,0680
Euklides uogólniony	0,0709	0,0384	0,0204
Hamming prosty	0,4045	0,0245	0,0931
Hamming uogólniony	0,1123	0,0845	0,0427

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 10,54) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 1 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 2 a badaniem 3.

Podgrupa E2



wartość średnia E2 – farmakoterapia uzupełniająca sterydy

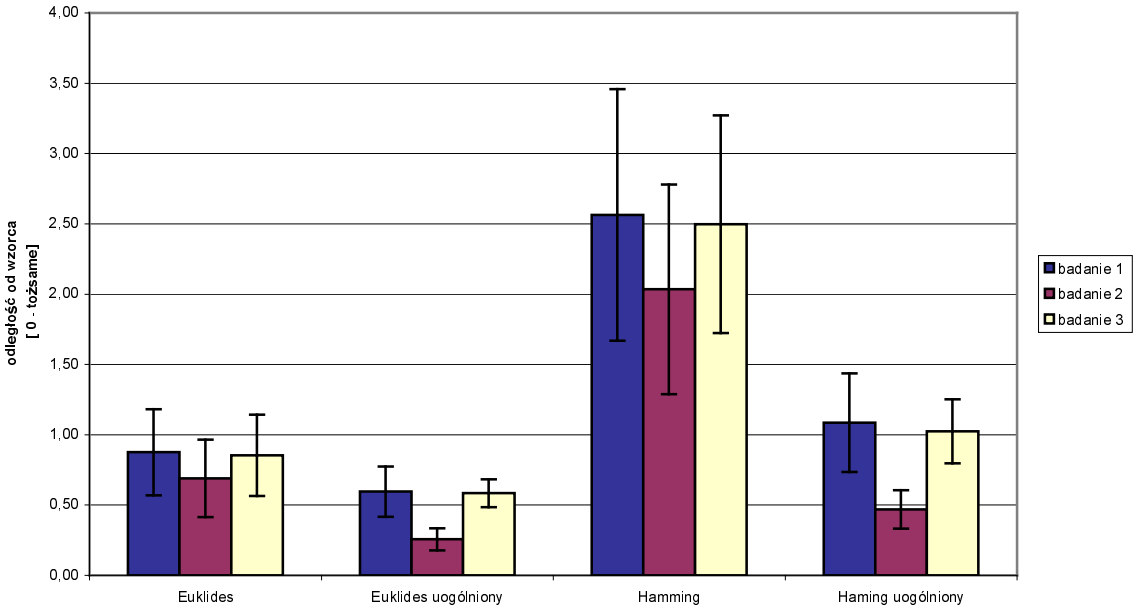
	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,4764	0,1908	0,4219
Euklides uogólniony	0,2558	0,0985	0,2416
Hamming prosty	1,2355	0,5120	1,1537
Hamming uogólniony	0,4512	0,1981	0,4425

średnie odchylenie standartowe E2

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,1318	0,0767	0,1738
Euklides uogólniony	0,0663	0,0050	0,1313
Hamming prosty	0,2650	0,1381	0,4795
Hamming uogólniony	0,1468	0,0095	0,2164

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 17,21) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

Podgrupa E3



wartość średnia E3 – bez farmakoterapii uzupełniającej

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,8756	0,6895	0,8532
Euklides uogólniony	0,5963	0,2564	0,5843
Hamming prosty	2,5631	2,0350	2,4967
Hamming uogólniony	1,0860	0,4681	1,0245

średnie odchylenie standartowe E3

	a1	a2	a3
Euklides podstawowy	0,3056	0,2760	0,2891
Euklides uogólniony	0,1789	0,0786	0,0986
Hamming prosty	0,8941	0,7456	0,7742
Hamming uogólniony	0,3512	0,1364	0,2278

Wniosek: Wykazano statystycznie istotną różnicę (F = 9,34) dla wartościami metryki Euklidesa uogólnionego – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz a badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnicy statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

6. ANALIZA WYNIKÓW

6.1. Analiza wyników badań elektroglotograficznych

Interepretacja badań elektroglottograficznych na podstawie obliczeń statystycznych dla wybranych pięciu parametrów akustycznych sygnału głosu tj. średniego współczynnika nieregularności dla wyrazu „*ola*" (irregularity [ola]), średniej częstotliwości tonu krtaniowego Fx średnia – dla samogłoski „*a*", średniego wskaźnik zwarcia głośni Qx średnia – dla samogłoski „*a*", średniego współczynnika Jitter first średnia – dla samogłoski „*a*" i średniego współczynnika Shimmer plus średnia – dla samogłoski „*a*".

6.1.1. Analiza parametrów elektroglottograficznych uzyskanych z trzech kolejnych badań – cała grupa chorych

W badaniu 1 wykonywanym przed zabiegiem fonomikrochirugicznym, w analizie statystycznej stwierdzono, iż wartości wszystkich wyżej wymienionych parametrów odbiegają znacząco od grupy kontrolnej k. Tak więc w sposób obiektywy badanie EGG potwierdza subiektywną ocenę stopnia deformacji sygnału mowy chorych.

W badaniu 2 przeprowadzanym między 30 a 60 dniem po zabiegu fonomikrochirurgicznym, na podstawie obliczeń statystycznych stwierdzono, iż wartości wszystkich wyżej wymienionych parametrów ulegają normalizacji i są porównywalne z grupą kontrolną k. Ma to swoje odzwierciedlenie w fakcie, iż u większości chorych głos po zabiegu w tym okresie był oceniany subiektywnie jako lepszy tj. czysty lub mniej ochrypły.

W badaniu 3 wykonywanym po upływie 180 dni od dnia zabiegu fonomikrochirugicznego, w analizie statystycznej stwierdzono, iż wartości wszystkich wyżej wymienionych parametrów odbiegają znacząco od grupy kontrolnej k, a jednocześnie wykazano, iż nie ma dla nich różnic statystycznych między badaniem 3 a badaniem 1 [zob.5.1.1. i 5.1.3.1]. Świadczy to, iż głos chorych ponownie stał się dysfoniczny.

Należy podkreślić, iż w całej grupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym ekstyrpacyjnym nie odnotowano nawrotu ŁZPFG.

6.1.2. Analiza parametrów elektroglottograficznych badania trzeciego – grupy chorych od A do E

Grupa B

Porównanie parametrów EGG dla podgrup A1 i A2.

Na podstawie obliczeń statystycznych odnotowano w podgrupie A1 normalizacje trzech z pięciu parametrów tj. Fx średnia, Qx średnia i Jitter f. średnia.

Natomiast w podgrupie A2 nie stwierdzono normalizacji żadnego z parametrów [zob.5.1.2.1.].

Grupa B

Porównanie parametrów EGG dla podgrup B1, B2 i B3.

Na podstawie obliczeń statystycznych odnotowano w podgrupie B3 normalizacje wszystkich parametrów tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*", Fx średnia, Qx średnia, Jitter f. średnia i Shimmer plus średnia.

Natomiast dla podgrupy B1 i B2 nie stwierdzono normalizacji żadnego z parametrów za wyjątkiem Jitter f. średnia [zob.5.1.2.2.].

Grupa C

Porównanie parametrów EGG dla podgrup C1, C2 i C3.

Na podstawie obliczeń statystycznych odnotowano w podgrupie C1 normalizacje wszystkich pięciu parametrów.

Dla podgrupy C2 odnotowano normalizacje dwóch z pięciu tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*" i Jitter f. średnia.

Natomiast dla podgrupy C3 nie stwierdzono normalizacji żadnego z parametrów [zob.5.1.2.3.].

Grupa D

Porównanie parametrów EGG dla podgrup D1 i D2.

Na podstawie obliczeń statystycznych odnotowano w podgrupie D1 normalizację trzech z pięciu parametrów tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*", Fx średnia i Shimmer plus średnia.

Natomiast w podgrupie D2 nie stwierdzono normalizacji żadnego z parametrów [zob.5.1.2.4.].

Grupa E

Porównanie parametrów EGG dla podgrup E1, E2 i E3.

Na podstawie obliczeń statystycznych nie odnotowano w podgrupie E1 i w podgrupie E3 normalizacji żadnego z pięciu parametrów.

Dla podgrupy E2 odnotowano normalizacje trzech z pięciu parametrów tj. współczynnika nieregularności dla „*ola*", Fx średnia i Qx średnia [zob.5.1.2.5.].

6.1.3. Analiza parametrów elektroglottograficznych z trzech kolejnych badań – grupy chorych od A do E

Grupa A

Podgrupa A1

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy A1 wskazują, iż w badaniu 2 lub w badaniu 3 uzyskano normalizacje wszystkich parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*", Fx średnia, Qx średnia, Jitter f. średnia i Schimmer plus średnia.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych między badaniem 2 a badaniem 3 dla wszystkich parametrów z wyjątkiem Qx średnia [zob. 5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najmniej 6 miesięcy.

Podgrupa A2

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy A2 wskazują, iż w badaniu 2 lub badaniu 3 uzyskano normalizacje czterech z pięciu parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*", Fx średnia, Qx średnia i Schimmer plus średnia.

Jednocześnie wykazano, iż są istotne różnice statystycznych między badaniem 3 a grupa kontrolną dla wszystkich parametrów z wyjątkiem średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*" [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Grupa B

Podgrupa B1

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy B1 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje trzech z pięciu parametrów EGG tj. Fx średnia, Jiterr f. średnia i Schimmer plus średnia.

Jednocześnie wykazano różnice statystyczne między pozostałymi parametrami w kolejnych badaniach [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Podgrupa B2

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy B2 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje czterech z pięciu parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*", Fx średnia, Jiterr f. średnia i Schimmer plus średnia.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla średniego współczynnikiem nieregularności dla „*ola*", Fx średnia, Qx średnia i Shimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1 [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Podgrupa B3

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy B3 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje trzech z pięciu parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*", Fx średnia i Schimmer plus średnia.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla Fx średnia, Shimmer plus średnia, Qx średnia, Jitter f. średnia i Schimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1. Tylko dla średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*" nie wykazano istotnych różnic statycznych miedzy badaniem 3 a grupą kontrolną [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Grupa C

Podgrupa C1

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy C1 wskazują, iż w badaniu 3 uzyskano normalizacje czterech z pięciu parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*", Qx średnia, Jitter f. średnia i Schimmer plus średnia [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najmniej 6 miesięcy.

Podgrupa C2

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy C2 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje trzech z pięciu parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*", Fx średnia, i Schimmer plus średnia. Natomiast w badaniu 3 uzyskano normalizację współczynnika nieregularności dla „*ola*" i Jitter f. średnia.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla Fx średnia, i Schimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1 [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Jednak według średniego współczynnika nieregularności dla *„ola”* i Jitter f. średnia poprawa głosu mogła trwać co najmniej 6 miesięcy.

Podgrupa C3

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy C3 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje czterech z pięciu parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*”, Fx średnia, Qx średnia i Schimmer plus średnia.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*”, Qx średnia, i Schimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1 [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Grupa D

Podgrupa D1

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy D1 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje czterech z pięciu parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*”, Fx średnia, Qx średnia i Schimmer plus średnia.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla średniego współczynnika nieregularności dla słowa „*ola*”, Qx średnia, i Schimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1 [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Podgrupa D2

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy D2 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje dwóch z pięciu parametrów EGG tj. Fx średnia i Schimmer plus średnia. Natomiast w badaniu 3 uzyskano normalizacje tylko średniego współczynnika nieregularności dla „*ola*".

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla średniego Schimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1 [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Grupa E

Podgrupa E1

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy E1 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje czterech z pięciu parametrów EGG tj. średniego współczynnika nieregularności dla słowa „*ola*", Fx średnia, Jitter f. średania i Schimmer plus średnia.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla Fx średnia i Schimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1 [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Jednak według średniego współczynnika nieregularności dla *„ola"* i Jitter f. średnia poprawa głosu mogła trwać co najmniej 6 miesięcy.

Podgrupa E2

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy E2 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje trzech z pięciu parametrów EGG tj. Fx średnia, Qx średnia, i Schimmer plus średnia. Natomiast dla Fx średnia nie wykazano statystycznych różnic między badaniem 3 a 2 a grupą kontrolną.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla Qx średnia i Schimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1. Dla pozostałych parametrów w kolejnych badaniach wykazano statystycznie istotne różnice [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Jednak według Fx średnia poprawa głosu mogła trwać co najmniej 6 miesięcy.

Podgrupa E3

Wyniki obliczeń statystycznych uzyskane dla podgrupy E3 wskazują, iż w badaniu 2 uzyskano normalizacje trzech z pięciu parametrów EGG tj. Qx średnia, Jitter f. średnia i Schimmer plus średnia. Natomiast dla Jitter f. średnia nie wykazano statystycznych różnic miedzy badaniem 3 a 2 a grupą kontrolną.

Jednocześnie wykazano, iż nie ma istotnych różnic statystycznych dla Qx średnia i Schimmer plus średnia, między badaniem 3 a badaniem 1. Dla pozostałych parametrów w kolejnych badaniach wykazano statystycznie istotne różnice [zob.5.1.3.2.].

Tak więc na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla parametrów EGG należy przyjąć, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy.

Jednak według Jitter f. średnia poprawa głosu mogła trwać co najmniej 6 miesięcy.

Uwaga

Przyjęte uogólnienia dla podgrup chorych od A1 do E3 sformułowano w połączeniu z wynikami obliczeń statystycznych dla wszystkich chorych z kolejnych trzech badań elektroglottograficznych.

6.2. Analiza wyników badań akustycznych sygnału mowy na podstawie metryki Euklidesa uogólnionej dla samogłoski „*a*” o przedłużonej fonacji

6.2.1. Analiza metryki Euklidesa uogólnionej z trzech kolejnych badań – cała grupa chorych

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż dla grupy wszystkich chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym ekstyrpacyjnym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.2.].

6.2.2. Analiza metryki Euklidesa uogólnionej z trzech kolejnych badań – grupy chorych od A do E

Grupa A

Podgrupa A1

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najmniej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Podgrupa A2

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Grupa B

Podgrupa B1

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Podgrupa B2

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Podgrupa B3

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Grupa C

Podgrupa C1

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najmniej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Podgrupa C2

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Podgrupa C3

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej miesięcy [zob.5.2.3.].

