UNIWERSYTET JANA KOCHANOWSKIEGO W KIELCACH

C O L L E G I U M M E D I C U M

Karolina Sandecka

Skuteczność treningu głosu u chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego lub kolanowego palących papierosy

Rozprawa doktorska
napisana pod kierunkiem
prof. dr hab. n. med. i dr n. kf.
Zbigniew Śliwiński
Promotor pomocniczy:
dr n. med.
Krzysztof Aleksandrowicz

Praca przyjęta pod względem merytorycznym i formalnym w formie papierowej i elektronicznej

……

/data i podpis promotora/

Kielce 2026

„Praca rozumna i wytrwała, która nie myśli o zbieraniu owoców w tydzień po posiewie, przebija góry, nad przepaściami przerzuca mosty"

Bolesław Prus

Szanownemu Panu Profesorowi Zbigniewowi Śliwińskiemu

Za motywowanie do dalszego rozwoju, okazaną cierpliwości i życzliwość, nieocenioną pomoc merytoryczną oraz poświęcony czas na każdym etapie przygotowania niniejszej pracy.

Szanownemu Panu Doktorowi Krzysztofowi Aleksndrowiczowi za cenne wskazówki i okazaną życzliwość.

Moim Rodzicom za wszelkie trudy włożone w moje wychowanie, wykształcenie oraz wsparcie w momentach zwątpienia i nieustanne motywowanie do poszerzania horyzontów.

Pragnę z całego serca podziękować

Spis treści

Wykaz skrótów 5
1. Wstęp 6
1.1 Głos 6
1.1.1 Definicyjne ujęcie fenomenu głosu 6
1.1.2 Uwarunkowania anatomiczne, fizjologiczne i czynnościowe emisji głosu 6
1.1.3 Wpływ palenia papierosów na głos 9
1.1.4 Profilaktyczny trening głosu 12
1.1.5 Wybrane metody oceny głosu 12
1.2 Związek funkcjonowania stawów kolanowego i biodrowego z emisją głosu 15
1.2.1 Endoprotezoplastyka stawów kolanowego i biodrowego 15
1.2.2 Związek statyki miednicy z traktem głosowym 17
1.2.3 Związek postawy ciała z emisją głosu w ujęciu koncepcji biotensegracji 19
1.2.4 Ocena stereograficzna postawy ciała z wykorzystaniem DIERS Formetric III 4D 20
2. Cel i założenia pracy 22
3. Materiał i metoda badań 23
3.1 Materiał badań 23
3.2 Metoda badań 38
3.2.1 Przebieg badań 38
3.2.2 Ocena niepełnosprawności głosowej kwestionariuszem VHI 38
3.2.3 Pomiar akustyczny głosu 38
3.2.4 Ocena postawy ciała 42
3.3 Profilaktyczny trening głosu 46
3.4 Metody statystyczne 52
4. Wyniki 58
4.1. Podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych ilościowych. 58
4.2 Zmiany cechy fizycznych głosu u pacjentów palących papierosy od co najmniej 5 lat 59
4.3 Związek między parametrami akustycznymi głosu osób palących a zabiegiem endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub kolanowego na podstawie analizy danych w grupie badanej i kontrolnej palących 69
4.4 Związek zaburzeń symetrii ciała z przebytym zabiegiem endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego 78
4.5 Związek zaburzeń symetrii ciała ze zmianami parametrów akustycznych głosu 81
4.6 Wpływ profilaktycznego treningu głosu na poprawę cech fizycznych głosu osób palących papierosy 93

4.7 Wpływ profilaktycznego treningu głosu na poprawę samooceny stanu głosu badaną kwestionariuszem VHI u palaczy 96
5. Omówienie wyników i dyskusja 100
Wnioski 108
Piśmiennictwo 109
Streszczenie 122
Abstract 124
Spis tabel 126
Spis rycin 129
Aneks 133

Wykaz skrótów

WHO (ang. *World Health Organization*) - Światowa Organizacja Zdrowia

ADHF -(ang. *Acute Decompensated Heart Failure*)- ostra zdekompensowana niewydolność serca

ICD-10 *(ang. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems -10*) -Międzynarodowa Statystyczna Klasyfikacja Chorób i Problemów Zdrowotnych ICD -10

PAN - Polska Akademia Nauk

OECD – (*ang. Organisation for Economic Cooperation and Development)* Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju

POChP - Przewlekła obturacyjna choroba płuc

VHI (ang. Voice *Handicap* Index) – Kwestionariusz niepełnosprawności głosu

StD (ang. *Standard Deviation)* - odchylenie standardowe

GII (ang. *Global Improvement Index*) – Globalny Wskaźnik Poprawy

AI - Globalnego Wskaźnika Zaburzenia Symetrii

SAV (ang *Sagittal Vertical Axis*) - strzałkowa oś pionowa

CPP *(ang. Cepstral Peak Prominence)* - parametr wskazujący stopień dominacji F0 w sygnale

CVFI (ang. *Comprehensive Index of Vocal Fatigue*) - Kwestionariuszu wskaźnika zmęczenia głosu

1. Wstęp

1.1 Głos

Głos w procesie werbalnego porozumiewania jest niezwykle istotny, a jego sprawne funkcjonowanie staje się jednym z fundamentalnych elementów dla osiągnięcia przez człowieka optymalnego poziomu funkcjonowania w społeczeństwie. Stanowi on złożony biologiczny fenomen, skoordynowany i zintegrowany przez układ nerwowy, u którego podstaw leży oddech, fonacja i artykulacja [1]. Dźwięk wytwarzany w procesie fonacji jest nośnikiem zarówno informacji o cechach fizycznych oraz psychicznych, jak i socjologicznych twórcy, niezależnie od warstwy językowej i emocjonalnej wypowiedzi [2].

W przestrzeni społecznej, nawiązywaniu relacji interpersonalnych, kreowaniu pierwszego wrażenia cechy głosu i mowy odgrywają istotną rolę. Poprzez nie odczytujemy w ułamkach sekundy niektóre cechy fizyczne, jak np. płeć, przybliżony wiek, czy dobrostan zdrowia. Na podstawie cech ekspresji mowy postrzegana jest również atrakcyjność, stan psychiczny, potencjał intelektualny a także zdolności przywódcze [3] [4]. Codziennie, poprzez język wyrażamy swoje myśli, potrzeby, pragnienia oraz poznajmy otaczającą nas rzeczywistość.

1.1.1 Definicyjne ujęcie fenomenu głosu

Głos to dźwięk akustyczny, warunkowany siłą aerodynamiczną strumienia powietrza modyfikowaną przez warunki anatomiczne traktu głosowego. Wygenerowany podgłośniowy słup powietrza wprawia w drgania więzadła głosowe, powodując okresowe zmiany ciśnienia w gazowym ośrodku sprężystym. W widmie fali okresowej można wyróżnić F0 (częstotliwość podstawową) i harmoniczne, rozumiane jako wielokrotności F0 [5].

Prof. A. Szkiełkowska wskazuje, iż głos to unikalny i niepowtarzalny dla osoby zbiór dźwięków stanowiących źródło danych dotyczących cech indywidualnych, stanu emocjonalnego i poziomu znaczeniowego w procesie komunikacji interpersonalnej [6].

1.1.2 Uwarunkowania anatomiczne, fizjologiczne i czynnościowe emisji głosu

Tworzenie głosu warunkowane jest przepływem powietrza przez zwarte i drgające fałdy głosowe, generujące falę akustyczną tonu podstawowego z wykorzystaniem jam rezonacyjnych oraz narządów artykulacyjnych. Niezbędne jest prawidłowo skoordynowane działanie układu

oddechowego odpowiedzialnego za siłę aerodynamiczną wprawiającą w drgania fałdy głosowe, a także krtani, gdzie za sprawą drgań fałdów głosowych ze strumienia powietrza powstaje fala akustyczna oraz tzw. rezonatorów nasady, na które składają się okolica nadgłośniowa, jama ustna i jama nosowa [7]. Stan ten jest możliwy dzięki sprawnemu funkcjonowaniu oraz współdziałaniu układów: oddechowego, mięśniowego i nerwowego [8].

Istotą efektywnej fonacji jest prawidłowy żebrowo-brzuszny (żebrowo-przeponowo-brzuszny, całościowy) tor oddechowy, gdzie przy wdechu dochodzi do poszerzenia klatki piersiowej z aktywacją przepony oraz *podparcie wydechowe* polegające na świadomym zwolnieniu fazy wydechowej [9]. W mowie i śpiewie należy unikać płytkiego piersiowego toru oddechowego oraz niewłaściwego nastawienia głosowego: twardego, gdzie dochodzi do zbyt szybkiego zwarcia fałdów głosowych, a także nastawienia chuchającego, gdzie brak pełnego ich zwarcia [10].

Fonacja oparta jest o przetworzenie energii aerodynamicznej generowanej przez klatkę piersiową, przeponę i mięśnie brzucha na zjawisko akustyczne. Proces ten powoduje liczne naprężenia mechaniczne w obrębie traktu głosowego. Fałdy głosowe przy fonacji obciążone są przyspieszeniem w przedziale 200-300 G oraz częstotliwością 100-1000 Hz. Dla wytrzymałości fałdów głosowych i ich odporności na przeciążenia niezwykle istotna jest budowa. Według koncepcji M. Hirano na wargi głosowe składają się: trójwarstwowa błona śluzowa fałdów głosowych i mięsień głosowy (przyśrodkowej część mięsień tarczowo-nalewkowy) z więzadłem głosowym [11] [12].

W budowie fałdu głosowego istotną rolę odgrywa przestrzeń Reinkego, która znajduje się między blaszkami błony śluzowej. Jest to struktura uboga w włókna kolagenowe i elastyczne, pozbawiona układu krążenia krwi i limfy, wypełniona macierzą obfitującą w cząsteczki białek [13] [12].

Zgodnie z teorią mioelastyczno-aerodynamiczą von den Berga ciśnienie podgłośniowe generowane w płucach oddziałuje na głośnię, gdzie dochodzi do drgań fałdów głosowych. Różnica między ciśnieniem na wysokości głośni powoduje bierne jej otwieranie i zamykanie Zgodnie z prawem Bernoulliego, zachowując stałą objętość przepływającego gazu w miejscu zmiany przekroju w postaci przewężenia prędkość przepływu jest większa. W wyniku obniżenia ciśnienia w miejscach przewężenia szpary głośni dochodzi do siły ssącej skierowanej na fałdy głosowe i zamknięcia ich oraz ponownego wzrostu ciśnienia. W wyniku tego następuje wypchnięcie brzegów wolnych fałdów głosowych i ponowne otwarcie głośni [14] [15] [16]. Precyzyjny mechanizm pracy aparatu głosotwórczego powoduje, że

nawet niewielkie dysfunkcje w jego obszarze mają wpływ na efekt końcowy w postaci brzmienia głosu.

Krtań jest narządem wrażliwym na działanie układu endokrynnego, szczególnie wahania poziomów tarczycy [17], progesteronu, androgenów i estrogenów [18]. Wahania poziomu hormonów mogą ujawniać się w zmianach parametrów akustycznych głosu.

W wieku senioralnym, w wyniku naturalnego procesu starzenia, dochodzi do zmian w brzmieniu głosu (presbyfonię), związane m.in. ze spadkiem poziomu hormonów i ich wpływem na trakt głosowy [18].

W literaturze można doszukać się informacji, iż stan głosu może świadczyć o kondycji organizmu. Jego parametry akustyczne mogą być biomarkerami ostrej zdekompensowanej niewydolności serca (ADHF), co na podstawie analizy swoich badań wskazał O.M. Murton. Głos to nie tylko istotny element komunikacji, jego zmiany mogą stać się swoistymi symptomami procesów chorobowych. [19].

W przypadku głosu i komunikacji pamiętać należy również o czynnikach psychicznych wpływających na proces fonacji. Stan emocjonalny wpływa na suprasegmentalną warstwę wypowiedzi [20]. Coraz więcej uwagi poświęca się na analizę parametrów czasowo-częstotliwościowych mowy osób z zaburzeniami psychicznymi. Stan depresji powoduje obniżenie częstotliwości F0 oraz odchylenia parametrów Jitter i Shimmer, a także skrócenia maksymalnego czasu fonacji. Dochodzi także do zmian czasowych w postaci zwolnienia tempa i wydłużenia przerw w toku wypowiedzi [21] [22]. Stan psychiczny człowieka może w znaczący sposób wpłynąć na efektywność tworzenia głosu i prozodię mowy.

Niezwykle istotny dla fonacji jest także proces percepcji ludzkiego głosu. Człowiek ma możliwość odbioru własnego głosu za pośrednictwem drogi kostnej i powietrznej. Różnicowanie dźwięków otoczenia, głównie innych ludzi z własną fonacją daje podstawę do nabywania umiejętności komunikacyjnych. Dzięki mechanizmowi sprzężenia zwrotnego mamy możliwość wdrożenia mechanizmów kontrolujących poprawność tworzonych komunikatów zarówno na poziomie segmentalnym, jak i suprasegmentalnym [23] [24].

Proces fonacji pozostaje w kręgu zainteresowań wielu dyscyplin naukowych. Niewątpliwie tworzenie głosu stanowi problem wielowymiarowy, dlatego podejmując próby jego poznania, nie należy ograniczać się wyłącznie do jednej perspektywy.

1.1.3 Wpływ palenia papierosów na głos

Mimo licznych kampanii społecznych uświadamiających negatywny wpływ palenia papierosów na zdrowie są one nadal bardzo popularne. Na podstawie raportu PAN: *Redukcja Używania Tytoniu i Innych Produktów Zawierających Nikotynę – Polskie Zdrowie 2.0 Rekomendacje strategiczne na lata 2023-2027* dotyczących popularności palenia papierosów wiadomo, że po papierosy sięga 28,8 % dorosłych Polaków [25]. W krajach OECD 14,8 % osób w wieku 15 lat i starszych wskazało, że codziennie sięgają po papierosy [26]. Raport WHO z 2025 r. wskazuje, że używanie tytoniu jest każdego roku odpowiedzialne za śmierć ponad siedmiu milionów ludzi na całym świecie [27].

Dym tytoniowy zawiera w sobie ponad siedem tysięcy różnych substancji chemicznych, z czego, według różnych źródeł, od 50 nawet do 73 związków uznanych jest za kancerogenne [28] [29]. Złożony ze strumienia głównego i bocznego, oddziałuje na organizm człowieka zarówno podczas ekspozycji czynnej, jak i biernej. Dym tytoniowy niekorzystnie oddziałuje na drogi oddechowe, co bezpośrednio wpływa na czynnik kluczowy dla procesu fonacji – wygenerowanie właściwego ciśnienia podgłośniowego.

Palenie papierosów:

- powoduje stopniowe przemieszczania się i osadzanie w płucach składników papierosa [30]. Wdychanie substancji chemicznych uwalnianych w procesie spalania papierosów wywołuje stan zapalny w komórkach nabłonkowych dróg oddechowych [31] [32] [33].

- zwiększa ryzyko POChP, choroby, która wiąże się ze stopniowo postępującym ograniczaniem światła dróg oddechowych, z potencjalnie niewielką skutecznością leczenia [34].

Zmiany strukturalne i funkcjonalne w obrębie dróg oddechowych w długotrwałym, indukowanym przez dym tytoniowy, toczącym się procesie zapalnym może destabilizować ten złożony i precyzyjny mechanizm oddechowo-fonacyjny.

Palenie tytoniu jest czynnikiem zwiększającym ryzyko m.in. nowotworów: jamy ustnej, języka, płuc, gardła, krtani, przełyku. Dym tytoniowy jest, obok alkoholu, najbardziej kancerogennym czynnikiem predysponującym do powstania nowotworu płaskonabłonkowego jamy ustnej. Może także przyczyniać się do chorób: kardiologicznych, pulmonologicznych

i neurologicznych [32]. Dym oddziałuje również bezpośrednio na jamę ustną, mogąc wywołać zmiany w tkankach przyzębia, chorobę próchnicową, kserostomię, zaburzenia fizjologiczne właściwości śliny, zmiany w odczuwaniu smaku oraz halitozę [35] [36] [37] [38] [39]. W konsekwencji tego wystąpić mogą braki uzębienia, suchość błon śluzowych, czy nieprawidłowe masy w obszarze traktu głosowego, które stanowią przeszkodę dla precyzyjnych ruchów języka, rozchodzącej się fali akustycznej, co bezpośrednio wpływa ma brzmienie głosu.

Palenie tytoniu to także jeden z czynników ryzyka choroby refluksowej przełyku lub refluksu krtaniowo- gardłowego [40] [41]. Schorzenia związane z refluksem mogą oddziaływać na trakt głosowy w dwojaki sposób:

- w mechanizmie bezpośrednim, gdzie dochodzi do bezpośredniego kontaktu treści refluksowej ze strukturami gardła i w wyniku działania kwasu solnego, soli żółci oraz aktywnej pepsyny uszkadza błonę śluzową krtani.

- w mechanizmie pośrednim dochodzi do podrażnienia przez kwaśną treść refluksową (pH poniżej 2,5) chemoreceptorów nerwu X. Może się to objawiać przez kaszel, pochrząkiwanie czy bronchospazm [42].

Oddziaływanie kwaśnej treści refluksowej na struktury głośni powodują zmiany w postaci przekrwienia i obrzęku struktur krtani w tym fałdów głosowych. Zaburzają falę śluzówkową, a tym samym wpływają negatywnie na synchronizację, regularność, symetrię i amplitudę drgań. Dodatkowo w wyniku obrzęków dochodzi do niedomykalności fonacyjnej głośni. W mechanizmie kompensacyjnym obserwuje się wzmożone napięcie mięśni [43]. W przypadku wdrożenia leczenia objawy refluksu krtaniowo-gardłowego ustępują już w ciągu 2 miesięcy leczenia. Jednak zaleca się kontynuację farmakoterapii do 6 miesięcy [44]. Choroba refluksowa zarówno w mechanizmie pośrednim, jak i bezpośrednim wpływa negatywnie na dobrostan błon śluzowych krtani i proces głosotwórczy.



Ryc. 1 Zmiany zapalne krtani w następstwie refluksu

Takie stany chorobowe, pośrednio bądź bezpośrednio indukowane paleniem papierosów, mogą w istotny sposób zakłócać mechanizm tworzenia głosu.

Mimo licznych kampanii społecznych, regulacji prawnych mających na celu ograniczenie sprzedaży wyrobów tytoniowych nadal wiele osób sięga po papierosy. Jedną z konsekwencji dostania się do dróg oddechowych dymu powstającego w procesie spalania tytoniu w papierosach jest powstawanie obrzęku Reinkego [45] [46].Ta niezłośliwa zmiana patologiczna fałdów głosowych według źródeł dotyka zdecydowanie częściej kobiety. Zmiany obrzękowe mogą pojawiać się na całej długości fałdów głosowych i wpływać na ich zmiany degeneracyjne oraz ograniczać światło szpary głośni [47] [48].

W późnym stopniu obrzęku Reinkego obserwuje się ustępowanie płynu obrzękowego i pojawienie się w jego miejsce włóknistych przegród tkankowych powodujących polipy. Zmiany aerodynamiki w świetle głośni spowodowane obrzękiem oraz zaburzenia oscylacji fałdów głosowych przekładają się na fonację. O pojawieniu się obrzęku może świadczyć utrata kontroli nad wysokością tonu oraz szorstki, monotonny, ochrypły i bezdźwięczny głos [48] [49].



Ryc. 2 Obrzęk Reinkego

Szkodliwość palenia tytoniu jest powszechnie znana. Nie zniechęcają palaczy ostrzeżenia dotyczące negatywnego wpływu takich zachowań na zdrowie umieszczane na opakowaniach oraz znacząco rosnące ceny wyrobów tytoniowych regulowane przez władze państwowe [50]. Skutki zdrowotne związane z uzależnieniem od tytoniu stanowią istotny problem systemu ochrony zdrowia.

1.1.4 Profilaktyczny trening głosu

Higiena emisji głosu jest kluczowa dla utrzymania długotrwałego dobrostanu traktu głosowego. Prawidłowa technika głosotwórcza, zdrowe nawyki (np. nawadnianie organizmu, unikanie wysiłku głosowego w zadymionym pomieszczeniu, odpoczynek głosowy), unikanie aktywności mogących wywołać fonotraumę zmniejsza ryzyko dysfonii [51]. W wyniku nadużywania głosu, nieprawidłowej jego emisji, a także zaburzenia napięcia mięśni krtani, mogą wystąpić zmiany strukturalne fałdów głosowych pod postacią guzków. Dodatkowymi czynnikami sprzyjającymi powstawaniu takich zmian są refluks krtaniowo-gardłowy, alergie i palenie tytoniu [52]. W przypadku zdrowych osób oddziaływania prewencyjne oparte o ćwiczenia oddechowe, fonacyjne i usprawniające aparat głosotwórczy powinny skupiać się na poprawie efektywności fonacji, kontrolowaniu zmęczenia i przeciwdziałaniu fonourazom [53]. Podnoszenie świadomości z zakresu zasad higieny pracy głosem i poznanie technik prawidłowej fonacji ma optymalizować pracę aparatu głosotwórczego. Profilaktyka jest ważnym elementem przeciwdziałania stanom niepożądanym, szczególnie u osób z dodatkowymi czynnikami obciążającymi trakt głosowy.

1.1.5 Wybrane metody oceny głosu

Na przestrzeni lat rosło zainteresowanie problematyką tworzenia głosu oraz zaburzeniami procesu fonacji. Wraz z próbami zgłębienia tematu potrzebne były nowe narzędzia diagnostyczne. Specjaliści ze Stanów Zjednoczonych, Europy i Japonii wskazują na zasadność multidyscyplinarnej oceny głosu. Zalecają wykonanie:

- wywiadu klinicznego, gdzie pozyskane zostaną informacje od pacjenta o objawach i stopniu ich nasilenia;
- oceny słuchowo-percepcyjnej,
- badania aerodynamicznego,
- analizę słuchowo-wzrokową [54].

American Speech-Language-Hearing Association rekomenduje analizę akustyczną głosu jako istotny element składowy oceny funkcjonalnej głosu [55].

Europejskie Towarzystwo Laryngologiczne i Unia Europejskich Foniatrów w 2023 roku wskazały, iż ocena jakości głosu stanowi zagadnienie wielowymiarowe, gdzie konieczna jest zarówno ocena subiektywna i obiektywna fonacji. Często aprobowany przez międzynarodowe

towarzystwa jest protokół oparty o videolaryngostroboskopię, ocenę dolegliwości sygnalizowanych w wywiadzie przez pacjenta, ocenę percepcyjną specjalisty, a także badanie akustyczne i aerodynamiczne [56].

Wyżej wymienione działania niewątpliwie mają za zadanie rozpoznać zaburzenie oraz wskazać jego etiologię, jednak w żaden sposób nie mierzą stopnia nasilenia odczuć dysfunkcji u pacjenta. Do subiektywnej oceny głębokości upośledzenia głosu służy Voice Handicap Index (VHI). Kwestionariusz ten zawiera 30 stwierdzeń, gdzie pacjent musi ocenić, czy dana sytuacja:

- **nigdy** (nie miała miejsca) - 0 pkt.,
- **prawie nigdy** (się nie zdarza) -1 pkt,
- **czasami** (się pojawia) - 2 pkt,
- **prawie zawsze** (występuje) - 3 pkt,
- **zawsze** (ma miejsce) - 4 pkt.

Stwierdzenia przyporządkowane są do trzech podskal oceniających: stan funkcjonalny, emocjonalny, fizyczny. Przy wskazaniu odpowiedzi „zawsze" dla wszystkich stwierdzeń pacjent uzyskuje maksymalną wartość 120 pkt., gdzie 40 pkt przypada na każdą podskalę [57], [58] [59]. Interpretacja wyników odbywa się na podstawie sumy ilości punktów. Określa się stopień subiektywnego postrzegania niepełnosprawności głosu na trzech poziomach:

- lekki (0-30 punktów)
- średni (31-60 punktów)
- poważny (61-120 punktów) [60] .

Słuchowo - percepcyjnej oceny głosu dokonuje się na podstawie skali GRBAS opracowanej i zaproponowanej przez Japońskie Towarzystwo Logopedii i Foniatrii. Kwestionariusz badania uwzględnia cztery oceniane parametry G-R-B-A-S:

- Grade of hoarseness- stopień nasilenia chrypki,
- Roughness- szorstkość głosu,
- Breathiness - głos chuchający,
- Asthenicity - głos asteniczny,
- Strain – głos napięty, hiperfunkcjonalny.

Diagnosta określa stopień nasilenia ocenianego parametru w czterostopniowej skali, gdzie:

- 0 oznacza normę, głos eufoniczny;
- 1– nieznaczne zmiany,
- 2– umiarkowane,
- 3 – znacznie nasilone objawy.

Skala G-R-B-A-S używana jest w praktyce klinicznej [61] [62] [63] [64]. Pojawiły się także próby wykorzystania nowoczesnych technologii do posłużenia się tą skalą. Stworzono aplikację *„GRBASZero”* kompatybilną z iPhonem [63]. Skala ta pozwala ocenić percepcyjnie stopień nasilenia zmian głosu pacjenta.

W badaniu przyczyn dysfonii narzędziami dostarczającymi dane o strukturach krtani oraz ich mechanice są wideolaryngostroboskopia i wideoendoskopia z wykorzystaniem szybkiego filmu. Za pomocą giętkiego endoskopu z wykorzystaniem źródeł światła rejestrują one ruchy fałdów głosowych w momencie fonacji. Dostarczają obrazy i informacje do wizualnej oceny struktur krtani, czas zwarcia fonacyjnego, regularność i amplitudę oscylacji fałdów głosowych, fali śluzówkowej oraz różnicy faz [65] [66] [67] [68]. Dla prawidłowej analizy uzyskanych danych konieczna jest wiedza oraz doświadczenie lekarza, diagnosty.

Wraz z rozwojem techniki pojawiają się obiektywne i nieinwazyjne metody oceny głosu. Wśród diagnostów coraz większą popularnością cieszy się analiza akustyczna głosu. Badacze próbują opracować uzyskane dane i wykryć korelacje tak, aby wyznaczyć biomarkery dla wielu chorób, nie tylko otorynolaryngologicznych, ale także z dziedziny m.in. neurologicznych, ginekologicznych, endokrynologicznych, nefrologicznych oraz w anestezjologii [69] [70] [71] [72] [73] [74]. Metoda ta pozwala na wykrywanie niewielkich zmian często nieuchwytnych dla ludzkiego ucha.

Powszechnie analizowane są cztery parametry związane z drganiem fałdów głosowych:

- F0 – częstotliwość podstawowa, ton krtaniowy;
- Jitter – parametr oceniający względną zmianę częstotliwości; mierzący nieregularności długości okresów podstawowych, czyli krótkoterminowe (z okresu na okres) zmiany F0;

- Shimmer – parametr oceniający względną zmianę amplitudy analizowanej próbki głosu; mierzący nieregularności amplitudy sygnału z okresu na okres;
- NHR – parametr względnych pomiarów hałasu; określający zawartość składowych nieharmonicznych w zakresie wyższych częstotliwości w stosunku do harmonicznych składowych o niższej częstotliwości.

Badanie głosu z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania pozwala na obiektywną ocenę parametrów fizycznych głosu oraz umożliwia porównanie ich pomiarów [75] [76] [77].

Wczesna diagnostyka chorób narządu głosu i ocena fonacji pozwala na wdrożenie leczenia, terapii i zmniejsza ryzyko negatywnych skutków długotrwałych stanów patologicznych. Badania screeningowe w postaci kwestionariuszy lub nieinwazyjnych pomiarów akustycznych u osób z grup ryzyka chorób narządu głosu mogłyby pomóc w uchwyceniu wczesnych niepokojących objawów.

1.2 Związek funkcjonowania stawów kolanowego i biodrowego z emisją głosu

1.2.1 Endoprotezoplastyka stawów kolanowego i biodrowego

Endoprotezoplastyka to zabieg operacyjny wykonywany w przypadku choroby zwyrodnieniowej stawu polegający na usunięciu uszkodzonych struktur stawowych z przyległymi elementami kostnymi oraz wymiany na sztuczną protezę stawu. Wykonywany jest w przypadku, gdy wyczerpane zostały zachowawcze metody leczenia [78] [79] [80].

Choroba zwyrodnieniowa stawu charakteryzuje się patologicznymi zmianami w obrębie chrząstki, kości, błony maziowej, więzadeł, mięśni i okołostawowej tkance tłuszczowej, a w przypadku kolana także łąkotki. W zmienionym chorobowo stawie, szczególnie w płynie maziowym obecne są cytokiny prozapalne. Czynniki wzrostu, które w optymalnych warunkach stymulują produkcję macierzy i regenerację tkanek, są zdominowane przez mediatory prozapalne, w wyniku czego dochodzi do procesów destrukcyjnych. Prowadzi to do zmian biomechaniki, dysfunkcji stawów, objawów bólowych, sztywności oraz zmian czynnościowych i funkcjonalnych [81] [82].

Artroza dotyczy w głównej mierze stawów kolanowych i biodrowych, czyli tych najczęściej używanych w czasie codziennej aktywności. Po 60 roku życia dotyczy to 9,6% mężczyzn oraz 18% kobiet [82]. Przewlekły ból oraz ograniczone możliwości poruszania

negatywnie oddziałują na funkcjonowanie seniora. Problem może dotyczyć sfery behawioralnej, poznawczej i emocjonalnej [83]. Negatywne postrzeganie sytuacji życiowej przez pryzmat niepełnosprawności wynikający z choroby zwyrodnieniowej stawów m.in. biodrowych i kolanowych może wpływać na pojawienie się zaburzeń depresyjnych [83] [84]. Stan taki jest obciążeniem zarówno dla pacjenta, rodziny i całego systemu ochrony zdrowia.

Choć nie udało się jednoznacznie wskazać pierwotnej przyczyny choroby zwyrodnieniowej stawów kolanowych i biodrowych należy zwrócić uwagę na przyczyny wtórne. Do nich zalicza się m.in. wrodzone lub rozwojowe anomalie w obrębie stawów, urazy, infekcje w obrębie stawów oraz schorzenia metaboliczne [85]. Do czynników ryzyka wystąpienia koksartrozy zalicza się także:

- ciężką pracę fizyczną,
- wysoki wskaźnik masy ciała,
- zmniejszoną aktywność fizyczną;
- uprawianie sportów wyczynowych [85].

W literaturze można odnaleźć wzmiankę o potencjalnym negatywnym wpływie na stawy palenia tytoniu, spożywania alkoholu oraz intensywnej aktywności sportowej [82] [85].

O skali problemu koksartrozy i gonartrozy w Polsce świadczą dane Narodowego Funduszu Zdrowia. Wynika z nich, że w 2025 roku zostało wykonanych 67 674 endoprotezoplastyk stawu biodrowego, w tym 7567 pierwotnych częściowych i 5945 rewizji oraz 44685 endoprotezoplastyk stawu kolanowego, w tym 3665 pierwotnych częściowych i 3061 rewizji. Najliczniejsza, zarówno w przypadku zabiegów kolan, jaki i bioder, była grupa wiekowa w przedziale 65-74 lat. Najwięcej pierwotnych całkowitych zabiegów alloplastyki wykonanych było z powodu rozpoznania wg klasyfikacji ICD 10:

- M17.0 Pierwotna obustronna gonartroza oraz M17.1 Inne pierwotne gonartrozy - 94,5%
- M16.0 Pierwotna obustronna koksartroza oraz M16.1 Inne pierwotne koksartrozy – 78,8% [86].

Zabiegi endoprotezoplastyki wykonywane zostały głównie u seniorów, czyli osób w wieku postprodukcyjnym. Kolejną liczną grupę stanowiły osoby zbliżające się do wieku

emerytalnego. Szczególnie ważne jest to w perspektywie obserwowanej tendencji do wydłużania się średniej życia człowieka [86] [87]. Na podstawie doniesień z badań przeprowadzonych w USA prognozuje się, że do 2030 r. popyt na pierwotną endoprotezoplastykę stawu kolanowego będzie o 673% wyższy w odniesieniu do 2005 r. W przypadku endoprotezoplastyki stawu biodrowego przewidywany jest wzrost o 174% [88]. W świetle zjawiska starzejącego się społeczeństwa przytoczone dane statystyczne wskazują także na skalę problemu oraz wynikające z tego potencjalne przyszłe obciążenia dla systemu ochrony zdrowia.

Należy także zwrócić uwagę, iż sam staw biodrowy nie jest izolowaną strukturą. Stanowi on element złożonego układu biokinematycznego i silnie koreluje z pozycją miednicy i kręgosłupa [89].

1.2.2 Związek statyki miednicy z traktem głosowym

Miednica stanowi istotną strukturę anatomiczną w organizmie człowieka, która poprzez złożony układ mięśni, powięzi i więzadeł łączy tułów z kończynami dolnymi. Jest podstawą dla kręgosłupa, oddziałuje na ustawienie tułowia i pełni rolę fundamentu dla biomechaniki narządów ruchu [90].

Zmiany w zakresie naturalnych krzywizn kręgosłupa w ciągu życia wywierają wpływ na destabilizację postawy ciała w zakresie płaszczyzny wyznaczonej przez osie pionową i strzałkową. Stan taki związany jest ze zmianą głębokości lordozy, aż do jej zniesienia oraz zwiększeniem stopnia kifozy. Zachwianie równowagi systemu niesie za sobą dalsze konsekwencje w postaci przykurczy w obszarze stawów biodrowych [89]. Ograniczona aktywność fizyczna oraz dominująca pozycja siedząca wpływa na utratę lordozy lędźwiowej [91]. Szczególną korelację odnotowuje się dla odcinka lędźwiowego i nachylenia miednicy. W przypadku kifozy lędźwiowej może generować tyłopochylenie miednicy [92]. Nieustanna próba przywrócenia równowagi, kompensacji w zachwianym systemie wpływa negatywnie na obszar krzyżowo-lędźwiowy i generuje tylne pochylenie miednicy. W konsekwencji pojawiają się także przykurcze w stawach kolanowych i skokowych [89].

Miednica i kręgosłup podlegają wzajemnym zależnościom, tak jak zmiany w zakresie krzywizn kręgosłupa mogą wpływać na pozycję miednicy. Nachylenie miednicy wyznacza kształt oraz kąt lordozy lędźwiowej, a co za tym idzie warunkuje postawę ciała. Zmiana parametrów ustawienia kręgów oddziałuje na wzorce ruchowe i statykę ciała. Nieustannie generowane w układzie ruchu siły agonistyczne i antagonistyczne muszą się równoważyć

w celu stabilizacji ciała. Zmiany ustawienia jednego elementu układu indukują szereg reakcji innych składowych [93].

W wyniku zmian w zakresie pracy tonicznych mięśni głębokich grzbietu odpowiadających za stabilną pozycję kręgosłupa dochodzi do próby niwelowania dysbalansu [93]. Wraz z przeniesieniem środka ciężkości i próbą utrzymania równowagi dochodzi do zmiany postawy ciała [94].

Stan przodopochylenia miednicy powoduje:

- zwiększenie napięcia m. prostownika grzbietu, m. czworobocznego lędźwi, dolnej części mięśnia najszerszego grzbietu,
- skrócenie włókien mięśni odpowiadających za pozycję miednicy- m. biodrowo-lędźwiowego i m. prostego uda,
- obniżenie napięcia i wydłużenie mm. brzucha, mm. pośladkowych, mm. kulszowo-goleniowych [93].

Pozycja miednicy poprzez łańcuch biokinematyczny oddziałuje na obręcz barkową. Istnieje korelacja zachodząca dla ruchu i pozycji łopatki oraz piersiowego odcinka kręgosłupa. Pochylenie miednicy wpływa natomiast na pogłębienie (w przypadku przodopochylenia) i zmniejszenie (w tyłopochyleniu) lordozy lędźwiowej, a co za tym idzie, w mechanizmie kompensacyjnym kifoza piersiowa także się zmieni [94].

Pozycja łopatki i całej obręczy barkowej ma istotny wpływ na obszar orofacjalny. W mechanizmie bezpośrednim dzięki m. czworobocznemu i m. mostkowo-sutkowo--obojczykowemu oraz w pośredni przez mm. nad- i podgnykowe (w tym m. łopatkowo--gnykowy) oddziałują na siebie [95]. W procesie tworzenia głosu również istotne jest połączenie języka i kości gnykowej. Mięsień gnykowo-językowy odpowiada za ruch dorsalny i kaudalny języka. W wyniku wzajemnych połączeń i zależności dochodzi do oddziaływania struktur [96].

Zmiany w zakresie pracy tonicznych mięśni głębokich grzbietu odpowiadają za stabilną pozycję kręgosłupa. Dochodzi wtedy do próby niwelowania dysbalansu [93]. Przeniesienie środka ciężkości i próba utrzymania równowagi powoduje zmianę postawy ciała [94].

1.2.3 Związek postawy ciała z emisją głosu w ujęciu koncepcji biotensegracji

Jako pierwszy pojęcia biotensegracji użył amerykański ortopeda Stephan Levi [97]. W myśl prawa tensegracji ciało człowieka stanowi bardzo złożony system, gdzie układ kostny podlega nieustannemu niewielkiemu ściskaniu i rozciąganiu dzięki napięciu rozpiętych między nimi giętkich elementów układu mięśniowo-więzadłowo-powięziowego. Siła tego układu generowana jest przez elementy kompresyjne zawieszone w układach nieustających napięć i przenoszona wzdłuż linii napięcia nawet w odległe partie ciała [98] [99].

Koncepcja Trójkątów zaproponowana przez ortopedę i chiropraktyka dr Holgera Jahna wskazuje istniejące zależności biomechaniczne miedzy elementami dwóch trójkątów:

- górny trójkąt wpisany jest w: żuchwę, mięśnie nad- i podgnykowe, kość gnykową oraz rotacyjne ustawienie czaszki,
- dolny trójkąt zawiera się w obszarze miednicy, a zasięgiem obejmuje struktury przedniej części otworu wielkiego kości ogonowej oraz tylną krawędź otworu wielkiego panewek stawu biodrowego.

Istotą tej koncepcji jest oddziaływanie i przenoszenie siły między poszczególnymi elementami układów: stawem skroniowo-żuchwowym, trzonami kręgów Th 4 i L3, panewkami stawów biodrowych i kości guzicznej [100] .

III prawo Fryette sformułowane przez dr Calvin R. Nelson w 1948 roku dołączone zostało do dwóch stworzonych przez dr Harrisona Fryette 1918 r. jako uzupełnienie koncepcji mechaniki kręgosłupa. Wskazuje, iż „wprowadzenie ruchu w jednej płaszczyźnie zmniejsza ruch w pozostałych dwóch płaszczyznach” [101]. W myśl zasad biomechaniki oddziaływanie na element układu wywołuje reakcje w pozostałych, powiązanych z nim strukturach.

W ujęciu koncepcji organizmu człowieka rozumianego, nie jako sumy elementów składowych lecz jako mechanizm precyzyjnie skonstruowany, ściśle i synergicznie współdziałający należy pamiętać o powięzi. Ta tkanka łączna przebiegająca przez cały organizm wyposażona jest w unaczynienie, unerwienie oraz układ limfatyczny. Okala narządy mięśnie, ścięgna, kości i nerwy [102] [103], a kluczową jej zdolnością jest adaptacja do obciążeń mechanicznych i przebudowa struktur komórkowych oraz tkankowych [104].

Zgodnie z koncepcją Thomasa Myers taśm mięśniowo-powięziowych istnieje anatomiczne i funkcjonalne powiązanie obszaru miednicy z kompleksem

krtaniowo-gnykowym i ustno-twarzowym w układzie pośrednim i bezpośrednim. W myśl tej koncepcji taśmy anatomiczne składają się z nierozłącznej tkanki mięśniowej i towarzyszącej im sieci, które łączą odległe struktury anatomiczne i w myśl prawa tensegracji oddziałują na siebie wzajemnie [96] [105].

Istotne dla czynności fonacyjnej są:

- Taśma powierzchowna przednia, która bierze swój początek w strukturach grzbietowych stopy i biegnie m.in. przez mięsień mostkowo-obojczykowo- - sutkowy aż do bocznych powierzchni czaszki. Zmiana napięcia w obrębie tego łańcucha biokinematycznego wpływa na ustawienie głowy oraz grupę mięśni nad- i podgnykowych.
- Taśma powierzchowna tylna, która biegnie od podeszwowej części stopy aż do czepca ścięgnistego. Jej struktury łączą kończynę biegnąc przez miednicę do głowy. Anomalie napięcia w jej przebiegu mogą wpływać na ustawienie głowy i okolice kości gnykowej.
- Taśma spiralna również biegnie od stopy do głowy, jednak niesymetrycznie przekracza linię środka ciała i obejmuje obręcz barkową, okolice pępka i stawy biodrowe.

Najmocniej anatomicznie uzasadnione powiazanie między pozycją miednicy a obszarem kości gnykowej i kompleksu ustno-twarzowego wyjaśnia taśma głęboka przednia. Biegnie od podeszwowej części stopy przez obszar stawu biodrowego, miednicy i kończy się w okolicach mózgo- i trzewioczaszki [96] [105].

Zgodnie z tą koncepcją nawet niewielka ingerencja w ciele może oddziaływać na odległe jego struktury. Zwyrodnienia stawu kolanowego i biodrowego mimo, że bezpośrednio dotyczą kończyny dolnej, stanowią ogniwo złożonego łańcucha biokinematycznego.

1.2.4 Ocena stereograficzna postawy ciała z wykorzystaniem DIERS Formetric III 4D

System DIERS Formetric III 4D stanowi nowoczesne i nieinwazyjne narzędzie do oceny postawy ciała. Pozwala na rejestrację parametrów antropometrycznych postawy ciała za pomocą systemu optoelektronicznego [106] [107] z wykorzystaniem trójwymiarowej

topografii powierzchni pleców. Bez użycia promieniowania pozwala na dokładne i obiektywne pomiary oraz ocenę krzywizn kręgosłupa, pozycji miednicy i kończyn dolnych [108] [109].

Działanie DIERS Formetric III 4D oparte jest o algorytm regresji, który wyodrębnia punkty topograficzne na powierzchni pleców takie jak linia wyrostków kolczystych i rotacja kręgów oraz dokonuje obliczeń w zakresie relacji przestrzennych krzywizn kręgosłupa. W czasie 6 sekund badania kamera rejestruje 12 obrazów. W tym czasie system identyfikuje punkty, dokonuje pomiarów, uśrednienia i przelicza dane, tak aby finalnie przedstawić raport liczbowy [110] [111] [112].

Nieinwazyjna, pozbawiona promieniowania i obiektywna metoda badania postawy pozwala na szybką diagnostykę i bieżące monitorowanie postępów procesu rehabilitacji.

2. Cel i założenia pracy

Celem pracy jest ocena parametrów akustycznych głosu i symetrii ciała chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego lub/i kolanowego palących papierosy, zbadanie zależności między postawą ciała, a parametrami sygnału wokalizacji oraz ocena efektów treningu głosu.

W procesie weryfikacji celu pracy postanowiono przetestować następujące hipotezy badawcze

1. U pacjentów aktywnie palących papierosy od co najmniej 5 lat odnotowuje się zmiany cech fizycznych głosu.
2. U pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego lub biodrowego aktywnie palących papierosy od co najmniej 5 lat zmiany cech fizycznych głosu są intensywniejsze.
3. U chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego lub/i kolanowego występuje zaburzenie symetrii ciała.
4. Asymetria ciała wpływa na zmianę barwy głosu.
5. Profilaktyczny trening głosu pozytywnie wpływa na poprawę cech fizycznych głosu osób palących papierosy.
6. Profilaktyczny trening głosu pozytywnie wpływa na samoocenę stanu głosu badaną kwestionariuszem VHI u palaczy.

3. Materiał i metoda badań

3.1 Materiał badań

W badaniu wzięło udział 100 osób w przedziale wiekowym 55-75 lat.

Grupę badaną osób palących papierosy po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego stanowili pacjenci Stacjonarnego Ośrodka Rehabilitacji Chorób Narządu Ruchu dla Dorosłych i Dzieci w Wielospecjalistycznym Szpitalu SP-ZOZ w Zgorzelcu.

Grupy kontrolne stanowiły:

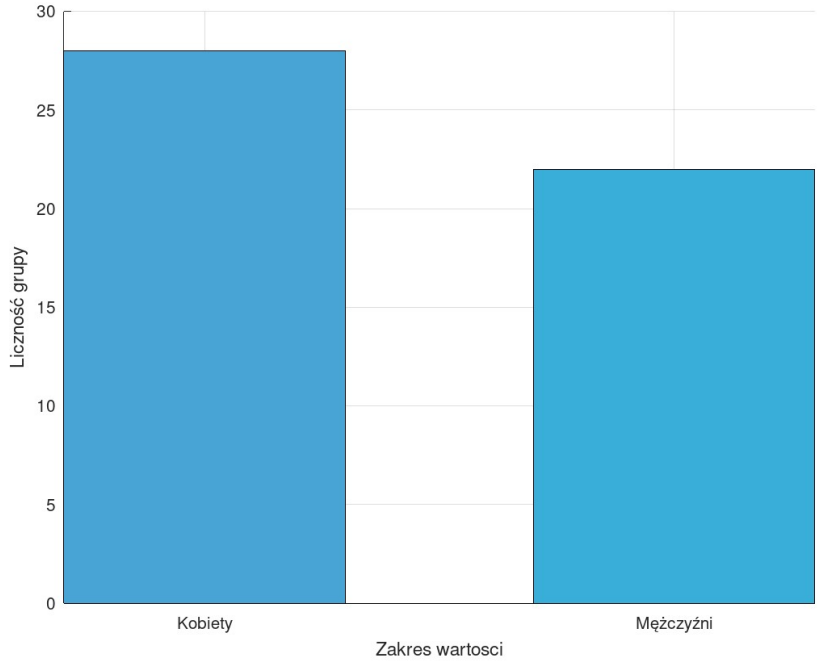
a. chorzy niepalący papierosów od co najmniej 10 lat po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego w Stacjonarnym Ośrodku Rehabilitacji Chorób Narządu Ruchu dla Dorosłych i Dzieci w Wielospecjalistycznym Szpitalu SP-ZOZ w Zgorzelcu (N=20);

b. osoby palące, u których nie został wykonany zabieg endoprotezoplastyki przebywające na terenie Stacjonarnego Ośrodka Rehabilitacji Chorób Narządu Ruchu dla Dorosłych i Dzieci w Wielospecjalistycznym Szpitalu SP-ZOZ w Zgorzelcu (N=11) i Zespołu Opieki Zdrowotnej w Bolesławcu pod marką „Szpital św. Łukasza w Bolesławcu" (N=4).

c. osoby niepalące, u których nie został wykonany zabieg endoprotezoplastyki przebywające na terenie Stacjonarnego Ośrodka Rehabilitacji Chorób Narządu Ruchu dla Dorosłych i Dzieci w Wielospecjalistycznym Szpitalu SP-ZOZ w Zgorzelcu (N=12) i Zespołu Opieki Zdrowotnej w Bolesławcu pod marką „Szpital św. Łukasza w Bolesławcu" (N=3).

Tabela 1 Rozkład płci w grupie badanej

Płeć	Częstość	Procent
Kobiety	28	56
Mężczyźni	22	44
Ogółem	50	100



Ryc. 3 Rozkład płci uczestników w grupie badanej

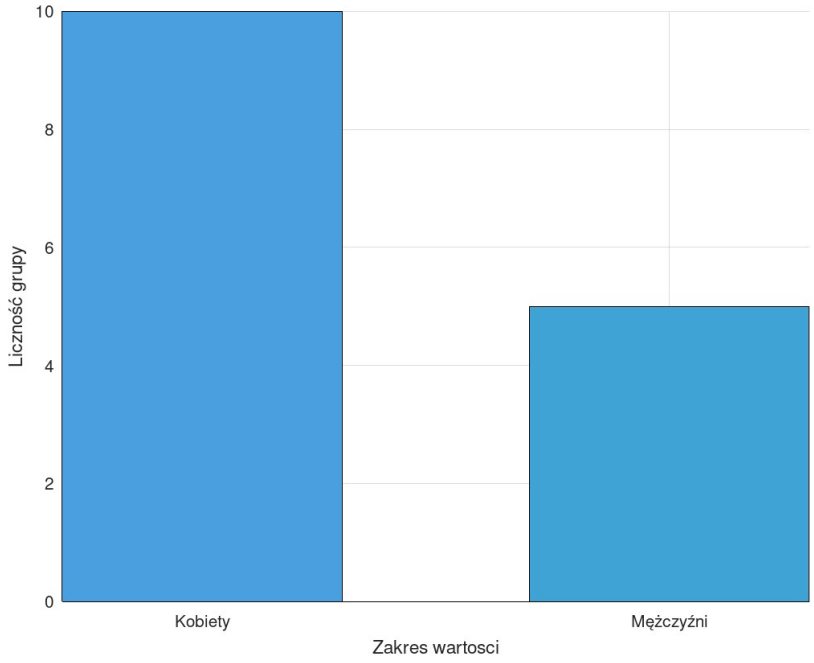
Grupa badana liczyła 50 osób, w tym (N=28) - 56% kobiet i (N=22) - 44% mężczyzn (tab.1) (ryc.3.).

Badaniu zostały poddane trzy grupy kontrolne:

1. osoby palące papierosy, u których nie wykonano nigdy zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego,
2. osoby niepalące papierosów, u których nie wykonano nigdy zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego,
3. chorzy niepalący papierosów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego.

Tabela 2 Struktura płci w grupie kontrolnej palących

Płeć	Częstość	Procent
Kobiety	10	66,67
Mężczyźni	5	33,33
Ogółem	15	100

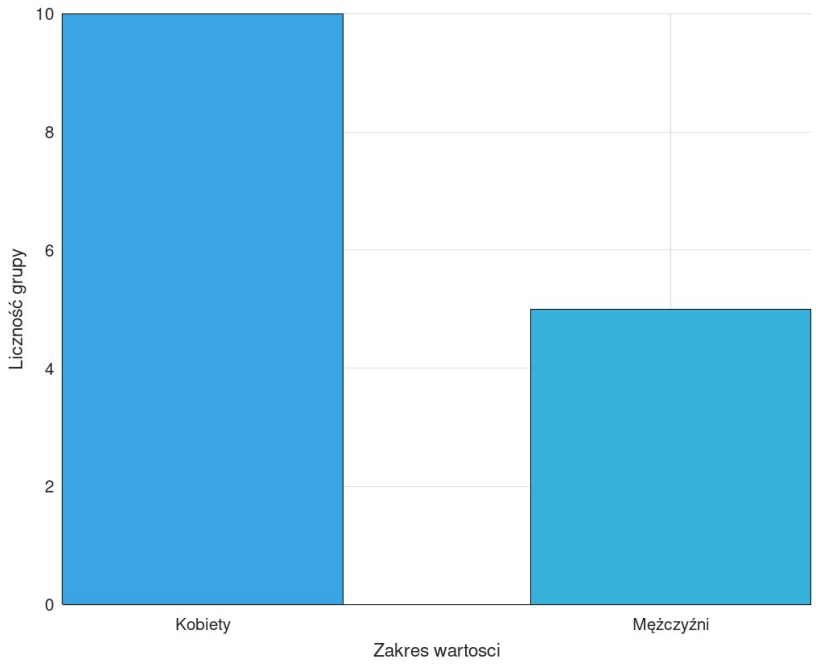


Ryc. 4 Rozkład płci w grupie kontrolnej palących

Pierwszą grupę kontrolną obejmowały osoby palące papierosy i nigdy niepoddane zabiegowi endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego. Liczyła ona 15 osób: (N=10) – 66,67% kobiet i (N=5) – 33,33% mężczyzn (tab. 2) (ryc. 4).

Tabela 3 Struktura płci w grupie kontrolnej niepalących

Płeć	Częstość	Procent
Kobiety	10	66,67
Mężczyźni	5	33,33
Ogółem	15	100

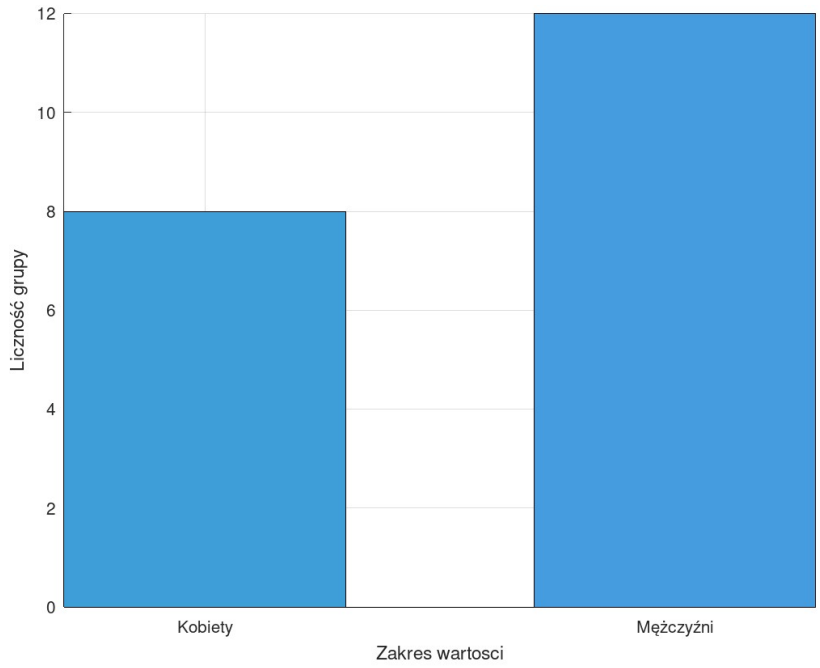


Ryc. 5 Rozkład płci w grupie kontrolnej niepalących

Drugą grupę kontrolną stanowiły osoby niepalące papierosów i nigdy niepoddane zabiegowi endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego. Liczyła ona 15 osób, z czego (N=10) – 66,67% stanowiły kobiety a (N=5) – 33,33% mężczyźni. (tab. 3) (ryc.5).

Tabela 4 Struktura płci w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego

Płeć	Częstość	Procent
Kobiety	8	40
Mężczyźni	12	60
Ogółem	20	100



Ryc. 6 Rozkład płci w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego

Trzecią grupę kontrolną stanowili chorzy niepalący papierosów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego. Liczyła ona 20 osób, z czego (N=8) – 40% stanowiły kobiety a (N=12) – 60% mężczyźni. (Tab. 4) (Ryc. 6).

Badania prowadzono w latach 2022-2026. Projekt eksperymentu medycznego uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetycznej Collegium Medicum Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach w Uchwale Nr 45/2022.

Kryterium włączenia:

1) Kryterium włączenia do grupy badanej:

- przebyty zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego,
- okres aktywnego palenia papierosów od co najmniej 5 lat,
- zdeklarowane nie mniej 2,5 paczkolata;
- wiek pacjenta 55-75 lat,
- zadeklarowana dobrowolna zgoda na wzięcie udziału w badaniach,

2) Kryterium włączenia do grup kontrolnych:

a) grupa kontrolna palących:

- nieprzebyty zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego ani kolanowego,
- okres aktywnego palenia papierosów od co najmniej 5 lat;
- zdeklarowane nie mniej 2,5 paczkolata,
- wiek osoby badanej z grupy kontrolnej 55-75 lat,
- zadeklarowana dobrowolna zgoda na wzięcie udziału w badaniach,

b) grupa kontrolna niepalących:

- nieprzebyty zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego ani kolanowego,
- zdeklarowane niepalenie papierosów od co najmniej 10 lat,
- wiek osoby badanej z grupy kontrolnej 55-75 lat,
- zadeklarowana dobrowolna zgoda na wzięcie udziału w badaniach,

c) grupa kontrolna chorych niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego:

- przebyty zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego,
- zdeklarowane niepalenie papierosów od co najmniej 10 lat,
-wiek pacjenta z grupy kontrolnej 55-75 lat ,
- zadeklarowana dobrowolna zgoda na wzięcie udziału w badaniach.

Kryteria wykluczenia:

- Wystąpienie w ciągu ostatnich 6 miesięcy:
  - nagłej i utrzymującej się chrypki,
  - choroby zapalnej krtani,
  - występowanie nagłego i utrzymującego się kaszlu,
  - traumatycznych przeżyć,
  - urazów zewnętrznych lub/i wewnętrznych krtani,
- Praca w zawodach wymagających częstego i długotrwałego mówienia m.in. nauczyciele, wykładowcy, spikerzy, pracownicy Call Center oraz biur obsługi klienta, tłumacze, lektorzy,
- występowanie aktywnej choroby refluksowej,
- stosowanie farmakoterapii hormonalnej,
- choroba nowotworowa w obrębie układu oddechowego i/lub jamy ustnej,
- występowanie zaburzeń mowy w następstwie choroby układu nerwowego,
- wiek poniżej 55 lat oraz powyżej 75 lat.

Wszystkie osoby biorące udział w badaniu wyraziły dobrowolną zgodę na badanie i przetwarzanie danych osobowych zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa oraz przyjęły warunki polisy OC badań. Zostały także poinformowane o anonimizacji przetwarzanych danych.

Na podstawie analizy wieku grup badanej i trzech grup kontrolnych wiadomo, że:

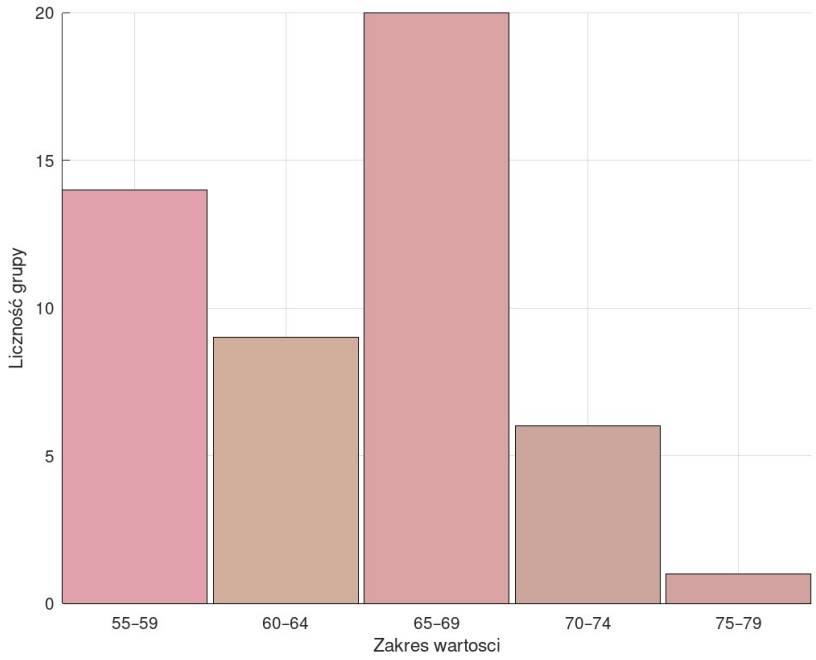
- średni wiek w grupie badanej (N=50) wyniósł 64,1 lat (SD = 5,24),
- średni wiek grupy kontrolnej palących (N=15) – 61,8 lat (SD = 6,35),
- średni wiek grupy kontrolnej niepalących (N=15) -62,73 lat (SD = 5,64),
- średni wiek grupy kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki (N=20)- 68,5 lat (SD = 5,53) (tab.5).

Tabela 5 Statystyki opisowe dla wieku grupy badanej i grup kontrolnych

Wiek	M	Mediana	SD	Min	Max
grupa badana	64,1	65	5,24	55	75
grupa kontrolna palących	61,8	60	6,35	55	75
grupa kontrolna niepalących	62,73	62	5,64	55	73
grupa kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	66,85	68,5	5,53	55	73

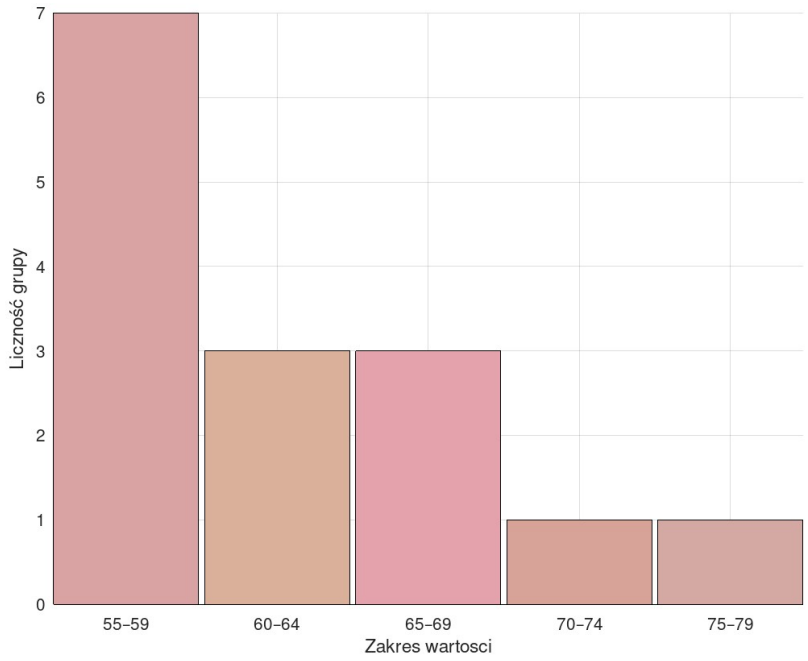
(**M**- średnia, **SD**-odchylenie standardowe, **Min** – wartość minimalna, **Max**-wartość maksymalna)

W grupie badanej najliczniejszy stan osobowy stanowili pacjenci w wieku 65-69 lat (N=20); natomiast najmniej liczną grupę reprezentował pacjent w wieku 75 lat (N=1) (ryc. 7).



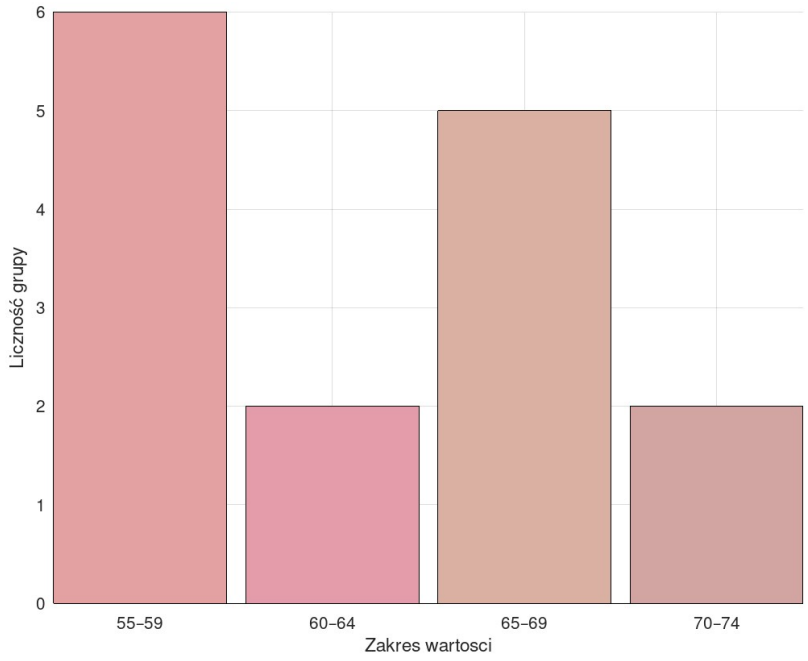
Ryc. 7 Rozkład wieku osób w grupie badanej

W grupie kontrolnej palących najliczniejszy stan osobowy był w przedziale wiekowym 55-59 lat (N=7); natomiast najmniej liczne grupy stanowili ich reprezentanci w wieku 74 lata (N=1) i 75 lat (N=1) (ryc. 8).



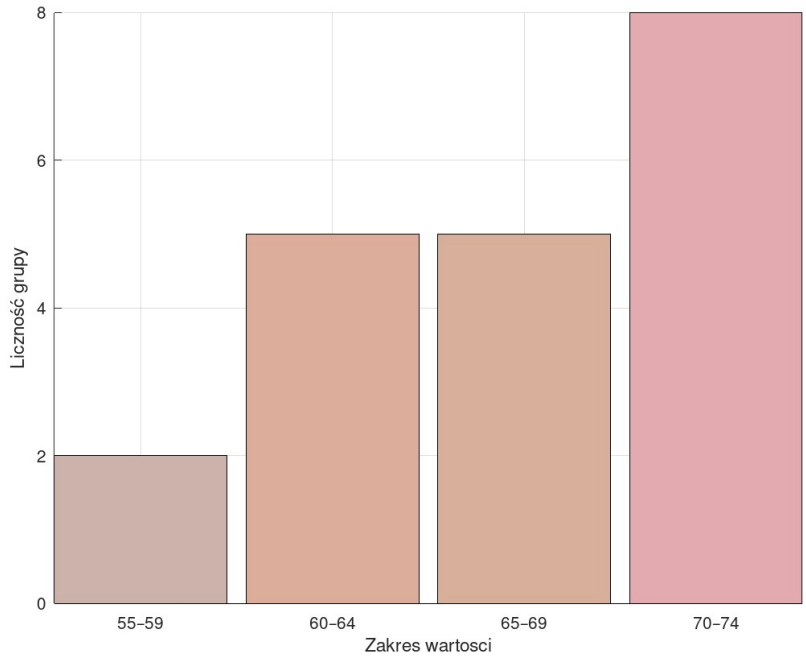
Ryc. 8 Rozkład wieku osób w grupie kontrolnej palących

W grupie kontrolnej niepalących najliczniejszy stan osobowy był w przedziale wiekowym 55-59 lat (N=6); natomiast najmniej liczne grupy stanowiły osoby w wieku 60 - 64 lat (N=2) i 70-74 lat (N=2) (ryc. 9).



Ryc. 9 Rozkład wieku w grupie kontrolnej niepalących

W grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego najliczniejszą grupę stanowiły osoby w wieku 70-74 lat (N=8); natomiast najmniej liczną osoby w przedziale 55-59 lat (N=2) (ryc. 10).



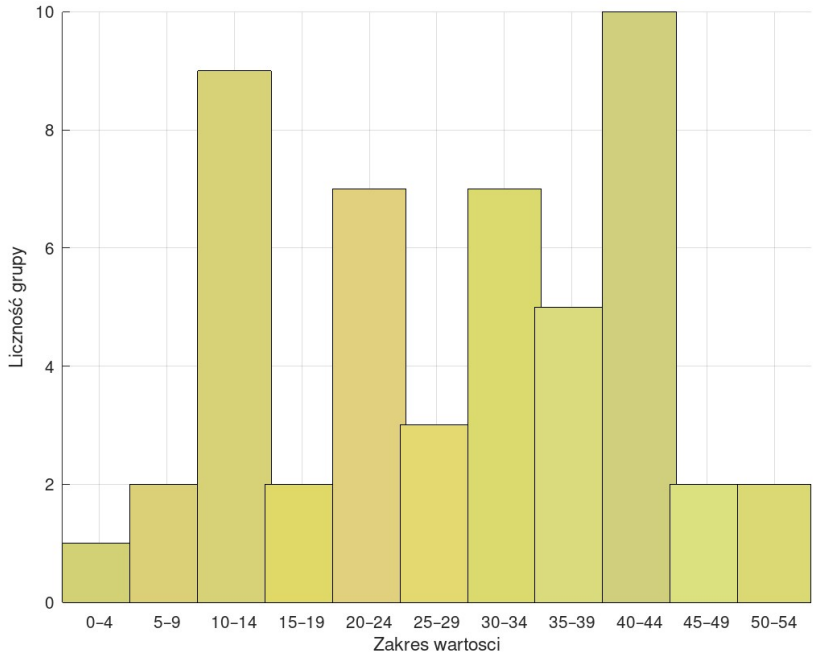
Ryc. 10 Rozkład wieku chorych w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego

Następnie przeanalizowano wskaźnik – paczkolat (obliczanych przez pomnożenie liczby paczek (x/20 papierosów) papierosów palonych dziennie przez liczbę lat palenia) [113] w grupie badanej i kontrolnej osób palących. Uzyskano następujące wyniki: średnia paczkolat w grupie badanej (N=50) wyniosła 27,58 paczkolat (SD = 12,94), natomiast w grupie kontrolnej średnia to 31,21 paczkolat (SD=17,14) (tab. 6).

Tabela 6 Statystyki opisowe dla wieku grupy badanej i grup kontrolnych

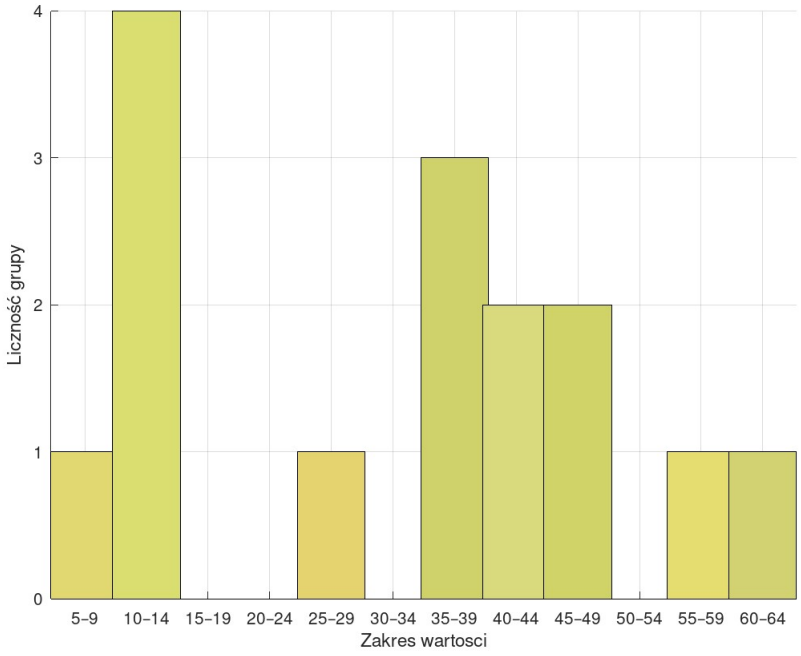
paczkolata	M	Mediana	SD	Min	Max
grupa badana	27,58	30	12,93	4,74	50
kontrolna palących	31,21	35	17,14	7,5	60

(**M-** średnia, **SD**-odchylenie standardowe, **Min** – wartość minimalna, **Max**-wartość maksymalna)



Ryc. 11 Rozkład paczkolat w grupie badanej

W grupie badanej (N=50) najliczniejszą grupę stanowili pacjenci deklarujący paczkolata w przedziale 40-44 (N=10), najmniej - jeden pacjent zdeklarował 4,74 paczkolat (N=1) (ryc. 11).

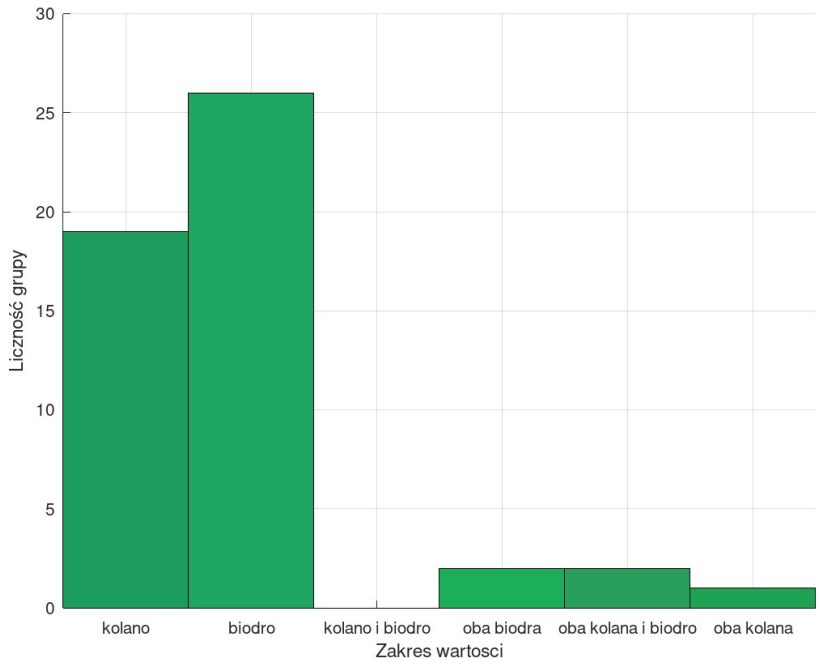


Ryc. 12 Rozkład paczkolat w grupie kontrolnej palących

W grupie kontrolnej osób palących (N=15) najliczniejsza grupa 4 osób (N=4) zadeklarowała spalane paczkolata w przedziale 10-14, natomiast najmniej, po jednej osobie zadeklarowały (dla N=1) : 7,5; 25; 55 oraz 60 paczkolat (ryc. 12).

Tabela 7 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie badanej

Endoprotezoplastyka	Częstość	Procent
Kolano	19	38
Biodro	26	52
Kolano i biodro	0	0
Oba biodra	2	4
Oba kolana i biodro	2	4
Oba kolana	1	2
Ogółem	50	100

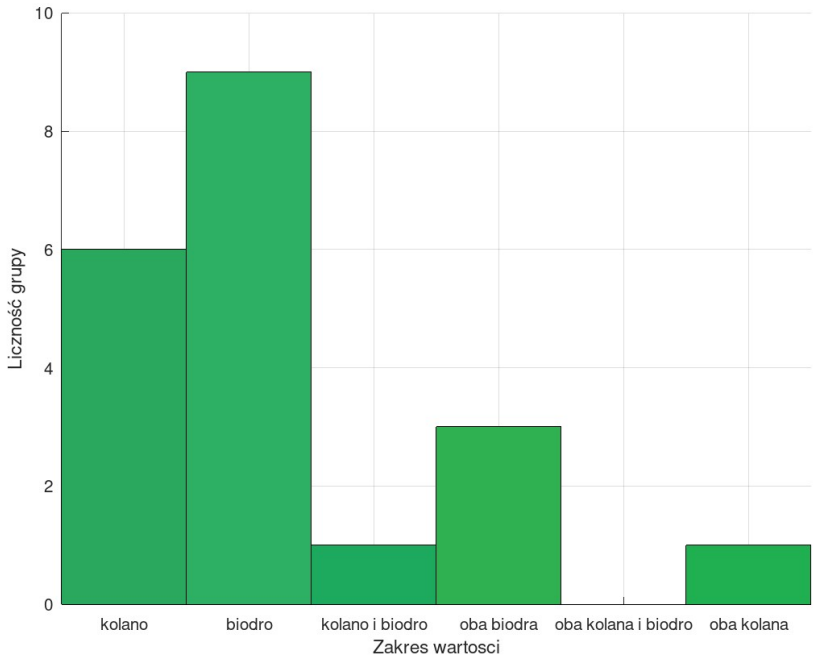


Ryc. 13 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie badanej

W grupie badanej (N=50) najliczniejsza grupa przebyła zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego (N=26), jedna osoba miała wykonane endoprotezy dwóch kolan (N=1). Nikt z badanych nie zadeklarował zabiegu endoprotezoplastyki kolan i biodra (N=0), (tab.7) (ryc.13).