Grupa D

Podgrupa D1

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Podgrupa D2

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Grupa E

Podgrupa E1

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najmniej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Podgrupa E2

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym uzyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

Podgrupa E3

Na podstawie obliczeń statystycznych wykonanych dla wartości metryki Euklidesa uogólnionej należy uznać, iż w tej podgrupie chorych po zabiegu fonomikrochirurgicznym zyskano poprawę jakości głosu trwającą co najwyżej 6 miesięcy [zob.5.2.3.].

7. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Na podstawie literatury źródłowej – zwłaszcza obcojęzycznej – przyjmuje się, że fonomikrochirugia ekstyrpacyjna w leczeniu łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych jest rodzajem chirurgii funkcjonalnej krtani. Polega ona nie tylko na usunięciu ŁZPFG, ale także na przywróceniu lub też zachowaniu prawidłowej funkcji fonacyjnej krtani.

Według Zeitels(a) [104,105] podstawy fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej są wypadkową technik mikrochirurgii endoskopowej i roli fali śluzówkowej fałdu głosowego w teorii powstawania głosu zaproponowanej przez Hirano [32,33,90]. Autorzy ci podkreślają w swych pracach, iż optymalizację głosu chorych po zabiegach fonomikrochirurgicznych można uzyskać jedynie wtedy, gdy zostanie zachowany lub odtworzony kompleks „cover – body" fałdu głosowego, od którego uzależniona jest funkcja wibracyjna głośni.

W polskim piśmiennictwie źródłowym strukturę i rolę kompleksu „cover – body" fałdu głosowego dla funkcji fonacyjnej krtani przedstawili Obrębowski [65,66] i Domeracka -Kołodziej [14,15]. Ich stanowisko pokrywa się z pracami autorów zagranicznych Hirano [33] i Gray(a) [24,25,26].

Ocena wyników leczenia fonomikrochirurgicznego ŁZPFG opiera się powszechnie na samoocenie jakości głosu przez chorych, względnie na foniatrycznej percepcyjnej ocenie głosu według kilku uniwersalnych skal, jak np. GRBAS, UEP, system Bufflo i inne. Należy jednak zwrócić uwagę, iż podstawową wadą tych metod jest ich subiektywizm [33,98].

Współcześnie coraz większą rolę w badaniu funkcji fonacyjnej krtani przypisuje się testom obiektywnym narządu mowy. Potwierdzeniem tej tendencji jest pojawianie się w literaturze przedmiotu szeregu prac o charakterze eksperymentalnym czy też klinicznym dotyczących obiektywnych testów i analiz narządu mowy [22,34].

Należy również podkreślić, iż głos ma charakter funkcji złożonej. Dlatego też nie można go scharakteryzować za pomocą jednego czy nawet kilku parametrów uzyskanych na podstawie jednego rodzaju badania. W ten sposób możemy jedynie opisać fragment funkcji fonacyjnej narządu głosu, a nie cały jego wymiar [98].

Tak więc coraz większą uwagę zwraca się na konieczność stworzenia – dla celów profilaktyki, diagnostyki, patofizjologii, oraz terapii narządu głosu jakim jest krtani – zasad wielopłaszczyznowego kompleksowego modelu badania mowy [34].

Jednocześnie dzięki postępowi w nowoczesnych technologiach następuje ciągły rozwój obiektywnych metod badających funkcje fonacyjną krtani. Szereg metod badawczych znanych od lat 60 tych ubiegłego stulecie ulega ciągłym ewolucjom, jak na przykład elektroglottografia. Mianowicie twórcy i prekursorzy badania elektroglottograficznego tj. Fabre, Abberton i Fourcin [32], zajmowali się głównie opisem krzywych elektroglottograficznych.

Wprowadzenie szeregu parametrów elektroglottograficznych, jak np. wskaźnik zwarcia głośni (Qx), wskaźnik otwarcia głośni (open quotient – OQ), wskaźnik otwierania głośni (opening quotient – OpQ), wskaźnik zamykania głośni (closing quotient – ClQ) i innych poszerzyło możliwości interpretacji elektroglottogramów i umożliwiło dokładniejszą ocenę fazy zwarcia i fazy rozwarcia fałdów głosowych w trakcie fonacji.

Jednocześnie podejmowane są próby ustalenia zależności między przebiegiem krzywych elektroglottograficznych a rodzajem schorzenia krtani [60].

Wprowadzenie metod analizy komputerowej w badaniu elektroglottograficznym pozwoliło na wykorzystanie tej metody do oceny szeregu innych parametrów – charakterystycznych dla badań akustycznych sygnału mowy, tj. częstotliwości podstawowej krtani, współczynnika Jitter i współczynnika Shimmer.

W związku z powyższym współcześnie pojawia się coraz więcej opracowań dotyczących zagadnień obiektywnej oceny narządu głosu. Coraz większy nacisk kładzie się również na analizy porównujące wyniki badań głosu uzyskiwane za pomocą różnych metod obiektywnych i subiektywnych.

Wśród autorów polskich wielopłaszczyznową analizę głosu i jego zaburzeń przedstawiła Niedzielska [62]. Autorka wykorzystała skalę GRBAS i analizę akustyczną sygnału mowy do oceny zaburzeń funkcji fonacyjnej krtani u dzieci z guzkami śpiewaczymi. Jej badania na podstawie obliczeń statycznych wykazały istotne różnice dla wartości parametrów: Fo (częstotliwość podstawowa krtani), współczynnika Jitter, współczynnika Shimmer i dla parametru NHR (noise-to-harmonic ratio) – między grupą kontrolną, a grupą dzieci z guzkami śpiewaczymi. Wartości wszystkich parametrów w grupie dzieci chorych były wyższe niż w grupie kontrolnej. Po leczeniu zachowawczym wszystkie wyżej wymienione parametry uległy normalizacji.

Także Wiskirska-Woźnica [98] poddała subiektywnej i obiektywnej ocenie schorzenia organiczne oraz czynnościowe krtani, wykorzystując do oceny subiektywnej skalę GRBAS i laryngostroboskopię, a do oceny obiektywnej funkcji fonacyjnej krtani metody analizy akustycznej. Na podstawie przeprowadzonych badań Autorka stwierdziła, iż skuteczną ocenę

głosu w zaburzeniach organicznych i czynnościowych krtani można dokonać jedynie opierając się na odpowiednim zestawie badań a nie na pojedynczym pomiarze.

Wśród autorów zagranicznych Giovanni [21,22] w swoich badaniach wykazał przydatność obiektywnych badań aerodynamicznych i akustycznych krtani dla oceny poprawy jakości głosu po zabiegach fonomikrochirurgicznych. Autor zwrócił jednak uwagę na małą przydatność współczynnika Jitter i współczynnika Schimmer ze względu na zbyt duże rozproszenie ich wartości w analizie profilu głosu chorych po zabiegach fonomikrochirurgicznych.

Z kolei Horii [38] uznaje współczynniki Jitter i Shimmer za parametry, które w sposób obiektywy opisują jakość głosu – jego stopień deformacji i są przydatne w diagnostyce zmian patologicznych krtani. Również Jones [42] na podstawie swych badań stwierdza, iż pomiar współczynnik Jitter ma zastosowanie w monitorowaniu leczenia chrypki. Podobne stanowisko prezentuje Watts [96], uzyskując w analizie akustycznej mowy dla grupy profesjonalnych śpiewaków cierpiących na obrzęki fałdów głosowych normalizację, czyli znaczne obniżenie wartości współczynników Jitter i Schimmer po sześciodniowej kortykosterydoterapii. Watts wykazał jednocześnie zbieżność wyników uzyskanych z badań akustycznych mowy z foniatryczną percepcyjną oceną głosu u osób leczonych z powodu chrypki.

Hochman [35] w celu oceny leczenia fonomikrochirurgicznego polipów krtaniowych metodą podnabłonkowej resekcji wykorzystał obiektywne metody badania funkcji fonacyjnej krtani, tj. testy akustyczne, testy aerodynamiczne i strobovideolaryngoskopie. Na podstawie swoich obserwacji stwierdził poprawę głosu u 38 z 40 operowanych chorych. Jednocześnie odnotował nawrót polipa krtaniowego u jednego chorego po upływie siedmiu miesięcy od zbiegu, co potwierdza skuteczność fonomikrochirurgii ekstyrapcyjnej w leczeniu ŁZPFG.

Biorąc pod uwagę powyższe doniesienia, dla oceny wyników leczenia fonomikrochirurgicznego chorych z ŁZPFG w badaniach własnych wykorzystano dwie obiektywne metody badania funkcji fonacyjnej krtani. Mianowicie badanie elektroglottograficzne i badanie akustyczne sygnału mowy.

Na podstawie przeprowadzonych badań elektroglottograficznych ustalono, iż parametry akustyczne sygnału mowy tj. częstotliwość tonu krtaniowego, współczynnik Jitter i współczynnik Shimmer ulegają – po usunięciu zmiany łagodnej z fałdu głosowego – normalizacji. Normalizacji ulegają również dwa pozostałe parametry, tj. współczynnik zwarcia głośni – Qx i współczynnik nieregularności. W testach statystycznych wartości wyżej wymienionych parametrów okazały się porównywalne z grupą kontrolną. Stwierdzono także, iż wartości współczynnika Jitter i Schimmer po zabiegu ulegają obniżeniu. Również

w subiektywnej ocenie głos chorych oceniano jako czystszy. W badaniu kontrolnym odległym stwierdzono, iż statystycznie wartości wszystkich parametrów elektroglottograficznnych uległy pogorszeniu i również w ocenie subiektywnej głos chorych uznano za bardziej zniekształcony. Natomiast wartości współczynników Jitter i Schimmer w badaniu odległym były podniesione. Analiza współczynników Jitter i Schimmer w niniejszej pracy odpowiada obserwacjom poczynionym przez Horii i Watts(a).

Poddając analizie wartości parametrów elektroglottograficznych uzyskanych w badaniach własnych, tj. współczynnika Jitter, współczynnika Shimmer i częstotliwości tonu krtaniowego w procesie leczenia ŁZPFG, można uznać, iż są one zbieżne z wynikami uzyskanymi przez Niedzielską dla analizy akustycznej mowy dzieci chorych na guzki śpiewacze.

Jednocześnie w badaniach własnych oceniających skuteczność fonomikrochirurgii w leczeniu ŁZPFG z wykorzystaniem analizy akustycznej sygnału mowy uzyskano wyniki zbieżne z przeprowadzoną analizą elektroglottograficzną. Mianowicie obliczenia statystyczne dla metryki Euklidesa uogólnionej wykazały, iż stopień deformacji głosu u chorych po zabiegu ulegał zmniejszeniu, tj. według metryki odległość od wzorca, czyli grupy kontrolnej dla grupy badanej malała. W badaniu subiektywnym głos pacjentów po zabiegu ulegał poprawie. Natomiast w badaniu odległym (wykonywanym 6 miesięcy po zabiegu) obliczenia statystyczne dla metryki Euklidesa uogólnionej wykazały, iż stopień deformacji głosu u chorych powiększał się, tj. według metryki odległość od wzorca, czyli grupy kontrolnej dla grupy badanej powiększała się. W badaniu subiektywnym głos chorych po upływie 6 miesięcy od zabiegu ulegał pogorszeniu.

Analiza głosu chorych leczonych fonomikrochirurgicznie z powodu ŁZPFG na podstawie wyników badań własnych odzwierciedla pogląd, iż dysfonia hyperfunkcjonalna jest w dużej mierze przyczyną dysfonii organicznych wtórnych. Pacjenci po operacji „dbają o narząd głosu" wykonując zalecane ćwiczenia poprawiające warunki emisji głosu, wielu z nich jest również leczonych farmakologicznie. Niemniej z upływem czasu u tych chorych z powrotem pojawiają się zaburzenia czynnościowe głosu wynikające z nadmiernego napięcia mięśni (krtaniowych, gnykowych i podniebienia) i tworzenia głosu w sposób party. W badaniu laryngoskopowym ma to swoje odzwierciedlenie w obrazie fałdów głosowych, które są napięte i zaczerwienione lub też w wyniku „zmęczenia" mięśni głosowych nie ma pełnego zwarcia strun głosowych.

Na uwagę zasługuje również fakt, iż w badaniach własnych po zabiegu fonomikrochirurgicznym w grupie 35 operowanych chorych nie odnotowano nawrotu

łagodnej zmiany przerostowej na fałdzie głosowym – wynik ten jest porównywalny z wyżej przedstawionymi doniesieniami Hochman(a).

Podsumowując wyniki badań własnych i porównując je z wynikami Niedzielskiej [62] należy ostrożnie wnioskować, iż parametry akustyczne sygnału mowy uzyskane dwiema różnymi metodami elektroglottograficzną i analizą akustyczną sygnału mowy, w dwóch niezależnych ośrodkach wykazują podobną tendencję zmian („zachowania") w procesie terapeutycznym ŁZPFG. Ostrożność tego wnioskowania wynika z faktu, iż nie istnieje standaryzacja parametrów akustycznych sygnału głosu. W związku z powyższym nie można jednoznacznie oceniać wyników badań między różnymi ośrodkami laryngologicznymi lub foniatrycznymi. Niemniej interpretacja parametrów akustycznych sygnału mowy uzyskiwanych w różnych ośrodkach badawczych – w świetle oceny tendencji ich zmian – jest krokiem w kierunku wypracowania dla nich ujednoliconej standaryzacji.

Obecnie IALP – Międzynarodowe Towarzystwo Logopedów i Foniatrów – podejmuje szereg prób w celu stworzenia dla badań i parametrów opisujących głos ludzki ujednoliconych norm [34].

W pracy wykazano przydatność badań elektroglottograficznych i akustycznych sygnału mowy dla wielopłaszczyznowej analizy funkcji fonacyjnej krtani u chorych leczonych fonomikrochirurgicznie z powodu ŁZPFG. Dla wartości parametrów elektroglottograficznych, oraz akustycznych uzyskano statystycznie istotne różnice, na podstawie których ustalono szereg znaczących wniosków dla postępowania diagnostycznego, terapeutycznego i rokowniczego w leczeniu ŁZPFG.

8. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych analiz badań elektroglottograficznych i akustycznych sygnału mowy u chorych z łagodnymi zmianami przerostowymi fałdów głosowych leczonych fonomikrochirurgicznie ustalono, że poprawa funkcji fonacyjnej krtani po zabiegach fonomikrochiruirgicznych jest czasowa i nie trwa dłużej niż sześć miesięcy.