Tabela 8 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego

Endoprotezoplastyka	Częstość	Procent
Kolano	6	30
Biodro	9	45
Kolano i biodro	1	5
Oba biodra	3	15
Oba kolana i biodro	0	0
Oba kolana	1	5
Ogółem	20	100

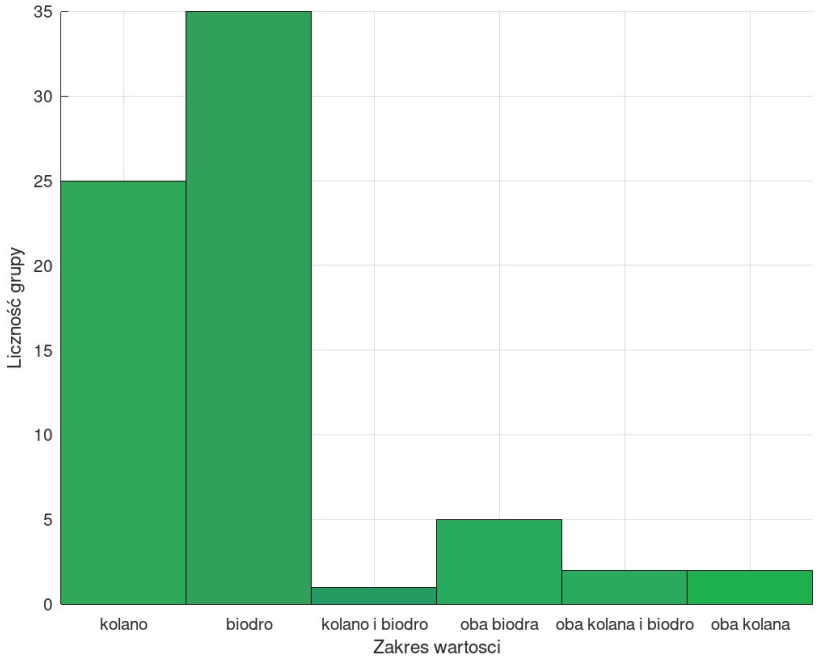


Ryc. 14 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

W grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki (N=20) najliczniejsza grupa przebyła zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego (N=9), jeden chory miał wykonane endoprotezy dwóch kolan (N=1). Nikt z badanych nie zadeklarował zabiegu endoprotezoplastyki dwóch kolan i biodra (N=0) (tab. 8) (ryc. 14).

Tabela 9 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie badanej i w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Endoprotezoplastyka	Częstość	Procent
Kolano	25	35,71
Biodro	35	50
Kolano i biodro	1	1,43
Oba biodra	5	7,14
Oba kolana i biodro	2	2,86
Oba kolana	2	2,86
Ogółem	70	100



Ryc. 15 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

W grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki (N=70) najliczniejsza grupa przebyła zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego (N=35) jedna osoba miała wykonane endoprotezy kolan i biodra (N=1) (tab.9) (ryc. 15).

Badanie postawy ciała pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki za pomocą systemu DIERS wykonywane było w momencie, gdy pacjent był w stanie samodzielnie przyjąć i utrzymać przez chwilę postawę stojącą. W przypadku 6 pacjentów w grupie badanej (N=6) i 1 chorego w grupie kontrolnej osób niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki (N=1) pomiary nie zostały wykonane.

Dla obliczenia minimalnej liczebności próby wykorzystano formułę programu Exel:

=((C2^2 * B2 * (1-B2)) / D2^2) / (1 + ((C2^2 * B2 * (1-B2)) / (D2^2 * A2)))

Co daje wzór:

$n= Z^2 \times P \times (1-P)) / E^2) / (1 + ((Z^2 \times P \times (1-P)) / (E^2 \times N)))$

Przyjęto następujące wartości:

N : (A2) (wielkość próby) – 755 (wartość stanowi 21,2% - osoby palące z 3561 osób z wykonanym zabiegiem całkowitej endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub kolanowego w woj. Dolnośląskim w 2024 r.) [114] [86].

Z: (C2) (poziomu ufności) = 95 %

P: (B2) (szacowana proporcja populacji) = 0,5

E: (D2) (margines błędu)= 0,07 . [115]

Minimalna liczebność próby, przy powyższych założeniach wynosi: 43.

3.2 Metoda badań

3.2.1 Przebieg badań

Badanie obejmowało ankietę wstępną, kwestionariusz Voice Handicap Index, pomiar akustyczny głosu oraz zawarte w dokumentacji pacjenta (dla grup: badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki) parametry postawy ciała. Rejestracja i pomiary powierzchni pleców za pomocą system DIERS Formetric III 4D wykonane zostały przez zespół fizjoterapeutów oddziału.

3.2.2 Ocena niepełnosprawności głosowej kwestionariuszem VHI

Osoba badana wypełnia w wersji papierowej kwestionariusz Voice Handicap Index (VHI). Wykorzystano wersję przetłumaczoną na język polski w 2003 r. przez profesora Antoniego Pruszewicza i współpracowników oraz zwalidowaną przez w 2007 r. dr hab. n. med. Ewę Nibudek-Bogusz [116]. Zawiera on 30 stwierdzeń dotyczących postrzegania własnego głosu pogrupowanych po 10 w trzy kategorie: stan funkcjonalny, emocjonalny i fizyczny. Kwestionariusz niepełnosprawności głosowej VHI oparty jest o 5 stopniową skalę Likerta, gdzie pacjent określa nasilenie występowania danej cechy (nigdy, prawie nigdy, czasami, prawie zawsze i zawsze). Dla każdej z podskal kwestionariusza przedział wartości punktów mieścił się w zakresie 0-40 pkt. Dla trzech podskal (całego kwestionariusza) wartość sumaryczna wynosi 120 pkt. Wynik ogólny interpretuje się następująco:

- 0-30 pkt – lekka niepełnosprawność głosu,
- 31-60 pkt -średnia niepełnosprawność głosu,
- 61-120 pkt poważna niepełnosprawność głosu [60] .

3.2.3 Pomiar akustyczny głosu

W WS SP-ZOZ w Zgorzelcu pomiarów dokonano w gabinecie logopedy w skrzydle bocznym budynku, oddalonym od potencjalnych źródeł hałasu. W Zespole Opieki Zdrowotnej w Bolesławcu w wyznaczonym gabinecie w budynku Poradni, także oddalonym od źródeł dźwięków mogących zakłócić pomiar.

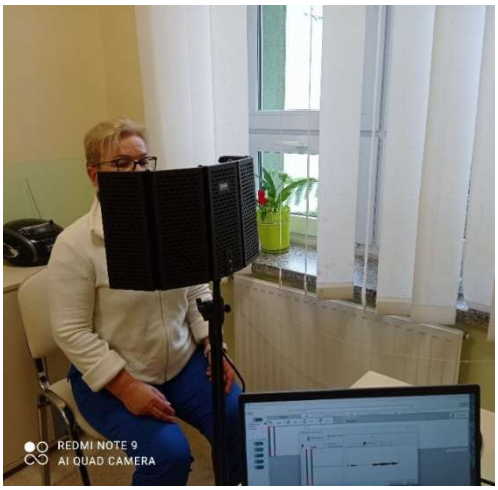
Pomiar I w grupie badane odbył się przed rozpoczęciem oddziaływań w zakresie profilaktycznego treningu głosu, w momencie, gdy pacjent mógł przyjąć pozycję siedzącą. Pomiar II odbył się po zakończeniu oddziaływań profilaktycznych. Trening głosu realizowany

był w ramach 180 min. podzielonych na od 3 do 6 spotkań, nie więcej niż 2 razy w tygodniu w zależności od możliwości wynikających ze stanu zdrowia pacjenta.

Pomiar I w grupie kontrolnej chorych po zabiegu endoprotezoplastyki odbył się podobnie, jak w grupie badanej, gdy hospitalizowany mógł przyjąć pozycję siedzącą, a II pomiar przed planowanym wypisem ze szpitala. W 18 przypadkach pomiar końcowy dokonany został nie wcześniej niż w 20 dniu, natomiast w dwóch w 14 i 17 dniu z uwagi na konieczność szybszego opuszczenia przez pacjentów Oddziału. Średnia II pomiaru wskazała 22,15 dnia.

Analizę akustyczną głosu wykonano przy pomocy oprogramowania DiagnoScope Specjalista z wykorzystaniem Notebooka ASUS, DiagNova Audio Interface (cyfrowy interfejs audio dedykowany dla DiagnoScope), mikrofonu pojemnościowego Berhringer C-2. W celu minimalizowania ryzyka niepożądanych w czasie rejestracji dźwięku zjawisk akustycznych np. odbić dźwięku od powierzchni lub pojawienia się hałasu czasie pomiarów, wykorzystano także ekran akustyczny DNA NS 3. W pomieszczeniu utrzymywana była temperatura w przedziale 20˚C -21˚C i wilgotność rzędu 60%-65%. Do pomiarów warunków wykorzystano urządzenie typu termo-higrometr. Do utrzymania warunków w pomieszczeniu zastosowano ultradźwiękowy nawilżacz powietrza oraz przenośny klimatyzator.

Przed dokonaniem rejestracji dźwięku badacz dokonał sprawdzenia prawidłowości podłączenia i działania sprzętu. Pomiar akustyczny został wykonywany w pozycji siedzącej na wprost rejestratora dźwięku. Mikrofon umieszczony na statywie wraz z ekranem akustycznym, oddalony był od ust 15 cm i ustawiony pod kątem 30˚- 40˚. Analizie poddano nagranie dwóch przedłużonych wokalizacji głoski [a] (w układzie: [a] pauza [a]) wykonanych w czasie 5 s.



Ryc. 16 Pomiar akustyczny

Producent gwarantuje, że Program DiagnoScope Specjalista zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 05.11.2010 r. w sprawie sposobu klasyfikowania wyrobów medycznych (Dz. U. Nr 215 poz.1416) spełnia:

klasa: I (aktywny wyrób medyczny),

klasa bezpieczeństwa: A,

Nr UMDNS -31182,

Jest także zgodny z Dyrektywą Medyczną 93/42/EWG z dn. 14.06.1993 oraz Ustawą o wyrobach medycznych z dn. 20.05.2010 (Dz. U. Nr 107 poz.697). Diagnosta odbył stosowne szkolenie z zakresu obsługi programu [117].

Parametryczna analiza akustyczna programu DiagnoScope Specjalista oparta jest o analizę fourierowską i predykcję liniową.

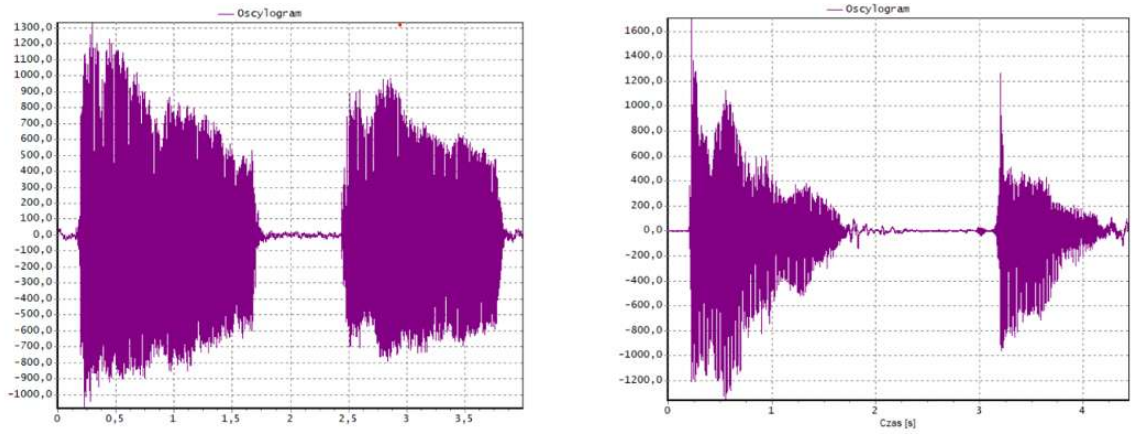
Analiza fourierowska wykonywana jest w układach liniowych i polega na przedstawieniu sygnału jako sumy jego prostszych składowych, stanowiących materiał do dalszych analiz [118].

Predykcja liniowa to metoda statystyczna polegająca na przewidywaniu wartości próbki na podstawie wartości próbek poprzednich. Uwzględnia ona odbicia sygnału w jamach rezonansowych i pozwala na wyznaczenie jego formantów. W procesie filtracji odwrotnej wyznaczane zostają parametry pierwotnego pobudzenia – sygnału pochodzącego z bezpośrednio z fałdów głosowych [118].

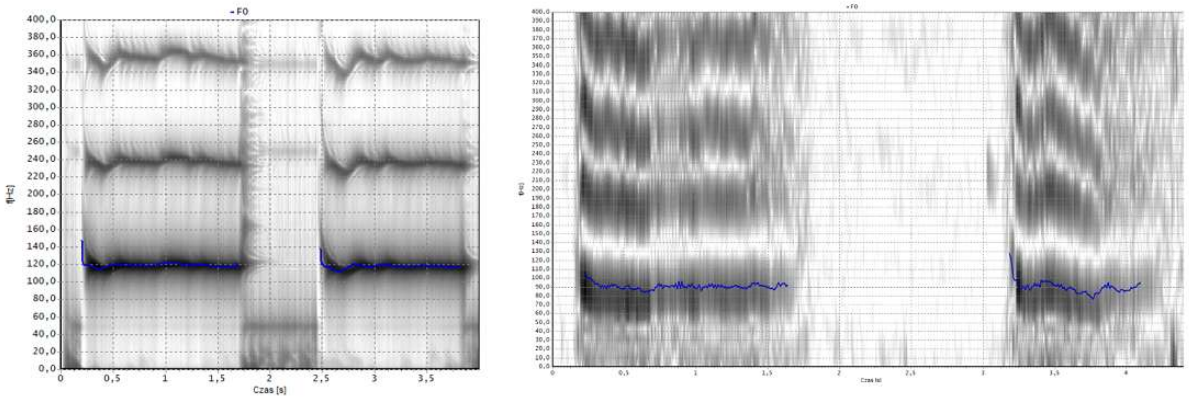
Analizie poddane zostały następujące podstawowe parametry akustyczne:

- F0- ton krtaniowy, częstotliwość podstawowa, wartość uśredniona po długości próbki,
- Jitter- wartość uśredniona dla długości próbki względnej różnicy długości sąsiednich okresów podstawowych; wskazuje nieregularność zmiany F0 następujących po sobie okresów,
- Shimmer - wartość uśredniona dla długości próbki względnej różnica amplitudy sąsiednich okresów podstawowych; wskazuje nieregularności amplitudy dźwięku następujących po sobie okresów,

- NHR – określa poziom szumów: stosunek sumy amplitudy składowych nieharmonicznych (1800Hz -8000Hz) do harmonicznych (do 8000Hz) dla 4 okresów podstawowych [117] [118].

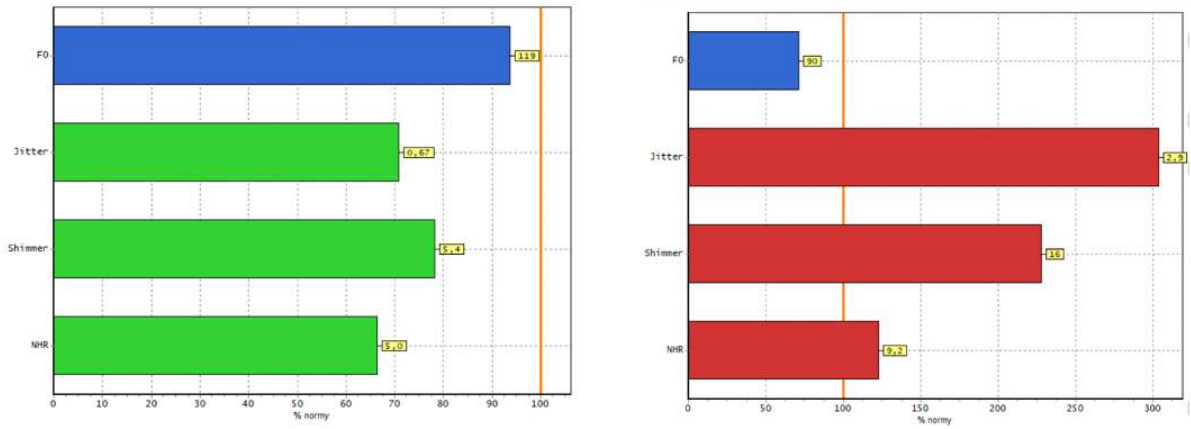


Ryc. 17 Oscylogramy głosu (po lewej osoby z parametrami akustycznymi w normie, po prawej z nieprawidłowymi wartościami pomiaru Jitter, Shimmer, NHR) - wizualizacja programu DiagnoScope Specjalista – zbiory własne



Ryc. 18 Wizualizacja czasowo - częstotliwościowa (spektrogram w powiększeniu) głosu z wyznaczonym na niebiesko F0 - wizualizacja programu DiagnoScope Specjalista – zbiory własne

Na wizualizacji czasowo-częstotliwościowej po lewej stronie osoby z parametrami akustycznymi w normie, gdzie obserwuje się małą ilość składowych nieharmonicznych, po prawej stronie widoczna jest znaczna ilość składowych nieharmonicznych (głos osoby z nieprawidłowymi wartościami pomiaru Jitter, Shimmer, NHR).



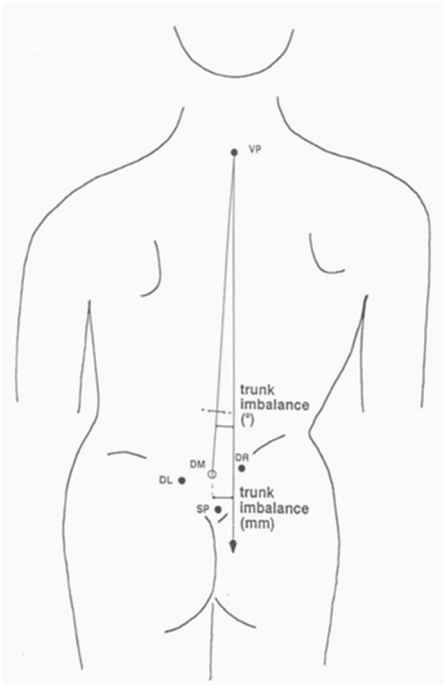
Ryc. 19 Wizualizacja badanych parametrów akustycznych głosu w odniesieniu do normy (po lewej osoby z parametrami akustycznymi w normie, po prawej z nieprawidłowymi wartościami pomiaru Jitter, Shimmer, NHR) - wizualizacja DiagnoScope Specjalista – zbiory własne

3.2.4 Ocena postawy ciała

Ocena postawy ciała wykonana została w ramach badania fizjoterapeutycznego DIERS Formetric III 4D . Na podstawie informacji pozyskanych od zespołu fizjoterapeutów wiadomo, że rejestrację parametrów dokonano u pacjenta w pozycji stojącej, tyłem do kamery, w zaciemnionym pomieszczeniu, aby minimalizować ryzyko artefaktów w postaci odbić promieni świetlnych pochodzących z innego źródła. Pacjent pozostaje jedynie w majtkach, zsuniętych do połowy pośladków. Stojąc w wyznaczonym miejscu, w odległości 2 metrów od kamery i patrzy na wprost. Wszelkie elementy mogące wpłynąć na pomiar, np. długie włosy są podpinane wysoko, tak aby nie zakłóciły procesu pomiaru i rejestracji danych. Analizie został poddany pierwszy pomiar.

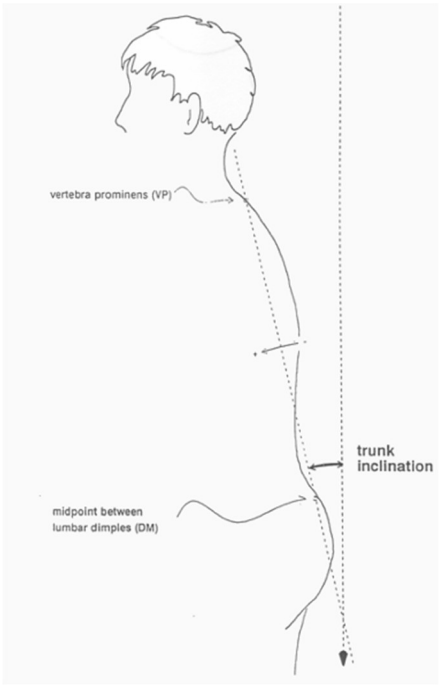
Analizie poddane zostały następujące parametry:

- odchylenie od pionu – parametr wskazuje odchylenie wyrostka kolczystego C7 od punktu szczytu szpary pośladkowej, centralnie położonego miedzy dołeczkami lędźwiowymi. Odpowiadającemu środkowi linii położonej między prawym i lewym kolcem biodrowym tylnym górnym. Wartość podawana w milimetrach, gdzie „-” oznacza odchylenie do lewej, a wartość dodatnia do prawej [119] [120],



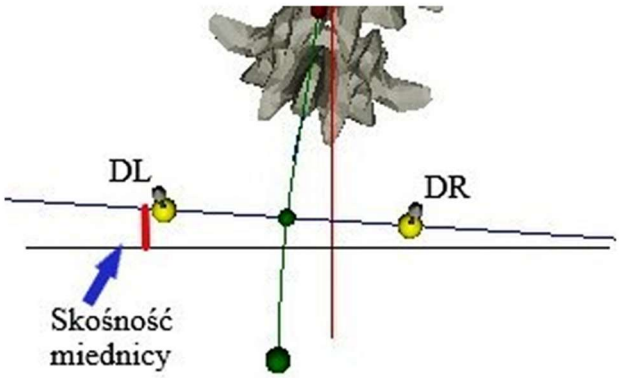
Ryc. 20 Odchylenie od pionu (trunk imbalance) [120]

- nachylenie tułowia odnosi się do kąta tworzonego przez linię łączącą punkt wyrostka kolczystego C7 i punkt szczytu szpary pośladkowej, centralnego położonego miedzy dołeczkami lędźwiowymi a pionem w płaszczyźnie strzałkowej; parametr wyrażany w stopniach i milimetrach [121]. Na potrzeby analizy uwzględniono parametr wyrażony w milimetrach,



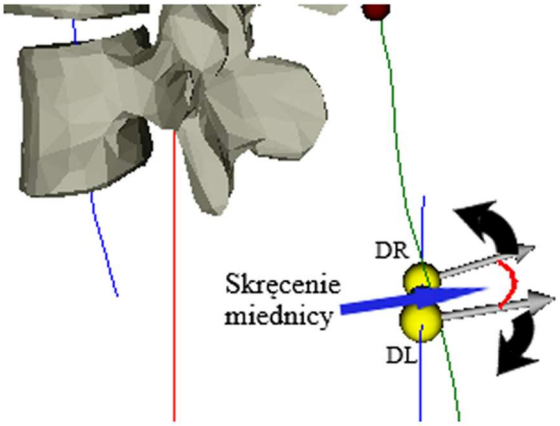
Ryc. 21 Nachylenie tułowia (trunk inklination) [120]

- skośność miednicy- wskazuje różnicę wysokości dołeczków lędźwiowych w przekroju poprzecznym. Wartość wyrażana w milimetrach, gdzie wartość ujemna wskazuje, że strona prawa punktu pomiaru jest niżej niż punkt pomiaru po lewej. Wartość dodatnia wyraża układ odwrotny punktów pomiaru – strona prawa wyżej od lewej [119] [120],



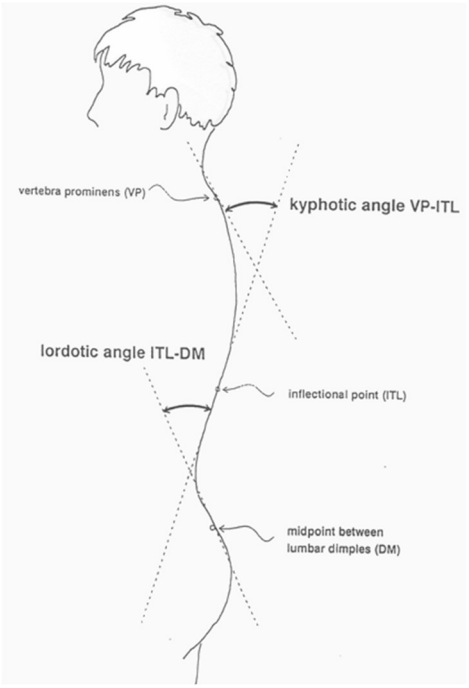
Ryc. 22 Skośność miednicy (wskazany kolorem czerwonym) [122]

- skręcenie miednicy wyrażany w stopniach, obliczony na podstawie wzajemnej torsji płaszczyzn w punktach dołeczków lędźwiowych, dotyczy płaszczyzny pionowej [119] [120],



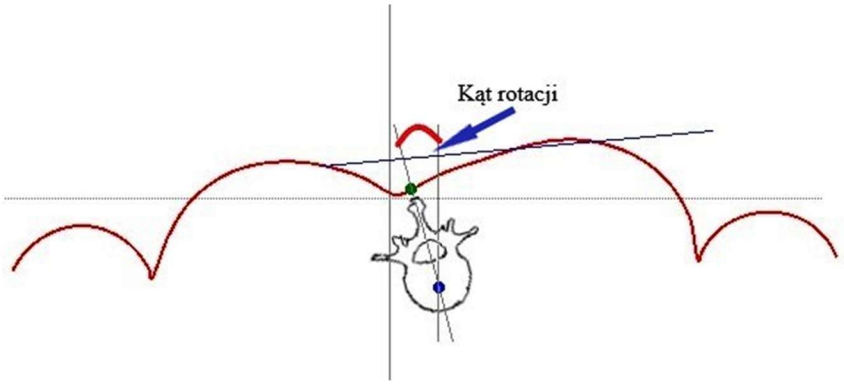
Ryc. 23 Skręcenie miednicy [122]

- kąt kifozy – parametr wyrażany w stopniach wskazuje kąt zmierzony między C7 a oszacowanym położeniem Th12,
- kąt lordozy - parametr wyrażony w stopniach wskazuje kąt zmierzony między oszacowanym położeniem Th12 a punktem centralnym linii rozpiętej między prawym i lewym kolcem biodrowym [119] [120],



Ryc. 24 kąt kifozy (kyphotic angle) kąt lordozy (lordotic angle) [120]

- Rotacja powierzchni - parametr mierzony w stopniach, oznacza maksymalną rotację powierzchni na linii symetrii, za pomocą wskazania kąta rotacji wyrostka kolczystego kręgu [119] [120].



Ryc. 25 Rotacja powierzchni [122]

3.3 Profilaktyczny trening głosu

Profilaktyczny trening głosu realizowany był w ramach 180 min. podzielonych na od 3 do 6 spotkań w zależności od stanu zdrowia, kondycji i samopoczucia pacjenta. Opracowany przez badacza na podstawie literatury [123] [124] [125] [126]. Obejmował:

a. omówienie teoretycznych zagadnień związanych z higieną i emisją głosu (max. 30 min.);

b. ćwiczenia słuchowe,
c. ćwiczenia relaksacyjne,
d. ćwiczenia oddechowe,
e. ćwiczenia oddechowo-fonacyjne,
f. ćwiczenia aktywizujące wykorzystanie rezonatorów ciała,
g. ćwiczenia usprawniające narządy artykulacyjne,
h. ćwiczenia wyrazistej realizacji głosek.

Teoretyczne zagadnienia dotyczące higieny i emisji głosu poruszały kwestie:

- ograniczania emisji głosu o nadmiernym natężeniu,
- unikania produkcji nieartykułowanych dźwięków (odchrząkiwania) w celu niwelowania nieprzyjemnych odczuć w okolicy gardła,
- pamiętania o miękkim nastawieniu głosowym,
- kontrolowania postawy ciała i redukcji nadmiernego napięcia mięśni,
- zachowaniu prawidłowej artykulacji i prozodii w komunikacji werbalnej,
- pamiętanie o nawodnieniu organizmu z jednoczesnym ograniczeniem napojów zawierających kofeinę, alkohol,
- unikanie palenia tytoniu i wyrobów tytoniowych, przebywania w zadymionych i zapylonych pomieszczeniach.

Elementy *treningu słuchowego* zawierały ćwiczenia uwagi i wrażliwości słuchowej. W pierwszym etapie odbyło się wsłuchanie się we wszystkie dźwięki otoczenia bez kontroli wzroku przez 1 min. i próba ich identyfikacji.

Kolejne ćwiczenie polegało na różnicowaniu wysokości dźwięków podawanych za pomocą dzwonków chromatycznych, keybordu lub gitary. Ostatnim elementem było słuchowe różnicowanie głosek o jednej odmiennej cesze dystynktywnej w izolacji, sylabach i wyrazach. Pacjent początkowo wskazuje na znak graficzny - literę /napis, a w kolejnym etapie powtarza za badającym.

Kształtowanie uwagi i wrażliwości słuchowej jest kluczowe dla kontroli słuchowej w mechanizmie sprzężenia zwrotnego emisji głosu.

Relaksacja z wizualizacją – Pacjent przyjmuje wygodną pozycję siedzącą lub leżącą. Z zamkniętymi oczami słucha krótkiej opowieści o wakacjach w ciepłych krajach, gdzie leży na plaży. Badający opowiadając historię zwraca uwagę badanego na skupieniu się na świadomym oddechu i etapami, wraz z kolejnymi wydechami, sugeruje rozluźnienie kolejnych partii ciała. Relaksacja ma na celu redukcję nadmiernych napięć i kształtowanie samoświadomości w tym zakresie.

Ćwiczenia oddechowe - Kształtowanie świadomości czuciowo-kinestetycznej żebrowo--brzusznego toru oddechowego.

W pozycji siedzącej lub leżącej, w zależności od możliwości i samopoczucia pacjenta, układa on rękę w okolicy przepony, robi głęboki, powolny wdech nosem i delikatnie wypuszcza powietrza ustami. Następnie, wraz z wydechem, wypowiada długie [s] lub [f]. Kolejnym zadaniem jest w trakcie wydechu bezdźwięcznie, staccato wypowiadać: [ho,ho…]; [ha, ha…], przez co wygenerowane zostają krótkie rytmiczne skurcze przepony, a dodatkowo dochodzi do zwarcia podniebienno-gardłowego. Pacjent ma możliwość odczuć ruchy przepony.

Dalszy etap polega na kształtowaniu świadomości i umiejętności oddychania torem brzuszno-żebrowym. W przypadku dużych trudności pacjenta z opanowaniem prawidłowego toru oddechowego wykorzystano ćwiczenie z książką. Pacjent w pozycji leżącej, układa książkę na brzuchu i wykonuje świadomy powolny wdech i wydech, obserwuje unoszącą się książkę, co w niektórych przypadkach pozwala lepiej zwizualizować pracę mięśni oddechowych.

W kolejnym etapie pacjent *kształtował umiejętność kontroli ilości nabieranego powietrza i pogłębianie fazy wydechu* – Pacjent w pozycji siedzącej wykonuje następujące sekwencje licząc kolejno do 3, 4 i 5 : Wdech (trwa ok 3 s., pacjent liczy na palcach do 3) - pauza (zatrzymuje powietrze i liczy na palcach do 3) - wydech (w trakcie wydechu liczy na palcach do 3) - pauza (zatrzymuje powietrze i liczy na palcach do 3), bez przerwy rozpoczyna drugą rundę ćwiczenia licząc do 4.

Ćwiczenie mające na celu *kontrolę siły wydechu:* Pacjent na wysokości oczu trzyma kartkę papieru format 5x 20cm w odległości ok. 20 cm od twarzy i najpierw generuje silny podmuch tak, aby kartka znacząco się odchyliła, w następnym etapie wytwarza delikatny, jednostajny podmuch wprawiając kartkę w dyskretny ruch. Do tego ćwiczenia wykorzystywano także świecę. W pierwszym etapie pacjent zdmuchuje płomień, w kolejnym dmuchając wprawia płomień w ruch bez zagaszenia świecy [123] [124] [125] [126].



Ryc. 26 Ćwiczenie z wykorzystaniem świecy mające na celu wydłużenie fazy wydechowej, kontrolę siły wydechu

W ramach *ćwiczeń oddechowych i przejścia do oddechowo- fonacyjnych* wykorzystane zostały elementy metody Lax Vox. Do ćwiczeń wykorzystano sterylne silikonowe rurki intubacyjne o wymiarach (przekrój 1 cm, długość 30 cm). Rurka zanurzona na głębokość 2 cm w litrowej butelce wypełnionej w 1/3 wodą. Pacjent obejmuje drugi koniec rurki ustami, wargami doszczelnia z jednoczesnym rozluźnieniem mięśni języka. Pacjent siedzi z rozluźnionymi ramionami, butelką z wodą trzymaną na wysokości klatki piersiowej w linii pośrodkowej. Początkowo nabiera powietrza nosem i przez rurkę spokojnie wydycha do wody. W kolejnych etapach włącza się fonację głoski [u] i w następnych próbach modyfikuje wysokość dźwięku (od niskiego do wysokiego i odwrotnie) oraz jego natężenie [127]. Metoda ta pozytywnie wpływa na normalizację napięcia mięśniowego okolicy krtani.



Ryc. 27 Ćwiczenie Lax Vox

Ćwiczenia *oddechowo-fonacyjne i aktywizujące wykorzystanie rezonatorów ciała* – Pacjent w pozycji siedzącej wymawia :

- [m] lub/i [n] (legato),
- [h]+[m] lub/i [n] (legato),
- [m] lub/i [n] +samogłoska (legato),
- samogłoska+[m] lub/i [n](legato),
- samogłoska +[m] lub/i [n]+ samogłoska (legato),
- wydłużanie [m] lub/i [n] wyrazach.

W tym ćwiczeniu przechodzimy także do *usprawniania żuchwy.* Pacjent od przedłużonego [m] przechodzi do [a] i następnie do [m] uchylając w trakcie tworzenia dźwięku rozluźnioną żuchwę i delikatnie domykając buzię. Wszystkie ruchy są wykonywane bez generowania nadmiernych napięć w zakresie komfortu pacjenta.

Ćwiczenia usprawniające narządy mowy:

- *Ćwiczenia precyzji ruchów języka* (np. dotykanie apexem każdego zęba; dotykanie na zmianę 7-8 zębów w dolnym i górnym łuku zębowym po lewej i prawej stronie, oblizywanie warg, przyjmowanie pozycji wertykalno-horyzontalnej, przesuwanie języka po podniebieniu we wskazanych kierunkach, przesuwanie językiem po wewnętrznej stronie policzka we wskazanych kierunkach),

- *Ćwiczenia warg* (np. zbliżanie a następnie oddalanie kącików ust, silne zwarcie warg bez zaciskania zębów, artykułowanie w sposób przejaskrawiony samogłosek),

- *Ćwiczenia podniebienia miękkiego* (np. fonacja staccato samogłosek, sylab [h]+ samogłoska; przytrzymanie nabranego powietrza w policzkach a następnie wypuszczenie go nosem) [123] [124] [125] [126].

Ćwiczenia usprawniające narządy mowy wykonywano pod kontrolą wzroku dla samokontroli i lepszej precyzji wykonywanych ruchów.



Ryc. 28 Ćwiczenie warg: zbliżenie kącików ust

Ćwiczenia wyrazistej realizacji głosek w izolacji, sylabach, wyrazach i zdaniach oraz koordynacji oddechowo fonacyjnej. Do tych ćwiczeń wykorzystano materiał literowy, logotomy oraz wiersze zawarte w publikacjach (m.in. wyliczanki „ Jedna wrona bez ogona…", wiersze: „ Piechur z Pyrzyc" M. Strzałkowska; „Kura, rura, tarantula" A. Frączek) . Pacjent miał możliwość zapoznania się z materiałem do zadań, obejrzeniem prawidłowego wykonania zadania przez osobę badającą oraz możliwość wykonania ćwiczeń [123] [124] [125] [126]. W czasie zajęć badający uwrażliwiał osobę badaną na prawidłową postawę ciała w czasie ćwiczeń i mówienia.



Ryc. 29 Ćwiczenia wyrazistej realizacji głosek na materiale tekstowym

Na każdym etapie treningu głosu pacjent miał prawo odmówić wykonania ćwiczenia, dlatego też nie wszystkie powyższe propozycje aktywności zostały u każdego pacjenta zrealizowane. Zadbano jednak o to, aby osoba badana odbyła co najmniej jedno z proponowanych ćwiczeń w danej grupie.

3.4 Metody statystyczne

Do statystycznego opracowania zgromadzonych danych wykorzystano skrypty programu *GNU Octave* z zainstalowanym pakietem *Statistics* przygotowany przez firmę IMER System.

Sporządzono w zakresie podstawowych statystyk opisowych:

- Minimalną wartość rozkładu,
- Maksymalną wartość rozkładu,
- Średnią (iloraz sumy wartości zmiennej wszystkich jednostek i liczby wszystkich jednostek zbiorowości),
- Medianę (wartość środkowa lub kwartyl drugi – Q2) - dla wyznaczenie mediany konieczne jest uporządkowanie zbioru danych od najmniejszej do największej wartości. Mediana wyznacza podział zbioru na dwie równe części. Wyznaczanie mediany zależne jest od liczby obserwacji N. Gdy N jest nieparzyste medianę stanowi wartość środkowa, gdy natomiast N jest parzyste oblicza się średnią arytmetyczną dwóch wartości centralnych,
- Kwartyl pierwszy (Q1) wskazuje podział uporządkowanego zbioru na 25% i 75%. 25% elementów danego zbioru (N) ≤ Q1 a 75% jednostek (N)≥Q1,
- Kwartyl trzeci (Q3) wskazuje podział uporządkowanego zbioru na 75% i 25%. 75% elementów danego zbioru (N) ≤ Q3 a 25% jednostek (N)≥Q3,
- Odchylenie standardowe - pierwiastek kwadratowy z wariancji (średniej arytmetycznej kwadratów odchyleń jednostkowych wartości zmiennej od ich średniej arytmetycznej). Wskazuje o ile wartość danej zmiennej przeciętnie różni się od średniej arytmetycznej w zakresie „in+” i „in-” ,

- Skośność – (współczynnik asymetrii) - informuje o kierunku a także sile asymetrii empirycznego rozkładu. Wiadomo, że wraz ze wzrostem bezwzględnej wartości jej współczynnika rozkład jest bardziej oddalony od rozkładu symetrycznego [128],

- Kurtoza wskazuje kształt rozkładu wartości cechy, z uwzględnieniem występowania wartości skrajnych (intensywności wartości znajdujących się w "ogonach" rozkładu) [129] .