W związku z powyższym należy uznać, iż w procesie rehabilitacji i monitorowania narządu mowy po operacjach fonomikrochirugicznych zarówno badania elektroglottograficzne jak i akustyczne sygnału mowy – dzięki swym możliwościom „wizualizacji" funkcji fonacyjnej krtani – powinny być coraz szerzej wykorzystywane.

Jednocześnie w grupie wszystkich chorych z ŁZPG leczonych fonomikrochirurgicznie w okresie sześciomiesięcznej obserwacji po zabiegu nie odnotowano przypadku nawrotu łagodnej zmiany przerostowej fałdu głosowego, co świadczy o bardzo wysokiej skuteczności tej metody leczenia.

Ad 1. Efekt poprawy funkcji fonacyjnej krtani po zabiegach fonomikrochiruirgicznych jest uzależniony od rodzaju łagodnej zmiany przerostowej. Wykazano trwalszą poprawę funkcji fonacyjnej krtani w grupie chorych z polipami krtaniowymi niż w grupie chorych z obrzękami Reinkego, czy w grupie chorych z guzkami śpiewaczymi.

Natomiast efekt poprawy funkcji fonacyjnej krtani po zabiegach fonomikrochirurgicznych nie jest uzależniony od rozpoznania histopatologicznego łagodnej zmiany przerostowej fałdu głosowego.

Ad 2. Efekt poprawy funkcji fonacyjnej krtani po zabiegach fonomikrochiruirgicznych jest uzależniony od pierwotnej lokalizacji polipów krtaniowych w stosunku do powierzchni fałdu głosowego. Stwierdzono trwalszą poprawę funkcji fonacyjnej krtani w grupie chorych z polipami krtaniowymi zlokalizowanymi nadstrunowo niż w grupie chorych z polipami krtaniowymi zlokalizowanymi podstrunowo, czy też w grupie chorych z polipami krtaniowymi obejmującymi fałd głosowy omegowato.

Natomiast efekt poprawy funkcji fonacyjnej krtani po zabiegach fonomikrochirurgicznych nie jest uzależniony od pierwotnej lokalizacji polipów krtaniowych w stosunku do długości fałdu głosowego.

Ad 3. Badania akustyczne sygnału mowy wykazały, iż po zabiegach fonomikrochirurgicznych farmakoterapia uzupełniająca z NLPZ wpływa korzystnie na efekt poprawy funkcji fonacyjnej krtani i jednocześnie jest ona skuteczniejsza niż sterydoterapia.

Natomiast na podstawie badania elektroglottograficznego – z powodu braku spójności wartości parametrów elektroglottograficznych w kolejnych badaniach – nie można wnioskować o skuteczności farmakoterapii uzupełniającej.

9. STRESZCZENIE

Współcześnie w praktyce laryngologicznej coraz częściej spotyka się chorych z dysfoniami czynnościowymi lub organicznymi. Związane jest to ściśle z postępem cywilizacyjnym, w wyniku którego coraz większa liczba osób „profesjonalnie" wykorzystuje w swej pracy zawodowej narząd głosu.

Ocenia się, iż połowa osób skarżących się na zaburzenia głosu cierpi na łagodne zmiany przerostowe na fałdach głosowych (ŁZPFG).

Za główny czynnik patognomiczny prowadzący do powstawania tychże zmian uważa się brak higieny głosu. Przejawia się to nadmiernym i nieprawidłowym obciążeniem krtani, w obrębie głośni dochodzi do szeregu wielokrotnie powtarzających się mikrourazów, na których tle może dojść do rozwinięcia się różnorodnych łagodnych zmian przerostowych na fałdach głosowych. W literaturze przedmiotu podkreśla się również rolę czynnika genetycznego predysponującego do tworzenia się ŁZPFG. W końcu należy wymienić szereg zewnętrznych czynników hipotetycznie szkodliwych dla narządu głosu takich jak papierosy, alkohol, nieprawidłowa dieta, powszechnie występujące alergeny oraz wiele różnorodnych substancji chemicznych.

Podjęcie decyzji o leczeniu ŁZPFG w sposób zachowawczy lub metodą fonomikrochirurgii ekstyrpatywnej jest dużym wyzwaniem dla zespołu terapeutycznego. Przyjmuje się bowiem, iż zmiany drobne można leczyć zachowawczo, natomiast zmiany podejrzane o cechy rozrostu nowotworowego, także zmiany duże lub te, które w wyniku leczenia zachowawczego nie uległy resorpcji wymagają interwencji chirurgicznej. Należy jednak zawsze pamiętać o możliwości występowania dysplazji, a nawet raka in situ na podłożu ŁZPFG, co przemawia za usunięciem zmiany w całości celem weryfikacji histopatologicznej. Te dwie rozbieżności w sposobie leczenia wymagają dużej rozwagi, a decyzja powinna wynikać z wielopłaszczyznowych badań i analiz narządu głosu – krtani.

Leczenie ŁZPFG metodą fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej polega na precyzyjnym usuwaniu zmian z fałdów głosowych z maksymalnym zachowaniem niezmienionych warstw mikrostruktury fałdu głosowego. Zabieg tego typu pozwala na odtworzenie prawidłowego głosu, jednocześnie minimalizuje możliwość jatrogennego uszkodzenia fałdu głosowego.

Przedmiotem niniejszej pracy jest wielopłaszczyznowa obiektywna analiza wyników fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej w leczeniu łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych, w świetle badań akustycznych sygnału mowy i elektroglottograficznych.

Badaniami klinicznymi objęto grupę 35 chorych w wieku od 19 do 70 lat, w tym 26 z polipami krtaniowymi, 5 z obrzękami Reinkego i 4 z guzkami śpiewaczymi. Wszyscy pacjenci byli leczeni fonomikrochirurgicznie w Klinice ORL w Krakowie.

W badaniach prospektywnych dla oceny funkcji fonacyjnej krtani u chorych po zabiegach fonomikrochirurgicznych ekstyrpacyjnych wykorzystano badania elektroglottograficzne i akustyczne sygnału mowy. Rejestracji elektroglottograficznej i akustycznej sygnału mowy chorych dokonano według przedstawionego w pracy schematu. Dla celów badań elektroglotograficznych stworzono grupę kontrolną. Natomiast do analizy akustycznej sygnału mowy wykorzystano istniejącą grupę kontrolną z Katedry Mechaniki i Wibroakustyki AGH.

Ostatecznie do analizy elektroglottograficznej wykorzystano średni współczynnik nieregularności dla wyrazu „*ola*" i oceniono profil głosu dla samogłoski „*a*" w oparciu o średni wskaźnik zwarcia głośni Qx – średnia, średnią czętotliwość tonu krtaniowego – Fx średnia, współczynnik Jitter f. średnia i współczynnik Schimmer plus średnia.

Do analizy akustycznej sygnału mowy pacjentów operowanych fonomikrochirurgicznie – posłużono się analizą widm samogłosek *a,e,i,u* o przedłużonej fonacji. Aby ocenić i porównać sygnał akustyczny mowy osoby badanej do sygnału mowy uznanego za wzorzec posłużono się metrykami. Pełną analizę statystyczną wykonano dla Metryki Euklidesa uogólnionej wykorzystując rejestrację samogłoski „*a"* o przedłużonej fonacji.

W obliczeniach statystycznych użyto testu Fishera, testu post-hoc, testu NIR, testu Duncana i testu „t" studenta. Dla wartości parametrów z badań elektroglottograficznych i akustycznych sygnału mowy uzyskano statystycznie istotne różnice, na podstawie których sformułowano szereg wniosków.

W wyniku przeprowadzonych badań oraz obliczeń statystycznych wykazano, iż obie obiektywne metody oceny stopnia deformacji głosu mają zastosowanie w ocenie rezultatów leczenia fonomikrochirurgicznego łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych.

W badaniu elektroglottograficznym oraz akustycznym sygnału mowy odnotowano po zabiegach fonomokrochirurgicznych czasową poprawę funkcji fonacyjnej krtani, trwającą nie dłużej niż sześć miesięcy. Jednocześnie dla grupy chorych z polipami krtaniowymi wykazano trwalszy efekt poprawy funkcji fonacyjnej krtani niż w grupie chorych z obrzękiem Reinkego

i guzkami śpiewaczymi. Wykazano również istnienie zależności między lokalizacją pierwotną polipów krtaniowych względem powierzchni fałdu głoswego a efektem funkcjonalnym fonomikrochirurgii ekstyrpacyjnej, wykazano lepszy efekt poprawy funkcji fonacyjnej krtani w grupie chorych z polipami nadstrunowymi niż w grupie chorych z polipami podstrunowymi czy też w grupie chorych z polipami omegowato obejmujacymi fałd głosowy.

Na podstawie badań elektroglottograficznych i badań akustycznych sygnału mowy nie wykazano zależności między efektem funkcjonalnym fonomikrochirurgii a cechami histopatologicznymi ŁZPFG, jak również między efektem funkcjonalnym fonomikrochirurgii a lokalizacją pierwotną polipów krtaniowych względem długości fałdu głosowego.

W badaniu akustycznym sygnału mowy odnotowano lepszy efekt terapeutyczny niesterydowych leków przeciwzapalnych w terapii uzupełniajacej po zabiegach fonomikrochirurgicznych ekstyrpatywnych niż w sterydoterapii. Badanie elektroglottograficzne nie potwierdziło tej zależności.

Na uwagę zasługuje fakt iż w grupie wszystkich chorych z ŁZPFG leczonych fonomikrochirurgicznie w okresie sześciomiesięcznej obserwacji po zabiegu nie odnotowano przypadku nawrotu łagodnej zmiany przerostowej na fałdzie głosowym.

W pracy wykazano przydatność badań elektroglottograficznych oraz akustycznych sygnału mowy dla wielopłaszczyznowej analizy funkcji fonacyjnej krtani w procesie diagnostycznym i terapeutycznym chorych leczonych fonomikrochirurgicznie z powodu łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych.

10. ABSTRACT

ASSESSMENT OF PHONOMICROSURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH BENIGN HYPERTROPHIC LESIONS ON THE VOCAL FOLDS

Nowadays in otolaryngological practice more and more patients with functional or organic dysphonia are reported. It is directly related to progress in civilization which results in an increased number of people using their vocal organs “professionally”.

It has been assessed that 50% of persons complaining of vocal impairment suffers from benign hypertrophic lesions on the vocal folds.

The main pathognomonic factor responsible for these changes is the lack of vocal hygiene. It is manifested by excessive and improper overloading of the larynx. In the glottis, the repeated micro-traumas occur, which may lead to various benign hypertrophic lesions on the vocal folds. In the specialist literature, the role of genetic factor predisposing to the development of these lesions has been underlined. Some external factors hypothetically have harmful effect on the vocal organ, such as smoking cigarettes, alcohol consumption, improper diet, allergens and various chemicals.

The choice of a suitable treatment of benign hypertrophic lesions on the vocal folds, either conservative or using extirpative phonomicrosurgery is challenging for the therapeutic team. It has been assumed that minor lesions may be treated conservatively but lesions suspected of neoplastic growth, gross changes and those which were not resolved after conservative treatment require surgical treatment. However, there is a possibility of conversion of benign hypertrophic lesions on the vocal folds into displasia and even carcinoma in situ, which requires excision of the lesion as a whole and histopathological examination. These discrepancies in the way of treatment require careful consideration and the decision should be based on multilateral examinations and analyses of the vocal organ and the larynx.

Treatment of benign hypertrophic lesions on the vocal folds with the use of extyrpative phonomicrosurgery is based on careful removal of the lesions from the vocal folds with maximum preservation of unchanged layers of vocal fold microstructure. The procedure

of this type enables reconstruction of appropriate voice with significant decrease in iatrogenic damage to the vocal fold.

The aim of this dissertation is multilateral, objective analysis of the results of the extirpative phonomicrosurgery in the treatment of benign hypertrophic lesions on the vocal folds in the light of results of acoustic examinations of the speech signal as well as electroglottographic investigations.

The study was carried out a group of 35 patients aged between 19-70 years, including 26 with laryngeal polyps, 5 with Reinke's oedema and 4 with singer's nodules. All these patients were treated phonomicrosurgically in the ENT Department of the University Hospital in Cracow.

In prospective investigations for the assessment of phonatory laryngeal function after extirpative phonomicrosurgical procedures, the results of electroglottographic and acoustic examinations of the speech signal were used. Electroglottgraphic and acoustic recordings of the speech signal were performed according to the scheme presented in the dissertation. For the purpose of electroglottgraphic examinations, a control group was set up, whereas for the acoustic analysis the already existing control group in the Chair of Mechanics and Vibroacoustics of the Mine and Metallurgy Academy in Cracow was used .

For electroglottgraphic analysis mean coefficient of irregularity for the word *"ola"* was used and the vocal profile for a vowel *"a"* was assessed on the basis of a mean indicator of glottal occlusion Qx – mean, mean frequency of laryngeal sound – Fx mean, Jitter coefficient f. mean and Schimmer coefficient plus mean.

For acoustic analysis of the speech signal of the patients who underwent phonomicrosurgeries, the analysis of the spectrum of vowels *a, e, i, u* with prolonged phonation was used. In order to assess and compare the patient's speech acoustic signal, apart from the speech signal accepted as a standard, metrics were used. Complete statistical analysis was made for generalized Euklides' Metrics, using recordings of the vowel *"a"* with prolonged phonation.

In statistical calculations, Fisher test, post-hoc test, NIR test, Duncan test and "t" student test were used. The values of the results of electroglottgraphic and acoustic investigations of the speech signal showed statistically significant discrepancies, on the basis of which a number of conclusions could be formed.

The investigations and statistical calculations showed that both objective methods of assessment of the degree of vocal deformation can be used in the evaluation of the results of phonomicrosurgical treatment of benign hypertrophic lesions on the vocal folds.

In the electroglottgraphic and acoustic investigation of the speech signal after phonomicrosurgeries, temporal improvement of the laryngeal phonatory function was noted, which lasted not longer than six months. Moreover, it was observed that in the group of patients with laryngeal polyps, the obtained improvement of the laryngeal phonatory function lasted longer than in the group of patients with Reinke's oedema and singer's nodules. It was also shown that there is a strong relationship between localization of the primary laryngeal polyps on the surface of the vocal folds and functional effect of the extirpative phonomicrosurgery. A better improvement of the laryngeal phonatory function was observed in patients with the polyps located over the vocal folds than in the group with polyps located below the voval folds and in the group of patients with polyps encompassing the vocal fold.

Electroglottgraphic and acoustic investigations of the speech signal did not show any realationship between the functional effect of phonomicrosurgery and histopathological features of benign hypertrophic lesions on the vocal folds, as well as between the functional effect of phonomicrosurgery and primary localization of laryngeal polyps on the length of the vocal fold.

In the acoustic examination of the speech signal, better therapeutic effect was noted using non-steroid anti-inflammatory drugs in complementary therapy after extirpative phonomicrosurgeries than after steroid therapy. However, electroglottographic examination did not confirmed this relationship.

It should be underlined that in all patients with benign hypertrophic lesions on the vocal folds treated phonomicrosurgically in the period of 6-month follow-up no recurrences of benign hypertrophic lesions on the vocal folds were observed.

In the dissertation the usefulness of electroglottgraphic and acoustic examinations of the speech signal for multilateral analysis of the laryngeal phonatory function was shown in the diagnostic and therapeutic procedures in the patients treated phonomicrosurgically because of benign hypertrophic lesions on the vocal folds.

11. PIŚMIENNICTWO

1. Basztura Cz.: Komputerowe systemy diagnostyki akustyki. WN PWN, Warszawa 1996.
2. Benninger M.S., Jacobson B.: Vocal nodules, microwebs, and surgery. J Voice, 1995,9(3),326 – 331.
3. Bętkowski A., Wędrychowicz B.: Obrzęk Reinkego. Otolaryng.Pol., 1992,46,225 – 231.
4. Bouchayer M., Cornut G.: Le sulcus glottides. Essai de clarification nosologique et étio-pathogénique. Rev Laryngol Otol Rhinol(Bordo), 1987,108,391 – 392.
5. Brodnitz F.S.: Goals, results and limitations of vocal rehabilitation. Arch Otolaryng., 1963,77,148 – 156.
6. Brodnitz F.S.: Post-operative vocal rehabilitation in benign lesions of the vocal cords. Folia Phoniat., 1955,7(4),193 – 200.
7. Butler J.E., Hammond T.H., Gray S.D.: Gender-related differences of hyaluronic acid distribution in the human vocal fold. Laryngoscope, 2001,111,907 – 911.
8. Campos Bañales M.E., Pérez Piñero B., Rivero J., Ruíz Casal E., López Aguado D.: Histological structure of the vocal fold in the human larynx. Acta Otolaryngol., (Stockh) 1995,115,701 – 704.
9. Chan R.W., Gray S.D., Titze I.R.: The importance of hyaluroic acid in vocal fold biomechanics. Otolaryngol Head Neck Surg., 2001,124,607 – 614.
10. Childers D.G., Hicks D.M., Moore G.P., Eskenazi L., Lalwani A.L.: Elektroglottography and vocal physiology. J Speech Hear Res., 1990,33,245 –254.
11. Courey M.S., Shohet J.A., Scott M.A., Ossoff R.H.: Immunohistochemical characterization of benign laryngeal lesions. Ann Otol Rhinol Laryngol., 1996,105,525 – 531.
12. DeSanto L.W., Carney F.M.T.: Microlaryngoscopic surgery. Arch Otolaryng., 1970, 91,324 – 326.
13. Dikkers F.G., Nikkels P.G.: Benign lesions of the vocal folds: histopathology and phonotrauma. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1995,104,698 – 703.
14. Domeracka-Kołodziej A., Maniecka-Aleksandrowicz B.: Czynniki miejscowe i ogólne wpływające na czynność fonacyjną krtani. Mag. ORL., 2002,1(3),59 – 67.

15. Domeracka-Kołodziej A., Maniecka-Aleksandrowicz B.: Morfologiczne podstawy czynności fonacyjnej krtani. Mag. ORL., 2002,1(4),98 –102.
16. Engel Z., Tadeusiewicz R., Tosińska-Okrój H., Wszołek W.: Analiza zmienności sygnału mowy jako metoda oceny wyników wybranej klasy zabiegów chirurgicznych. Mechanika, 1993,12,29 – 37.
17. Engel Z., Tadeusiewicz R., Wszolek W.: Reduction of the informational volume in the samples of pathological speech signal using a scalar measure of their similarity. Mechanika, 1990,9,55 – 78.
18. Emerich K.A., Spiegel J.R., Sataloff R.T.: Phonomicrosurgery III pre- and postoperative care. Otolaryngol Clin North Am., 2000,33(5),1071 – 1080.
19. Fourcin A.J., Abberton E.: First applications of a new laryngograph. Volta Review, 1972,74,161 – 176.
20. Garret C.G., Ossoff R.H.,: Phonomicrosurgery II: surgical techniques. Otolaryngol Clin North Am., 2000,33(5),1063 – 1070.
21. Giovanni A., Revis J., Triglia J-M.: Objective aerodynamic and acoustic measurement of voice improvement after phonosurgery. Laryngoscope, 1999,109,656 – 660.
22. Giovanni A., Robert D., Estublier N., Teston B., Zanaret M., Cannoni M.: Objective evaluation of dysphonia: preliminary results of a device allowing simultaneous acoustic and aerodynamic measurements. Folia Phoniatr Logop., 1996,48,175 – 185.
23. Gołębiowska I.: Choroby narządu głosu u nauczycieli leczonych w poradni foniatrycznej w Gdańsku w latach 1967-1971. Otolaryng. Pol.,1974,28,127 – 130.
24. Gray S.D.: Cellular physiology of the vocal folds. Otolaryngol Clin North Am., 2000,33(4),679 – 697.
25. Gray S.D., Hammond E.H., Hanson D.F.: Benign pathologic responses of the larynx. Ann Otol Rhinol Laryngol., 1995,104,13 – 18.
26. Gray S.D., Titze I.R., Alipour F., Hammond T.H.: Biomechanical and histologic observations of vocal fold fibrous proteins. Ann Otol Rhinol Laryngol.,2000,109,77 – 85.
27. Hammond T.H., Gray S.D., Butler J., Zhou R., Hammond E.: Age-and gender-related elastin distribution changes in human vocal volds. Otolaryngol Head Neck Surg., 1998,119,314 – 322.
28. Handzel L. : Sulcus glottidis. Otolaryng. Pol.,1975,29,67 – 70.

29. Hanson D.G., Gerratt B.R., Karin R.R., Berke G.S.: Glottographic measures of vocal fold vibration: an examination of laryngeal paralysis. Laryngoscope, 1988,98,541 – 549.
30. Hanson D.G., Kamel P.L., Kahrilas P.J.: Outcomes of antireflux therapy for the treatment of chronic laryngitis. Ann Otol Rhinol Laryngol., 1995,104,550 – 555.
31. Hertz C.H., Lindström K., Sonesson B.: Ultrasonic recording of the vibrating vocal folds. Acta Otolaryng., 1970,69,223 – 230.
32. Hirano M.: Clinical examination of voice. Springer-Verlag Wien, New York 1981.
33. Hirano M.: Morhological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. Folia Phoniatr.,1974,26,89 – 94.
34. Hirano M.: Objective evaluation of the human voice: Clinical Aspects. Folia Phoniat., 1989, 41,89 – 144.
35. Hochman I.I., Zeitels S.M.: Phonomicrosurgical management of vocal polyps: The subepithelial microflap resection technique. J Voice, 2000,14,(1),112 – 118.
36. Hočevar-Boltežar I., Radšel Z., Žargi M.: The role of allergy in the etiopathogenesis of laryngeal mucosal lesions. Acta Otolaryngol. (Stockh), 1997,527,134 – 137.
37. Hoobs C.G.L., Birchall M.A.: Wirus brodawczaka ludzkiego w etiologii raka krtani. Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery (wydanie polskie), 2004,1(4),10 – 13.
38. Horii Y.: Vocal Shimmer in sustained phonation. J Speech Hear Res., 1980,23,202 – 209.
39. Isshiki N.: Recent advances in phonosurgery. Folia Phoniat., 1980,32,119 – 154.
40. Jako G.J.: Laryngoscope for microscopic observation, surgery and photography. Arch Otolaryng., 1970,91,196 – 199.
41. Jiang J.J., Shah A.G., Hess M.M., Verdolini K., Banzali F.M.Jr., Hanson D.G.: Vocal fold impact stress analysis. J Voice, 2001,15,1,4 – 14.
42. Jones T.M., Trabold M., Plante F., Cheetham B.M., Eris J.E.: Objective assessment of hoarsness by measurig jitter. Clin Otolaryng., 2001, 26,(1),29 – 32.
43. Kacprowski J.: Fizyczne modele źródła krtaniowego. Archiwum Akustyki, 1977,12(1),47 – 70.
44. Kacprowski J.: Obiektywne metody akustyczne w diagnostyce narządu głosu. Archiwum Akustyki, 1979,14(4),287 – 304.
45. Kantor E., Berci G., Partlow E., Paz-Partlow M.: A Completely new approach to microlaryngeal surgery. Laryngoscope, 1991,101,676 – 679.

46. Kendal K.A.; Aktualne metody leczenia brodawczaków krtani. Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery (wydanie polskie), 2004,1(5),3 – 5.
47. Kitajima K., Gould W.J.: Vocal shimmer in sustained phonation of normal and pathologic voice. Ann Otol., 1976,85,377 – 381.
48. Klajman S.: Budowa histopatologiczna warg głosowych w zależności od wieku człowieka. Otolaryng. Pol., 1964,18,203 – 209.
49. Kleinsasser O.: Restoration of the voice in benign lesions of the vocal folds by endolaryngeal microsurgery. J Voice, 1991,5(3),257 – 263.
50. Koufman J.A., Armin M.R., Panetti M.: Prevalence of reflux in 113 consecutive patients with laryngeal and voice disorders. Otolaryngol Head Neck Surg., 2000,123,4,385 – 388.
51. Laryngograph Ltd PCLX user guide. London 1990
52. Lynch R.C.: New technic for the removal of intrinsic growths of the larynx. Laryngoscope, 1914,24,645 – 657.
53. Maniecka – Aleksandrowicz B., Żarnecki P.: Postępowanie foniatryczne i rehabilitacja po operacjach mikrochirurgicznych krtani. Otolaryng. Pol., 1983,37,174 – 176.
54. Matsushita H.: The vibratory mode of the vocal folds in the excised larynx. Folia Phoniat., 1975,27,7 – 18.
55. Maurer D., Hess M., Gross M.: High-speed imaging of vocal fold vibrations and larynx movements within vocalizations of different vowels. Ann Rhinol Laryngol., 1995,105,975 – 981.
56. McCrory E.: Voice therapy outcomes in vocal fold nodules: a retrospective audit. Int J Lang Commun Disord., 2001,36,19 – 24.
57. Milutinović Z., Bojić P.: Functional trauma of the vocal folds: classification and management strategies. Folia Phoniatr Logop., 1996,48,78 – 85.
58. Modrzejewski M.: Skuteczność chirurgicznego leczenia chorych na raka krtani piętra głośni. Rozprawa habilitacyjna. Dział Wydawnictw Collegium Medicum UJ. Kraków, 1998.
59. Morrison M.D., Nichol H., Rammage L.A.: Diagnostic criteria in functional dysphonia. Laryngoscope, 1986,94,1 – 8.
60. Motta G., Cesari U., Iengo M., Motta G.Jr.: Clinical application of electroglottography. Folia Phoniat., 1990,42,111 – 117.
61. Murry T., Rosen C.A.: Phonotrauma associated with Cryimg. J Voice, 2000,14(4),575 – 580.

62. Niedzielska G., Glijer E., Niedzielski A.: Acustic analysis of voice in children with noduli vocales. Int. J. Pediat. Otorhinolaryngol., 2001,60,119 – 122.
63. Niimi S., Miyaji M.: Vocal fold vibration and voice quality. Folia Phoniatr Logop., 2000,52,32 – 38.
64. Noscoe N.J., Fourcin A.J., Brown M.A., Berry R.J.: Examination of vocal fold movement by ultra-short pulse X radiography. Br J Radiol., 1983,56,641 – 645.
65. Obrębowski A.: Struktura fałdu głosowego. Postępy w chirurgii głowy i szyi, 2002,2,27 – 36.
66. Obrębowski A., Pruszewicz A., Wika T.: Uwagi foniatryczne do zabiegów mikrochirurgicznych na fałdach głosowych. Otolaryng. Pol., 1999, 53,585 – 589.
67. Oktaba W.: Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalna PWN Warszawa 1966.
68. Osuch – Wójcikiewicz E.: Nawracające brodawczaki dróg oddechowych. Mag. ORL., 2003,2,1(5),19 – 24.
69. Papamichalis E.: Pitch detection and its importance in speech coding. Texas Instruments, Rice University, Prentice Hall Inc. Englewood. Cliffs New Jersey 1988,6,151 – 168.
70. Pawłowski Z.: Wyniki badań wibracji fałdów głosowych metodą elektrolaryngograficzną (ELG). Otolaryng.Pol., 1970,23,233 – 239.
71. Postma G.N., Courey M.S., Ossoff R.H.: Microvascular lesions of the true vocal fold. Ann Otol Rhinol Laryngol., 1998,107,472 – 476.
72. Pruszewicz A.: Metody badania narządu głosu. Postępy w chirurgii głowy i szyi, 2002,2,3 – 25.
73. Pruszewicz A.: Foniatria Kliniczna. Pod red. A. Pruszewicza, PZWL, Warszawa 1992
74. Remacle M., Lawson G., Watelet J-B.: Carbon dioxide laser microsurgery of benign vocal fold lesion: indications, techniques and results in 251 patients. Ann Otol Rhinol Laryngol., 1999,108,156 – 164.
75. Robinson P.M.: Complications of microlaryngeal surgery. Clin. Otolaryngol., 1989,14, 545 – 549.
76. Rontal E., Rontal M., Jacob H.J., Rolnick M.I.: Quantitative and objective evaluation of vocal cord function. Ann Otol Rhinol Laryngol., 1983,92,421 – 423.
77. Sataloff R.T.: Ludzki głos. Świat Nauki, 1993,2,68 – 76.
78. Scalco A.N., Shipman W.F., Tabb H.G.: Microscopic suspension laryngoscopy. Ann Otol Rhinol Laryngol., 1960,69(4),1134 – 1138.