Test normalności rozkładu wykonano za pomocą strategii Andersona-Darlinga . Bazuje ona na koncepcji ważonej odległości między skumulowaną funkcją dystrybucji (dystrybuanty) z dystrybuantą teoretyczną. Test ten zwraca większą wagę na obserwacje wartości skrajnych rozkładu „znajdujących się w ogonach" [130] .

Aby dokonać oceny istotności różnic pomiędzy parametrami akustycznymi w grupie badanej i kontrolnej posłużono się testem U Manna-Whitneya. Jest on nieparametrycznym odpowiednikiem testu T Studenta dla prób niezależnych, służącym do oceny, czy istnieje statystycznie istotna różnica poddawanej analizie wartości zmiennej zależnej pomiędzy dwiema niezależnymi grupami. Bazuje na ocenie różnic w tendencji centralnej (najczęściej mediany) rozkładów rang w poddawanych analizie grupach. Głównym założeniem tej procedury statystycznej jest uporządkowanie rang zamiast operowanie na wartościach surowych danych, dzięki czemu staje się odporny na naruszenia normalności wariancji, a także zmniejsza wpływ wartości skrajnych. [131].

Analiza korelacji rangowej ρ Spearmana została wykorzystana do określenia siły współzależności między badanymi zmiennymi. Metoda ta nie wymaga rozkładu normalnego, opiera się na uporządkowaniu danych wartości cech rosnąco lub malejąco i nadaniu rangi wskazującej pozycję zmiennej. W momencie zaistnienia identycznych wartości oblicza się wówczas z ich kolejnych numerów średnią arytmetyczną i przyporządkowuje się im uzyskaną wartość. Dla współczynnika korelacji rang wartości mieszczą się w przedziale od -1 do +1 [128] [132] .

Dla określenia występowania zaburzeń symetrii ciała u pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub kolanowego zastosowano jednostronny

test Wilcoxona dla jednej próby z wyznaczeniem globalnego wskaźnika zaburzenia symetrii (AI)[1] [133].

Przyjęte zostały następujące normy dla parametrów oceny postawy ciała w badaniu DIERS:

- nachylenie tułowia: do 5 mm [134],
- odchylenie od pionu: +/- 7 mm,
- skośność miednicy: +/- 4 mm,
- skręcenie miednicy: +/- 2˚,
- kąt kifozy: 45 ˚- 55 ˚,
- kąt lordozy: mężczyźni 32 ˚- 37 ˚, kobiety 40 ˚- 45 ˚,
- rotacja powierzchni (rms): do 3 ˚ [135].

[1] Dla wskaźnika AI zastosowano następujące obliczenia:

Obliczenie odchyleń od normy:

dev = 0 - parametr w normie

dev > 0 - parametr poza normą

Odchylenie zostało znormalizowane do szerokości zakresu normy:

jeśli x < min: dev = (min - x) / (max - min)

jeśli x > max: dev = (x - max) / (max - min)

jeśli min <= x <= max: dev = 0

Powyższe działania pozwalają na porównywanie i łączenie w jeden wskaźnik globalny parametrów o różnych skalach.

Globalny wskaźnik zaburzenia symetrii

$AI = sqrt(dev1^2 + dev2^2 + ... + dev7^2)$

AI = 0 – w granicach normy pozostaje wszystkie 7 parametrów.

AI > 0 - wskazuje globalne odchylenie profilu DIRS od normy [133].

Dla określenia korelacji między parametrami akustycznymi głosu, a parametrami pomiarów postawy DIERS wykorzystano analizę korelacji Spearmana. Uzyskane różnice współczynników korelacji poddano ocenie z wykorzystaniem metody permutacji.

Testy permutacyjne zaliczane do nieparametrycznych metod testowania hipotez, polegają na permutowaniu danych lub etykiet z jednoczesnym zachowaniem stałych wartości odpowiedzi dla poszczególnych osób, dzięki czemu możliwe jest skonstruowanie rozkładu zerowego statystyki testowej [136].

Na potrzeby poniższych analiz zastosowano następującą procedurę: dla każdej z 28 par parametrów losowo permutowano etykiety grup, zachowując pierwotne liczebności grup, w kolejnym etapie dokonano obliczeń różnicy współczynników korelacji Spearmana. Wartość p została wyznaczana jako odsetek permutacji, w których bezwzględna różnica korelacji nie była mniejsza niż różnica obserwowana [133].

W kolejnym etapie wykonano obliczenia bootstrapowe 95% przedziały ufności dla różnicy korelacji [133].

Metoda bootstrap opiera się na resamplingu (próbkowaniu wielokrotnym) i polega na losowaniu ze zwracaniem dużej liczby próbek z pierwotnego zbioru danych, co pozwala na empiryczne oszacowanie rozkładu estymatora [137].

Dla wielu porównań zastosowano korektę FDR Benjaminia-Hochberga [133]. FDR - (False Discovery Rate, wskaźnik fałszywych odkryć), która szacuje oczekiwaną proporcję błędnych odrzuceń hipotezy zerowej. Ocenia wartość fałszywych odkryć wśród wszystkich wyników uznanych za istotne. Wartość tę zazwyczaj szacuje się na podstawie rozkładu wartości p lub statystyk testowych [138].

Do analizy zmian zachodzących między pomiarami parametrów akustycznych i kwestionariusza VHI w grupie badanej przed i po profilaktycznym treningu głosu oraz w grupie kontrolnej osób po zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego lub/i biodrowego bez oddziaływań z zakresu treningu głosu wykorzystano test Wilcoxona jednostronny dla prób zależnych. Jest to nieparametryczny odpowiedniki testów T -parametrycznych. Metoda ta bazuje na rangowaniu i porównaniu średniej rangi dla grup danych [139].

Dla oceny globalnego wpływu profilaktycznego treningu głosu na badane parametry akustyczne i samoocenę głosu obliczono zbiorczy wskaźnik poprawy GII (*Global Improvement Index*).

Został on zastosowany z uwagi na fakt, że analizowane dane były wyrażone w różnych skalach pomiarowych, a ich bezpośrednie uśrednianie mogłoby spowodować nadmierny wpływ parametrów o większym zakresie wartości liczbowych na wartość GII[2].

[2] Obliczenia zastosowane dla wskaźnika GII: W pierwszym etapie dla każdego parametru obliczono zmianę wartości po profilaktycznym treningu głosu względem wartości przed wdrożeniem oddziaływań. Z uwagi na fakt, iż w analizowanych parametrach **wzrost** wartości wskazywał na **pogorszenie** stanu głosu pacjenta,
a spadek wartości oznaczał poprawę, zmianę zdefiniowano jako różnicę:

$\mathbf{\Delta_{i,k} = Xprzed_{i,k} - Xpo_{i,k}}$

gdzie: $\mathbf{\Delta_{i,k}}$ oznacza zmianę wartości *k*-tego parametru u *i*-tego pacjenta,

$\mathbf{Xprzed_{i,k}}$ - wartość *k*-tego parametru u *i*-tego pacjenta przed treningiem,

$\mathbf{Xpo_{i,k}}$ - wartość *k*-tego parametru u *i*-tego pacjenta po treningu.

Wartość dodatnia $\mathbf{\Delta_{i,k}}$ wskazywała poprawę, wartość równa 0 oznaczała brak zmiany, natomiast wartość ujemna była informacją o pogorszeniu wyniku.

W kolejnym etapie każdą zmianę poddano normalizacji względem zakresu normatywnego właściwego dla danego parametru oraz płci pacjenta. Znormalizowaną zmianę obliczano zgodnie ze wzorem:

$\mathbf{\Delta norm_{i,k} = \Delta_{i,k} / (Xmax_{i,k} - Xmin_{i,k})}$

gdzie $\mathbf{Xmin_{i,k}}$ oraz $\mathbf{Xmax_{i,k}}$ wskazują odpowiednio wartości dolnej i górnej granicy normy dla *k*-tego parametru, zgodnie z płcią *i*-tego pacjenta.

W ramach powyższych działań wszystkie badane parametry akustyczne zostały sprowadzone do wspólnej, bezwymiarowej skali. (np. wartość **Δnorm = 0,10** wskazuje poprawę odpowiadającą 10% szerokości zakresu normatywnego danego parametru.)

Globalny wskaźnik poprawy GII dla każdego pacjenta obliczono za pomocą średniej arytmetycznej znormalizowanych zmian wszystkich analizowanych parametrów:

$\mathbf{GII_i = (1 / Npar) \cdot \Sigma\, \Delta norm_{i,k}}$

dla $\mathbf{k = 1, 2, \ldots, Npar}$,

gdzie **Npar** - liczba analizowanych parametrów.

W przypadku występowania braków danych dokonano obliczenia średniej jedynie z dostępnych wartości.

$\mathbf{GII_i > 0}$ – wskazuje globalną poprawę po treningu głosu;

$\mathbf{GII_i = 0}$ jako brak globalnej zmiany;

$\mathbf{GII_i < 0}$ wskazuje pogorszenie wyniku [133].

Istotność statystyczną globalnej poprawy oceniono za pomocą jednostronnego testu Wilcoxona dla jednej próby. Testowano hipotezę zerową, że mediana wartości GII nie jest większa od zera, wobec hipotezy alternatywnej, że mediana GII jest większa od zera:

H_0: $Me(GII) \leq 0$

H_1: $Me(GII) > 0$

Przyjęcie hipotezy alternatywnej oznaczało, że po treningu wystąpiła istotna statystycznie globalna poprawa analizowanych cech fizycznych.

Za poziom istotności statystycznej przyjęto $\alpha = 0,05$ [133].

Dla analizowanych parametrów akustycznych głosu przyjęto wartości norm zgodne z wartościami oprogramowania DiagnoScope Specjalista:

1. F0
- Kobiety: 211, 55 Hz (StD: 2,17)
- Mężczyźni: 126, 42 Hz (StD: 2,58)
2. Jitter
- Kobiety: 0,4% (StD: 0,3)
- Mężczyźni: 0,95% (StD: 0,67)
3. Shimmer
- Kobiety: 4,87% (StD: 2,8)
- Mężczyźni: 6,84% (StD: 4,45)
4. NHR
- Kobiety: 3,73% (StD: 1,17)
- Mężczyźni: 7,46% (StD: 2,4) [117].

Do wykonania powyższych analiz konieczne było zastosowanie specjalnie przygotowanego skryptu oprogramowania do statystycznych obliczeń komputerowych.

4. Wyniki

W celu udzielenia odpowiedzi na pytania badawcze wykonano analizy statystyczne.

W procedurach statystycznych uwzględniono:

- podstawowe statystyki opisowe;
- test Andersona-Darlinga,
- test U Manna-Whitneya,
- testu Wilcoxona,
- wyznaczenie zbiorczego wskaźnika poprawy GII (*Global Improvement Index*),
- wyznaczenie wskaźnika zaburzenia symetrii AI;
- test permutacji z wyznaczeniem przedziału ufności metodą bootstrap
- wykonano korektę FDR.

Do przeprowadzenia analiz wykorzystano skrypty w programie *GNU Octave* z zainstalowanym pakietem *Statistics* przygotowane przez firmę IMER Systems na potrzeby poniższego opracowania.

Za poziom istotności w niniejszym rozdziale uznano $p < 0,05$. Wyniki p w zakresie od 0,05 do 0,1 uznawane były za wyniki bliskie istotności statystycznej.

4.1. Podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych ilościowych.

Podstawę do dalszych analiz stanowiły podstawowe statystyki opisowe zmiennych. W celu sprawdzenia normalności rozkładu wykonano test Andersona-Darlinga. Za istotne odchylenie od rozkładu normalnego przyjmowano wynik $p < 0,05$.

Powyższe analizy przedstawiono w tabelach (tab. 49 i tab. 50) umieszczonych w aneksie. Wyniki analizy rozkładu wskazały niegaussowski rozkład danych dla większości zmiennych. Powyższe analizy odegrały istotną rolę w wyborze dalszego postępowania statystycznego.

Dokonana analiza skośności i kurtrozy również potwierdza, iż zgromadzony materiał statystyczny odbiega od symetrycznego rozkładu normalnego.

Z uwagi na dużą liczbę zmiennych tabele (tab. 50, tab. 51, tab. 52, tab. 53) wskazujące współczynnik asymetrii zmiennych (skośność) i kurtozy również zawarto w aneksie.

4.2 Zmiany cechy fizycznych głosu u pacjentów palących papierosy od co najmniej 5 lat

Na podstawie zgromadzonych danych zweryfikowano, czy istnieją istotne statystycznie zmiany parametrów akustycznych głosu osób palących papierosy w odniesieniu do grup kontrolnych: osób niepalących i chorych niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki. W związku z różnymi, wynikającymi z fizjologii prawidłowej zakresami parametrów F0 dla kobiet i mężczyzn oraz różnym rozkładem płci w grupach, dokonano dwóch osobnych analiz z uwzględnieniem płci. W celu wspomnianej wyżej weryfikacji posłużono się Testem U Manna–Whitney'a. Poniżej przedstawiono zestawienie wybranych statystyk opisowych F0 grupy badanej oraz grup kontrolnych (grupa kontrolna niepalących i grupa kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki).

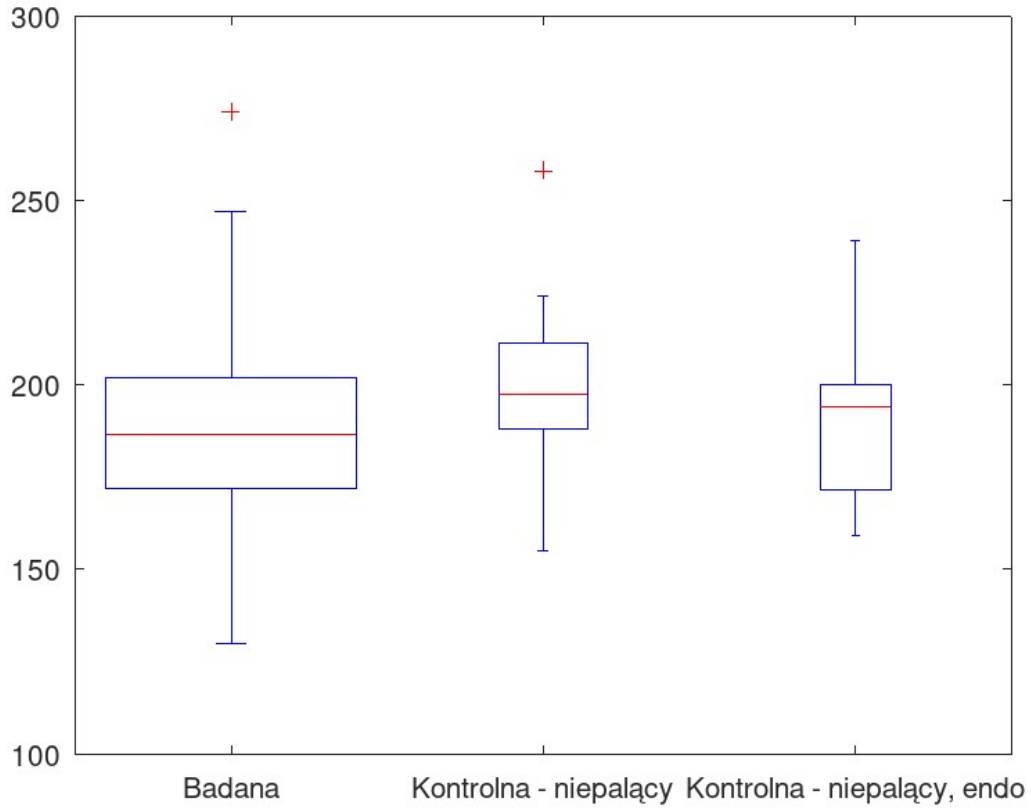
Zaprezentowane wykresy pudełkowe przedstawiają:

- medianę (linia centralna),
- rozstęp międzykwartylowy (pudełko),
- zakres zmienności (wąsy)
- wartości odstające (○)
- ekstremalne (+)
- „Kontrolna – niepalący, endo" oznacza grupę kontrolną niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki.

Tabela 10 Wybrane statystyki opisowe parametru F0 [Hz] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	130	171,50	186,50	202	274	28
Kontrolna niepalących	155	187	197,50	212	258	10
Kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	159	169	194	201,5	29	8

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



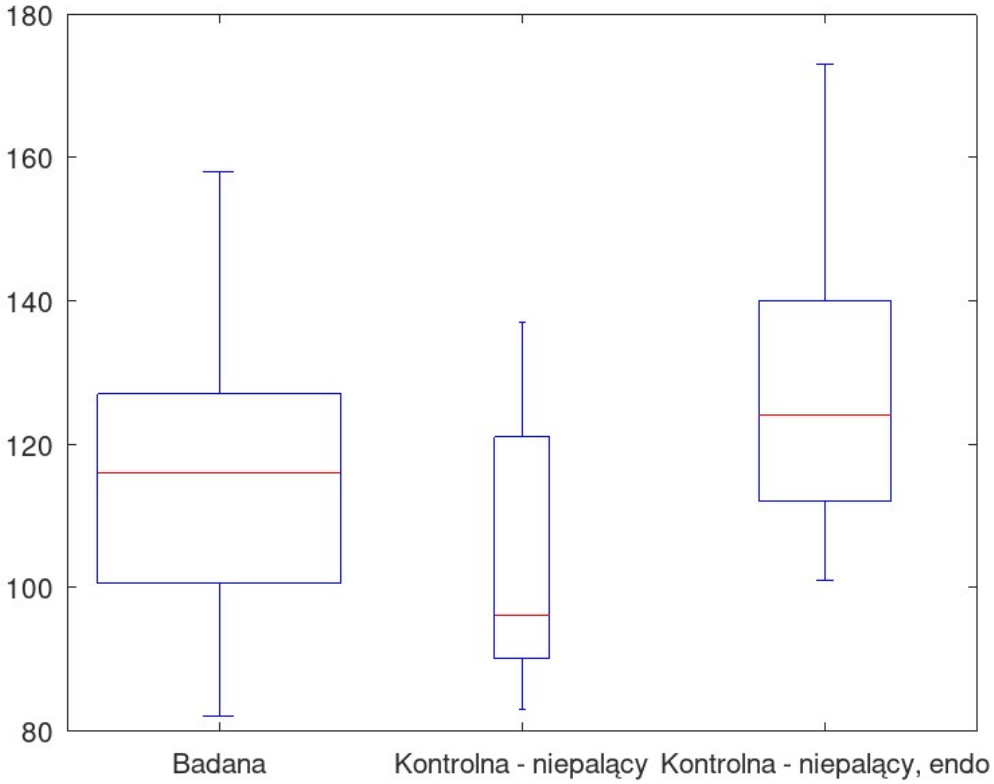
Ryc. 30 Porównanie wartości parametru F0 [Hz] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

W przypadku parametru F0 [Hz] u kobiet wartość mediany jest najniższa dla grupy badanej. Nieco wyższą medianę częstotliwości tonu krtaniowego odnotowano w grupie kontrolnej chorych niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki, zaś najwyższą w grupie kontrolnej niepalących. W grupie badanej i kontrolnej niepalących widoczne są także górne obserwacje ekstremalne *(wartość* $\geq Q3 + 3 \times IQR$*, gdzie IQR stanowi rozstęp ćwiartkowy: Q3-Q1)* [140]. Wartości mediany częstotliwości podstawowej u kobiet są zbliżone we wszystkich trzech grupach (tab. 10) (ryc. 30).

Tabela 11 Wybrane statystyki opisowe dla parametru F0 [Hz] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	82	100	116	127	158	22
Kontrolna niepalących	83	90	96	121	137	5
Kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	101	103	124	140	173	12

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



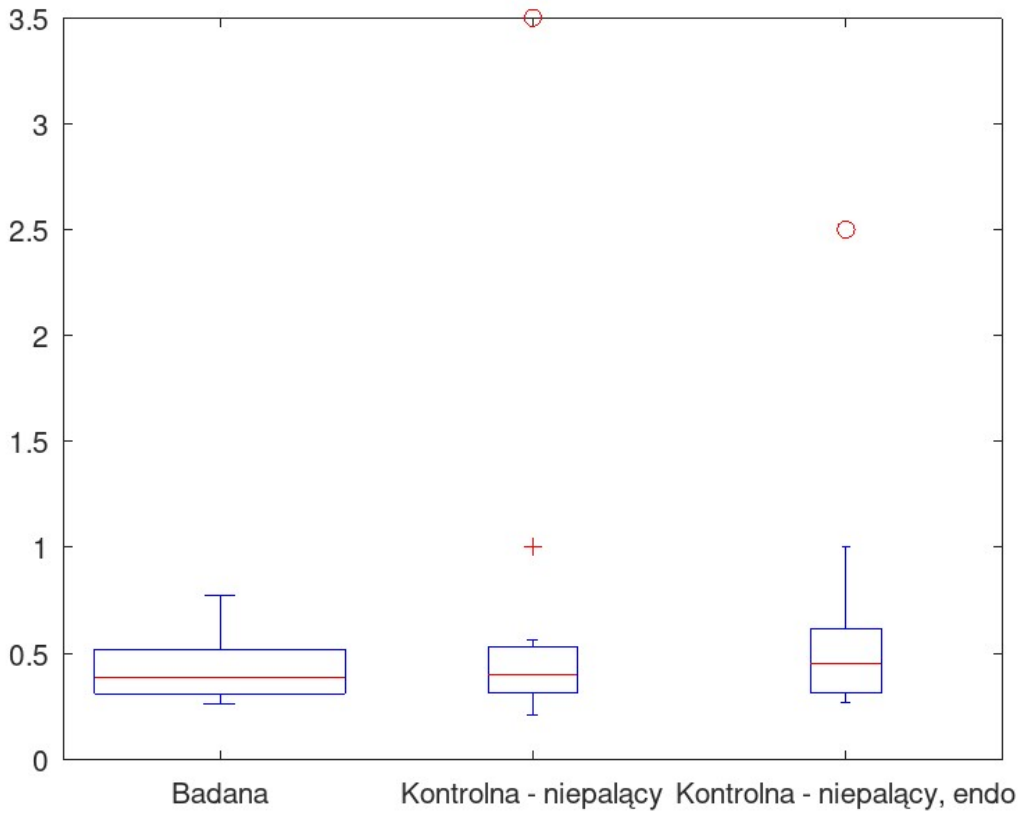
Ryc. 31 Porównanie wartości parametru F0 [Hz] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Najniższą wartość mediany parametru F0 dla mężczyzn odnotowano w grupie kontrolnej niepalących, wyższą wartość mediany w grupie badanej, natomiast najwyższą dla niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki. Największy rozrzut pomiędzy kwartylami jest w grupie kontrolnej niepalących. (tab. 11) (ryc. 31).

Tabela 12 Wybrane statystyki opisowe parametru Jitter [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	0,26	0,31	0,39	0,52	0,77	28
Kontrolna niepalących	0,21	0,29	0,40	0,56	3,50	10
Kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	0,27	0,29	0,45	0,49	2,50	8

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



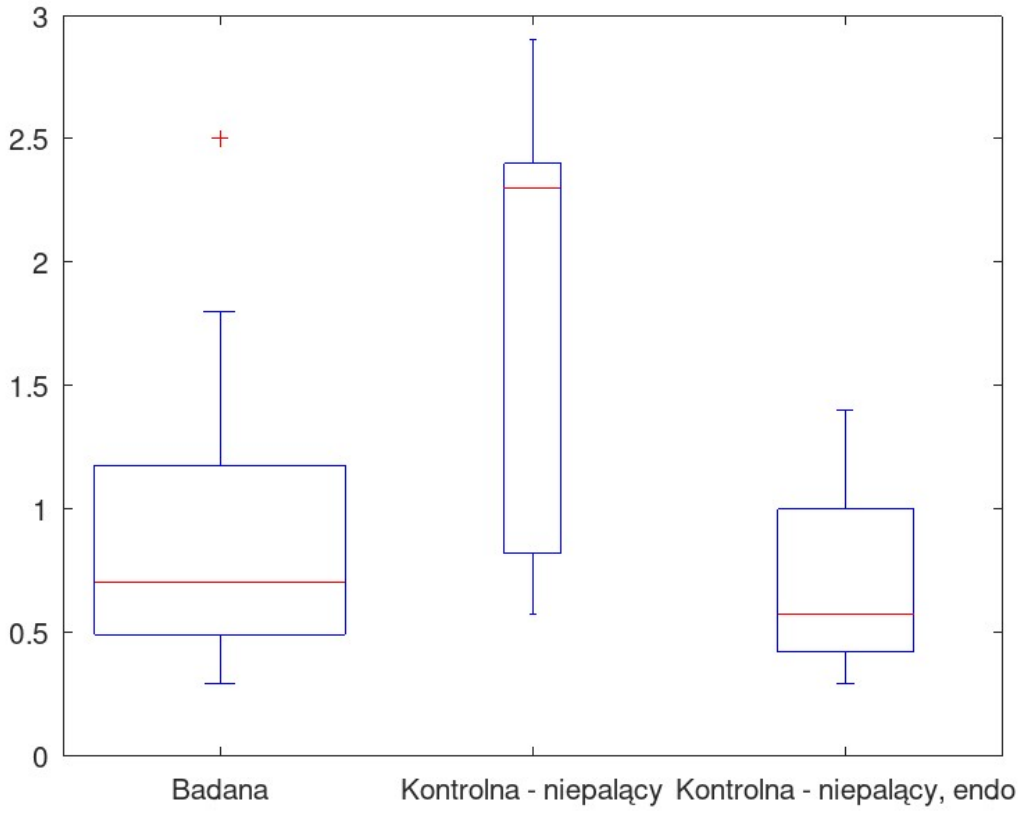
Ryc. 32 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Wartość mediany parametru Jitter [%] kobiet jest bardzo zbliżona we wszystkich trzech grupach i nie przekracza 0,5. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku grup kontrolnych istnieją górne wartości odstające *(wartość* $\geq Q3 + 1{,}5 \times IQR$*, gdzie IQR stanowi rozstęp ćwiartkowy: Q3-Q1)* [140] (tab. 12) (ryc. 32).

Tabela 13 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Jitter [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	0,29	0,49	0,70	1,20	2,5	22
Kontrolna niepalących	0,57	0,82	2,30	2,40	2,9	5
Kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	0,29	0,40	0,57	0,93	1,4	12

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



Ryc. 33 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

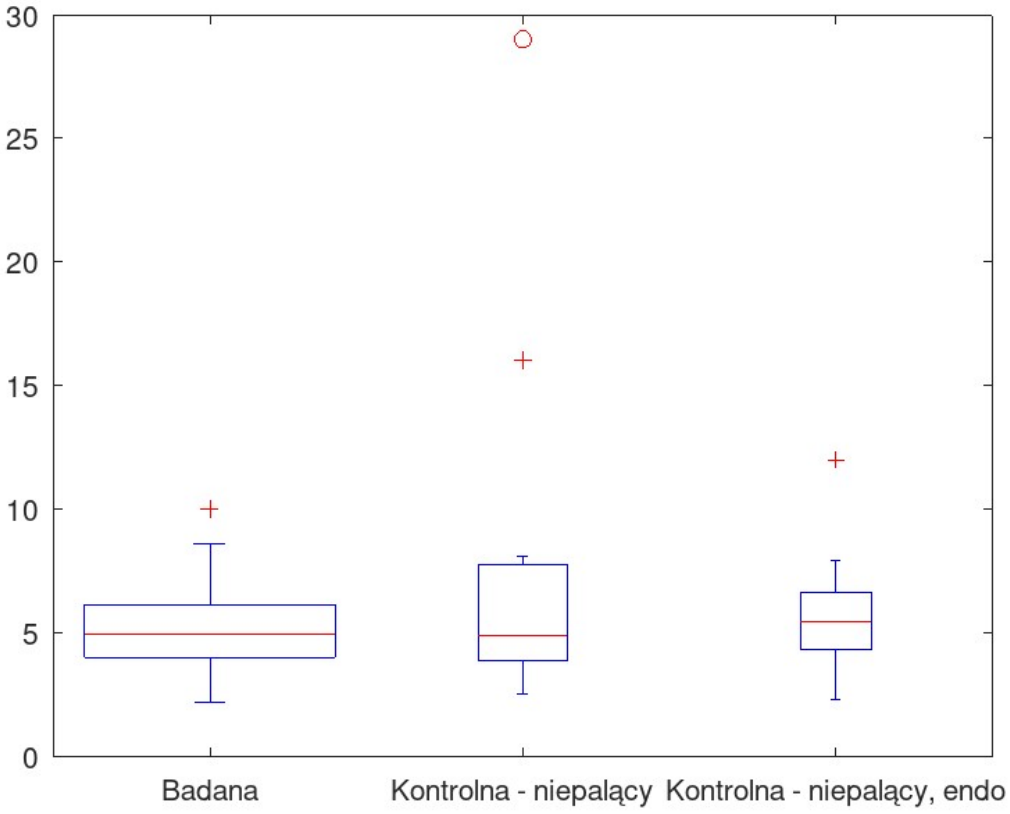
W przypadku mężczyzn wartość mediany parametru Jitter [%] grupy badanej i grupy kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki są zbliżone, natomiast zdecydowanie wyższa jest u osób z grupy kontrolnej niepalących. Warto tu zaznaczyć, że górna wartość ekstremalna w grupie badanej zbliżona jest do mediany grupy kontrolnej niepalących. W grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki takich wartości ekstremalnych nie obserwujemy. Największy rozrzut pomiędzy kwartylami widoczny jest natomiast w grupie kontrolnej niepalących. W tym miejscu warto zwrócić uwagę, iż jest to także grupa najmniej

liczna spośród porównywanych w tej sekcji, dlatego wynik ten należy interpretować z ostrożnością (tab. 13) (ryc. 33).

Tabela 14 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Shimmer [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	2,20	3,70	4,95	6,10	10	28
Kontrolna niepalących	2,50	3,70	4,90	8,10	29	10
Kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	2,30	3,10	5,45	6,20	12	8

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



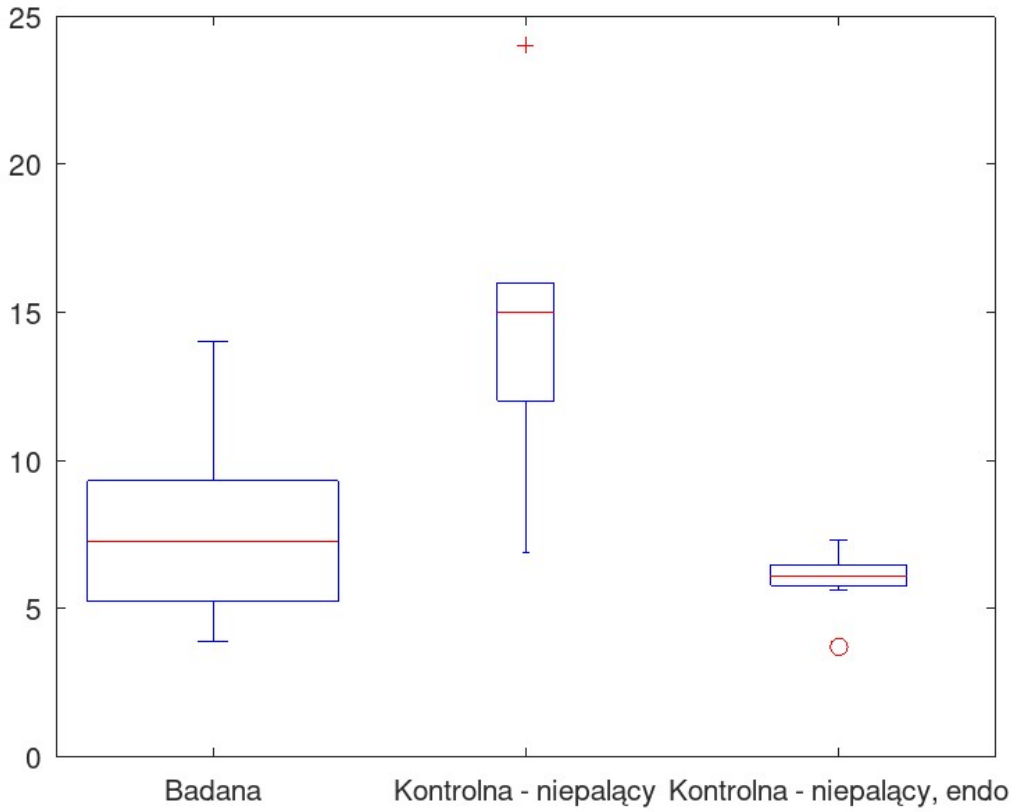
Ryc. 34 Porównanie wartości parametru Shimmer [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Wartość mediany parametru Shimmer [%] kobiet jest zbliżona we wszystkich trzech grupach i plasuje się w przedziale 4,9%-5,45 %. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku grupy kontrolnej niepalących odnotowano wartość odstającą (29%). Dla wszystkich trzech grup istnieją także obserwacje ekstremalne (tab. 14) (ryc. 34).

Tabela 15 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Shimmer [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	3,9	5,2	7,25	9,5	14	22
Kontrolna niepalących	6,9	12	15	16	24	5
Kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	3,7	5,70	6,10	6,4	7,30	12

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



Ryc. 35 Porównanie wartości parametru Shimmer [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

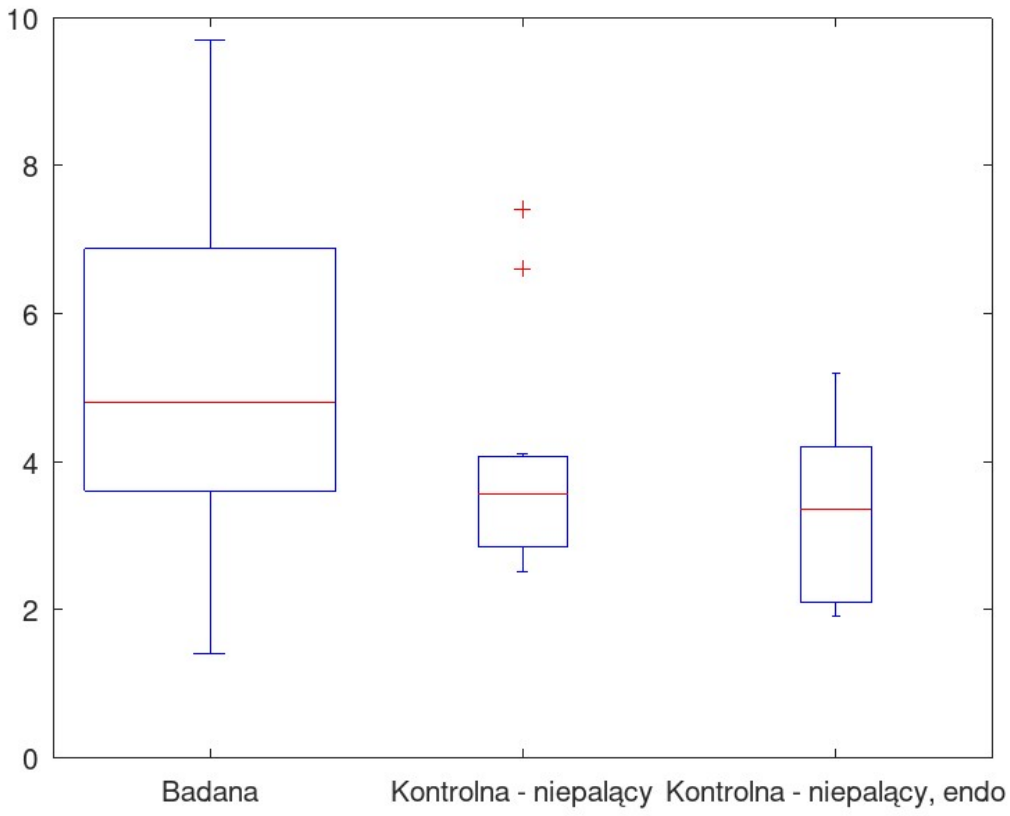
U mężczyzn wartości mediany parametru Shimmer [%] grupy badanej i grupy kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki są zbliżone, natomiast zdecydowanie wyższa jest u osób z grupy kontrolnej niepalących. Warto tu zauważyć, że w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki pojawia się dolna wartość odstająca $(wartość \leq Q3 + 1{,}5 \times IQR)$ [140] i jest ona niższa od najniższych wartości, niebędących outlierem pozostałych grup. W przypadku grupy niepalących nie zaobserwowano przedziału

wartości granicy między Q3, a najwyższym wynikiem, który nie jest outlierem (tab. 15) (ryc. 35).

Tabela 16 Wybrane statystyki opisowe dla parametru NHR [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	1,40	3,30	4,80	6,80	9,70	28
Kontrolna niepalących	2,50	2,70	3,55	4,10	7,40	10
Kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	1,90	2,10	3,35	4,20	5,20	8

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



Ryc. 36 Porównanie wartości parametru NHR [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki.