79. Semczuk B.: Doświadczenia własne w mikrolaryngoskopii i mikrochirurgii krtani. Otolaryng. Pol., 1972,26,669 – 673.
80. Shumrick K.A., Gluckman J.L.: Phonosurgery for voice improvement and restoration. Med. Clin North Am., 1993,3,633 – 641.
81. Smith S.: Remarks on the physiology of the vibrations of the vocal cords. Folia Phoniat.1954,6,166 – 178.
82. Sonnenberg Z., Olszewska A.: Stany przedrakowe krtani. Problemy laryngologiczne w codziennej praktyce, 1999,12,2 – 10.
83. Stankiewicz C., Kowalska B., Brzozowski W.: Polipowaty przerost fałdów głosowych. Patologia i klinika. Otolaryng. Pol., 1998,52,649 – 654.
84. Stręk P.: Optymalizacja zastosowania operacji częściowego usunięcia krtani z powodu raka o pierwotnej lokalizacji w piętrze nadgłośniowym. Rozprawa habilitacyjna. Collegium Medicum UJ. Kraków, 1998.
85. Strocchi R., De Pasquale V., Messerotti G., Raspanti M., Franchii M., Ruggeri A.: Particular structure of the anterior third of the human true vocal cord. Acta Anat., 1992,145,189 – 194.
86. Strong M.S.: Microscopic laryngoscopy. Laryngoscope, 1970,80,1540 – 1552.
87. Ślusarczyk K., Misiołek M., Namysłowski G., Ślusarczyk R.: Przegląd nazewnictwa anatomicznego i klinicznego fałdów głosowych. Otolaryng. Pol., 2004,58,1023 – 1026.
88. Tadeusiewicz R.: Ocena przydatności wybranych metryk w minimalno odległościowych metodach rozpoznawania mowy. Archiwum Akustyki, 1983,18,275 – 284
89. Tadeusiewicz R.: Sygnał mowy. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 1988.
90. Thekdi A.A., Rosen C.A.: Surgical treatment of benign vocal fold lesion. Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery, 2002,10,492 – 496.
91. Tsunoda K., Takanosawa M., Niimi S.: Autologous transplantation of fascia into the vocal fold: a new phonosurgical technique for glottal incompetence. Laryngoscope, 1999,109,504 – 508.
92. Tucker H.M.: Surgery for phonatory disorders. Churchill Livingstone, New York, Edinburgh and Melbourne 1981.
93. Van Den Berg J.: Modern research in expirmental phoniatrics. Folia Phoniat., 1962, 14,81 – 149.
94. Vaughan W.C.: Vocal fold exposure in phonosurgery. J Voice, 1991,7(2),189 – 194.

95. Wani M.K., Woodson G.E. : Laryngeal contact granuloma Laryngoscope, 1999,109, 1589 – 1593.

96. Watts C.R., Clark R., Early S.: Acoustic Measures of phonatory improvement secondary to treatment by oral corticosteroids in a professional singer: a case report. J Voice, 2001,15(1),115 – 121.

97. Williams G.T., Farquharson I.M., Anthony J.: Fibreoptic laryngoscopy in the assessment of laryngeal disorders. J Laryngol.Otol., 1975,89,299 – 316.

98. Wiskirska-Woźnica B., Pruszewicz A., Obrębowski A., Świdziński P.: Korelacja miedzy oceną subiektywną i obiektywną głosu w schorzeniach organicznych i czynnościowych krtani. Otolaryng. Pol., 2003,57,537 – 548.

99. Woo P.: Quantification of videostrobolaryngoscopic findings – measurements of the normal glottal cycle. Laryngoscope, 1996,106.1 – 27.

100. Woo P., Casper J., Colton R., Brewer D.: Diagnosis and treatment of persistent dysphonia after laryngeal surgery: a retrospective analysis of 62 patients. Laryngoscope, 1994,104,1084 – 1091.

101. Yanagihara N.: Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness. J Speech Hear Res.,1967,10,531 – 541.

102. Zagólski O.: Badania elektroglottograficzne u chorych z obustronnym porażeniem fałdów głosowych. Otorynolaryngologia, 2002,1(1),45 – 48.

103. Zalesska – Kręcicka M., Kręcicki T., Cyganek P.: Obrzęk Reinkego – aspekty kliniczne. Otolaryng.Pol., 1993,57,153 – 157.

104. Zeitels S.M.: Phonomicrosurgery I: principles and equipment. Otolaryngol Clin North Am., 2000,33(5),1047 – 1062.

105. Zeitels S.M.: Premalignant epihelium and microinvasive cancer of the vocal fold: the evolution of phonomicrosurgical management. Laryngoscope, 1995, 105,1 – 43.

106. Zielińska J.: Zastosowanie metod wizualizacji mowy w nauczaniu i diagnostyce dzieci z wadą słuchu. Rozprawa doktorska, Kraków WSP 1994.

12. Aneks

12.1. Zestawienia tabelaryczne wyników elektroglottograficznych

ZESTAWIENIE I: Podział chorych według grup od A do E (1,2,3 – odpowiednia podgrupa)

nr	płeć	grupa A	grupa B	grupa C	grupa D	grupa E
1	m	1	1	1	2	1
4	m	1	1	1	2	2
24	m	1	1	1	2	3
28	k	1	1	1	1	2
37	m	1	1	1	1	1
10	k	1	1	2	2	1
16	m	1	1	2	2	3
20	m	1	1	2	1	1
21	m	1	1	2	2	3
38	m	1	1	2	2	2
14	m	1	1	3	2	2
18	k	1	1	3	2	2
19	m	1	1	3	2	1
27	k	1	2	1	2	2
15	m	1	2	2	2	3
26	m	1	2	2	2	1
7	k	1	2	3	2	1
22	k	1	2	3	1	1
31	k	1	2	3	1	1
41	k	1	2	3	1	3
5	m	1	3	1	1	3
29	m	1	3	1	1	1
34	m	1	3	1	2	1
17	m	1	3	2	2	2
6	k	1	3	3	2	1
30	k	1	3	3	2	3
11	m	2		3	2	3
23	m	2		3	2	2
33	k	2		3	1	1
39	k	2		3	2	2
40	m	2		3	2	2
2	k	2			1	2
8	m	2			1	2
3	k	2			1	1
32	m	2			2	1

nr – numer kodu pacjenta

ZESTAWIENIE II: Wartości parametrów akustycznych sygnału mowy uzyskanych z badania EGG – grupa kontrolna k.

nr	płeć	Irregularity [ola]	FxMin	FxMax	Fx Average	FxSD	QxMin	QxMax	Qx Average	QxSD	Jitter First	Jitter Sec	Shim Plus	Shim Minus
1	m	2,76	212,55	225,88	217,36	2,76	43,05	50	46,16	0,25	0,31	0,18	3,5	-3,52
2	k	4,38	189,89	224,92	198,29	9,64	45,83	57,83	53,14	1,07	0,75	0,42	4,45	-5,07
3	k	4,36	218,61	253,33	227,22	7,27	50	59,37	55,54	0,13	0,8	0,49	8	-4,35
4	k	8,05	196,89	242,28	213,37	13,37	42,3	55,12	48,86	0,33	0,65	0,36	3,13	-3,06
5	k	13,13	203,43	225,29	212,73	4,74	43,83	57,74	52,28	0,15	0,68	0,21	5,35	-5,56
6	k	17,1	203,91	225,89	211,23	5,12	46,66	57,53	51,76	0,01	1,19	0,57	6,6	-5,5
7	k	1,13	243,85	317,23	282,3	23,3	45,61	60	51,6	0,22	0,84	0,37	5,01	-4,7
8	m	1,09	150,59	167,28	158,74	4,81	42,71	50	46,69	0,02	0,49	0,23	4,4	-5,13
9	m	11,86	209,92	238,75	223,32	6,19	51,38	60,86	54,61	0,22	1,09	0,62	3,1	-3,25
10	k	13,22	106,45	115,65	113,27	1,04	37,08	50	46,36	0,15	0,47	0,13	3,31	-6,32
11	m	6,12	234,87	291,85	254,82	15,61	42,85	59,7	52,75	1,28	0,88	0,45	3,91	-5,11
12	k	13,53	112,82	120,61	118,18	2,04	31,69	53,38	49,39	3,08	0,67	0,26	7,09	-7,59
13	m	27,51	96,47	110,38	104,73	3,21	36,36	48,68	45,56	1,16	1,08	0,56	5,57	-6,68
14	m	10,61	113,82	135,98	124,82	5,91	45,76	57,66	53,76	1,02	0,46	0,15	3,53	-3,44
15	m	15,95	106,23	123,61	118,86	2,42	43,07	56,29	51,97	0,15	1,14	0,66	20,01	-16,04
16	m	13,08	109,48	332,3	227,08	23,69	38,66	69,86	52,66	2,06	7,22	3,97	8,65	-7,69
17	m	11,62	210,76	284,36	226,35	10,12	41,07	56,33	50,75	0,08	1,61	1,06	6,87	-5,08
18	k	9,46	198,75	210,47	203,38	3	43,03	53,94	47,18	0,04	0,29	0,15	2,73	-2,37
19	m	30,1	109,07	115,81	112,68	1,74	31,88	48,25	42,07	0,52	0,63	0,22	4,69	-5,2
20	m	8,91	145,2	161,76	155,97	2,57	41,81	50,49	49,1	0,84	0,42	0,15	5,82	-5,29
21	k	5,98	198,8	253,43	212,47	15,13	52,38	60,52	57,14	0,46	1,04	0,62	8,49	-5,06
22	m	3,98	209,86	229,96	219,87	3,37	42,46	52,7	47,47	0,4	1,07	0,61	4,4	-4,9
23	k	7,72	68,05	309,7	226,33	41,64	11,48	51,78	39,22	0,54	10,77	5,35	6,06	-6,62
24	m	4,58	106,16	122,48	115,6	2,43	45,03	56,42	53,4	0,38	0,54	0,18	5,65	-5,9
25	k	1,51	213,48	222,21	217,61	1,82	37,5	45,94	43,18	0,05	0,43	0,25	3,44	-3,69

ZESTAWIENIE III: Wartości parametrów akustycznych sygnału mowy uzyskanych z badania EGG – grupa chorych, BADANIE 1.

nr	płeć	Irregularity [ola]	FxMin	FxMax	Fx Average	FxSD	QxMin	QxMax	Qx Average	QxSD	Jitter First	Jitter Sec	Shim Plus	Shim Minus
1	m	86,34	84,61	587,35	101,67	9,89	18,6	98,67	68,35	0,4	10,24	7,68	18,64	-11,65
4	m	74,16	79,64	284,35	111,21	4,54	15,31	61,25	68,34	0,61	2,31	5,64	16,34	-12,34
24	m	33,33	82,68	267,37	119,01	31,51	24,22	71,42	62,55	0,29	8,19	5,75	17,48	-11,1
28	k	85,27	169,6	194	184,3	6,43	38,26	50	43,5	0,35	1,25	0,72	9,55	-9,31
37	m	8,33	99,61	109,03	104,16	2,87	50,24	54,8	52,34	0,37	10,64	0,22	7,83	-6,92
10	k	52,06	79,64	573,18	98,6	14,68	21,3	97,35	69,31	0,67	11,25	9,67	17,54	-13,24
16	m	6,91	120,32	127,3	124,81	1,44	51,14	54,33	52,64	0,1	0,38	0,19	3,07	-3,93
20	m	17,28	119,97	135,3	126,11	4,08	45,31	53,12	50,54	0,18	1,98	1,16	19,66	-11,87
21	m	16,83	199,35	221,58	214,94	4,48	41,77	58,1	52,1	0,59	0,9	0,45	6,28	-5,84
38	m	53,99	56,7	131,66	115,44	10,43	35,42	71,21	58,28	1,5	13,31	8,64	29,63	-18,9
14	m	95,61	87,54	694,25	98,67	3,57	16,54	65,28	64,97	0,35	3,41	11,24	16,38	-11,27
18	k	96,68	141,27	766,58	263	11,5	11,08	56,43	41,26	0,24	27,73	14,99	24,14	-17,46
19	m	85,46	105,27	122,64	114,04	3,68	53,67	60,29	57,73	0,68	3,29	1,77	10,59	-8,43
27	k	49,2	176,3	700,5	224,4	7,32	12,3	84,84	56,13	0,03	10,29	8,01	6,54	-7,28
15	m	14,7	263,28	211,02	89,67	2,84	10,24	75,39	74,49	0,97	7,64	9,87	10,08	-8,69
26	m	81,08	51,65	708,05	97,68	9,09	12,04	84,51	44,53	0,7	44,08	27,36	26	-28,27
7	k	5,24	89,61	698,24	132,2	17,35	11,28	95,37	64,31	0,02	15,35	8,64	17,68	-18,64
22	k	59,79	71,26	752,19	141,37	79,7	14,28	82,01	53,82	0,68	23,9	16,01	15,05	-24,06
31	k	8,09	76,34	364,28	110,31	26,34	10,24	91,87	57,39	0,31	17,69	7,89	20,34	-19,07
41	k	19,27	101,18	648,64	209,94	18,95	31,2	80	54,08	1,24	23,79	15,63	15,2	-10,72
5	m	8,57	213,25	216,42	184,65	3,27	29,6	87,54	76,49	0,76	7,05	8,21	11,25	-9,68
29	m	87,72	149,4	190,8	111,27	13,51	30,82	48,36	37,44	0,2	3,31	1,8	5,75	-8,12
34	m	18,39	146,6	156,3	132,3	2,21	8,35	66	53,47	1,14	9,87	0,21	5,54	-5,23
17	m	12,77	118,86	152,51	130,83	7,6	41,5	51,87	48,41	0,04	0,96	0,18	12,27	-15,45
6	k	5,21	101,21	687,28	98,67	18,67	14,2	96,36	68,49	0,24	9,64	7,97	19,99	-19,67
30	k	10,41	182,9	217,9	195,4	7,49	46,66	53,92	49,85	0,19	7,14	0,41	5,98	-6,43
11	m	5,07	246,1	200,51	176,35	4,31	35,2	85,69	74,58	0,79	7,68	9,31	14,54	-6,35
23	m	5,81	89,6	364,58	93,86	2,63	18,27	59,88	57,24	2,01	1,07	0,34	7,98	-8,13
33	k	15,67	182,29	193,39	126,84	1,85	47,89	50,84	49,3	0,08	12,84	0,49	7,15	-8,15
39	k	10,2	154,21	244,35	130,41	5,49	57,57	67,77	60,07	0,43	0,7	0,4	4,4	-4,14
40	m	95,37	129,38	136,18	132,6	1,69	45,06	51,47	49,8	0,03	0,47	0,25	6,86	-9,18
2	k	86,19	111,22	487,35	97,58	4,35	18,54	79,65	68,17	0,04	4,65	8,69	15,55	-10,05
8	m	76,19	110,31	521,13	96,17	1,54	16,47	75,31	64,31	0,06	3,84	9,47	14,87	-10,94
3	k	95,37	91,28	679,54	87,19	24,67	18,31	92,58	59,76	0,09	9,87	8,28	16,87	-17,94
32	m	87,59	95,7	111,54	99,86	3,49	28,64	66,82	52,5	1,49	2,74	1,68	36,68	-15,8