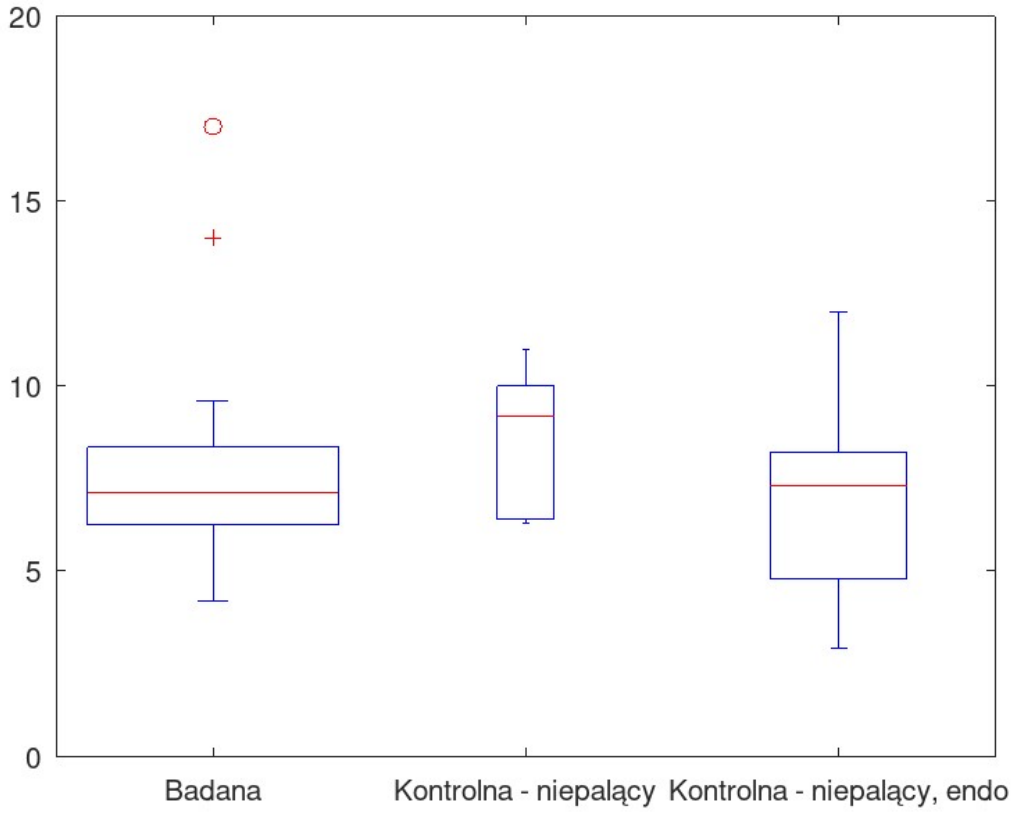
W przypadku parametru NHR [%] kobiet wartość mediany jest najniższa dla grupy kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki. Nieco wyższą medianę odnotowano w grupie kontrolnej niepalących, zaś najwyższą w grupie badanej. W grupie kontrolnej

niepalących zaobserwowano dwie wartości ekstremalne. Nie są one jednak większe niż najwyższa wartość, niebędących outlierem grupy badanej. Największy rozrzut pomiędzy kwartylami widoczny jest w grupie badanej (tab. 16) (ryc. 36).

Tabela 17 Wybrane statystyki opisowe dla parametru NHR [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	4,20	6,20	7,10	8,40	17	22
Kontrolna niepalących	6,30	6,40	9,20	10	11	5
Kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki	2,90	4,70	7,30	8,10	12	12

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



Ryc. 37 Porównanie wartości parametru NHR [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Wartość mediany NHR [%] u mężczyzn jest najniższa dla grupy badanej, wyższą obserwuje się w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki, najwyższą

natomiast w grupie kontrolnej niepalących. W grupie badanej obserwuje się zarówno wartość ekstremalną, jak i odstającą (tab. 17) (ryc. 37).

Następnie poddano weryfikacji istnienie istotnych statystycznie różnic parametrów akustycznych głosu osób palących papierosy od co najmniej 5 lat w odniesieniu do osób niepalących od co najmniej 10 lat. Z uwagi na różnice wartości norm dla płci dokonano analiz z podziałem na płeć.

Tabela 18 Istotne statystycznie różnice parametrów akustycznych głosu kobiet w I pomiarze w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

	Grupa badana vs grupa kontrolna niepalących	Grupa badana vs kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki
F0	p_value = 0.1492	p_value = 0.6615
Jitter	p_value = 0.9339	p_value = 0.6891
Shimmer	p_value = 0.7153	p_value = 0.6753
NHR	p_value = 0.08754	p_value = 0.018212

(kolorem fioletowym oznaczono wartość istotną statystycznie przy $\alpha < 0,05$, kolorem zielonym oznaczono wartość bliską istotności statystycznej przy $0,05 < \alpha > 0,1$)

W przypadku kobiet odnotowano istotną statystycznie różnicę parametru NHR dla zestawienia pomiarów grupy badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki oraz wynik bliski istotności dla zestawienia wyników pomiarów grup badanej i kontrolnej niepalących. Oznacza to, że w przypadku kobiet palących w odniesieniu do grup niepalących na poziomie istotnym i bliskim istotności zachodzi zmiana parametru głosu określającego poziom szumów, czyli stosunek składowych nieharmonicznych do harmonicznych (tab. 18).

Tabela 19 Istotne statystycznie zmiany parametrów akustycznych głosu mężczyzn w I pomiarze w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

	Grupa badana vs grupa kontrolna niepalących	Grupa badana vs kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki
F0	p_value = 0.3176	p_value = 0.1941
Jitter	p_value = 0.070102	p_value = 0.2873
Shimmer	p_value = 0.013609	p_value = 0.2636
NHR	p_value = 0.3175	p_value = 0.8428

(kolorem fioletowym oznaczono wartość istotną statystycznie przy $\alpha < 0,05$, kolorem zielonym oznaczono wartość bliską istotności statystycznej przy $0,05 < \alpha > 0,1$)

U mężczyzn zaobserwowano istotną statystycznie różnicę dla zestawienia pomiarów parametru Shimmer i bliską istotności zestawienia parametru Jitter w grupie badanej i kontrolnej niepalących. Nie zidentyfikowano natomiast istotnych różnic dla grup badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki (tab. 19).

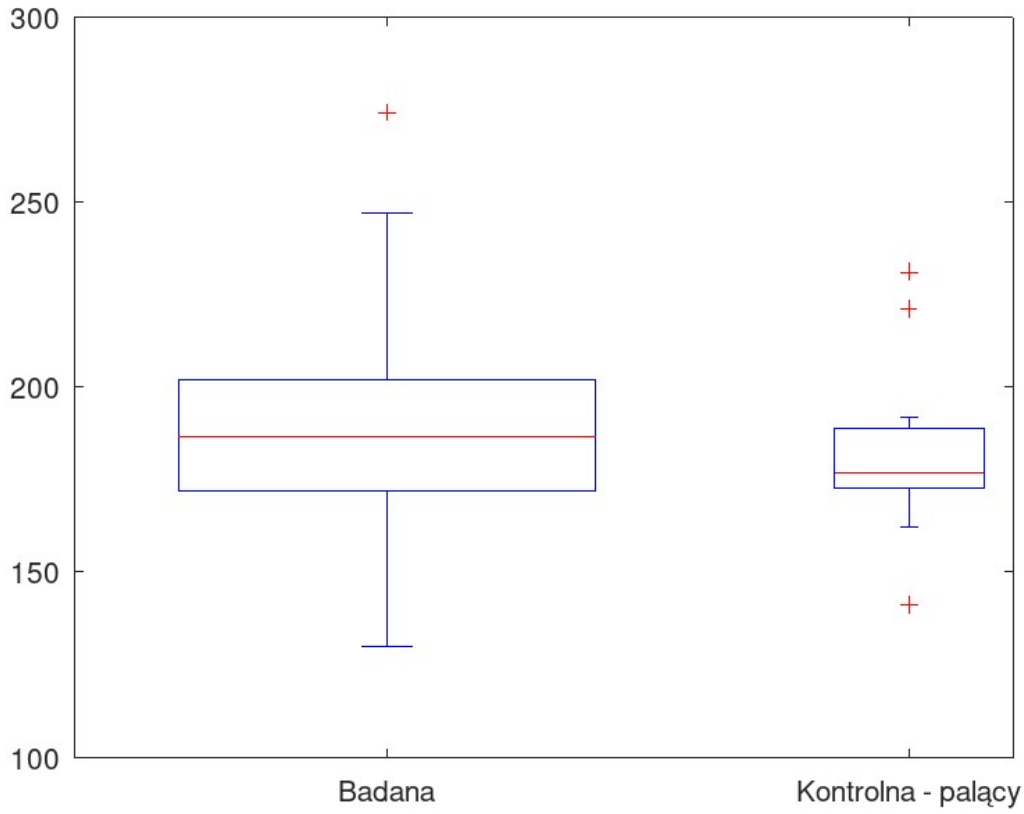
4.3 Związek między parametrami akustycznymi głosu osób palących a zabiegiem endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub kolanowego na podstawie analizy danych w grupie badanej i kontrolnej palących

Dokonując kolejnych analiz podjęto próbę odpowiedzi na pytanie, czy u pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego lub/i biodrowego aktywnie palących papierosy od co najmniej 5 lat zmiany cech fizycznych głosu są intensywniejsze.

Tabela 20 Wybrane statystyki opisowe dla parametru F0 [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	130	171	186,50	202	274	28
Kontrolna palących	141	172	177	192	231	10

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



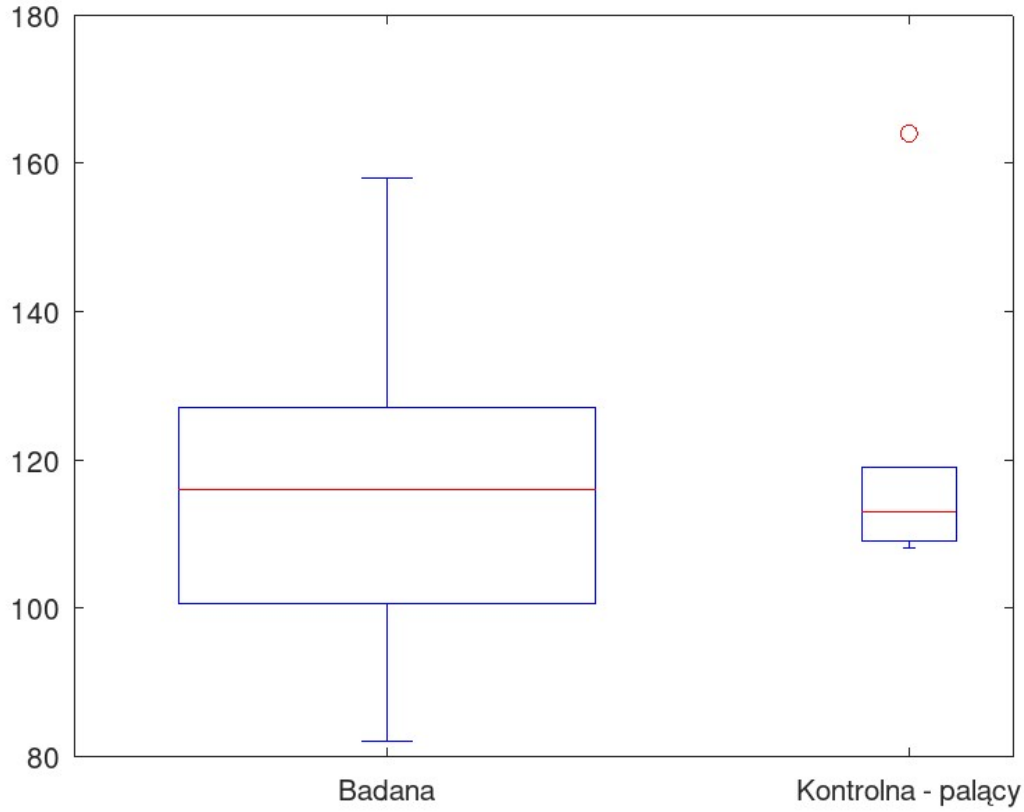
Ryc. 38 Porównanie wartości parametru F0 [Hz] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących

W przypadku kobiet różnica wartości mediany parametru F0 [Hz] grupy badanej i grupy kontrolnej palących wynosi jedynie 9,5 [Hz] . Pojawiają się także wartości ekstremalne górne i dolne w przypadku grupy kontrolnej. Ich wartości mieszczą się natomiast w zakresie wartości najwyższego i najniższego wyniku nie będącego outlierem i wartością ekstremalną grupy badanej. W grupie badanej pojawia się natomiast obserwacja ekstremalna, która wynosiła 274 Hz (tab. 20) (ryc. 38).

Tabela 21 Wybrane statystyki opisowe dla parametru F0 mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	82	100	116	127	158	22
Kontrolna palących	108	109	113	119	164	5

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



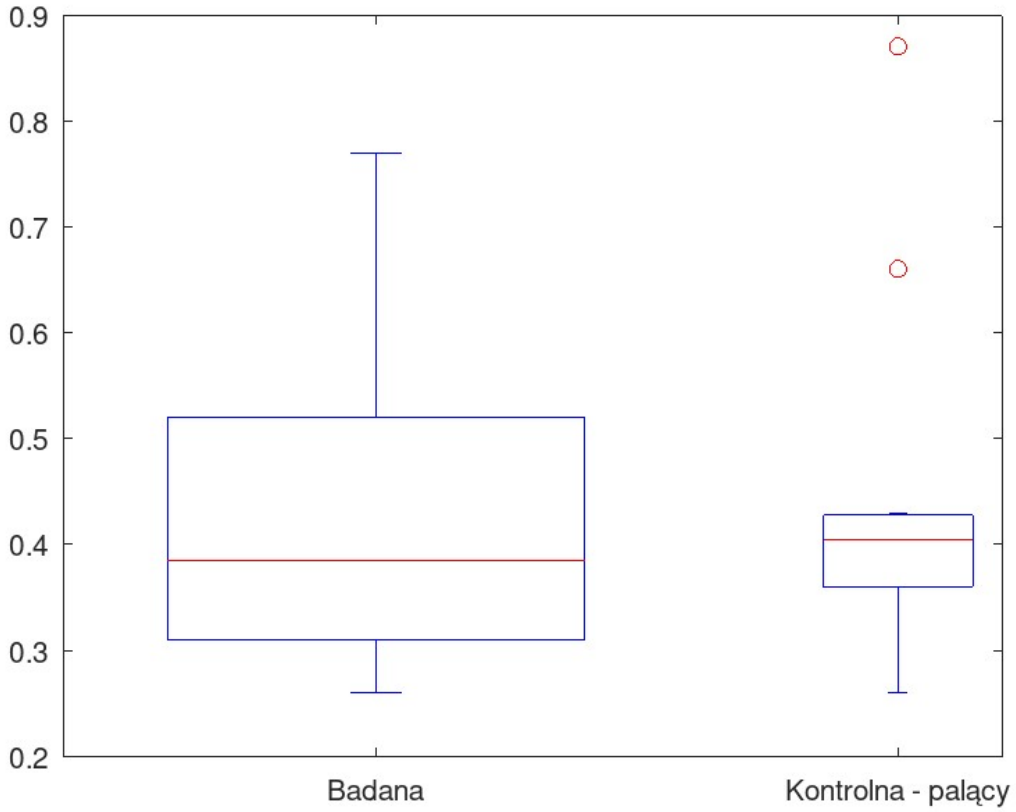
Ryc. 39 Porównanie wartości parametru F0 [Hz] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących

Wartości mediany parametru F0 (Hz) mężczyzn są zbliżone. W przypadku grupy palących nie zaobserwowano „górnego wąsa"- przedziału wartości granicy Q3, a najwyższego wyniku, który nie jest outlierem. Odnotowano natomiast outlier górny o wartości 164 Hz, co stanowi wartość niewiele wyższą w odniesieniu do najwyższego wyniku, który nie jest outlierem grupy badanej (tab. 21) (ryc. 39).

Tabela 22 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Jitter [%] kobiet I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	0,26	0,31	0,39	0,52	0,77	28
Kontrolna palących	0,26	0,36	0,41	0,43	0,87	10

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



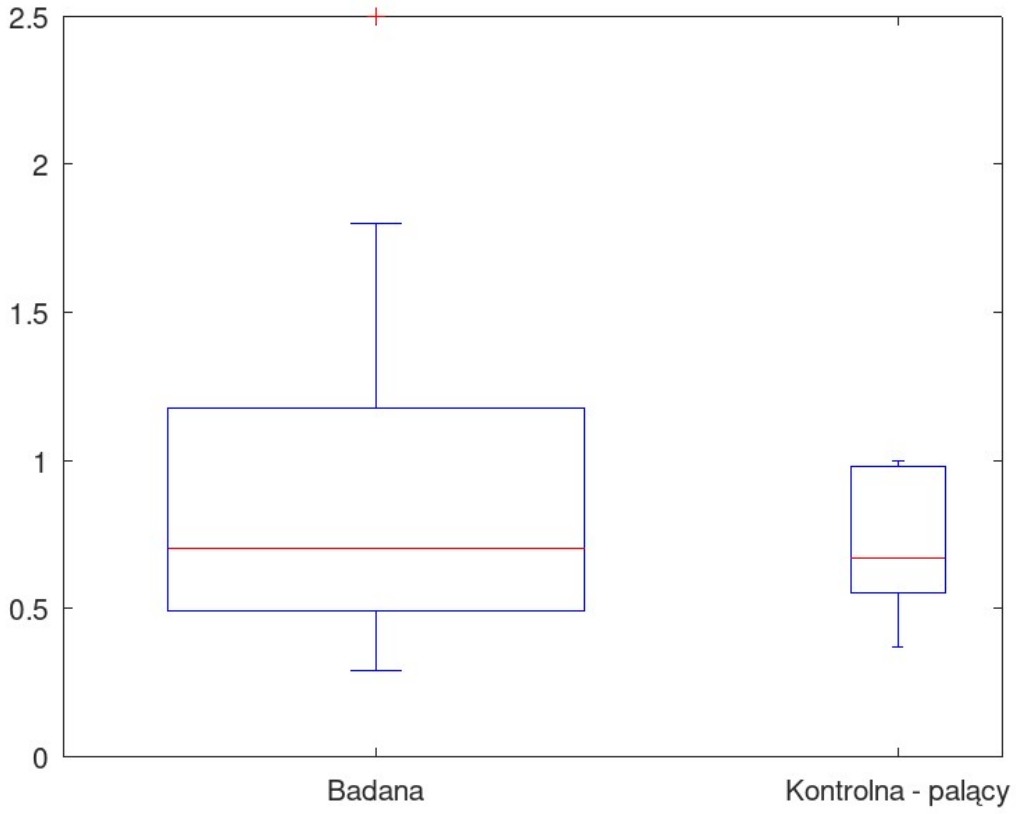
Ryc. 40 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących

Różnica wartości mediany parametru Jitter [%] u kobiet grupy badanej i kontrolnej palących wynosi 0,02. W grupie kontrolnej palących obserwuje się natomiast dwie wartości odstające, z czego najwyższa o 0,10 przekracza wartość maksymalną zmierzoną w grupie badanej (tab. 22) (ryc. 40).

Tabela 23 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Jitter [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	0,29	0,49	0,70	1,20	2,50	22
Kontrolna palących	0,37	0,55	0,67	0,98	1	5

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



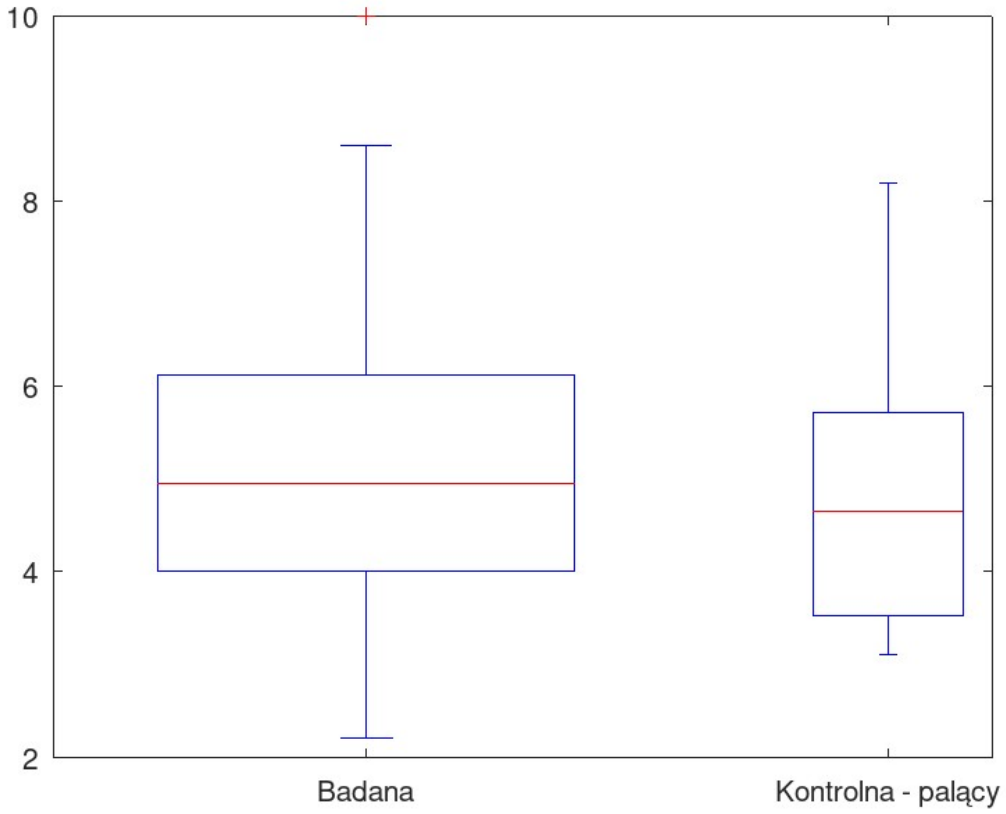
Ryc. 41 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących

Wartości mediany parametru Jitter [%] u mężczyzn grupy badanej i kontrolnej palących są zbliżone, a różnica między nimi wynosi 0,03. Wartość ekstremalna dla grupy badanej wynosi 2,5, co znacząco odbiega od pozostałych pomiarów w tym zakresie u mężczyzn (tab. 23) (ryc. 41) .

Tabela 24 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Shimmet [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	2,20	3,70	4,95	6,10	10	28
Kontrolna palących	3,10	3,50	4,65	5,90	8,20	10

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



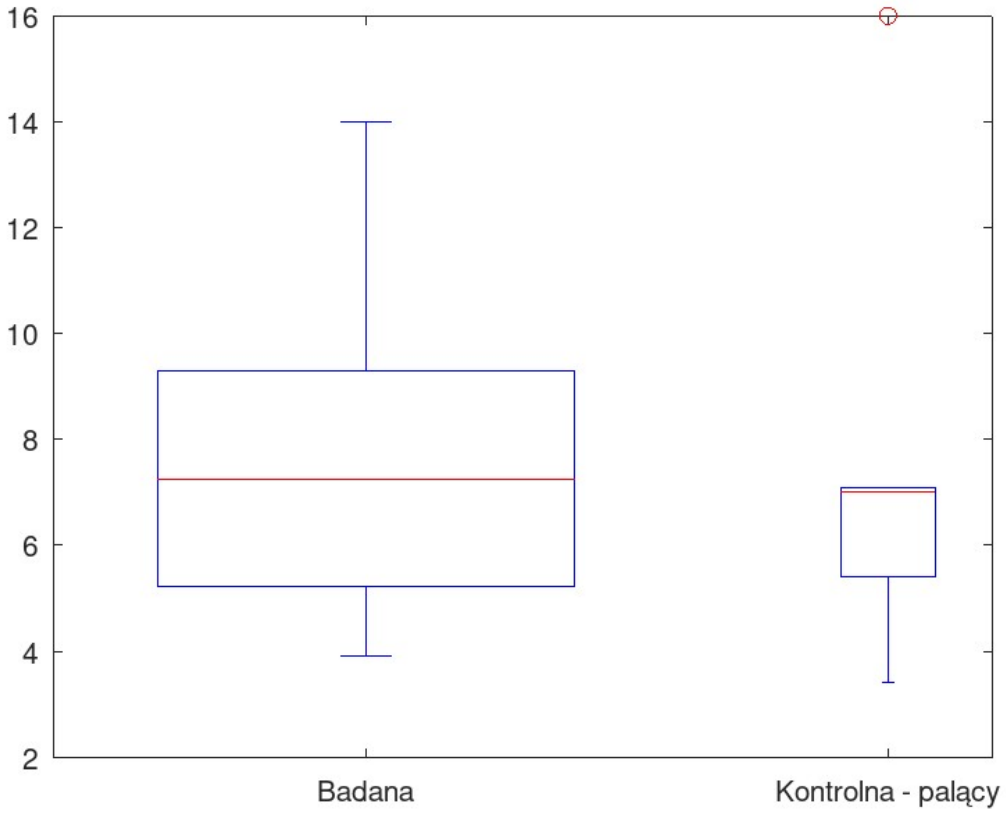
Ryc. 42 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących

Wartości mediany, Q1 i Q3 parametrów Shimmer (%) kobiet grupy badanej i kontrolnej palących są zbliżone. Odnotowano natomiast wartość ekstremalną dla grupy badanej, która wynosi 10 (tab. 24) (ryc. 42).

Tabela 25 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Shimmer [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	3,90	5,20	7,25	9,50	14	22
Kontrolna palących	3,40	5,40	7	7,10	16	5

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



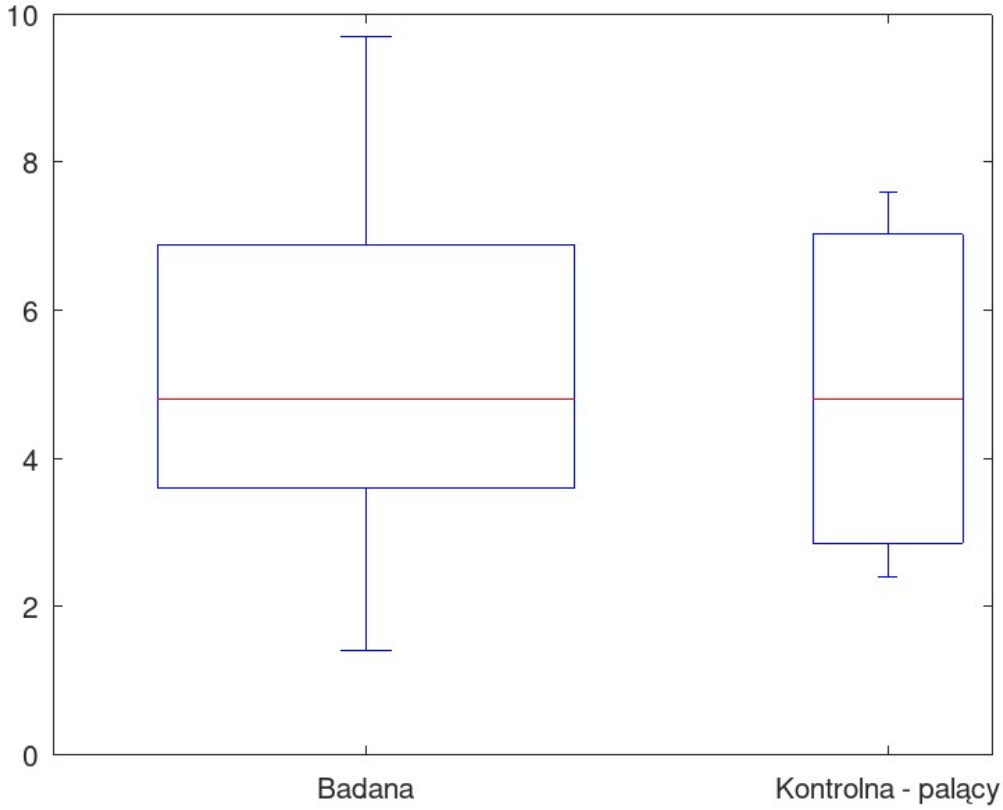
Ryc. 43 Porównanie wartości parametru Shimmer [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących

W przypadku mężczyzn wartości mediany Shimmer [%] grupy badanej i kontrolnej palących różnią się o 0,25. Zaobserwowano również, że mediana grupy kontrolnej zbliżona jest do górnej wartości Q3 i posiada wartość odstającą znacznie odbiegającą od mediany (tab. 25) (ryc. 43).

Tabela 26 Wybrane statystyki opisowe dla parametru NHR [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	1,40	3,30	4,80	6,80	9,70	28
Kontrolna palących	2,40	2,60	4,80	7,10	7,60	10

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



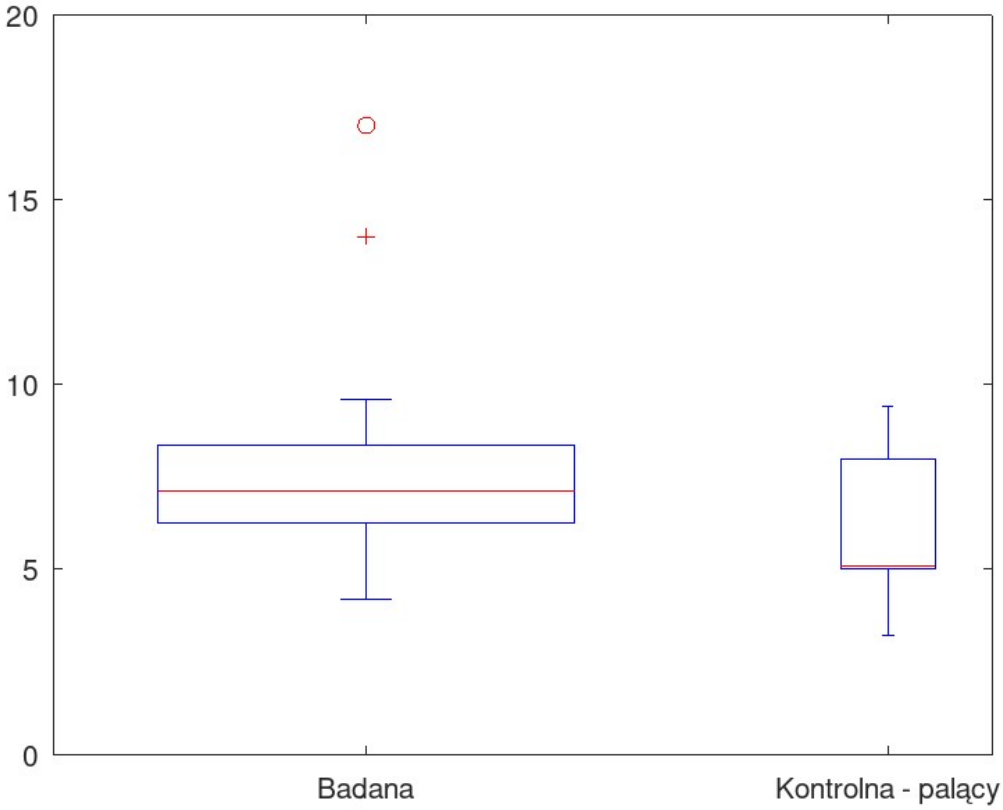
Ryc. 44 Porównanie wartości parametru NHR [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących

Wartości mediany dla grupy badanej i kontrolnej palących są identyczne. Widoczny jest natomiast rozrzut pomiędzy kwartylami w grupie kontrolnej palących (tab. 26) (ryc. 44).

Tabela 27 Wybrane statystyki opisowe dla parametru NHR [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

Grupa	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	N
Badana	4,20	6,20	7,10	8,40	17	22
Kontrolna palących	3,20	5	5,10	8,00	9,40	5

(**Min** – wartość minimalna, **Q1**- pierwszy kwartyl, , **Q3**- trzeci kwartyl , **Max**-wartość maksymalna, **N**- liczebność grupy)



Ryc. 45 Porównanie wartości parametru NHR [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących

W przypadku mężczyzn wartości mediany NHR [%] grupy badanej i kontrolnej palących różnią się o 2 %. Zaobserwowano również, że mediana grupy kontrolnej zbliżona jest do dolnej wartości Q1. Grupa badana zawiera obserwację ekstremalną i wartość odstającą znacząco odbiegające od mediany (tab.27) (ryc. 45).

W kolejnym etapie poddano weryfikacji istnienie różnicy parametrów akustycznych głosu osób palących papierosy po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego w odniesieniu do grupy kontrolnej osób palących.

Tabela 28 Istotne statystycznie różnice parametrów akustycznych głosu kobiet i mężczyzn - w I pomiarze w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących

	Kobiety Grupa badana vs grupa kontrolna palących	Mężczyźni Grupa badana vs grupa kontrolna palących
F0	p_value = 0.6424	p_value = 0.6173
Jitter	p_value = 0.8292	p_value = 0.7313
Shimmer	p_value = 0.7029	p_value = 0.8269
NHR	p_value = 0.7276	p_value = 0.5119

Powyższa analiza **nie wskazała istotności statystycznej dla różnicy parametrów akustycznych głosu** ani dla mężczyzn, ani dla kobiet między grupami (tab. 28).

4.4 Związek zaburzeń symetrii ciała z przebytym zabiegiem endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego

Na podstawie zgromadzonych danych dokonano analiz dla weryfikacji, czy u chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego lub/i kolanowego występuje zaburzenie symetrii ciała?

Analizie poddano wyniki 7 parametrów postawy ciała DIERS: nachylenie tułowia, odchylenie od pionu, skośność miednicy, skręcenie miednicy, kąt kifozy, kąt lordozy i rotacja powierzchni (rms – wyznaczona na podstawie średniej kwadratowej wartości maksymalnej i minimalnej). Procedurom statystycznym poddano parametry DIERS dla 62 osób: 43 pacjentów grupy badanej oraz 19 chorych grupy kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/ i kolanowego. Przyjęto dla α wartość 0,05.

Tabela 29 Opis statystyk globalnego wskaźnika zaburzeń symetrii AI

Mediana AI	16,645
Q1 AI	10,784
Q3 AI	27,929
Min AI	2,755
Max AI	79,676
Pacjenci z AI > 0	62
Odsetek pacjentów z AI > 0	100
W global	1953
z global	6,843
p global	0

(**AI** - globalny wskaźnik zaburzenia symetrii, **Mediana AI**–wartość mediany AI, **Q1 AI-** pierwszy kwartyl AI; **Q3 AI** - trzeci kwartyl AI , **W global** - statystyka testu Wilcoxona globalnego wskaźnika zaburzenia symetrii; **z global** -znormalizowana statystyka testowa globalnego wskaźnika zaburzenia symetrii; **p global-** wartość prawdopodobieństwa testowego globalnego wskaźnika zaburzenia symetrii)

Wyznaczenie wskaźnika globalnego pozwala na porównywanie i łączenie w jeden wskaźnik globalny parametrów o różnych skalach. Z powyższych analiz wynika, na AI > 0 dla 100 % (N=62), czyli występuje globalne odchylenie profilu parametrów DIRS od normy dla wszystkich analizowanych osób (tab. 29).

Tabela 30 Zaburzenia parametrów postawy ciała DIERS w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Parametr	Mediana dev	Q1 dev	Q3 dev	Pacjenci poza normą	Odsetek pacjentów poza normą	W	z	p surowe	p Holm	Istotność:
nachylenie tułowia [mm]	11,5	6,5	18,275	62	100	1953	6,843	0	0	1
odchylenie od pionu [mm]	0,036	0	0,571	31	50	496	4,866	0	0	1
skośność miednicy [mm]	0	0	0,25	27	43,55	378	4,733	0	0	1
skręcenie miednicy [°]	0	0	0,25	28	45,16	406	4,793	0	0	1
kąt kifozy [°]	0,35	0	0,92	43	69,35	946	5,707	0	0	1
kąt lordozy [°]	1,25	0,46	2,68	54	87,1	1485	6,39	0	0	1
rotacja powierzchni (rms) [°]	8,546	3,243	22,57	62	100	1953	6,844	0	0	1

(**Mediana dev** – mediana wartości odchylenia, **Q1 dev**- pierwszy kwartyl wartości odchylenia, **Q3 dev**- trzeci kwartyl wartości odchylenia, **W** - statystyka testu Wilcoxona; **z** -znormalizowana statystyka testowa; **p**- wartość prawdopodobieństwa testowego**; p Holm** - wartość p skorygowana metoda Holma-Bonferroniego; **rms** - średnia kwadratowa wartości rotacji powierzchni wartości: + max i – max)

Wśród osób po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego 100 % (N=62) miało nieprawidłowe wartości parametru nachylenia tułowia. Uwzględniając różnicę norm dla płci odnotowano nieprawidłowe wartości pomiaru kąta lordozy dla 87,1 % (N=54). W przypadku kąta kifozy 69,35% osób (N=43) miało nieprawidłowy ten parametr. 50% (N=31) osób miało zaburzone odchylenie od pionu. Dla 45,16% odnotowano nieprawidłową wartość parametru skręcenia miednicy, natomiast wartość skośności miednicy była poza normą u 43,55 % (N=27). Odnotowano istotne statystycznie zaburzenie każdego z analizowanych parametrów DIERS (tab. 30) .

Tabela 31 Opis statystyk dla liczby parametrów postawy ciała DIERS poza normą

Mediana	5
Q1	4
Q3	5
Min	3
Max	7
Pacjenci z >=1 parametrem poza norma	62
Odsetek pacjentów z >=1 parametrem poza norma	100
W	1953
z	7,066
p	0

(**Q1**- pierwszy kwartyl; **Q3** - trzeci kwartyl; **W** - statystyka testu Wilcoxona; **z** -znormalizowana statystyka testowa; **p**- wartość prawdopodobieństwa testowego)

W oparciu o zgromadzony materiał pomiarów parametrów DIERS zaobserwowano, iż każda osoba (N=62) miała zaburzenia symetrii ciała, przy czym mediana liczby zaburzonych parametrów wynosiła 5, minimalna liczba parametrów poza normą – 3, a maksymalnie aż 7 (tab. 31).

Na podstawie przeprowadzonej analizy zgromadzonych danych i wprowadzenia dla wyniku p ≤ 0,05 poprawki metodą Holma-Bonferroniego odnotowano istotnie statystyczną różnicę dla wszystkich 7 analizowanych parametrów. Wskazuje to na zaburzenie symetrii ciała osób po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego.

4.5 Związek zaburzeń symetrii ciała ze zmianami parametrów akustycznych głosu

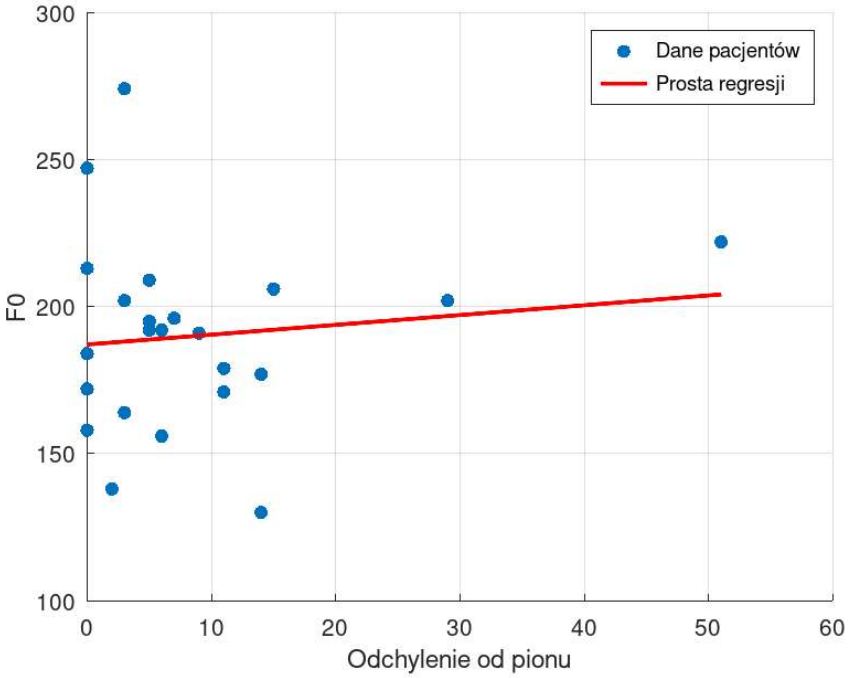
Zweryfikowano związek zaburzeń symetrii ciała i zmian parametrów akustycznych głosu. Analiz dokonano na podstawie zgromadzonego materiału pomiarów parametrów postawy ciała DIERS oraz badania parametrów akustycznych głosu w grupie badanej i grupie kontrolnej osób niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego z uwzględnieniem różnic wynikających z płci

Poniżej przedstawiono zależności parametrów postawy ciała względem pomiarów akustycznych głosu dla par, których parametr p wyliczony metodą korelacji Spearmana przed zastosowaniem korekt był mniejszy lub równy 0,05.

Tabela 32 Zależności parametrów postawy ciała względem parametru F0 [dB] w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

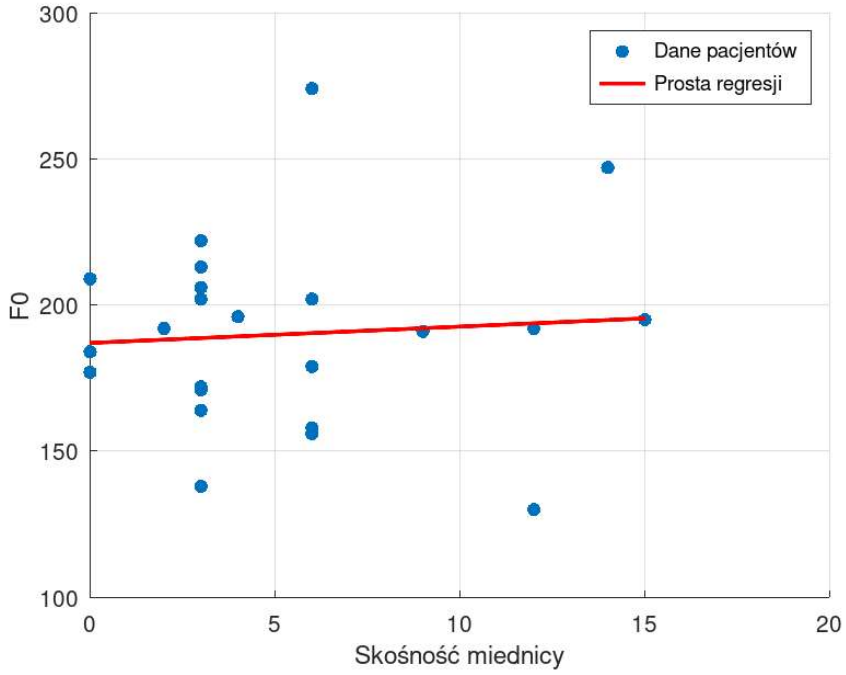
Grupa	F0 [dB] vs. parametr DIERS
Grupa badana: kobiety	F0 [dB] vs. odchylenie od pionu [mm] y = 0.3335*x + 187.1142 R^2 = 0.0140
	F0[dB] vs. skośność miednicy [mm] y = 0.5592*x + 187.0337 R^2= 0.0056
Grupa badana: mężczyźni	F0[dB] vs. nachylenie tułowia [mm] y = -0.0942*x + 118.9195 R^2= 0.0199
	F0[dB] vs. rotacja powierzchni (rms) [◦] y = -0.5054*x + 118.0583 R^2= 0.0049
Grupa kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki: kobiety	F0[dB] vs. skręcenie miednicy [◦] y = -0.2397*x + 184.8562 R^2= 0.0012

(**y**- wzór prostej regresji liniowej, $\mathbf{R^2}$ – współczynnik determinacji)



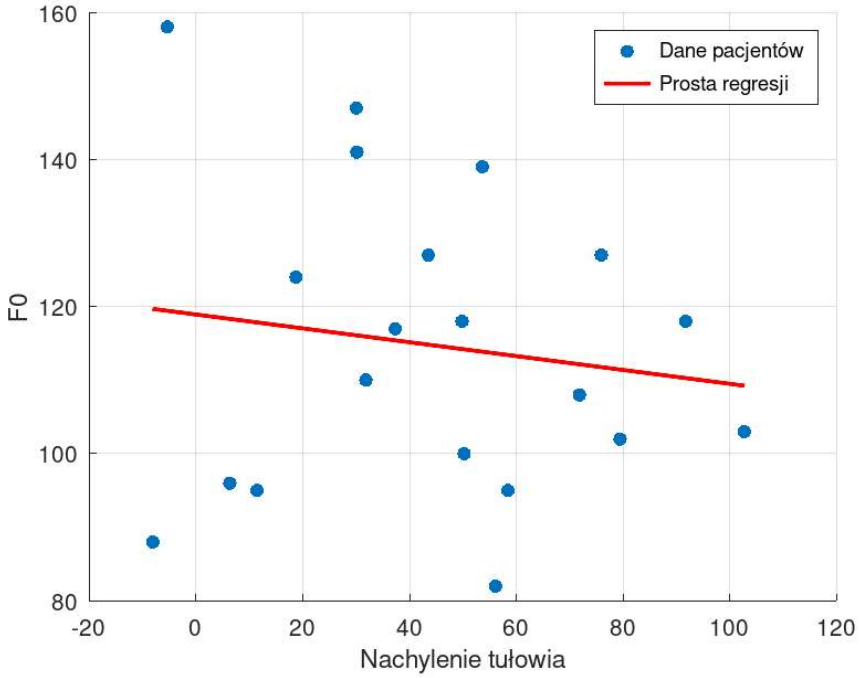
Ryc. 46 Zależność odchylenia od pionu [mm] względem parametru F0 [dB] w badanej grupie kobiet

W przypadku badanej grupy kobiet wraz ze wzrostem odchylenia od pionu w wzrastaczęstotliwość podstawowa (F0) (ryc. 46).



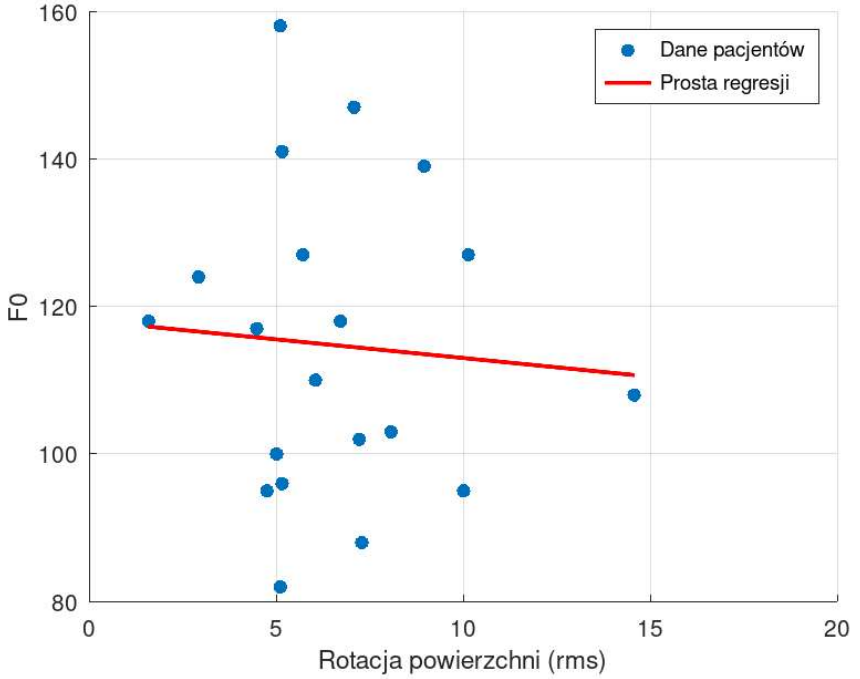
Ryc. 47 Zależność skośności miednicy [mm] względem parametru F0 [dB] w badanej grupie kobiet

Wraz ze wzrostem skośności miednicy odnotowuje się nieznaczny wzrost częstotliwości podstawowej (F0) w badanej grupie kobiet (ryc. 47).



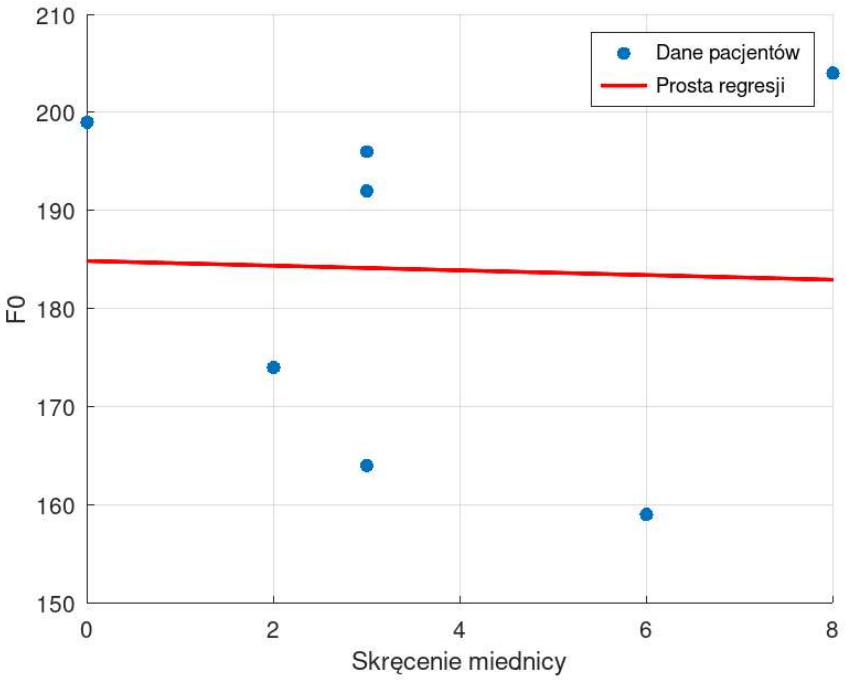
Ryc. 48 Zależność nachylenia tułowia [mm] względem parametru F0 [dB] w badanej grupie mężczyzn

Wraz ze wzrostem nachylenia tułowia spada częstotliwość podstawowa (F0) w badanej grupie mężczyzn (ryc. 48).



Ryc. 49 Zależność rotacji powierzchni (rms) [˚] względem parametru F0 [dB] w badanej grupie mężczyzn

W badanej grupie mężczyzn odnotowuje się spadek częstotliwości podstawowej (F0) wraz ze wzrostem rotacji powierzchni (rms) (ryc. 49).



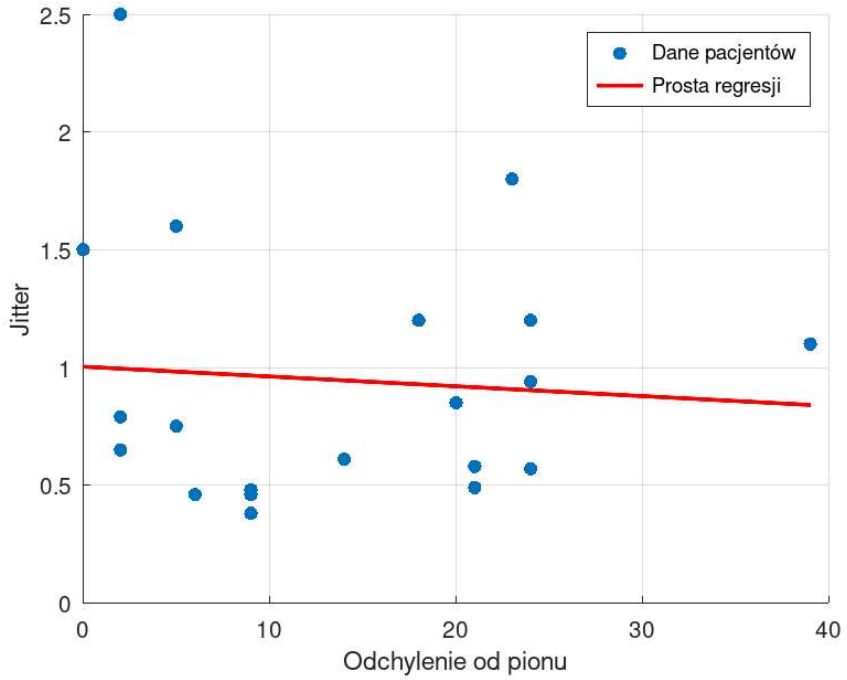
Ryc. 50 Zależność skręcenia miednicy [˚] względem parametru F0 [dB] w grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki

Wraz ze wzrostem stopnia skręcenia miednicy odnotowuje się niewielki spadek częstotliwości podstawowej (F0) w grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki (ryc. 50).

Tabela 33 Zależność parametrów postawy ciała względem parametru Jitter [%] w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

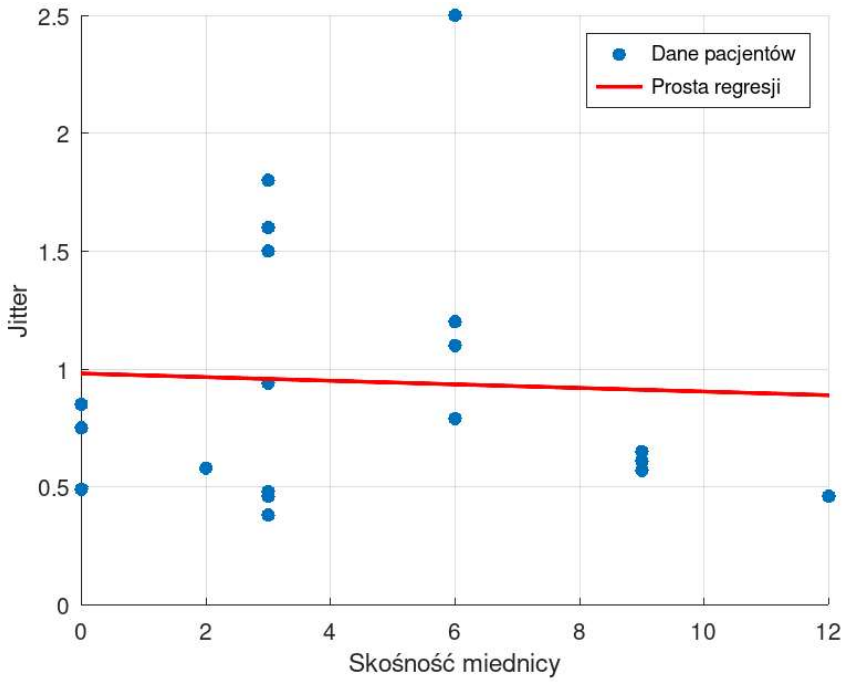
Grupa	Jitter [%] vs. parametr DIERS
Grupa badana: mężczyźni	Jitter [%] vs. odchylenie od pionu [mm] y = -0.0042*x + 1.0032 R^2= 0.0062
	Jitter [%] vs. skośność miednicy [mm] y = -0.0077*x + 0.9808 R^2= 0.0021
Grupa kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki: kobiety	Jitter vs. kąt lordozy [◦] y = 0.0059*x + 0.5015 R^2= 0.0097

(**y**- wzór prostej regresji liniowej, $\mathbf{R^2}$ – współczynnik determinacji)



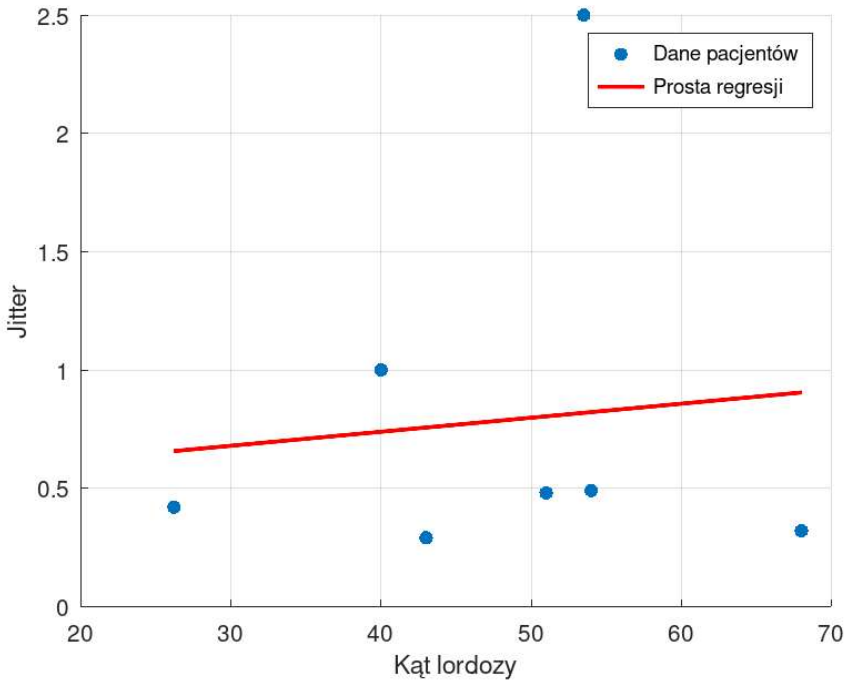
Ryc. 51 Zależność odchylenia od pionu [mm] względem parametru Jitter [%] w badanej grupie mężczyzn

Wraz ze wzrostem odchylenia od pionu spada wartość parametru Jitter w badanej grupie mężczyzn (ryc. 51).



Ryc. 52 Zależność skośności miednicy [mm] względem parametru Jitter [%] w badanej grupie mężczyzn.

W badanej grupie mężczyzn obserwuje się niewielki spadek parametru Jitter wraz ze wzrostem skośności miednicy (ryc. 52).



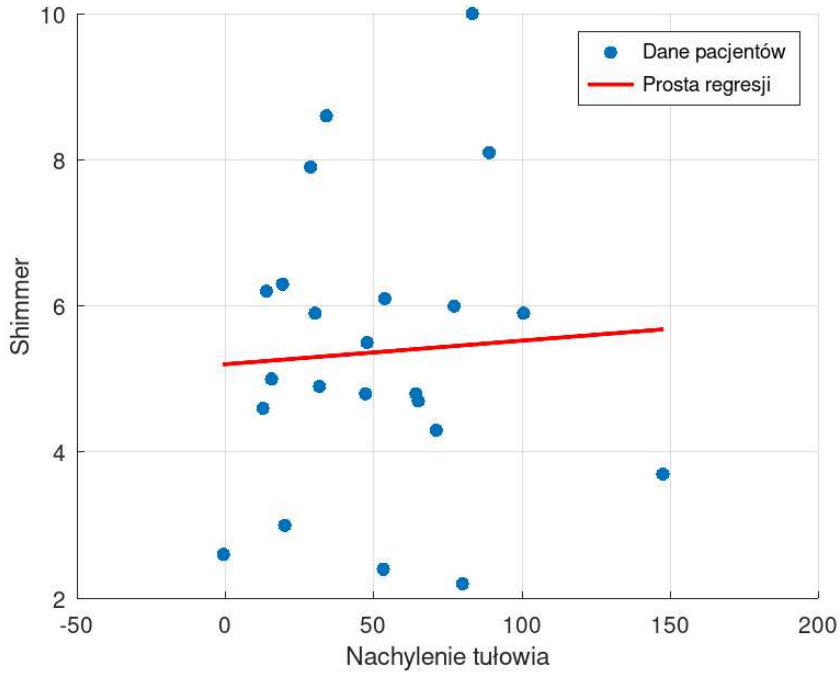
Ryc. 53 Zależność kąta lordozy [˚] względem parametru Jitter [%] w grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki

Wraz ze wzrostem kąta lordozy wzrasta wartość parametru Jitter w grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki (ryc. 53).

Tabela 34 Zależność parametrów postawy ciała względem parametru Shimmer [%] w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

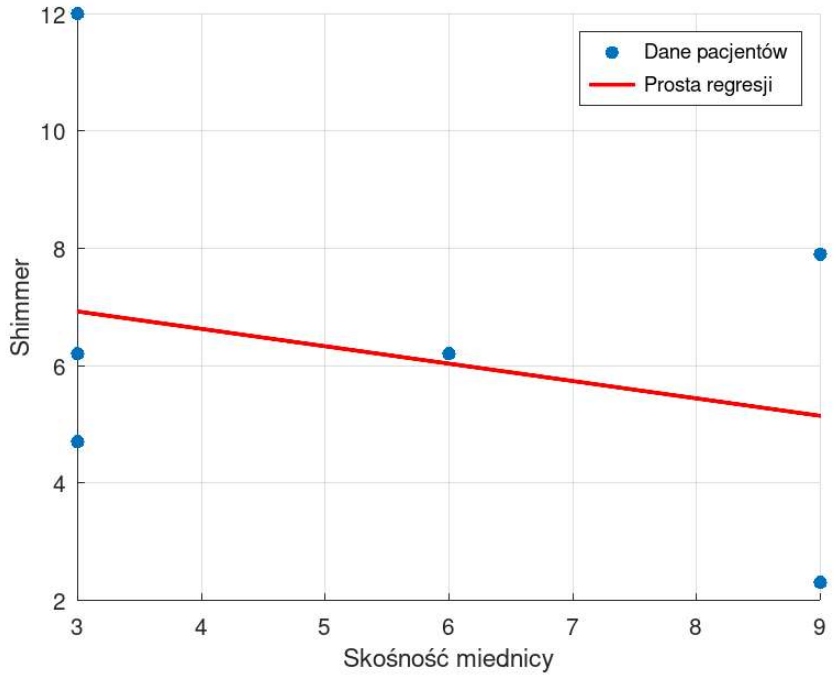
Grupa	Shimmer [%] vs. parametr DIERS
Grupa badana: kobiety	Shimmer [%] vs. nachylenie tułowia [mm] y = 0.0032*x + 5.2034 R^2= 0.0032
Grupa kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki: kobiety	Shimmer [%] vs. skośność miednicy [mm] y = -0.2965*x + 7.8105 R^2= 0.0764

(**y**- wzór prostej regresji liniowej, $\mathbf{R^2}$ – współczynnik determinacji)



Ryc. 54 Zależność nachylenia tułowia [mm] względem parametru Shimmer [%] w badanej grupie kobiet

Wraz ze wzrostem nachylenia tułowia wzrasta wartość parametru Shimmer w badanej grupie kobiet (ryc. 54).



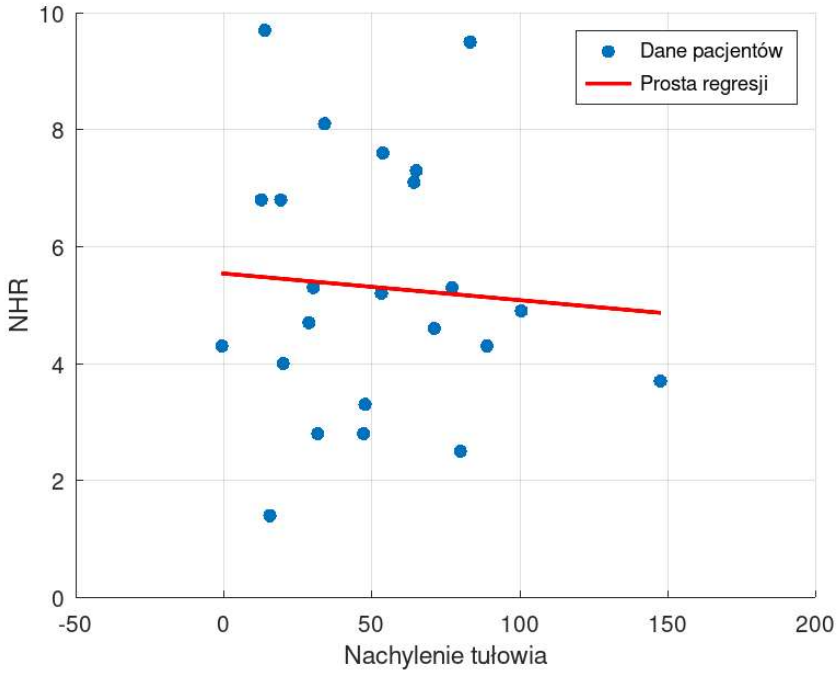
Ryc. 55 Zależność skośności miednicy [mm] względem parametru Shimmer [%] w grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki

W grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki maleje parametr Shimmer wraz ze wzrostem skośności miednicy (ryc. 55).

Tabela 35 Zależność parametrów postawy ciała względem parametru NHR [%] w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

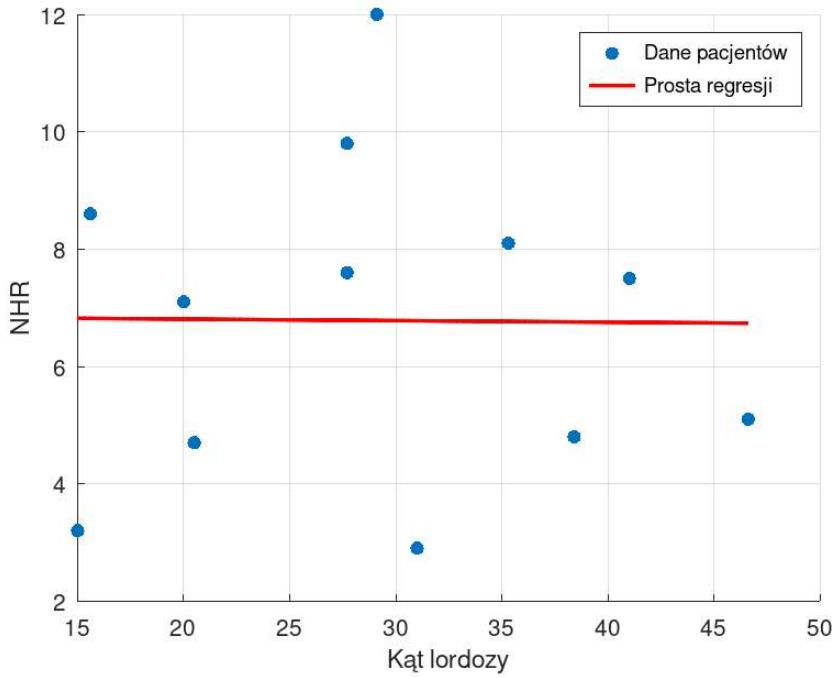
Grupa	NHR [%] vs. parametr DIERS
Grupa badana: kobiety	NHR [%] vs. nachylenie tułowia [mm] y = -0.0046*x + 5.5388 R^2= 0.0051
Grupa kontrolna niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki: mężczyźni	NHR [%] vs. kąt lordozy [◦] y = -0.0026*x + 6.8591 R^2= 0.0001
	NHR [%] vs. rotacja powierzchni [◦] y = 0.0097*x + 6.7158 R^2= 0.0000

(**y**- wzór prostej regresji liniowej, $\mathbf{R^2}$ – współczynnik determinacji)



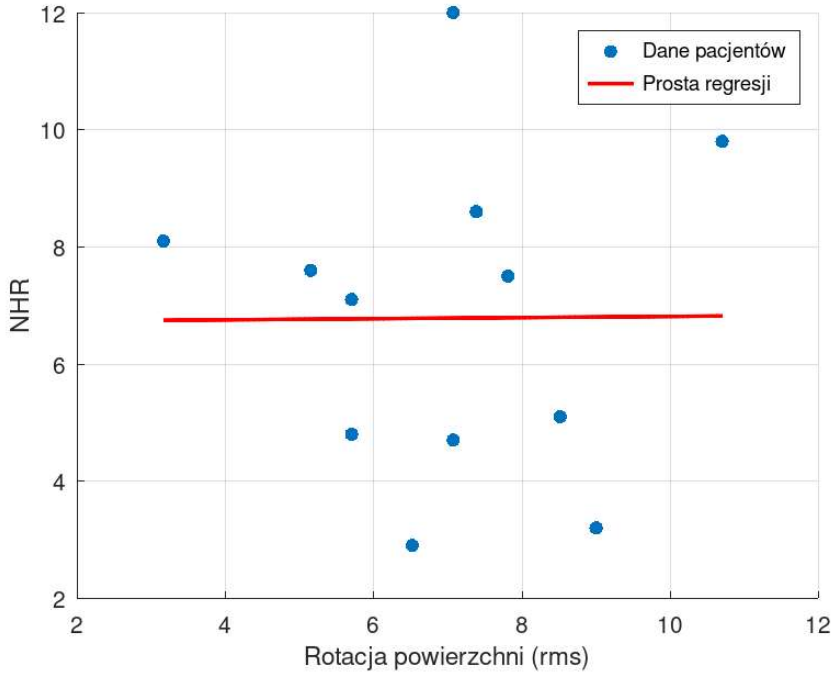
Ryc. 56 Zależność nachylenia tułowia [mm] względem parametru NHR [%] w badanej grupie kobiet

W badanej grupie kobiet parametr NHR maleje wraz ze wzrostem nachylenia tułowia (ryc. 56).



Ryc. 57 Zależność kąta lordozy [˚] względem parametru NHR [%]
w grupie kontrolnej niepalących mężczyzn po zabiegu endoprotezoplastyki

Wraz ze wzrostem kąta lordozy dyskretnie maleje wartość parametru NHR w grupie kontrolnej niepalących mężczyzn po zabiegu endoprotezoplastyki (ryc. 57).



Ryc. 58 Zależność rotacji powierzchni (rms) [˚] względem parametru NHR [%] w grupie kontrolnej niepalących mężczyzn po zabiegu endoprotezoplastyki

Wraz ze wzrostem rotacji powierzchni dyskretnie wzrasta wartość parametru NHR w grupie kontrolnej niepalących mężczyzn po zabiegu endoprotezoplastyki (ryc. 58).

Z powyższych analiz zależności wynika, że w badanej grupie kobiet odnotowuje się wzrost parametrów akustycznych wraz ze wzrostem wartości pomiarów DIERS dla par: odchylenie od pionu – F0 (↑↑); skośność miednicy – F0 (↑↑) ; oraz nachylenie tułowia – Shimmer (↑↑). W przypadku pary nachylenie tułowia i NHR(↑↓) obserwuje się spadek parametru akustycznego w odniesieniu do wzrostu parametru postawy ciała.

W badanej grupie mężczyzn obserwuje się zupełnie inną tendencję. Wraz ze wzrostem wartości parametrów pomiarów DIERS spada wartość parametrów akustycznych głosu. Obserwuje się to w przypadku zestawienia następujących par: nachylenie tułowia-F0 (↑↓); rotacja powierzchni (rms)-F0 (↑↓); odchylenie od pionu – Jitter (↑↓) oraz skośność miednicy - Jitter (↑↓).

Ciekawą obserwację można także poczynić dla grupy kontrolnej kobiet niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki. W tym przypadku obserwuje się, że wraz ze wzrostem parametrów miednicy spadek parametrów akustycznych dla par: skręcenie miednicy-F0 (↑↓) i skośność miednicy -Shimmer (↑↓). W tej grupie odnotowano również zależność liniową wzrostu parametrów kąt lordozy i Jitter (↑↑).

W przypadku grupy kontrolnej niepalących mężczyzn po zabiegu endoprotezoplastyki widoczne są dyskretne zależności: wraz ze wzrostem kąta lordozy spada wartość NHR (↑↓), natomiast NHR rośnie wraz ze wzrostem rotacji powierzchni (rms) (↑↑).

Mimo że wartości parametru p wyliczone metodą korelacji Spearmana wskazują na zależności istotne statycznie, jednak współczynnik determinacji (R^2) w przypadku poszczególnych par nie potwierdził wyraźnej zależności tych par parametrów akustycznych i postawy ciała.

W kolejnym etapie dla każdej z 28 par parametrów różnicę współczynników korelacji Spearmana między grupą badaną i kontrolną oceniono testem permutacyjnym. Ze względu na wielokrotne porównania wartości p skorygowano metodą FDR Benjamini-Hochberga . Wyniki tych procedur wskazujące na istotność statystyczną i bliskość istotności przedstawiono w tabelach (tab. 36 i tab. 37) poniżej. Z uwagi na dużą liczbę zmiennych i analizowanych korelacji tabele (tab. 56 i tab. 57) zawierające kompletne dane wykonanych procedur statystycznych zostały umieszczone w aneksie na końcu pracy.

Tabela 36 Związki istotne statystycznie pomiędzy parametrami akustycznymi głosu a parametrami postawy ciała DIERS dla kobiet w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Parametr akustyczny	Parametr DIERS	rho kontrolna	rho badana	Delta (badana minus kontrolna)	p permutacyjne	p fdr	Bootstrap CI low	Bootstrap CI high	N kontrolna	N badana
F0	odchylenie od pionu	-0,3214	**0,0257**	0,3471	0,4935	0,8128	-0,7609	1,1407		
F0	skośność miednicy	0,6518	**0,0259**	-0,6258	0,1648	0,7036	-1,1893	0,1748		
F0	skręcenie miednicy	**0,0000**	0,1067	0,1067	0,8531	0,8847	-0,9190	1,2247		
Jitter	skręcenie miednicy	-0,1429	**0,0946**	0,2375	0,6074	0,8847	-0,6948	1,0739		
Jitter	kąt kifozy	**0,0714**	**-0,0803**	-0,1517	0,7712	0,8847	-1,2317	0,7998		
Jitter	kąt lordozy	**0,0357**	-0,2730	-0,3087	0,4825	0,8128	-1,2174	0,6430		
Shimmer	nachylenie tułowia	-0,6250	**0,0400**	0,6650	0,1968	0,7036	-0,2910	1,3386	7	23
Shimmer	odchylenie od pionu	-0,6786	**-0,0736**	0,6050	0,1568	0,7036	-0,2727	1,1653		
Shimmer	skośność miednicy	**0,0179**	0,2905	0,2727	0,6364	0,8847	-0,6923	1,2996		
Shimmer	kąt lordozy	**-0,0714**	-0,5665	-0,4950	0,2128	0,7036	-1,4243	0,3778		
NHR	nachylenie tułowia	-0,6429	**-0,0262**	0,6167	0,1598	0,7036	-0,2280	1,2217		
NHR	odchylenie od pionu	-0,5357	**0,0561**	0,5918	0,2298	0,7036	-0,2767	1,2069		
NHR	kąt kifozy	-0,1071	**0,0865**	0,1936	0,6873	0,8847	-0,9186	1,0532		
NHR	rotacja powierzchni (rms)	-0,7232	**0,0800**	0,8033	**0,0629**	0,7036	0,0661	1,3874		

***(rho** - współczynnika korelacji rang Spearmana; **delta-** wielkość zaobserwowanego efektu; **p permutacyjny** – istotność testu permutacji; **p fdr** - współczynnik fałszywych odkryć; **bootstrap CI low** -dolna granica przedziału ufności, **bootstrap CI high** – górna granica przedziału ufności)*

Na podstawie powyższego zestawienia widoczne jest występowanie u kobiet w grupie badanej zależności istotnych statystycznie dla współczynnika korelacji Spearmanna występujących między parami parametrów akustycznych głosu i postawy ciała dla grupy badanej: odchylenie od pionu – F0 (rho 0,0257); skośność miednicy – F0 (rho = 0,0259) ; nachylenie tułowia – Shimmer (rho = 0,04) oraz nachylenie tułowia i NHR (rho = -0,0262).