ZESTAWIENIE IV: Wartości parametrów akustycznych sygnału mowy uzyskanych z badania EGG – grupa chorych, BADANIE 2.

nr	płeć	Irregularity [ola]	FxMin	FxMax	Fx Average	FxSD	QxMin	QxMax	Qx Average	QxSD	Jitter First	Jitter Sec	Shim Plus	Shim Minus
1	m	24,19	199,34	143,25	187,65	2,58	37,54	32,11	21,36	1,02	4,64	0,78	4,65	-5,6
4	m	46,75	184,31	187,34	296,37	8,21	39,84	34,28	20,38	0,87	64,54	11,25	5,64	-0,21
24	m	48,64	168,54	287,76	124,35	3,75	56,31	28,41	29,64	0,19	0,87	0,24	2,31	-2,3
28	k	7,41	141,8	155,3	149,5	3,48	45,41	48,7	42,74	0,61	34,21	14,65	4,8	-4,37
37	m	15,34	192,5	132,54	196,78	3,27	42,61	24,29	28,61	1,21	4,64	18,64	4,12	-5,31
10	k	19,46	164,31	142,37	197,38	5,34	43,15	28,31	22,58	2,64	4,57	16,52	3,68	-1,24
16	m	18,66	133,17	138,6	136,22	1,11	43,1	47,89	45,78	0,1	0,31	0,16	2,64	-2,94
20	m	6,13	106,09	132,52	111,19	6,71	27,33	50,34	39,88	2,25	1,03	11,33	7,42	-8,34
21	m	9,17	165,32	298,67	154,34	4,35	50,27	39,64	37,56	0,16	0,45	0,31	3,21	-1,34
38	m	8,57	176,34	163,35	257,68	8,31	48,21	28,64	24,68	1,65	68,34	68,54	5,64	-2,64
14	m	78,21	118,79	172,98	346,31	9,94	55,2	38,73	70,43	0,05	70,4	75,09	11,54	1,72
18	k	78,28	172,71	592,94	370,12	19,53	46,31	69,56	41,38	0,06	70,43	47,71	7,74	-29,8
19	m	0,49	108,39	116,45	113,51	1,98	36,87	48,64	45,28	1,28	0,45	8,94	2,79	-4,65
27	k	19,19	211,4	258,6	225,6	11,85	47,11	60,86	52,86	0,76	11,97	1,17	3,98	-3,78
15	m	4,95	163,95	173,61	168,58	1,95	41,48	47,42	43,91	0,31	0,73	0,42	7,05	-5,33
26	m	18,76	156,37	114,28	194,18	4,21	46,31	23,28	19,48	2,86	4,34	49,87	5,98	-5,31
7	k	5,67	197,21	127,41	231,46	4,65	48,31	28,54	26,39	2,48	3,57	52,39	5,62	-2,34
22	k	18,39	180,28	206,85	191,28	5,7	35,8	54,02	43,71	0,83	1,98	11,14	5,96	-5,59
31	k	11,58	148,1	188,8	174,6	6,95	36,8	47,15	40,76	0,43	6,8	2,21	6,91	-8,81
41	k	6,72	215,16	243,56	226,68	4,89	39	56,84	50,85	0,26	1,44	0,79	6	-5,88
5	m	63,28	168,58	321,54	114,35	5,34	51,09	34,25	31,24	0,11	0,79	0,39	2,31	-0,5
29	m	20,88	149,5	161,9	153,8	3,23	38,57	52,05	48,57	1,4	0,53	16,37	3,39	-3,71
34	m	6,21	142,4	152,6	149,8	2,67	40,9	62,58	56,56	2,39	0,43	17,54	6,18	-7,52
17	m	34,19	187,34	128,35	287,1	10,34	46,82	31,05	36,14	2,13	74,35	59,71	4,54	-4,21
6	k	6,19	187,65	298,78	201,37	5,67	47,01	28,67	31,09	1,97	4,96	10,05	4,21	-5,04
30	k	14,09	201,4	234,06	213,2	7,06	50	63,72	54,81	0,09	1,36	0,84	9,91	-6,25
11	m	7,13	178,64	312,54	172,34	8,64	54,21	36,54	38,42	0,17	0,68	0,39	1,21	-1,21
23	m	39,49	84,92	90,77	188,32	1,59	52,68	61,23	59,29	1,3	39,64	0,24	9,32	-7,6
33	k	8,81	198,08	215,15	206,63	3,94	44,66	53,63	50,1	0,16	0,45	9,45	5,87	-4,44
39	k	10,3	193,98	214,52	201,73	4,46	43,92	55,35	51,21	0,57	11,73	0,38	3,21	-3,43
40	m	8,73	118,31	136,55	123,63	4,42	54,83	55,13	39,71	1,88	15,64	0,21	6,93	-7,28
2	k	54,67	187,64	87,68	199,35	7,68	52,31	36,24	26,18	2,64	29,87	41,58	2,65	-4,1
8	m	64,38	197,72	91,28	281,08	8,64	46,34	32,28	21,53	1,79	41,32	39,87	3,45	-3,47
3	k	42,19	164,5	102,38	204,37	3,98	49,31	21,08	31,46	2,64	3,89	11,39	4,21	-3,87
32	m	1,86	102,74	110,58	106,18	2,12	28,64	42,07	33,45	0,77	0,68	10,33	6,06	-5,78

ZESTAWIENIE V: Wartości parametrów akustycznych sygnału mowy uzyskanych z badania EGG – grupa chorych, BADANIE 3.

nr	płeć	Irregularity [ola]	FxMin	FxMax	Fx Average	FxSD	QxMin	QxMax	Qx Average	QxSD	Jitter First	Jitter Sec	Shim Plus	Shim Minus
1	m	24,35	101,28	185,34	113,46	19,64	38,19	62,07	54,28	0,18	2,14	0,3	3,46	-7,61
4	m	10,81	124,56	214,35	197,46	15,48	31,24	62,71	61,57	0,19	2,08	0,37	5,97	-6,45
24	m	25,37	187,25	258,67	187,34	18,64	49,67	52,34	49,34	0,09	1,24	1,21	3,74	-6,37
28	k	19,68	159,35	298,34	149,38	8,24	13,54	61,24	42,98	0,21	2,37	0,97	3,5	-5,07
37	m	17,57	189,37	268,37	198,67	8,54	18,67	56,34	56,97	0,37	1,47	0,65	7,54	-2,17
10	k	16,86	184,24	329,61	41,28	35,42	79,68	98,57	72,34	0,19	3,84	2,31	18,54	-26,34
16	m	1,87	84,05	206,35	46,31	38,19	64,37	87,18	96,34	0,04	3,24	2,53	28,95	-24,6
20	m	1,26	102,71	215,36	40,29	14,28	67,28	91,04	89,74	0,11	3,16	1,89	16,86	-19,05
21	m	34,29	110,35	464,05	46,19	26,34	68,19	87,28	88,58	0,21	2,64	2,08	2,34	-11,64
38	m	45,2	124,5	580,24	43,98	25,16	64,35	91,09	78,97	0,26	2,84	1,54	11,52	-10,27
14	m	54,54	46,5	568,34	102,61	13,54	59,67	99,07	22,84	0,43	2,08	2,48	23,46	-15,43
18	k	46,32	41,28	224,57	405,44	17,01	98,64	92,59	36,36	1,77	2,35	3,65	25,64	-21,05
19	m	22,36	51,35	286,34	100,25	38,54	89,59	96,97	41,29	0,85	5,67	0,64	21,07	-25,34
27	k	26,87	113,2	210,37	194,37	41,64	54,28	77,14	48,28	0,67	2,34	0,94	21,08	-11,39
15	m	54,21	110,3	287,38	186,89	21,38	74,28	98,57	78,85	0,06	3,28	1,27	9,38	-7,87
26	m	1,111	85,24	274,38	184,37	26,38	78,17	89,67	75,35	0,08	3,81	1,86	1,28	-5,14
7	k	27,48	169,34	324,38	421,84	46,38	78,19	87,58	84,34	0,19	2,34	2,86	14,28	-20,04
22	k	58,64	74,35	312,28	472,97	48,54	71,19	81,28	48,9	0,4	3,85	2,56	13,46	-19,43
31	k	12,71	138,4	201,34	387,27	41,65	65,24	46,54	52,47	0,45	3,64	2,81	19,85	-12,62
41	k	27,59	90,95	264,34	375,79	42,61	53,28	54,39	58,67	0,31	2,08	2,46	24,1	-17,34
5	m	1,62	259,67	178,68	187,34	8,97	31,98	48,24	36,54	0,67	1	0,95	4,13	-5,31
29	m	17,8	245,69	176,84	201,34	9,58	30,07	41,28	31,28	0,68	1,85	0,25	4,65	-5,48
34	m	13,1	201,57	175,35	178,38	6,87	34,02	46,18	30,08	0,89	1,02	0,68	3,86	-5,15
17	m	1,31	187,5	179,37	98,34	7,18	31,28	58,14	35,28	0,62	1,07	0,58	5,96	-4,68
6	k	1,001	101,35	198,68	201,34	5,97	38,46	36,58	52,96	0,82	1,21	0,74	4,21	-4,68
30	k	1,031	102,35	187,35	222,16	7,29	32,18	53,33	49,67	0,78	0,99	0,52	5,75	-5,86
11	m	68,1	91,25	345,28	321,25	53,17	41,19	72,38	86,13	1,98	13,89	6,35	25,61	-12,34
23	m	68,25	59,35	456,31	298,37	61,28	38,49	87,58	59,7	1,73	7,39	5,83	31,08	-18,53
33	k	33,75	90,22	568,34	312,58	53,16	33,28	92,18	58,5	1,95	8,54	6,34	21,02	-25,31
39	k	45,5	74,98	456,32	319,37	68,16	24,68	97,28	79,54	1,83	15,34	5,16	20,01	-24,13
40	m	87,67	97,56	456,38	193,24	50,02	34,29	97,28	85,27	1,9	21,35	4,24	28,51	-26,43
2	k	59,5	98,35	458,35	432,17	41,35	16,47	112,08	85,37	0,68	24,95	7,51	11,25	-19,64
8	m	19,54	89,67	456,32	429,38	54,21	11,24	99,67	98,87	0,85	28,65	8,19	14,24	-18,54
3	k	8,86	76,35	229,93	364,38	42,36	15,24	97,98	97,58	0,96	11,02	0,78	10,58	-9,24
32	m	3,01	68,57	421,35	349,19	41,28	12,17	101,24	96,34	0,79	8,34	2,45	19,89	-9,31

12.2. Testy statystyczne

12.2.1. Przykładowe obliczenia statystyczne dla średniego współczynnika nieregularności dla słowa *„ola”* w zależności od czasu badania dla grupy wszystkich chorych.

Dla pozostałych parametrów test statystyczny wykonywano analogicznie.

Przy pomocy programu „Statystyka 6.0” obliczono wartość F testu analizy wariancji

Analiza wariancji	F	p
Irregularity [ola] 3	5,743278	0,004330

Hipotezę zerową H_o mówi o tym że wszystkie średnie są równe (jednorodności wariancji) odrzucamy gdy:

$F >_a F_{N-k}^{k-1}$

F – wartość testu wyliczona,

$_aF_{N-k}^{k-1}$ – wartość krytyczna testu odczytana z Tablic

$aF_{N-k}^{k-1} = 4{,}82$ dla a = 0,01

$5{,}743 > 4{,}82$

Oznacza to, iż dla średniego współczynnika nieregularności dla wyrazu *„ola”* istnieje statystyczna różnica pomiędzy jego wartościami w zależności od czasu.

Skoro istnieje dla tego parametru różnica statystyczna – należy zastosować test NIR – celem ustalenia jaka jest jego zależność w kolejnych badaniach tj. pierwszym, drugim i trzecim.

Test NIR Zaznaczone różnice są istotne z p < ,05000			
	{1} 44,861	**{2}** 23,685	**{3}** 27,404
1 {1}		0,001989	0,578496
2 {2}	0,001989		0,010234
3 {3}	0,578496	0,010234	

Wykazano statystycznie istotną różnicę między wartościami średnimi parametru współczynnika nieregularności dla wyrazu „*ola”* – między badaniem 1 a badaniem 2 oraz między badaniem 2 a badaniem 3. Natomiast nie ma różnic statystycznej między badaniem 1 a badaniem 3.

12.2.2. Przykładowe obliczenia statystyczne dla średniego współczynnika nieregularności dla słowa *„ola”* w grupie A

Dla pozostałych parametrów test statystyczny wykonywano analogicznie.

Przy pomocy programu „Statystyka 6.0” obliczono wartość F testu analizy wariancji

Analiza wariancji	F	p
Irregularity [ola] 3	13,40527	0,000017

Hipotezę zerową H_o mówi o tym że wszystkie średnie są równe (jednorodności wariancji) odrzucamy gdy:

$$\mathbf{F > {}_aF_{N-k}^{k-1}}$$

F – wartość testu wyliczona,

${}_aF_{N-k}^{k-1}$ – wartość krytyczna testu odczytana z Tablic

${}_aF_{N-k}^{k-1} = 7,12$ dla a = 0,01

$$13,40 > 7,12$$

Nie mamy podstaw do przyjęcia hipotezy zerowej H_o

W celu sprawdzenia które ze średnich są istotnie statystycznie różne – wykonano test NIR.

Test NIR Zaznaczone różnice są istotne z p < ,05000			
	{1} 21,72896	**{2}** 43,79667	**{3}** 9,90960
A1 {1}		0,001384	0,015842
An {2}	0,001384		0,000004
k {3}	0,015842	0,000004	

Wszystkie średnie wykazują różnicę istotną statystycznie.