Współczynnik korelacji rang Spearmana bliski istotności w tej grupie odnotowano dla par: skręcenie miednicy – Jitter (rho = 0,0946), kąt kifozy- Jitter (rho = -0,0803); odchylenie od pionu-Shimmer (rho = -0,0736); odchylenie od pionu -NHR (rho = 0,0561) ; kąt kifozy – NHR (rho = 0,0865); rotacja powierzchni (rms) – NHR (rho= 0,08).

W grupie kontrolnej kobiet niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki zaobserwowano następujące zależności istotne statystycznie dla współczynnika korelacji Spearmanna dla: skręcenie miednicy - F0 (rho =0) i skośność miednicy -Shimmer (rho = 0,0357) i kąt lordozy -Jitter (rho = 0,0357).

W tej grupie odnotowano również zależność współczynnik korelacji rang Spearmana bliski istotności dla: kąt kifozy – Jitter (rho= 0,0714), kąt lordozy -Shimmer (rho = -0,0714).

Po wykonaniu testu permutacyjnego odnotowano bliską istotności różnicę współczynników korelacji Spearmana między grupą badaną i kontrolną dla pary parametrów:

rotacja powierzchni (rms)- NHR (p permutacyjne = 0,0629). Po zastosowaniu korekty fdr wartości p fdr nie wykazały istotności statystycznej dla analizowanych danych.

Tabela 37 Związki istotne statystycznie pomiędzy parametrami akustycznymi głosu a parametrami postawy ciała DIERS dla mężczyzn w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Parametr akustyczny	Parametr DIERS	Grupa kontrolna	Grupa badana	Delta	p permutacyjne	p fdr	Bootstrap CI low	Bootstrap CI high	N kontrolna	N badana
F0	nachylenie tułowia	-0,2745	**-0,0921**	0,1824	0,6853	0,8343	-0,5790	0,9069		
F0	kąt lordozy	-0,4860	**0,0921**	0,5781	0,1588	0,7925	-0,2579	1,2651		
F0	rotacja powierzchni (rms)	-0,1643	**-0,0147**	0,1497	0,6723	0,8343	-0,5987	0,8900		
Jitter	odchylenie od pionu	0,2360	**-0,0241**	-0,2601	0,5265	0,8343	-0,9905	0,5449		
Jitter	skośność miednicy	0,5402	**0,0338**	-0,5064	0,1059	0,7925	-1,0840	0,1379		
Jitter	rotacja powierzchni (rms)	**-0,0664**	0,2357	0,3021	0,4496	0,8343	-0,4411	1,0294		
Shimmer	nachylenie tułowia	**0,0524**	0,4079	0,3554	0,3806	0,8252	-0,6030	1,1305		
Shimmer	skośność miednicy	-0,1661	**-0,0598**	0,1063	0,8002	0,8618	-0,6653	0,9200		
Shimmer	kąt kifozy	-0,7133	**0,0831**	0,7964	**0,0410**	0,7925	0,2005	1,2536	12	20
Shimmer	rotacja powierzchni (rms)	**-0,0612**	**0,0853**	0,1465	0,7502	0,8618	-0,7538	1,0369		
NHR	nachylenie tułowia	**0,0909**	-0,2026	-0,2935	0,4126	0,8252	-1,0105	0,3831		
NHR	odchylenie od pionu	0,1206	**0,0511**	-0,0695	0,8362	0,8671	-0,7731	0,7330		
NHR	skośność miednicy	0,2535	**0,0628**	-0,1907	0,6593	0,8343	-0,8971	0,5419		
NHR	kąt kifozy	**-0,0699**	0,3188	0,3887	0,2547	0,7925	-0,4560	1,1555		
NHR	kąt lordozy	**-0,0017**	0,1109	0,1127	0,7732	0,8618	-0,6270	0,8126		
NHR	rotacja powierzchni (rms)	**0,0210**	-0,4305	-0,4514	0,1748	0,7925	-1,0773	0,3483		

***(rho** - współczynnika korelacji rang Spearmana; **delta**- wielkość zaobserwowanego efektu; badana minus kontrolna**; p permutacyjny** – istotność testu permutacji; **p fdr** - współczynnik fałszywych odkryć; **bootstrap CI low** -dolna granica przedziału ufności**, bootstrap CI high** – górna granica przedziału ufności)*

W tabeli 37 można zaobserwować w grupie mężczyzn badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki zależności istotne statystycznie dla współczynnika korelacji Spearmanna występujące między parami parametrów akustycznych głosu i postawy ciała.

Dla grupy badanej: rotacja powierzchni (rms)-F0 (rho = -0,0147); odchylenie od pionu – Jitter (rho = -0,0241) oraz skośność miednicy -Jitter (rho = 0,0338).

Współczynnik korelacji rang Spearmana bliskie istotności w tej grupie odnotowano dla par: nachylenie tułowia-F0 (rho = -0,0921); kąt lordozy - F0 (rho = 0,0921), skośność miednicy - Shimmer (rho = -0,0598); kąt kifozy - Shimmer (rho =0,0831); rotacja powierzchni -Shimmer (rho = 0,0853) ; odchylenie od pionu – NHR (rho = 0,0511); skośność miednicy- NHR (rho= 0,0628).

W grupie kontrolnej mężczyzn niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki zaobserwowano następujące zależności istotne statystycznie dla współczynnika korelacji Spearmanna: kąt lordozy- NHR (rho =-0,0017) i rotacja powierzchni (rms) - NHR (rho = 0,0210) . Dla tej grupy zaobserwowano również zależności współczynnika korelacji rang Spearmana bliski istotności dla: rotacja powierzchni (rms) – Jitter (rho= -0,0664), nachylenie tułowia - Shimmer (rho = 0,0524); rotacja powierzchni (rms) -Shimmer (rho = -0,0612); nachylenie tułowia -NHR (rho = 0,0909) kąt kifozy -NHR (rho = -0,0699).

Po wykonaniu testu permutacyjnego odnotowano istotną różnicę współczynników korelacji Spearmana między grupą badaną i kontrolną dla pary parametrów: kąt kifozy - Shimmer (p permutacyjne = 0,0410). Po zastosowaniu korekty fdr wartości p fdr nie wykazały istotności statystycznej dla analizowanych danych.

4.6 Wpływ profilaktycznego treningu głosu na poprawę cech fizycznych głosu osób palących papierosy

Zweryfikowano związek wpływu profilaktycznego treningu głosu na poprawę jego cech fizycznych. W tym celu wykonano test Wilcoxona jednostronny dla czterech parametrów akustycznych przed i po treningu głosu.

W pierwszej kolejności analizie poddano 50 osób z grupy badanej (N=50). Na potrzeby poniższej procedury statystycznej obliczono globalny wskaźnik poprawy (GII) uwzględniając normy dla płci.

Tabela 38 Opis statystyk dla globalnego wskaźnika poprawy GII parametrów akustycznych w grupie badanej

Mediana GII	0,034
Q1 GII	-0,538
Q3 GII	0,688
Min GII	-3,426
Max GII	4,589
Liczba osób z GII > 0	27
Odsetek osób z GII > 0	54,000
W global	683,000
z global	0,434

(**GII** - globalny wskaźnik zpoprawy, **Mediana GII**–wartość mediany GII, **Q1 GII**- pierwszy kwartyl GII; **Q3 GII** - trzeci kwartyl GII , **W global** - statystyka testu Wilcoxona globalnego wskaźnika poprawy; **z global** -znormalizowana statystyka testowa globalnego wskaźnika poprawy; **p global**- wartość prawdopodobieństwa testowego globalnego wskaźnika poprawy)

Z powyższej analizy wynika, że globalny wskaźnik poprawy wskazuje, że w przypadku 54 % badanych odnotowuje się globalną poprawę (tab.38).

Tabela 39 Istotność różnic wartości I i II pomiaru akustycznego w grupie badanej

Parametr	Mediana przed	Mediana po	Mediana poprawy	Mediana poprawy norm	W	z	p surowe	p Holm	N niezerowe
F0	157,000	146,500	2,000	0,388	680,00	0,667	0,252	0,757	49
Jitter	0,500	0,510	-0,015	-0,016	545,00	-0,898	0,815	1,000	50
Shimmer	5,900	5,800	0,050	0,009	605,50	-0,075	0,530	1,000	49
NHR	6,300	5,450	0,450	0,104	707,00	0,935	0,175	0,699	49

(**Media przed** – mediana pierwszego pomiaru przed treningiem głosu; **Media po**– mediana drugiego pomiaru po treningu głosu; **Mediana poprawy** w odniesieniu do norm, **W** - statystyka testu Wilcoxona; **z** -znormalizowana statystyka testowa; **p**- wartość prawdopodobieństwa testowego; **p Holm** - wartość p skorygowana metodą Holma-Bonferroniego**, N niezerowe** – liczba osób z p>0)

Tabela 40 Opis statystyk poprawionych parametrów akustycznych w grupie badanej

Mediana	2
Q1	2
Q3	3
Min	0
Max	4

(**Q1**- pierwszy kwartyl ; **Q3 -** trzeci kwartyl, **Min –** wartość minimalna, **Max** – wartość maksymalna)

Odnotowano wartość mediany poprawionych parametrów 2. Wartość minimalna jest równa 0, natomiast maksymalna - 4 (tab. 40).

Mimo uzyskanego GII dla 54% osób w grupie badanej wskazującego na poprawę głosu dokonano dalszych analiz, jednostronnym testem test Wilcoxona z wprowadzeniem korekty metodą Holma-Bonferroniego. Wskazują one brak istotnej statystycznie zależności między parametrami akustycznymi głosu zarejestrowanymi przed i po profilaktycznym treningu (tab. 39).

W kolejnym etapie analizie poddano 20 osób z grupy kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki (N=20). W tym przypadku pacjenci nie uczestniczyli w treningu głosu, a jedynie poddani byli fizyko – i fizjoterapii wg zleceń lekarza lub/i fizjoterapeuty. Na potrzeby poniższej procedury statystycznej podobnie obliczono globalny wskaźnik poprawy (GII) również uwzględniając normy dla płci.

Tabela 41 Opis statystyk dla globalnego wskaźnika poprawy GII parametrów akustycznych w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Mediana GII	-0,205
Q1 GII	-0,648
Q3 GII	0,301
Min GII	-1,204
Max GII	2,140
Liczba osób z GII > 0	7
Odsetek osób z GII > 0	35,000
W global	86,000
z global	-0,728
p global	0,767

GII - globalny wskaźnik zpoprawy, **Mediana GII**–wartość mediany GII, **Q1 GII**- pierwszy kwartyl GII; **Q3 GII** - trzeci kwartyl GII , **W global** - statystyka testu Wilcoxona globalnego wskaźnika poprawy; **z global** -znormalizowana statystyka testowa globalnego wskaźnika poprawy; **p global**- wartość prawdopodobieństwa testowego globalnego wskaźnika poprawy)

Z powyższej analizy wynika, globalny wskaźnik poprawy, który wskazuje, że w przypadku 35 % osób w grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki bez treningu głosu odnotowuje się globalną poprawę. W porównaniu do grupy badanej jest to o 19 % mniej (tab. 41).

Tabela 42 Istotność różnic wartości I i II pomiaru akustycznego w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Parametr	Mediana I pomiar	Mediana II pomiar	Mediana poprawy	Mediana poprawy norm	W	z	p surowe	p Holm	N niezerowe
F0	149,500	132,000	-3,000	-0,581	87,500	-0,673	0,749	1,000	20
Jitter	0,485	0,555	-0,080	-0,069	87,500	-0,322	0,626	1,000	19
Shimmer	6,100	5,900	-0,950	-0,107	86,000	-0,382	0,649	1,000	19
NHR	4,750	4,450	-0,100	-0,021	88,500	-0,282	0,611	1,000	19

(**Media I pomiar** – mediana pierwszego pomiaru; **Media II pomiar**– mediana drugiego pomiaru; mediana poprawy w odniesieniu do norm, **W -** statystyka testu Wilcoxona; **z** -znormalizowana statystyka testowa; **p**- wartość prawdopodobieństwa testowego**; p Holm** - wartość p skorygowana metoda Holma-Bonferroniego, **N niezerowe** – liczba osób z p>0)

Tabela 43 Opis statystyk poprawionych parametrów akustycznych w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Mediana	1
Q1	0
Q3	2,5
Min	0
Max	3

(**Q1-** pierwszy kwartyl ; **Q3** - trzeci kwartyl, **Min** – wartość minimalna, **Max** – wartość maksymalna)

Odnotowana wartość mediany poprawionych parametrów wynosi 1. Wartość minimalna jest równa zero , natomiast maksymalna- 3 (tab. 43).

GII dla 35 % osób wskazuje na poprawę głosu. Jednak dokonane dalsze analizy jednostronnym testem test Wilcoxona z wprowadzeniem korekty metodą Holma--Bonferroniego, w przypadku tej grupy kontrolnej ujawniają brak istotnej statystycznie zależności między parametrami akustycznymi głosu zarejestrowanymi w pierwszym i drugim pomiarze (tab. 42).

4.7 Wpływ profilaktycznego treningu głosu na poprawę samooceny stanu głosu badaną kwestionariuszem VHI u palaczy

Zweryfikowano związek wpływu profilaktycznego treningu głosu na poprawę samooceny stanu głosu osób palących. W tym celu wykonano test Wilcoxona jednostronny dla trzech sfer: funkcjonalnej, emocjonalnej i fizycznej przed i po treningu głosu.

W pierwszym etapie analizie poddano wyniki kwestionariusza niepełnosprawności głosowej (VHI) 50 osób z grupy badanej (N=50). Na potrzeby poniższej procedury statystycznej obliczono globalny wskaźnik poprawy (GII)

Tabela 44 Opis statystyk dla globalnego wskaźnika poprawy GII w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie badanej

Mediana GII	0,000
Q1 GII	-0,025
Q3 GII	0,008
Min GII	-0,275
Max GII	0,067
Liczba osób z GII > 0	15,000
Odsetek osób z GII > 0	30,000
W global	275,000
z global	-1,167
p global	0,878

GII - globalny wskaźnik poprawy, **Mediana GII**–wartość mediany GII, **Q1 GII-** pierwszy kwartyl GII; **Q3 GII** - trzeci kwartyl GII, **W global** - statystyka testu Wilcoxona globalnego wskaźnika poprawy; **z global** -znormalizowana statystyka testowa globalnego wskaźnika poprawy; **p global**- wartość prawdopodobieństwa testowego globalnego wskaźnika poprawy)

Globalny wskaźnik poprawy wskazuje, że w przypadku 30 % badanych odnotowuje się globalną poprawę samooceny głosu (tab. 44).

Tabela 45 Istotność różnic wartości I i II pomiaru w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie badanej

Parametr	Median a przed	Mediana po	Mediana poprawy	Mediana poprawy norm	W	z	p surowe	p Holm	N niezerowe
VHI stan funkcjonalny	2	2	0	0	304,000	0,419	0,338	1	33
VHI stan emocjonalny	0	0	0	0	94,000	-0,062	0,525	1	19
VHI stan fizyczny	0	1	0	0	80,000	-2,844	0,998	1	28

(**Media przed** – mediana pierwszego pomiaru przed treningiem głosu ; **Media po–** mediana drugiego pomiaru po treningu głosu; **mediana poprawy** w odniesieniu do norm, **W** - statystyka testu Wilcoxona; **z** -znormalizowana statystyka testowa; **p-** wartość prawdopodobieństwa testowego; **p Holm** - wartość p skorygowana metoda Holma-Bonferroniego, **N niezerowe** – liczba osób z p>0)

Tabela 46 Opis statystyk parametrów poprawionych w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie badanej

Mediana	1
Q1	0
Q3	1
Min	0
Max	3

(**Q1**- pierwszy kwartyl ; **Q3** - trzeci kwartyl, **Min** – wartość minimalna, **Max** – wartość maksymalna)

Odnotowano wartość mediany poprawionych parametrów 1. Wartość minimalna jest równa 0, natomiast maksymalna-3 (tab. 46).

GII>0 na poziomie 30% osób w grupie badanej wskazuje na globalną poprawę samooceny głosu u 15 osób. Jednak dalsze analizy jednostronnym testem Wilcoxona z wprowadzeniem korekty metodą Holma-Bonferroniego, ujawniają brak istotnej statystycznie zależności między parametrami ocenianymi w VHI przed – i po profilaktycznym treningu (tab. 45).

W kolejnym etapie analizie poddano 20 osób z grupy kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki, którzy nie uczestniczyli w treningu głosu (N=20). Na potrzeby poniższej procedury statystycznej także obliczono globalny wskaźnik poprawy (GII).

Tabela 47 Opis statystyk dla globalnego wskaźnika poprawy GII w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Mediana GII	0,004
Q1 GII	-0,029
Q3 GII	0,042
Min GII	-0,142
Max GII	0,133
Liczba osób z GII > 0	10,000
Odsetek osób z GII > 0	50,000
W global	73,500
z global	0,260
p global	0,398

GII - globalny wskaźnik poprawy, **Mediana GII**–wartość mediany GII, **Q1 GII-** pierwszy kwartyl GII; **Q3 GII** - trzeci kwartyl GII, **W global** - statystyka testu Wilcoxona globalnego wskaźnika poprawy; **z global** -znormalizowana statystyka testowa globalnego wskaźnika poprawy; **p global**- wartość prawdopodobieństwa testowego globalnego wskaźnika poprawy)

Z powyższej analizy wynika, że globalny wskaźnik poprawy wskazuje, że w przypadku 50% pacjentów w grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki bez treningu głosu odnotowuje się globalną poprawę. W porównaniu do grupy badanej jest to o 20% więcej (tab. 47).

Tabela 48 Istotności różnic wartości I i II pomiaru w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Parametr	Mediana I pomiar	Mediana II pomiar	Mediana poprawy	Mediana poprawy norm	W	z	p surowe	p Holm	N niezerowe
VHI stan funkcjonalny	4	5	0	0	65,500	0,287	0,387	0,774	15
VHI stan emocjonalny	0	0	0	0	16,000	-1,250	0,894	0,894	10
VHI stan fizyczny	2	1	0	0	56,500	1,373	0,085	0,255	12

(**Media przed** – mediana pierwszego pomiaru przed treningiem głosu ; **Media po–** mediana drugiego pomiaru po treningu głosu; **mediana poprawy** w odniesieniu do norm, **W** - statystyka testu Wilcoxona; **z** -znormalizowana statystyka testowa; **p-** wartość prawdopodobieństwa testowego; **p Holm** - wartość p skorygowana metoda Holma-Bonferroniego, **N niezerowe** – liczba osób z p>0)

Tabela 49 Opis statystyk parametrów poprawionych w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Mediana	1
Q1	0
Q3	2
Min	0
Max	3

(**Q1**- pierwszy kwartyl ; **Q3** - trzeci kwartyl, **Min** – wartość minimalna, **Max** – wartość maksymalna)

Odnotowano, że wartość mediany poprawionych parametrów wynosi jeden. Wartość minimalna jest równa zero, natomiast maksymalna- trzy (tab.49).

GII dla 50 % osób wskazuje na poprawę głosu. Jednak dokonane dalsze analizy jednostronnym testem Wilcoxona z wprowadzeniem korekty metodą Holma-Bonferroniego, w przypadku tej grupy kontrolnej, ujawniają brak istotnej statystycznie zależności między parametrami kwestionariusza VHI w pierwszym i drugim pomiarze (tab. 48).

5. Omówienie wyników i dyskusja

Istota ludzka nie jest prostą sumą składowych, a skomplikowanym układem zmiennych, które nieustannie na siebie oddziałują i wpływają, na co zwraca uwagę holistyczna koncepcja człowieka. Stała się ona też podstawą do poszukiwania zależności funkcjonalnych, nawet w odległych partiach ciała i stanowiła motywację dla podjętych badań.

Ocena parametrów akustycznych głosu u osób palących papierosy

Choć pierwsze wzmianki dotyczące szkodliwości palenia pojawiły się w literaturze już w 1950 r. i przez kolejne dekady były potwierdzane w licznych badaniach i publikacjach, nadal wielu ludzi ulega pokusie i sięga po papierosy [141]. Dym z papierosów wpływa zarówno na odczuwany dyskomfort w obszarze traktu głosowego [142] [143], jak i gorsze postrzeganie jakości głosu u palaczy [144].

Na podstawie analiz statystycznych zgromadzonego w badaniach własnych materiału widoczne są także zmiany niektórych mierzonych parametrów akustycznych głosu. W badaniu i porównywaniu głosu kobiet w grupie badanej i grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki odnotowano istotną ($p = 0.018$) różnicę parametru NHR. W grupie badanej parametr określający stosunek składowych nieharmonicznych do harmonicznych był wyższy. Wynik bliski istotności ($p = 0.088$) w zakresie NHR zaobserwowano w grupie badanej i kontrolnej niepalących. W obu przypadkach w grupie badanej parametr określający stosunek składowych nieharmonicznych do harmonicznych był wyższy. W przypadku mężczyzn w grupie badanej i kontrolnej niepalących wykazano istotną ($p = 0.014$) różnicę dla parametru Shimmer i bliską istotności (0.070) parametru Jitter. W grupie badanej zarówno Shimmer, jaki i Jitter były niższe. Nie zidentyfikowano natomiast istotnych różnic dla grup badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki.

B. Vuković i wsp. w badaniach parametrów akustycznych głosu osób palących i niepalących z dodatkowym podziałem na grupy palących na: palących krócej niż 10 lat i dłużej niż 10 lat, zaobserwował istotną różnicę dla mierzonych parametrów w grupie palących i niepalących: F0 ($p = 0,042$), Jitter ($p = 0,007$), Shimmer ($p = 0,026$) oraz NHR ($p = 0,018$). W badaniu grup palących odnotował istotne różnice dla częstotliwości podstawowej ($p = 0,011$) i Shimmer ($p = 0,017$) a także dodatkowo odchyleniu standardowym częstotliwości podstawowej STD ($p = 0,047$). Należy jednak zwrócić uwagę, iż w badaniu brały udział w znaczącej większości osoby w wieku produkcyjnym: średnia wieku badanych grupy palących wynosiła 35,61 lat a grupie kontrolnej 35,39 lat [145]. W przytoczonym opisie nie

uwzględniono informacji na temat innych czynników mogących wpływać na parametry akustyczne głosu jak np. wykonywany zawód, zmiany hormonalne, choroby współistniejące.

Na podstawie przeglądu metaanalizy Ma Z. i wsp. wskazali, że u osób palących F0 jest niższe w odniesieniu do osób niepalących obu płci. U palaczy występuje również wzrost wartości parametru Jitter i Shimmer. Co ciekawe wartość parametru NHR znacząco wzrasta podczas rzucania palenia, a wartości Jitter i Shimmer zmniejszają się wówczas. Częstotliwość podstawowa wzrasta w czasie zaprzestania palenia, a spada po ponownym sięgnięciu po papierosy [146].

W badaniach własnych nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy F0, na co wskazywali w swoich opracowaniach zarówno B. Vuković, jaki i Z. Ma. Parametry Jitter i Shimmer u mężczyzn aktywnie palących papierosy były niższe niż w grupie kontrolnej niepalących, a wartość NHR u kobiet wyższa, co nie jest do końca spójne z doniesieniami Z. Ma

Rozwój technologii pozwala na dokonywanie coraz dokładniejszych pomiarów parametrów głosu. Sygnał akustyczny jaki powstaje w procesie fonacji, niesie ze sobą bogate źródło informacji. Aby je jednak właściwie analizować konieczne jest posiadanie referencyjnej bazy danych pozwalającej na interpretację zaobserwowanych zmiennych. Każda obserwacja jest cenna i może stać się zmienną kluczową dla kolejnych badań oraz odkryć.

Ocena nasilenia zmian parametrów akustycznych głosu osób po zabiegu endoprotezoplastyki w odniesieniu do osób palących, które nigdy nie przebyły zabiegu.

Metaanaliza przeprowadzona przez A. Jarusriwanna i wsp. wykazała, że palacze, którzy zostali poddani zabiegowi endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub kolanowego mieli zwiększone ryzyko zdarzeń niepożądanych związanych z układem oddechowym w odniesieniu do niepalących i osób, które zaprzestały palenia. Palenie wiązało się także ze zwiększonym ryzykiem zdarzeń sercowo-naczyniowych, m.in. zawał mięśnia sercowego i żylną chorobę zakrzepowo-zatorową. Ponadto zwiększone było m.in. ryzyko zakażeń ran oraz urazów pooperacyjnych [147]. C. Yue i wsp. w swojej metaanalizie zwracają również uwagę na podwyższone ryzyko niewydolności nerek, posocznicy i incydentów naczyniowo-mózgowych [148], które w mechanizmie pośrednim również mogą oddziaływać na funkcję fonacyjną.

Badania wskazują, że parametry akustyczne głosu zmieniają się w przypadku chorób sercowo-naczyniowych, np. ostrej niewydolności serca [149]. Zespół Ortnera zwany również

zespołem kardiowokalnym, powstaje w wyniku ucisku zmienionych struktur klatki piersiowej (np. w wyniku przerostu lewego przedsionka serca lub anomalii będących następstwem nadciśnienia płucnego lub wad zastawkowych serca) na nerw X - gałęź krtaniową wsteczną dając objawy dysfonii [150].

Choć w literaturze wskazane jest istnienie ryzyka powikłań zabiegów endoprotezoplastyki osób palących mogących wpływać na proces fonacji, badania własne nie potwierdziły istnienia statystycznie istotnej różnicy parametrów głosu osób palących po zabiegu w odniesieniu do tych, które palą i nigdy nie przebyły zabiegu endoprotezoplastyki.

Warto też w tym miejscu zwrócić uwagę, iż brak istotnych zmian w cech fizycznych głosu minimalizuje ryzyko wystąpienia dodatkowego czynnika zakłócającego fonację i wyniki badań własnych, jakim są zmiany pointubacyjne związane z operacją. Na takie powikłania szczególnie narażoną grupą są osoby powyżej 50 r.ż. [151]. Taki przedział wiekowy dotyczy wszystkich osób zarówno w grupie badanej, jak i kontrolnej .

Zaburzenie symetrii ciała pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego.

Zwyrodnienie stawów biodrowych wiąże się z bólem i poszukiwaniem pozycji analgetycznej. Długotrwałe przyjmowanie nieprawidłowych wzorców ruchowych powoduje utrwalenie ich. Według J. Higgsa u osób cierpiących na zwyrodnienie stawu biodrowego występuje asymetria kończyn dolnych w czasie chodzenia. Takich zmian nie zaobserwowano w czasie siedzenia. Autor zwraca tu także uwagę, iż istnieje potencjalne zagrożenie negatywnego wpływu takiego stanu, w mechanizmie kompensacyjnym na inne struktury stawowe [152].

Badania przeprowadzone przez Z. Zeng i wsp. u pacjentów z jednostronnym zwyrodnieniem stawu kolanowego wykazało występowanie asymetrii siły mięśniowej, propriocepcji, biomechaniki oraz stabilności postawy w obrębie obu kończyn [153].

Zaburzenia symetrii ciała powiązane z nieprawidłowym ustawieniem miednicy i ze zmienioną biomechaniką w obszarze lędźwiowo-krzyżowym i stawów krzyżowo-biodrowych powoduje ból dolnego odcinka kręgosłupa. Asymetryczne ustawienie miednicy wiąże się z próbą kompensacji nieprawidłowych wzorców poprzez przyjmowanie pozycji ciała o zaburzonej symetrii [154]. Nieprawidłowości kompleksu lędźwiowo-miedniczego kompensowane są w obszarze kręgosłupa piersiowego, miednicy i kończyn dolnych [155].

Analiza zgromadzonych wyników pomiarów DIERS wykazała istotne statystycznie przekroczenie zakresu wartości norm dla wszystkich siedmiu parametrów postawy: nachylenie tułowia, odchylenie od pionu, skośność miednicy, skręcenie miednicy, kąt kifozy, kąt lordozy i rotacja powierzchni. Warto w tym miejscu zauważyć, że wszystkie osoby miały nieprawidłowe wartości nachylenia tułowia i rotacji powierzchni. Osoby w grupie badanej i kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego miały zaburzone co najmniej trzy mierzone parametry postawy ciała DIERS. Mediana występowania nieprawidłowości parametrów wynosiła 5. Powyższe dane wskazują na skalę występowania zaburzeń symetrii ciała wśród osób po zabiegu endoprotezoplastyki.

Wpływ asymetrii ciała na zmianę barwy głosu.

Prawidłowa postawa jest potrzebna dla utrzymania harmonii napięcia mięśni i odwrotnie tonus mięśniowy wpływa na postawę. Ma to również odniesienie do procesu fonacji. Nieprawidłowe napięcie mięśniowe może powodować zaburzenia emisji głosu, ale również być skutkiem w mechanizmie kompensacji trudności fonacyjnych. Mięśnie wewnętrzne krtani odpowiedzialne są za ruch (przywiedzenie i odwiedzenie) i napięcie fałdów głosowych oraz zewnętrzne nadgnykowe i podgnykowe warunkujące pozycję krtani, a ich niewłaściwe napięcie powoduje zmiany w położeniu krtani i jej funkcjonowaniu. W systemie łańcuchów kinematycznych zmiana w obrębie jednego elementu może generować skutki w innej strukturze oraz jej funkcji. Przy prawidłowej postawie układ nerwowo-mięśniowy działa w optymalny sposób, bez nadmiernego przeciążania struktur i tkanek [156].

S. Kim i wsp. w swoich badaniach zaobserwował, że w grupie osób z dysfonią hiperfunkcjonalną hipolordoza jest związana z nasilonymi objawami zaburzeń głosu, mierzonymi Kwestionariuszem niepełnosprawności głosowej VHI-10 i odsłuchową skalą oceny głosu GRBAS. Autorzy w przedstawionych analizach nie wykazali istotnych statystycznie związków między parametrami akustycznymi (Mf0- średnia wartość częstotliwości podstawowej, Jitter, Shimmer, NHR), a lordozą w grupie osób z dysfonią hiperfunkcjonalną. Wskazali natomiast zależność między parametrem Shimmer i lordozą odcinka szyjnego oraz Mf0 a C2-C7 SAV (Sagittal Vertical Axis - *strzałkowa oś pionowa)* w grupie osób z dysfonią niehiperfunkcjonalną. Do grupy tych pacjentów włączono osoby z keratozą, nowotworem i brodawczakiem krtani oraz porażeniem i torbielami fałdów głosowych, presbyfonią, zmianami w strukturach krtani w następstwie refluksu. Autorzy badania wskazują w grupie osób z dysfonią hiperfunkcjonalną występowanie odsłuchowych

zmian fonacji i odczuwanie przez pacjentów subiektywnych dysfunkcji głosu mierzonych VHI [157].

R. Cardoso w swoich badaniach w grupie nauczycieli z dolegliwościami związanymi z fonacją i bez nich oceniał różnice w postawie, napięciu mięśni i głosie. Stwierdził w grupie z problemami głosowymi występowanie wzmożonego napięcia mięśni pierścienno- - tarczowych, tarczowo-gnykowych i nadgnykowych. Natomiast nie zaobserwował różnic w zakresie: przepony, mięśni pochyłych, podpotylicznych i czworobocznych. Wyniki fotogrametrii i pomiarów akustycznych, nie wskazały istotnych różnic między grupami [158].

W swojej metaanalizie R. Cardoso przytacza badania wskazujące m.in. na wpływ zmiany ustawienia głowy na tworzony głos; funkcjonalne zmiany w obszarze szyi jako podłoże zaburzeń fonacji, korelacje między wysokością fonowanych dźwięków a kątami czaszkowo--szyjnymi i odległością C3 od brody, pozycją kompleksu gnykowo-krtaniowego w odniesieniu do podstawy czaszki i dystansu między kością gnykową a mostkiem; występowanie różnic w niektórych parametrach pomiaru kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej u osób z eufonią i dysfonią [156].

A. Castillo-Allendes i wsp. w badaniach porównali w grupie śpiewaków aktywację mięśni oddechowo-fonacyjnych w postawie wyprostowanej, zmodyfikowanej wyprostowanej (przez przodopochylenie miednicy, ugięcie kolan i oparcie ciężaru na śródstopiu), pochylonej, a także wyprostowanej na niestabilnej powierzchni (piłka BOSU). Identyfikowali oni wpływ zmiany postawy ciała na parametry aerodynamiczne oraz natężenia i częstotliwości fonowanego dźwięku. Nie odnotowano jednak powiązań badanych postaw ciała z parametrami aerodynamicznymi głosu ani poziomów aktywacji mięśni zaangażowanych w proces oddechowo - fonacyjny w badanej grupie. Zaobserwowano, że częstotliwość (w półtonach) jest istotnie zróżnicowana na niestabilnej powierzchni w odniesieniu do pozostałych badanych postaw [159].

Na podstawie badań własnych u kobiet w grupie badanej zaobserwowano zależności istotne statystycznie dla współczynnika korelacji Spearmanna występujące między parametrami akustycznymi głosu i postawy ciała dla:

- odchylenie od pionu – F0,
- skośność miednicy – F0,
- nachylenie tułowia – Shimmer,
- nachylenie tułowia i NHR.

W grupie kontrolnej kobiet niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki zaobserwowano następujące zależności istotne statystycznie dla współczynnika korelacji Spearmanna:

- skręcenie miednicy-F0,
- skośność miednicy -Shimmer,
- kąt lordozy -Jitter.

Po wykonaniu testu permutacyjnego odnotowano bliską istotności zależność dla pary: rotacja powierzchni (rms)- NHR. *Po zastosowaniu korekty fdr wartości p fdr nie wykazały istotności statystycznej dla analizowanych danych.*

W badanej grupie mężczyzn odnotowano zależności istotne statystycznie współczynnika korelacji Spearmanna dla par parametrów:

- rotacja powierzchni (rms) - F0 ;
- odchylenie od pionu – Jitter
- skośność miednicy -Jitter .

W grupie kontrolnej mężczyzn niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki zaobserwowano następujące zależności istotne statystycznie dla współczynnika korelacji Spearmanna:

- kąt lordozy- NHR
- rotacja powierzchni (rms) -NHR.

Po wykonaniu testu permutacyjnego odnotowano istotną zależność dla pary: kąt kifozy - Shimmer (p permutacyjne = 0,0410). *Po zastosowaniu korekty fdr wartości- p fdr nie wykazały istotności statystycznej dla analizowanych danych*.

Zgromadzone dane w badaniach własnych ujawniają pewne zależności w zakresie związku parametrów postawy ciała i parametrów akustycznych głosu. Z uwagi na niskie wartości R^2, będącego miarą wskazującą dopasowanie danych do modelu statystycznego oraz wysokie wartości korekty fdr mającej na celu przeciwdziałanie wielokrotnym powtórzeniom, należy pozostać ostrożnym w ekstrapolowaniu uzyskanych wyników badań.

W świetle doniesień literatury oraz uzyskanych wyników na tym etapie zagadnienie to wymaga dalszych, pogłębionych badań w celu weryfikacji uzyskanych wyników.

Skuteczność treningu głosu na poprawę jego cech fizycznych i samooceny stanu głosu badanego kwestionariuszem VHI u palaczy.

M. Garnier i wsp. wskazali skuteczność jednodniowego oddziaływania profilaktycznego mającego na celu przeciwdziałanie niepożądanym stanom w fonacji wśród nauczycieli zarówno w zakresie parametrów akustycznych, jaki i subiektywnych odczuć [160].

M. Alfaro-Calfullan, i Y. Vega-Rodríguez wskazują na skuteczność profilaktycznego programu emisji głosu w procedurze 45 min. 1 raz w tygodni przez 7 tygodni u spikerów radiowych. Wyniki pokazują znaczne różnice w parametrach akustycznych między interwencją przed- i po, przy czym wartości zmierzają w kierunku bardziej stabilnego, wolnego od napięć i zdrowego głosu po oddziaływaniu profilaktycznym. Głos był bardziej stabilny, charakteryzował się obniżeniem perturbacji amplitudy i ograniczoną turbulencją (szumem) sygnału [161].

Metaanaliza przeprowadzona przez L. Ramos i wsp. nie wskazała natomiast jednoznacznie na korzystny wpływ szkoleń z zakresu emisji głosu dla nauczycieli. Odnotowała brak istotnych zmian w analizowanych badaniach dla parametrów akustycznych Shimmer i F0. Wyniki samooceny stanu głosu również w większości (6:2) nie wskazały istotnego wpływu na odczuwanie poprawy po udziale w szkoleniach [162].

Na podstawie badań Y. Yu i wsp. wiadomo, że program ćwiczeń oddechowo-fonacyjnych z wykorzystaniem rurki u pracowników telefonicznych biur obsługi klienta poprawił wyniki częstotliwości podstawowej, Shimmer i CPP *(Cepstral Peak Prominence - parametr wskazujący stopień dominacji F0 w sygnale)* . Większy SF_0 i niższy Shimmer odnotowano w grupie eksperymentalnej w fazie obserwacji, natomiast obciążenie i zmęczenie głosu a także objawy fizjologiczne w CVFI (kwestionariuszu wskaźnika zmęczenia głosu) nie wskazywały istotnych różnic aż do trzeciego miesiąca po treningu [163].

Badania własne wykazały brak skuteczności profilaktycznego treningu głosu zarówno w pomiarach akustycznych, jak i samoocenie stanu głosu mierzonej VHI. W grupie kontrolnej chorych niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki niebiorących udziału w treningu głosu również nie wykazano istotnych różnic między I i II pomiarem parametrów akustycznych i VHI.

Trudno doszukać się w literaturze oryginalnych opracowań dotyczących prób optymalizacji procesu fonacji u osób palących papierosy. W związku z powszechnie znanym

istotnym, negatywnym wpływem dymu tytoniowego na trakt głosowy możliwe jest, że wprowadzenie prawidłowych nawyków fonacyjnych nie daje oczekiwanego efektu w postaci poprawy parametrów akustycznych i samooceny głosu.