Wartości średnich i odchyleń standardowych dla parametru średniego współczynnika nieregularności dla wyrazu *„ola”* – Irregularity [ola]3

	średnia Irregularity [ola] 3	Irregularity [ola] 3 N	Irregularity [ola] 3 Odchyl std
A1 {1}	21,72896	26	18,08342
An {2}	43,79667	9	29,44750
k {3}	9,90960	25	7,35430
Ogół grupy	20,11438	60	20,22309

12.2.3. Zestawienia tabelaryczne wyników testów statystycznych dla badań elektroglottograficznych

ZESTAWIENIE VI: Wartości średnich i odchyleń standardowych dla pozostałych parametrów w grupie A

	A1	A2	k	Ogół grp
Fx min 3 średnie	130,2577	82,9222	166,7964	138,3818
Fx min 3 N	26	9	25	60
Fx min 3 Odch.std	58,27056	13,6397	53,27959	58,81407
Fx max 3 średnie	271,9488	427,62	210,4564	269,6777
Fx max 3 N	26	9	25	60
Fx max 3 Odch.std	110,7082	93,5044	69,5829	116,7991
Fx średnia 3 średnie	191,7331	335,5478	187,8632	211,6928
Fx średnia 3 N	26	9	25	60
Fx średnia 3 Odch.std	125,5398	72,2713	52,0667	106,0435
FxSD 3 średnie	22,82538	51,66556	8,5176	21,18983
FxSD 3 N	26	9	25	60
FxSD 3 Odch.std	14,24601	9,21308	9,43639	18,56412
Qx min 3 średnie	54,45	25,22778	41,3392	44,60383
Qx min 3 N	26	9	25	60
Qx min 3 Odch.std	22,71882	11,83511	8,0577	19,19939
Qx max 3 średnie	71,43885	95,29667	55,2156	68,25783
Qx max 3 N	26	9	25	60
Qx max 3 Odch.std	20,88375	10,87216	5,27354	20,00501
Qx średnia 3 średnie	56,70269	83,03333	49,704	57,73617
Qx średnia 3 N	26	9	25	60
Qx średnia 3 Odch.std	20,52217	15,07505	4,41273	18,50999
QxSD 3 średnie	0,443077	1,407778	0,5844	0,646667
QxSD 3 N	26	9	25	60
QxSD 3 Odch.std	0,383529	0,566652	0,721931	0,6528
Jitter first 3 średnie	2,44615	15,49667	1,4208	3,9765
Jitter first 3 N	26	9	25	60
Jitter first 3 Odch.std	1,141648	7,783113	2,358161	5,922193
Jitter sec 3 średnie	1,503846	5,205556	0,7288	1,736167
Jitter sec 3 N	26	9	25	60
Jitter sec 3 Odch.std	0,966694	2,380048	1,220544	2,014927
Shimmer plus 3 średnie	11,71462	20,24333	5,7504	10,50883
Shimmer plus 3 N	26	9	25	60
Shimmer plus 3 Odch.std	8,608063	7,294303	3,434405	8,252293
Shimmer min 3 średnie	-11,7838	-18,1633	-5,4848	-10,1162
Shimmer min 3 N	26	9	25	60
Shimmer min 3 Odch.std	7,500247	6,608604	2,576225	7,256066

ZESTAWIENIE VII: Wartości testu F analizy warjancji dla parametrów grupy A:

parametr	wartość F	p
Fx min 3	9,14608	0,000359
Fx max 3	18,07161	0,000001
Fx średnia 3	9,25325	0,000331
FxSD 3	44,94741	0,000000
Qx min 3	11,27743	0,000075
Qx max 3	25,26463	0,000000
Qx średnia 3	16,45849	0,000002
QxSD 3	9,70773	0,000235
Jitter first średnia 3	62,13737	0,000000
Jitter sec 3	36,86992	0,000000
Shimmer plus średnia 3	16,20967	0,000003
Shimmer min 3	17,73027	0,000001

ZESTAWIENIE VIII: Wartości średnich i odchyleń standardowych dla pozostałych parametrów w grupie B

	B1	B2	B3	k	Ogół grp
średnia Irregularity [ola] 3	24,65231	29,80157	5,977	9,9096	15,93516
Irregularity [ola] 3 N	13	7	6	25	51
Irregularit Odchyl std	16,52564	20,66225	7,4901	7,3543	15,00251
Fx min 3 średnie	115,9069	111,6829	183,0217	166,7964	148,1688
Fx min 3 N	13	7	6	25	51
Fx min 3 Odch.std	52,58329	33,07865	68,32944	53,27959	58,31488
Fx max 3 średnie	315,3792	267,7814	182,7117	210,4564	241,8055
Fx max 3 N	13	7	6	25	51
Fx max 3 Odch.std	135,4806	47,1408	8,8611	69,5829	97,0365
Fx średnia 3 średnie	128,6662	317,6429	181,4833	187,8632	189,8361
Fx średnia 3 N	13	7	6	25	51
Fx średnia 3 Odch.std	103,2915	124,6774	43,3588	52,0667	95,8394
FxSD 3 średnie	21,46308	38,36857	7,64333	8,5176	15,81176
FxSD 3 N	13	7	6	25	51
FxSD 3 Odch.std	10,51509	10,32342	1,36002	9,43639	14,0142
Qx min 3 średnie	57,16	67,80429	32,99833	41,3392	48,02314
Qx min 3 N	13	7	6	25	51
Qx min 3 Odch.std	25,95749	10,56051	2,97012	8,0577	18,24974
Qx max 3 średnie	79,88385	76,45286	47,29167	55,2156	63,48627
Qx max 3 N	13	7	6	25	51
Qx max 3 Odch.std	17,7986	19,11804	7,83789	5,27354	17,27724
Qx średnia 3 średnie	60,89231	63,83714	39,30167	49,704	53,27196
Qx średnia 3 N	13	7	6	25	51
Qx srednia 3 Odch.std	22,84208	15,27172	9,66684	4,41273	15,24506
QxSD 3 średnie	0,376923	0,308571	0,743333	0,5844	0,512353
QxSD 3 N	13	7	6	25	51
QxSD 3 Odch.std	0,46659	0,218741	0,10328	0,721931	0,573416
Jitter first 3 średnie	2,701538	3,048571	1,19	1,4208	1,943529
Jitter first 3 N	13	7	6	25	51
Jitter first 3 Odch.std	1,140364	0,771112	0,333287	2,358161	1,894443
Jitter sec 3 średnie	1,586154	2,108571	0,62	0,7288	1,123922
Jitter sec 3 N	13	7	6	25	51
Jitter sec 3 Odch.std	1,009848	0,765342	0,234691	1,220544	1,155611
Shimm plus 3 średnie	13,27615	14,77571	4,76	5,7504	8,79098
Shimmer plus 3 N	13	7	6	25	51
Shim plus 3 Odch.std	9,554127	7,806617	0,887874	3,434405	7,19572
Shimm min 3 średnie	-13,9531	-13,4043	-5,1933	-5,4848	-8,6961
Shimmer min 3 N	13	7	6	25	51
Shim min 3 Odch.std	8,493528	5,765284	0,462414	2,576225	6,436348

ZESTAWIENIE IX: Wartości testu F analizy warjancji dla parametrów grupy B:

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	8,10331	0,000187
Fx min 3	4,63394	0,006411
Fx max 3	5,39605	0,002833
Fx średnia 3	8,66082	0,000111
FxSD 3	21,74170	0,000000
Qx min 3	9,52325	0,000050
Qx max 3	17,88541	0,000000
Qx średnia 3	5,51482	0,002500
QxSD 3	0,99201	0,404778
Jitter first średnia 3	2,68511	0,057242
Jitter sec 3	4,53562	0,007135
Shimmer plus średnia 3	7,53604	0,000323
Shimmer min 3	10,81371	0,000016

ZESTAWIENIE X: Wartości średnich i odchyleń standardowych dla pozostałych parametrów w grupie C

	C1	C2	C3	k	Ogół grp
średnia Irregularity [ola] 3	17,46333	19,51388	39,63871	9,9096	19,92791
Irregularity [ola] 3 N	9	8	14	25	56
Irregularit Odchyl std	8,04505	22,05037	26,21298	7,3543	20,07095
Fx min 3 średnie	175,7711	123,6113	87,8021	166,7964	142,3209
Fx min 3 N	9	8	14	25	56
Fx min 3 Odch.std	56,19859	40,68303	35,17039	53,27959	58,85585
Fx max 3 średnie	218,4789	317,0925	346,4464	210,4564	260,977
Fx max 3 N	9	8	14	25	56
Fx max 3 Odch.std	45,8818	139,021	132,9451	69,5829	113,2675
Fx średnia 3 średnie	178,6378	85,9563	295,32	187,8632	198,6866
Fx średnia 3 N	9	8	14	25	56
Fx średnia 3 Odch.std	29,0993	64,3903	116,3469	52,0667	96,839
FxSD 3 średnie	15,28889	24,29125	39,09429	8,5176	19,50339
FxSD 3 N	9	8	14	25	56
FxSD 3 Odch.std	10,97276	10,19688	20,12143	9,43639	18,0026
Qx min 3 średnie	33,51778	65,95	54,16929	41,3392	46,80554
Qx min 3 N	9	8	14	25	56
Qx min 3 Odch.std	13,00507	15,21786	23,36723	8,0577	17,91803
Qx max 3 średnie	56,39333	87,6925	78,21643	55,2156	65,79464
Qx max 3 N	9	8	14	25	56
Qx max 3 Odch.std	10,84939	12,74521	21,5867	5,27354	18,28746
Qx średnia 3 średnie	45,70222	76,93125	58,33143	49,704	55,10732
Qx średnia 3 N	9	8	14	25	56
Qx srednia 3 Odch.std	11,2673	18,6804	19,38812	4,41273	16,12121
QxSD 3 średnie	0,438889	0,19625	1,099286	0,5844	0,634286
QxSD 3 N	9	8	14	25	56
QxSD 3 Odch.std	0,290751	0,188144	0,711039	0,721931	0,673835
Jitter first 3 średnie	1,723333	2,985	6,48	1,4208	2,957679
Jitter first 3 N	9	8	14	25	56
Jitter first 3 Odch.std	0,551249	0,87844	6,239233	2,358161	4,031291
Jitter sec 3 średnie	0,702222	1,7575	3,331429	0,7288	1,522143
Jitter sec 3 N	9	8	14	25	56
Jitter sec 3 Odch.std	0,340469	0,621697	2,021305	1,220544	1,708576
Shimm plus 3 średnie	6,43667	11,85375	19,86071	5,7504	10,26018
Shimmer plus 3 N	9	8	14	25	56
Shim plus 3 Odch.std	5,654324	9,299255	7,927861	3,434405	8,433672
Shimm min 3 średnie	-6,1111	-13,6988	-17,7521	-5,4848	-9,8257
Shimmer min 3 N	9	8	14	25	56
Shim min 3 Odch.std	2,471722	8,550969	6,92657	2,576225	7,309487

ZESTAWIENIE XI: Wartości testu F analizy warjancji dla parametrów grupy C:

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	9,80384	0,000031
Fx min 3	9,94499	0,000028
Fx max 3	7,22166	0,000385
Fx średnia 3	14,96083	0,000000
FxSD 3	16,65119	0,000000
Qx min 3	8,98256	0,000068
Qx max 3	18,88020	0,000000
Qx średnia 3	10,78236	0,000013
QxSD 3	4,30452	0,008715
Jitter first średnia 3	6,59915	0,000730
Jitter sec 3	12,75312	0,000002
Shimmer plus średnia 3	17,24032	0,000000
Shimmer min 3	20,57336	0,000000

ZESTAWIENIE XII: Wartości średnich i odchyleń standardowych dla pozostałych parametrów w grupie D

	D1	D2	k	Ogół grp
średnia Irregularity [ola] 3	21,718	29,19537	9,9096	18,88207
Irregularity [ola] 3 N	10	19	25	54
Irregularit Odchyl std	20,81959	26,15332	7,3543	20,1995
Fx min 3 średnie	143,391	105,8226	166,7964	141,0083
Fx min 3 N	10	19	25	54
Fx min 3 Odch.std	68,48381	48,53796	53,27959	60,3373
Fx max 3 średnie	279,581	310,0047	210,4564	258,2835
Fx max 3 N	10	19	25	54
Fx max 3 Odch.std	104,4508	125,7854	69,5829	107,4346
Fx srednia 3 średnie	286,319	202,6763	187,8632	211,3078
Fx średnia 3 N	10	19	25	54
Fx średnia 3 Odch.std	147,8909	120,8628	52,0667	106,068
FxSD 3 średnie	27,772	31,23158	8,5176	20,07519
FxSD 3 N	10	19	25	54
FxSD 3 Odch.std	19,25823	19,66954	9,43639	18,80171
Qx min 3 średnie	34,092	49,93684	41,3392	43,02222
Qx min 3 N	10	19	25	54
Qx min 3 Odch.std	24,30571	23,96174	8,0577	18,92729
Qx max 3 średnie	73,569	79,00789	55,2156	66,98574
Qx max 3 N	10	19	25	54
Qx max 3 Odch.std	25,79513	20,15083	5,27354	19,71871
Qx średnia 3 średnie	64,07	62,16789	49,704	56,74981
Qx średnia 3 N	10	19	25	54
Qx srednia 3 Odch.std	26,11847	23,50124	4,41273	18,87554
QxSD 3 średnie	0,538	0,845263	0,5844	0,667593
QxSD 3 N	10	19	25	54
QxSD 3 Odch.std	0,274663	0,668924	0,721931	0,646943
Jitter first 3 średnie	8,196	5,227368	1,4208	4,014815
Jitter first 3 N	10	19	25	54
Jitter first 3 Odch.std	10,23762	5,71428	2,35816	6,19719
Jitter sec 3 średnie	2,656	2,353158	0,7288	1,657222
Jitter sec 3 N	10	19	25	54
Jitter sec 3 Odch.std	2,865338	1,922964	1,220544	2,023131
Shimm plus 3 średnie	10,606	16,29842	5,7504	10,36093
Shimplus 3 N	10	19	25	54
Shimplus 3 Odch.std	5,61386	10,05452	3,4344	8,22817
Shimm min 3 średnie	-11,655	-14,7895	-5,4848	-9,9013
Shimmer 3 N	10	19	25	54
Shim min 3 Odch.std	7,029941	8,166788	2,576225	7,238504

ZESTAWIENIE XIII: Wartości testu F analizy warjancji dla parametrów grupy D:

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	5,99085	0,004603
Fx min 3	6,71197	0,002584
Fx max 3	5,74930	0,005602
Fx średnia 3	3,47015	0,038640
FxSD 3	12,90820	0,000029
Qx min 3	2,63256	0,081647
Qx max 3	12,12995	0,000049
Qx średnia 3	3,59760	0,034548
QxSD 3	1,12933	0,331199
Jitter first średnia 3	5,68342	0,005912
Jitter sec 3	5,89391	0,004980
Shimmer plus średnia 3	12,84239	0,000030
Shimmer min 3	13,74028	0,000017

ZESTAWIENIE XIV: Wartości średnich i odchyleń standardowych dla pozostałych parametrów w grupie E

	E1	E2	E3	k	Ogół grp
średnia Irregularity [ola] 3	17,32347	40,4325	26,76013	9,9096	20,11438
Irregularity [ola] 3 N	15	12	8	25	60
Irregularit Odchyl std	15,25614	25,42373	25,17179	7,3543	20,22309
Fx min 3 średnie	125,3353	101,4	129,5213	166,7964	138,3818
Fx min 3 N	15	12	8	25	60
Fx min 3 Odch.std	58,66128	43,93894	61,83693	53,27959	58,81407
Fx max 3 średnie	277,8593	379,9383	274,0125	210,4564	269,6777
Fx max 3 N	15	12	8	25	60
Fx max 3 Odch.std	106,493	145,3231	94,7763	69,5829	116,7991
Fx srednia 3 średnie	237,8407	238,6758	196,6588	187,8632	211,6928
Fx średnia 3 N	15	12	8	25	60
Fx średnia 3 Odch.std	138,39	135,3473	115,7436	52,0667	106,0435
FxSD 3 średnie	29,23933	33,60583	27,07375	8,5176	21,18983
FxSD 3 N	15	12	8	25	60
FxSD 3 Odch.std	16,93534	21,73814	16,34096	9,43639	18,56412
Qx min 3 średnie	49,96267	39,8475	51,8925	41,3392	44,60383
Qx min 3 N	15	12	8	25	60
Qx min 3 Odch.std	26,51422	25,45122	16,16431	8,0577	19,19939
Qx max 3 średnie	75,03333	86,3225	69,21375	55,2156	68,25783
Qx max 3 N	15	12	8	25	60
Qx max 3 Odch.std	23,8885	17,51125	19,70369	5,27354	20,00501
Qx średnia 3 średnie	62,828	61,2525	68,015	49,704	57,73617
Qx średnia 3 N	15	12	8	25	60
Qx srednia 3 Odch.std	22,07361	24,30174	22,14909	4,41273	18,50999
QxSD 3 średnie	0,594	0,928333	0,5175	0,5844	0,646667
QxSD 3 N	15	12	8	25	60
QxSD 3 Odch.std	0,487527	0,680506	0,653425	0,721931	0,6528
Jitter first 3 średnie	4,126667	9,400833	3,545	1,4208	3,9765
Jitter first 3 N	15	12	8	25	60
Jitter first 3 Odch.std	3,00117	10,28258	4,28395	2,35816	5,92219
Jitter sec 3 średnie	1,808	3,455	2,17125	0,7288	1,736167
Jitter sec 3 N	15	12	8	25	60
Jitter sec 3 Odch.std	1,575827	2,746341	1,837572	1,220544	2,014927
Shimm plus 3 średnie	12,03667	16,85167	13	5,7504	10,50883
Shimplus 3 N	15	12	8	25	60
Shimplus 3 Odch.std	7,32864	9,38593	11,21448	3,4344	8,25229
Shimm min 3 średnie	-13,1273	-15,1342	-11,4163	-5,4848	-10,1162
Shimmer min 3 N	15	12	8	25	60
Shim min 3 Odch.std	8,587562	7,451114	6,718888	2,576225	7,256066

ZESTAWIENIE XV: Wartości testu F analizy warjancji dla parametrów grupy E:

parametr	wartość F	p
Irregularity [ola] 3	9,30616	0,000043
Fx min 3	4,51905	0,006585
Fx max 3	7,68468	0,000218
Fx średnia 3	1,03947	0,382246
FxSD 3	10,04446	0,000021
Qx min 3	1,27809	0,290776
Qx max 3	11,22019	0,000007
Qx średnia 3	3,24721	0,028506
QxSD 3	0,95527	0,420292
Jitter first średnia 3	6,23636	0,000993
Jitter sec 3	6,57776	0,000690
Shimmer plus średnia 3	7,33556	0,000312
Shimmer min 3	8,70514	0,000078

12.3. Zestawienia tabelaryczne metryk badań akustycznych sygnału mowy

ZESTAWIENIE XVI: Grupa kontrolna dla badań akustycznych sygnału mowy

wzorzec męski	**a**	**e**	**i**	**u**
Fo [Hz]	130,458	136,171	136,693	138,638
Jitter [%]	1,371	0,933	1,238	0,691
Shimmer [dB]	0,498	0,462	0,352	0,287
wzorzec żeński	**a**	**e**	**i**	**u**
Fo [Hz]	182,068	186,621	198,099	191,942
Jitter [%]	0,722	1,034	1,087	0,86
Shimmer [dB]	0,294	0,242	0,197	0,155

ZESTAWIENIE XVII: Przykładowe wartości metryk dla samogłosek: *a,e,i,u* – BADANIE 1

nr 8 obrzęk Reinkego	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Haminng prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a1	0,6382	0,2623	1,5706	0,3574	133,572	2,395	0,646
e1	0,5799	0,2712	1,4401	0,5181	153,132	2,194	0,567
i1	0,6129	0,3575	1,8674	0,7558	157,656	3,59	0,772
u1	0,3662	0,2667	1,0098	0,5681	148,821	1,339	0,284
nr 1 polip krtaniowy	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Haminng prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a1	0,3323	0,228	0,8071	0,3952	140,648	1,215	0,168
e1	0,2322	0,1489	0,6764	0,3214	134,188	6,593	0,294
i1	0,2918	0,15	0,9207	0,3534	147,629	4,701	1,209
u1	0,7248	0,3454	1,8895	0,7922	141,993	1,352	0,241
nr 3 guzki śpiewacze	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Haminng prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a1	0,5493	0,3153	1,2539	0,5944	229,705	0,599	0,071
e1	0,3818	0,1774	0,9824	0,288	238,812	0,731	0,119
i1	0,544	0,3571	1,682	0,7916	239,146	1,939	0,257
u1	0,6354	0,4301	1,5479	0,8247	240,451	0,936	0,141

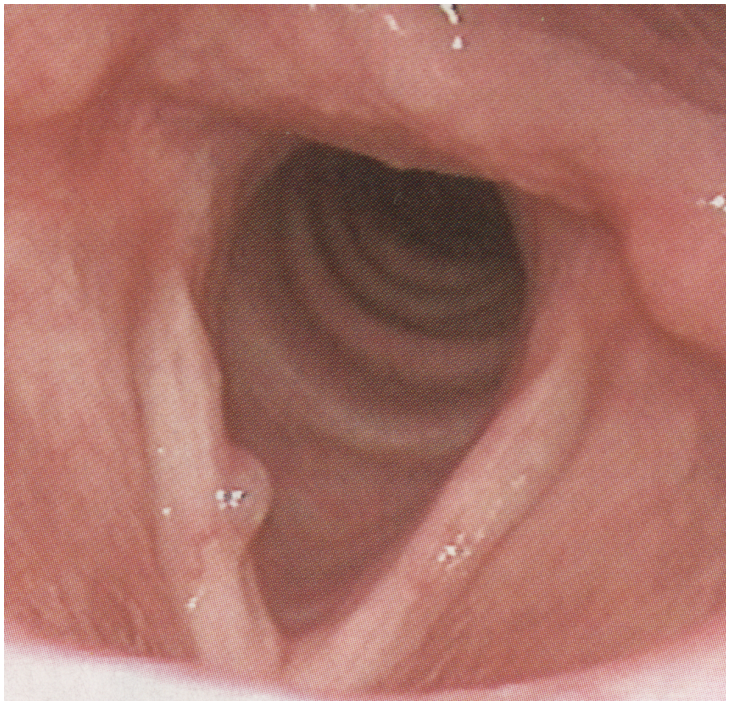
ZESTAWIENIE XVIII: Przykładowe wartości metryk dla samogłosek: *a,e,i,u* – BADANIE 2

nr 8 obrzęk Reinkego	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Hamming prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a2	0,4099	0,1341	1,2373	0,2738	136,7680	0,6250	0,3170
e2	0,4001	0,1835	1,0645	0,3885	135,6620	1,6150	0,3730
i2	0,4972	0,2531	1,3415	0,4669	183,8030	1,9040	1,2720
u2	0,3515	0,2549	0,9300	0,5512	144,0550	0,7110	0,2130
nr 1 polip krtaniowy	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Hamming prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a2	0,2309	0,0969	0,4921	0,1852	129,8380	1,2200	0,536
e2	0,1401	0,0680	0,3559	0,1606	119,1200	2,0120	0,879
i2	0,2633	0,1578	0,8245	0,3711	121,0340	7,5600	0,878
u2	0,7063	0,3144	0,9300	0,6911	128,6860	0,9760	0,3070
nr 3 guzki śpiewacze	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Hamming prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a2	0,3492	0,2159	1,0362	0,3753	213,971	1,766	0,604
e2	0,3217	0,1745	1,1315	0,4008	220,9	1,492	0,583
i2	0,5255	0,2962	1,6239	0,6487	243,084	1,847	0,412
u2	0,5588	0,4198	0,9300	0,8481	232,9160	1,6610	0,2740

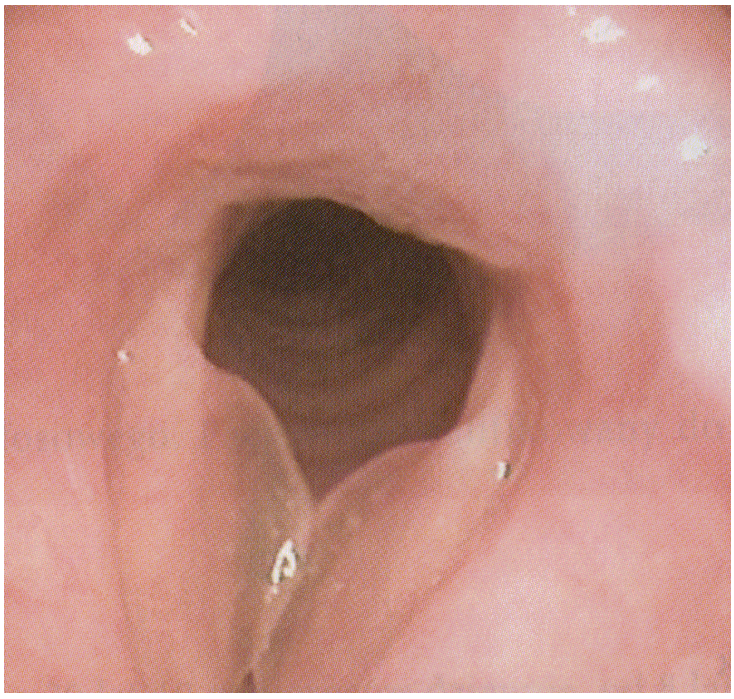
ZESTAWIENIE XIX: Przykładowe wartości metryk dla samogłosek: *a,e,i,u* – BADANIE 3

nr 8 obrzęk Reinkego	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Hamming prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a3	0,4065	0,1178	1,2143	0,2048	121,5400	3,1050	0,8130
e3	0,2356	0,1015	0,6302	0,1832	198,1920	3,2100	0,5320
i3	0,4715	0,2385	1,4153	0,5661	175,3010	3,8890	1,4300
u3	0,3039	0,1710	0,8915	0,3732	156,3530	2,3420	0,7480
nr 1 polip krtaniowy	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Hamming prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a3	0,2098	0,0855	0,4124	0,1784	131,0920	0,3730	0,284
e3	0,1238	0,0580	0,3366	0,1269	130,1080	3,4340	0,416
i3	0,1413	0,0908	0,4079	0,2170	151,1830	4,5440	1,34
u3	0,1648	0,0958	0,5022	0,2167	136,8940	0,7290	0,2390
nr 3 guzki śpiewacze	**Euklides podstawowy**	**Euklides uogólniony**	**Hamming prosty**	**Hamming uogólniony**	**Fo [Hz]**	**Jitter [%]**	**Shimmer [dB]**
a3	0,2836	0,1966	1,0807	0,2780	221,606	1,512	0,472
e3	0,2172	0,1316	0,6850	0,2984	228,034	1,467	0,398
i3	0,3972	0,2447	1,2116	0,5063	234,871	1,766	0,264
u3	0,5419	0,3946	0,8200	0,8382	229,2560	2,2470	0,2520

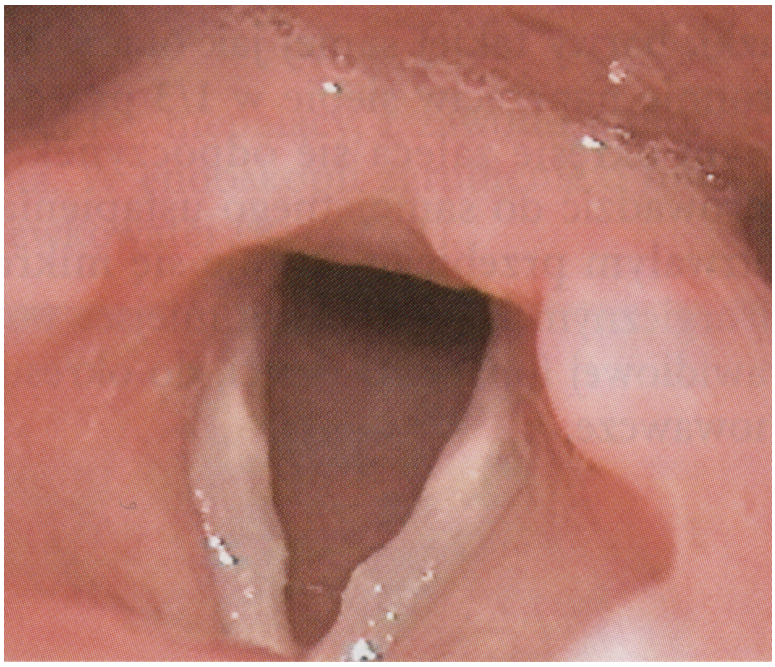
12.4. Fotografie łagodnych zmian przerostowych fałdów głosowych



fot.1. Polip fałdu głosowego



fot.2. Obrzęk Reinkego



fot.3. Guzki śpiewacze