Wyniki badań własnych w odniesieniu do doniesień w literaturze skłaniają do wniosku, że należy poświęcić więcej uwagi oddziaływaniom profilaktycznym, zwracając uwagę zarówno na zwiększenie świadomości konieczności zaprzestania palenia w celu przywracania dobrostanu traktu głosowego, jak i wypracować skuteczny protokół treningu głosu tak, aby jego wdrażanie pozwoliło na emisję głosu minimalizującą stany niepożądane i koszty z tym związane.

Wnioski

1. U pacjentów aktywnie palących papierosy od co najmniej 5 lat odnotowuje się zmiany cech fizycznych głosu w zakresie: wzrostu parametru NHR u kobiet w grupie badanej oraz obniżenia wartości Shimmer i Jitter u mężczyzn w grupie badanej w odniesieniu do grupy kontrolnej niepalących.
2. U pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego lub/i biodrowego aktywnie palących papierosy od co najmniej 5 lat zmiany cech fizycznych głosu nie są intensywniejsze.
3. U chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego lub/i kolanowego występuje zaburzenie symetrii ciała określone parametrami Harzmanna.
4. Testy statystyczne ujawniają zależności w zakresie związku parametrów postawy ciała i akustycznych głosu, jednak pogłębione analizy wskazują, że należy być ostrożnym w ich ekstrapolowaniu.
5. Profilaktyczny trening głosu nie wpływa na poprawę parametrów akustycznych głosu osób palących papierosy.
6. Profilaktyczny trening głosu nie wpływa na poprawę samooceny stanu głosu badaną kwestionariuszem VHI u palaczy.

Piśmiennictwo

[1] Suppa A, Costantini G, Gomez-Vilda P, Saggio G. *Editorial: Voice analysis in healthy subjects and patients with neurologic disorders.* Front Neurol 2023;14: 1288370.

[2] Lã FMB, Polo N, Granqvist S, Cova T, Pais AC. F*emale Voice-Related Sexual Attractiveness to Males: Does it Vary With Different Degrees of Conception Likelihood?.* J Voice 2023, 37(3): 467.e19-467.e31.

[3] Setzen SA, Kollu T, Uppal PA, Herzog AA, Ridler G, Thomas M, Luong D, Rodriguez RC, Kayajian D, Mortensen M. *Voice Pathologies and the General Population's Perception.* J Voice 2026; 40(2): 341-349.

[4] Pinheiro A. *Behind a Voice There is a Speaker: Why Vocal Emotion Research Needs to Become 'Personal'.* Affect Sci 2025; 6(3): 562-574.

[5] Sebastian S, Mathews SS, Gowri M, Kumar M, Mathew J. *Can There be a Biometric Parameter for Voice? —An Investigation Into the Vocal Cry of Twins.* J Voice 2026; 40(2): 16-320.

[6] Marciniak-Firadza R. *Audiogenne zaburzenia głosu charakterystyka, diagnostyka, rehabilitacja.* Logopedia 2022: 51(2): 113–143.

[7] Bortel J. *Dysfonia hiperfunkcjonalna – możliwości rehabilitacji neurologopedycznej (studium przypadku).* Logopedia Silesiana 2024, 13(2): 27-37.

[8] Syamal M. *Treatment of Neurogenic Voice Disorders.* World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg 2025; 11(4): 541-547.

[9] Majzner R. *Profilaktyka zaburzeń czynnościowych narządu głosu w kontekście specyfiki pracy nauczyciela edukacji elementarnej.* Wychowanie w Rodzinie 2024; 21(2): 219-233.

[10] Rogalska M. *Ocena parametrów akustyczno-aerodynamicznych głosu oraz jakości życia zależnej od głosu u transseksualnych kobiet poddanych plastyce głośni metodą Wendlera.* Rozprawa doktorska. Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach. Zabrze 2024.

[11] Gugatschka M, Grossman T, Hortobagyi D. *Molekulare Laryngologie*. HNO 2021, 69(9): 695-704.

[12] Szpinda M. *Anatomia prawidłowa człowieka.* Edra Urban & Partner. Wrocław 2022, 3: 128.

[13] Gliwa-Patyńska R. *Obrzęk Reinkego – możliwości rehabilitacji logopedycznej (studium przypadku).* Logopaedica Lodziensia 2023; 8: 25-40.

[14] Zielińska-Bliźniewska H. *Chrypka – kiedy kierować do laryngologa. Medycyna po Dyplomie* 2022: https://podyplomie.pl/medycyna/37170,chrypka-kiedy-kierowac-do-laryngologa?srsltid=AfmBOooT3YE7yfcypT-bjcDyOiwwJdaAgZqeglRktHUkcOVESHWaCahK-2026.03.12.

[15] Švec JG, Schutte HK, Chen CJ, Titze IR. *Integrative Insights into the Myoelastic-Aerodynamic Theory and Acoustics of Phonation. Scientific Tribute to Donald G. Miller*. J Voice 2023; 37(3): 305-313.

[16] Hrelec C, Zhang E. *Anatomy and Physiology of Phonation.* Int J Head Neck Surg 2021; 12(4): 125-130.

[17] Afsah O., *Effects of hormonal changes on the human voice: a review.* Egypt J Otolaryngol 2024; 40, 22: https://doi.org/10.1186/s43163-024-00578-5- 2026.04.19.

[18] Zamponi V, Mazzilli R, Mazzilli F, Fantini M. *Effect of sex hormones on human voice physiology: from childhood to senescence.* Hormones 2021, 20(4): 691-696.

[19] Murton OM, Dec GW, Hillman RE, Majmudar MD, Steiner J, Guttag JV, Mehta DD. *Acoustic Voice and Speech Biomarkers of Treatment Status.* Applied Sciences 2023, 13, 3: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10104453/-2026.04.12.

[20] Selosse G, Grandjean D, Ceravolo L. *Neural correlates of embodied and vibratory mechanisms associated with emotional prosody production.* Soc Cogn Affect Neurosci 2025; 20(1): nsaf084.

[21] Menne F., Dörr F., Schräder J., et al., Menne F, Dörr F, Schräder J, Tröger J, Habel U, König A, Wagels L. *The voice of depression: speech features as biomarkers for major depressive disorder.* BMC Psychiatry 2024; 24: 794.

[22] Ostermann TA, Fuchs M, Hinz A, Engel C, Berger T. *Associations of Personality, Physical and Mental Health with Voice Range Profiles.* J Voice 2025: 39(3): 707-717.

[23] Marciniak-Friradza R. *Audiogenne zaburzenia głosu- charakterystyka, diagnostyka, rehabilitacja.* Logopedia 2022, 51(2): 113-143.

[24] Hosaka T, Kimura M, Yotsumoto Y. *Neural representations of own-voice in the human auditory cortex.* Sci Rep 2021, 11: 591.

[25] Balwicka-Szczyrba M, Balwicki Ł., Hanke W, Miller M, Tyrańska-Fobke A. *Redukcja Używania Tytoniu i Innych Produktów Zawierających Nikotynę – Polskie Zdrowie 2.0 Rekomendacje strategiczne na lata 2023-2027.* Polska Akademia Nauk. Warszawa 2023.

[26] OECD (2025), Health at a Glance 2025: OECD Indicators, OECD Publishing, Paryż, https://doi.org/10.1787/8f9e3f98-en-2026.04.12.

[27] *WHO report on the global tobacco epidemic, 2025. Warning about the dangers of tobacco.* 2025: https://www.who.int/publications/i/item/9789240112063 - 2026.01.15.

[28] Omare M, Kibet J, Cherutoi J, Kengara F. *A review of tobacco abuse and its epidemiological consequences.* Z Gesundh Wiss 2022, 30(6): 1485-1500.

[29] Sergiel N, Maj P, Włodarczyk-Cybulska K. T*he tobacco epidemic – pharmacological interventions for smoking cessation.* J Educ Health Sport 2023; 46(1): 340-351.

[30] Madej-Knysak D. *Zawartość związków karbonylowych w głównym strumieniu dymu wybranych produktów tytoniowych oraz w aerozolu nowych produktów dostarczających nikotynę.* Rozprawa doktorska. Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Sosnowiec 2023.

[31] Chałubiński M. *Uszkodzenie bariery nabłonkowej a architektura zapalenia T2-zależnego – nowy paradygmat rozwoju alergii?.* Monografia Postępy w alergologii Medycyna Po Dyplomie 2023; 3(13): 3-11.

[32] Wojnar M, Wierzbiński P, Samochowiec J, Rymaszewska J, Filipiak KJ, Wichniak A, Mróz R, Mamcarz A, Dudek D., *Postępowanie w uzależnieniu od nikotyny u pacjentów z zaburzeniami psychicznymi – zalecenia Polskiego Towarzystwa Psychiatrycznego. Część I.* Psychiatr Pol 2024; 58,(3): 403–418.

[33] Wilczyńska A, Lemieszek M. *Nieznane oblicze witaminy D3 – modulacja odpowiedzi immunologicznej w wybranych chorobach płuc ze szczególnym uwzględnieniem włóknienia płuc.* Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu 2024; 30(4): 259–270.

[34] Agraval H, Kandhari K, Yadav U. *MMPs as potential molecular targets in epithelial-to-mesenchymal transition driven COPD progression.* Life Sci 2024; 352: 122874.

[35] Krawczyk P, Ramlau R, Błach J, Kieszko R, Roszkowski-Ślisz K, Kucharczyk T, Kieszko S, Milanowski J. Czynniki ryzyka i profilaktyka pierwotna raka płuca. Leczenie chorych uzależnionych od palenia tytoniu. Onkol Prakt Klin Edu, 2021; 7(3): 160–173.

[36] Kaźmierczak W, Janiak-Kiszka J, Nowaczewska M., *Rak płaskonabłonkowy jamy ustnej w materiale Kliniki Otolaryngologii i Onkologii Laryngologicznej z Pododdziałem Audiologii i Foniatrii CM UMK Szpitala Uniwersyteckiegonr 1 im. dr. A. Jurasza w Bydgoszczy.* Otolar Pol 2022, 76(3): 12-17..

[37] Adamska P, Dubiec I, Adamski Ł. *Diagnostyka raka płaskonabłonkowego jamy ustnej w praktyce klinicznej.* Protetyka Stomatologiczna 2025; 75(2): 150-158.

[38] Hasan A., Salah R., Farhan F., Abdulkareem A., Hasan A, Salah R, Farhan F, Abdulkareem A. A*ssociation of self-reported symptoms of xerostomia with vaping and cigarette smoking: a cross-sectional study.* Journal of Stomatology 2021; 74(3): 188-194.

[39] Sikorska-Jaroszyńska M, Mielnik-Błaszczak M, Krawczyk D. *Tytoń – roślina o właściwościach uzależniających, wpływająca w istotny sposób na stan miękkich i twardych tkanek jamy ustnej.* Nowa Stomatol 2021; 26(2): 27-30.

[40] Popp S, Mang T, Scharitzer M. *Einfluss des Rauchens auf den Gastrointestinaltrakt.* Radiologie 2022; 62: 772-780.

[41] Korsunsky S, Camejo L, Nguyen D, Mhaskar R, Chharath K, Gaziano J, Richter J, Velanovich V. R*esource utilization and variation among practitioners for evaluating voice hoarseness secondary to suspected reflux disease A retrospective chart review.* Medicine 2022, 101(41): e31056.

[42] Kantczak A, Bielecki I. *Refluks krtaniowo-gardłowy u dzieci - aktualne spojrzenie laryngologa.* Polski Przegląd Otorynolaryngologiczn 2022, 11: 42–48.

[43] Kosztyła-Hojna B, Rogowski M, Duchnowska E, Zdrojkowski M, Łobaczuk-Sitnik A. *Ocena jakości głosu u pacjentów z refluksem krtaniowo-gardłowym w analizie wielowymiarowej.* Otolaryngol Pol 2024; 78, 1: 20-30.

[44] R. G. S. M. S. K. Thejas S, Thejas S, Rajamohan G, Sindu M, Swarna K. *Usefulness of the reflux symptom index in laryngopharyngeal reflux.* Journal of Laryngology and Voice 2021, 11(1): 1-6.

[45] Muras P. *Wpływ stylu życia i diety na głos*. Logopeadica Lodziensia 2023; 8: 105-118.

[46] Longo L., Pipitone L., Cilfone A., et al., *Reinke's Edema: New Insights into Voice Analysis, a Retrospective Study.* J Voice 2026; 40, 1: 256.e9-256.e18.

[47] Lima Neto JL, Fonseca ARBD, Tavares ELM, Gramuglia ACJ, Martins RHG. *Reinke Edema: Factors that Interfere with Vocal Recovery after Surgery.* Int Arch Otorhinolaryngol 2022; 27(1): , e77- e82.

[48] Gliwa-Patyńska, R. *Obrzęk Reinkego-możliwości rehabilitacji logopedycznej (studium przypadku).* Logopeadica Lodziensia 2023; 8: 25-40.

[49] Dewan K, Chhetri D, Hoffman H. *Reinke's edema management and voice outcomes.* Laryngoscope Investig Otolaryngol 2022; 7(4): 1042-1050.

[50] Omare MO, Kibet JK, Cherutoi JK, Kengara FO. *A review of tobacco abuse and its epidemiological consequences.* Z Gesundh Wiss 2022; 30: 1485–1500.

[51] Perrine B L, Knepler K, Hooper M. *Vocal Hygiene Habits in College Students With and Without Self-Reported Symptoms of a Voice Problem.* J Voice 2024; 28: S0892-1997(24)00075-4.

[52] Denizoğlu İ, Şahin M, Orhon EŞ. *Efficacy of the DoctorVox Voice Therapy Technique for the Management of Vocal Fold Nodules.* Turk Arch Otorhinolaryngol 2023; 61(2): 66-74.

[53] Oliveira P, Ribeiro VV, Florêncio DSF, Palhano M, Gonçalves RR, Alves do Nascimento M. *Vocal Training in Healthy Individuals: A Scoping Review.* J Voice 2024; 38(5): 1250.e11-1250.e23.

[54] IPayten CL, Weir KA, Madill CJ. *Investigating current clinical practice in assessment and diagnosis of voice disorders: A cross-sectional multidisciplinary global web survey.* Int J Lang Commun Disord 2024; 59(6): 2786–2805.

[55] am C, Christianson J, Sataloff RT. *Prevalence of Objective Voice Measurement Use in Laryngology Practices in the United States.* J Voice 2026; 40(2): 426-429.

[56] Lechien JR, Geneid A, Bohlender JE, Cantarella G, Avellaneda JC, Desuter G, Sjogren EV, Finck C, Hans S, Hess M, Oguz H, Remacle MJ, Schneider-Stickler B, Tedla M, Schindler A, Vilaseca I, Zabrodsky M, Dikkers FG, Crevier-Buchman L. *Consensus for voice quality assessment in clinical practice: guidelines of the European Laryngological Society and Union of the European.* Eur Arch Otorhinolaryngol, 2023; 280(12): 5459–5473.

[57] Miaśkiewicz B, Gos E, Dębińska M, Panasiewicz-Wosik A, Kapustka D, Nikiel K, Włodarczyk E, Domeracka-Kołodziej A, Krasnodębska P, Szkiełkowska A. *Polish Translation and Validation of the Voice Handicap Index (VHI-30).* Int J Environ Res Public Health 2022; 19(17): 10738.

[58] Sobol M, Sielska-Badurek EM,Osuch-Wójcikiewicz E. *Normative values for singing voice handicap index - systematic review and meta-analysis,* Braz J Otorhinolaryngol 2020; 86(4): 497-501.

[59] Marszałek M. *Głos w subiektywnej ocenie studentów.* Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia Logopaedica 2024, 8: 73-80.

[60] Jarzyńska A, Jedlińska A. *Ocena wybranych kwestionariuszy do samooceny niepełnosprawności słuchu i głosu seniorów.* Niepełnosprawność i Rehabilitacja 2025; 97, 1: 92-108.

[61] Gliwa-Patyńska R. *Ocena skuteczności ćwiczeń typu Semi-Occluded Vocal Tract (SOVTE) w rehabilitacji głosu u pacjentów z chorobą Parkinsona: Badanie pilotażowe przed-po.* Logopedia 2025, 54: 177-194.

[62] Barmak E, Altan E, Yılmaz Z, Korkmaz MH, Çadallı Tatar E. *Impact of the Severity of Reinke's Edema on the Parameters of Voice.* Turk Arch Otorhinolaryngol 2023; 61(4): 166-174.

[63] Yamamoto N, Onoda K. *Item-specific analysis of hoarseness to detect aspiration after cardiac surgery: an exploratory study of adopting an iPhone application "GRBASZero".* Indian J Thorac Cardiovasc Surg 2024; 40(6): 684-689.

[64] Roychoudhury A. *Evaluation of Hoarseness*, Int J Head Neck Surg 2021; 12(4): 172-178.

[65] Korn GP, Gama ACC, Nascimento UND. *Visual-perceptive assessment of glottic characteristics of vocal nodules by means of high-speed videoendoscopy.* Braz J Otorhinolaryngol 2023; 89(4): 101275.

[66] OMalinowski J, Niebudek-Bogusz E, Just M, Morawska J, Racino A, Hoffman J, Barańska M, Kowalczyk MM, *Pietruszewska W. Obrazowanie krtani z wykorzystaniem wideoendoskopii z szybkim filmem z oświetleniem laserowym: raport wstępny.* Otolaryngol Pol 2021; 75(6): 1-10.

[67] Schlegel P, Kist AM, Kunduk M, Dürr S, Döllinger M, *Schützenberger A. Interdependencies between acoustic and high-speed videoendoscopy parameters.* PLoS One 2021; 16(2): e0246136.

[68] Zarachi A, Tafiadis D, Exarchakos G, Lianou AN, Liontos A, Psychogios G. *The Utility of Stroboscopy in Evaluating Patients with Benign Vocal Fold Lesions.* Maedica (Bucur) 2023; 18(3): 504-509.

[69] Lin RJ, Wang T. *Comparison of Fundamental Frequency in Postmenopausal Women Who Are Treated With Hormone Replacement Therapy vs Those Who Are Not: A Systematic Review and Meta-analysis.* JAMA Otolaryngol Head Neck Surg 2020; 146(11): 1045-1053.

[70] Rodiera C, Fortuny H, Valls A, Borras R, Ramírez C, Ros B, Rodiera J, Santaliestra J, Lanau M, Rodríguez N. *Voice Analysis as a Method for Preoperatively Predicting a Difficult Airway Based on Machine Learning Algorithms: Original Research Report.* Health Sci Rep 2024; 7(12): e70246.

[71] Muras P. *Wpływ chorób endokrynologicznych, metabolicznych i choroby refluksowej na zaburzenia głosu.* Logopaedica Lodziensia 2023; 7: 139-153.

[72] bd El-Gaber FM, Sallam Y, Mohammed Eid El Sayed H. *Acoustic Characteristics of Voice in Patients with Chronic Kidney Disease.* Int J Gen Med 2021; 14: 2465–2473.

[73] Chang GH, Chou FF, Tsai MS, Tsai YT, Yang MY, Huang EI, Su HC, Hsu CM. *Real-world evidence and optimization of vocal dysfunction in end-stage renal disease patients with secondary hyperparathyroidism.* Sci Rep 2021; 11(1): 653.

[74] Mahon E, Lachman ME. *Voice biomarkers in middle and later adulthood as predictors of cognitive changes.* Front Psychol 2024; 15: 1422376.

[75] Majda-Zdancewicz E, Gabrielczyk E. *Zastosowanie technik przetwarzania sygnału mowy w celu obiektywnej oceny wysiłku głosowego.* Przegląd Elektrotechniczny. 2021; 97(10): 121-124.

[76] Li G, Hou Q, Zhang C, Jiang Z, Gong S. *Acoustic parameters for the evaluation of voice quality in patients with voice disorders.* Ann Palliat Med. 2021; 10(1): 130-136.

[77] Sroka K, Rybacki M, Wiszniewska M. *Zaburzenia głosu związane z nadmiernym wysiłkiem głosowym – aspekty profilaktyczne i orzecznicze*. Med Pr Work Health Saf 2025; 75(5): 417-427.

[78] Ponnamaneni D, Mangal R, Gould M, Stead T, Ganti L. *Factors Influencing Patient Satisfaction with Total Joint Replacement Surgery.* Orthop Rev (Pavia) 2024; 16: 92646.

[79] Tekiela N, Smolik A, Tabor M. *Porównanie wyników całkowitej endoprotezoplastyki stawu kolanowego (TKA) z użyciem opaski uciskowej i bez opaski uciskowej.* Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2024; 26, 3(6): 93-98.

[80] Kania A, Gonet M, Miszczyk K, Serwik-Trandasir A, Włodarczyk-Cybulska K, Maj P, Sergiel N, Mozer P, Maternia J, Lazar M. *Total hip arthroplasty; indications, historical overview, surgical techniques, complications, and outcomes.* J Educ Health Sport 2023; 45(1): 236-246.

[81] Katz JN, Arant KR, Loeser RF. *Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review.* JAMA 2021; 325(6): 568-578.

[82] Paraliov AT, Iacov-Craitoiu MM, Mogoantă MM, Predescu OI, Mogoantă L, Crăiţoiu Ș. *Management and Treatment of Coxarthrosis in the Orthopedic Outpatient Clinic.* Curr Health Sci J 2023; 49(1):102-109.

[83] Kot-Bryćko K, Pietraszkiewicz F. *Psychologiczne aspekty choroby zwyrodnieniowej stawów.* Polish J Sport Med 2021; 37(2): 61-71.

[84] Kuryliszyn-Moskal A, Kucharz EJ, Wiland P, Mastalerz-Migas A, Sudoł K, Jabłoński R. *Algorytm diagnostyczny choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego – rekomendacje dla lekarzy rodzinnych*. Lekarz POZ 2022; 8(1):7-11..

[85] AOrczyk PA, Gąsior Z, Dąbek J, Kusz D. *Analiza czynników predysponujących do zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego na podstawie badań przeprowadzonych u chorych z oddziału ortopedycznego.* Annales Academiae Medicae Silesiensis 2021; 75: 49–61.

[86] Czubak J, Blacha J, Bohatyrewicz A, Gądek A, Kamiński P, Koń B, Kowalczewski J, Kozłowski A, Łęgosz P, Machnio A, Marczak D, Pawlewicz A,Rzewuski K, Sionek A, Skowronek P, Szneider J, Szyluk K, Więckowska B, Żabiński D. *Rejestr Endoprotezoplastyk Raport 2024.* Otwock, 2025.

[87] Wysocka A., Potyra M., Góral-Radziszewska K, Waśkiewicz K, Gawińska-Drużba E. *Trwanie życia 2024.* GUS. Warszawa, 2025 .

[88] Chen X, Li X, Zhu Z, Wang H, Yu Z, Bai X. *Effects of progressive resistance training for early postoperative fast-track total hip or knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis.* Asian J Surg 2021; 44: 1245-1253.

[89] Stolarczyk A, Stępiński P, Maciąg B, Michalczyk W, Zdun J, Grzegorzewski S, Modzelewski K, Szymczak J. *Relacje miednica–kręgosłup w kontekście pierwotnej endoprotezoplastyki stawu biodrowego – praktyczne aspekty.* Praktyczna Ortopedia i Traumatologa, 2021; 23: https://www.praktyczna-ortopedia.pl/artykul/relacje-miednica-kregoslup-w-kontekscie-pierwotnej-endoprotezoplastyki-stawu-biodrowego-praktyczne-aspekty- 2026.05.23.

[90] Jędra B, Kiwerski J, Sikorska A, Korabiewska I. *Wpływ asymetrii miednicy na symetrię tułowia u dzieci.* Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2022; 24(3): 181-191.

[91] Żurawski A., Śliwiński Z., Nowak-Starz G. i Kiebzak W., *Monitoring changes in the shape of the spine in children with postural disorders.* Medical Studies 2023; 39(2): 132–139.

[92] Fukushima K, Tsutsumi M, Nakata A, Kakimoto A, Yamaguchi I, Hoshino T, Matsuzaki S, Kudo S. *Relationship between pelvic incidence and hip, pelvic, and lumbar motion during squatting in healthy individuals with high and low pelvic incidence.* Sci Rep 2026; 16(1): 5831.

[93] Broczkowska Z, Żurawski A, Markowski K, Śliwiński Z. *Analiza lordozy lędźwiowej na wybrane parametry równowagi u mężczyzn.* Fizjoterapia Polska 2024; 24(3): 158-167.

[94] Lobbos BS, Essa MMM, Khaireldin A, Gamal El-Din MY, Rizkallah P, Samy HA. I*nfluence of pelvic position on shoulder range of motion.* BMC Musculoskelet Disord 2025; 26(1): 60.

[95] Koprowski P. *Znaczenie obręczy barkowej u pacjenta z zaburzeniami miofunkcjonalnymi*. Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia Logopaedica 2023; 7, 47-60..

[96] Kabała A. *Anatomiczne i motoryczne podłoże artykulacji. Poznańskie Studia Polonistyczne*. Seria Językoznawcza 2022; 29(2): 231-243.

[97] Rehnke RD. *Clinical Implications of the Fascial System: A Commentary on One Surgeon's Journey.* Life (Basel) 2024; 14(1): 89.

[98] Bobak-Powroźniak K, Jaworek J. *Zjawisko tensegracji w układzie ruchu*. Sztuka Leczenia 2021; 1: 37-42.

[99] Scarr G, Blyum L, Levin SM, Lowell de Solórzano S. *Biotensegrity is the super-stability hypothesis for biology.* Biosystems 2025; 256: 105569.

[100] Książek-Czekaj A. *Ocena wpływu dysfunkcji stawu skroniowo-żuchwowego na zmiany w postawie nawykowej chorych.* Rozprawa doktrorska. Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach. Kielce 2017.

[101] Williams B, Gyer G, Michael J. *Motion palpation: guide or guise? – a clinical commentary.* J Contemp Chiropr 2025; 8: 11-20.

[102] Batool SA, Shakil-Ul-Rehman S, Tariq Z, *Ikram M. Effects of fasciatherapy versus fascial manipulation on pain, range of motion and function in patients with chronic neck pain.* BMC Musculoskelet Disord 2023; 24(1): 789.

[103] Chalkia A, Paraskevopoulos E, Mandalidis D. *Interjoint Range of Motion Relationships Along Myofascial Chains in Healthy Adults*. Biomechanics 2026; 6(1): 25.

[104] Valenti F. *The Fascial System.* Proceedings of Socratic Lectures 2022; 8: 83-88.

[105] Bobak-Powroźnik K. *Tensegracja kompleksu lędźwiowo-miedniczno-biodrowego oraz stopy i stawu skokowego.* Rozprawa doktorska. Uniwersytet Jagielloński – Collegium Medicum. Kraków 2021.

[106] Wilczyński J., Wilczyński J. *Own Typology of Body Posture Based on Research Using the Diers Formetric III 4D System.* J Clin Med 2025; 14 (2): 501.

[107] Zmyślna A, Kiebzak W, Żurawski A, Pogorzelska J, Kotela I, Kowalski TJ, Śliwiński Z, Śliwiński G. *Effect of physiotherapy on spinal alignment in children with postural defects.* Int J Occup Med Environ Health 2019; 32(1): 25-32.

[108] Patel M, Liu XC, Yang K, Tassone C, Escott B, Thometz J. *3D Back Contour Metrics in Predicting Idiopathic Scoliosis Progression: Retrospective Cohort Analysis, Case Series Report and Proof of Concept.* Children (Basel) 2024; 11(2): 159.

[109] Ślęzak P, Łaszkowska-Płóciennik T, Santorek R, Bałczewska-Malinowska K, Kostka J. *Agreement between clinical examination and posture analysis using the Diers Formetric 4D system in school-aged children.* Medical Research Journal 2026, 11: e04426031.

[110] Broczkowska Z, Żurawski A, Budzis J, Śliwiński Z. *From Observation to Quantifi cation: Rasterstereographic Evaluation of Cervical Lordosis and Head Posture.* Med Rehabil 2026; 30(1): 4-13.

[111] Zmyślna A, Żurawski AŁ, Śliwiński G, Śliwiński ZW, Kiebzak WP. *Assessment of Body Posture of Children With Chest Pain.* Front Pediatr 2021; 9: 704087.

[112] Degenhardt B, Starks Z, Bhatia S, Kelley-Franklin G. *Appraisal of the DIERS method for calculating postural measurements: an observational study.* Scoliosis Spinal Disord 2017; 12: 12-28.

[113] https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/pack-year- 2026.05.31.

[114] https://gsthr.org/pl/countries/profile/pol/cigarettes/- 2025.05.14.

[115] Ahmed S. *How to choose a sampling technique and determine sample size for research: A simplified guide for researchers*, Oral Oncology Reports 2024; 12: 100662.

[116] Hamerlińska A. *Niepełnosprawność głosu u nauczycieli. Raport z badań.* Logopaedica Lodziensia 2021; 5: 59-68.

[117] *DiagnoScope Specjalista - instrukcja użytkownika*, DiagNova Technologies Sp z o.o. 2010-2022.

[118] https://www.diagnova.pl - 2026.06.06.

[119] Żurawski A, Skwiot M, Zmyślna A, Śliwiński Z, Śliwiński G. *Praktyczne wykorzystanie systemu fotogrametrii wg DIERS w diagnostyce skolioz i wad postawy.* W: *Wielka*

fizjoterapia. Red. Śliwiński Z, Sieroń A, Wydawnictwo Edra Urban & Partner, Wrocław 2022; 283-292.

[120] *DIERS biomedical solutions -DIERS formetric III 4D*. Version: 3. Matriał informacyjny. Dipl.-Ing.(FH) Jörg Hübner, 2010.

[121] Grivas TB, Angouris K, Chandrinos M, Kechagias V. *Truncal changes in children with mild limb length inequality: a surface topography study.* Scoliosis and Spinal Disorders 2018;13: 27.

[122] Żurawski A. *Ocena zaburzeń symetrii u dzieci w wieku 8-12 lat leczonych.* Rozprawa doktorska. Uniwersytet Jana Kochanowskiewgo w Kielcach. Kielce 2019.

[123] Szkiełkowska A, Kazanecka E. *Emisja głosu. Wskazówki metodyczne.* Wydawnictwo Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu. Warszawa 2022.

[124] Wosik-Kawala D. *Podstawy emisji głosu.* Wydawnictow Uniwersytetu Marii Curie-Słodowskiej. Lublin, 2015.

[125] Płusajska-Otto A. *Podręcznik pracy głosem. Ćwiczenia i wskazówki dla osób występujących publicznie.* Wydawnictow Uniwersytetu Łódzkiego. Łódź 2017.

[126] Toczyska B. *Elementarne ćwiczenia dykcji.* Wydawnictwo GWO. Gdańsk 2019.

[127] Kęder K, Sielska-Badurek E. *Efektywność terapii logopedycznej łączącej różne techniki rehabilitacji głosu u pacjentów z dysfonią hiperfunkcjonalną*. Pol Otorhino REV 2024; 13(1): 14-21.

[128] Ręklewski M. *Statystyka opisowa. Teoria i przykłady.* Wydawnictwo Państwowa Uczelnia Zawodowa we Włocławku. Włocławek 2020..

[129] Kochański B. *Czy kurtoza mierzy spiczastość rozkładu?*. Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician 2022; 67(11): 43–61.

[130] Liu Ch. R*eweighted and circularised Anderson-Darling tests of goodness-of-fit.* Journal of Nonparametric Statistics 2023; 35(4): 869-904.

[131] Asare B, Arthur YD, Obeng BA, Alija S, Orhani S., *Mann-Whitney U Test for Two Independent Groups.* Journal of Research in Didactical Sciences 2026; 5 (1): 13-31.

[132] Changyong F, Hongyue W, Honghong L, He Z. *Generalized Spearman rank correlation coefficient and its application.* Communications in Statistics: Case Studies & Data Analysis 2026: 1-9.

[133] *Materiały informacyjne do skryptu programu GNU Octave z zainstalowanym pakietem Statistics.* IMER Systems 2026.

[134] Wilczyński J, Bieniek K. *Correlations of somatic traits and postural defects.* Acta of Bioengineering and Biomechanics 2019; 21(1): 79-86.

[135] Książek-Czekaj A, Śliwiński G,Wiecheć M, Tabor P, Kiljański M, Śliwiński Z. Analiza wybranych parametrów postawy ciała u zawodniczek uprawiających piłkę siatkową, Fizjoterapia Polska 2017; 17(3): 6-14.

[136] Arborettia R, Barzizzab E, Biasettonb N, Disegna M. *A review of multivariate permutation tests: Findings and trends.* Journal of Multivariate Analysis 2025; 207: 105421.

[137] Ceritoğlu F. Systematic *Undercoverage in Bootstrap Confidence Intervals for Xi Correlation Coefficient: A Simulation Study.* Mathematics 2026; 14(12): 2136.

[138] Chen X, Robinson DG, Storey JD. *The functional false discovery rate with applications to genomics.* Biostatistics 2021; 22(1): 68-81.

[139] Meléndez R, Giraldo R, Leiva V. *Sign, Wilcoxon and Mann-Whitney Tests for Functional Data: An Approach Based on Random Projections*. Mathematics 2021; 9 (1): 44.

[140] Gang B., Lin H., Tong T., *Unifying Boxplots: A Multiple Testing Perspective*, 2025: https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.20259- 2026.06.09.

[141] G. G. R. M. A. N. Dai X, „Anderson JA, Bisignano C, Carr S, Feldman R, Hay SI, He J, Iannucci V, Lawlor HR, Malloy MJ, Marczak LB, McLaughlin SA, Morikawa L, Mullany EC, Nicholson SI, O'Connell EM, Okereke C, Sorensen RJD, Whisnant J, Aravkin AY, Zheng P, Murray CJL, Gakidou E.," *Health effects associated with smoking: a Burden of Proof study.* Nat Med 2022; 28(10): 2045–2055.

[142] Kanwal S, Ijaz S, Akbar S, Butt GA, Khalid E, Saeed S. *Correlation Between Quality of Voice and Conventional Cigarette Smoking: Young Adult Male Perspective.* JHWCR 2025; 3(7): e428.

[143] Tohidast SA, Fazeli F, Golmohammadi G, Scherer RC, Mansuri B. *Vocal Tract Discomforts among Smokers*. J Voice 2026; 40(1): 300.e11-300.e20.

[144] Mehmood M, Mumtaz N, Saqulain G. *Smoking has detrimental effects on voice related Quality of Life of University Teachers*. Pak J Med Sci 2024; 40(8): 1759-1764.

[145] Vuković B, Ćalasan S, Vegar A. *Influence of smoking on voice quality.* BI 2022; 13(1): 20–26.

[146] Ma Z, Bullen Ch, Chu JTW, Wang R, Wang Y, Singh S. *Towards the Objective Speech Assessment of Smoking Status based on Voice Features: A Review of the Literature.* J Voice 2023; 37(2): 300.e11-300.e20.

[147] Jarusriwanna A, Kinov P, Kovač S, Kutty S, Kyte R, Lamichhane A, Lee M. *Should Smoking Cessation Be Recommended and Required for Patients Undergoing Elective Knee or Hip Arthroplasty?.* J Arthroplasty 2024; 40(2S1): S48-S49.

[148] Yue C, Cui G, Ma M, Tang Y, Li H, Liu Y, Zhang X. *Associations between smoking and clinical outcomes after total hip and knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis.* Front Surg 2022; 9: 970537.

[149] Murton OM, Dec GW, Hillman RE Majmudar MD, Steiner J, Guttag JV, Mehta DD. *Acoustic Voice and Speech Biomarkers of Treatment Status during Hospitalization for Acute Decompensated Heart Failure*. Appl Sci (Basel) 2023; 13(3): 1827.

[150] Arango Guerra P, Ortega-Agamez C, Naranjo-Restrepo S. *Ortner's Syndrome (Cardiovocal Syndrome): A Case Report.* Cureus 2023; 15(5): e38408.

[151] Wang K, Chen R, Zeng Z, Liu HM, Meng QT. *Hoarseness after general endotracheal anesthesia: A single-center retrospective analysis.* J Anesth Transl Med 2024; 3(2): 60-64.

[152] Higgs JP, Diamond LE, Saxby DJ, Constantinou M, Barrett RS. *Individuals with Unilateral Mild-to-Moderate Hip Osteoarthritis Exhibit Lower Limb Kinematic Asymmetry during Walking But Not Sit-to-Stand.* Symmetry: 2021; 13(5): 768.

[153] Zeng Z, Shan J, Zhang Y, Wang Y,, Li C, Li J, Chen W, Ye Z, Ye X, Chen Z, Wu Z, Zhao C, Xu X. *Asymmetries and relationships between muscle strength, proprioception, biomechanics, and postural stability in patients with unilateral knee osteoarthritis*. Front Bioeng Biotechnol 2022; 10: 922832.

[154] Cruz-Medel I, Rodrigues-de-Souza DP, Alburquerque-Sendín F. *Comprehensive Analysis of Pelvic Asymmetries in Low Back Pain, Scoliosis, Post-Traumatic Pelvic Dysfunctions and Obstetric Changes: A Narrative Review Focused on Clinical Relevance.* Symmetry 2024; 16(10): 1304.

[155] Baba K, Takahashi K, Hashimoto K, Onoki T, Aki T, Fujita R, Ishikawa K, Aizawa T. H*armony between spinopelvic mismatch and sagittal hip alignment contributes to upright standing in females: a cross-sectional study.* J Spine Surg 2024; 10(2): 244-254.

[156] Cardoso R, Lumini-Oliveira J, Meneses R. *Associations between Posture, Voice, and Dysphonia: A Systematic Review.* J Voice 2019; 33(1): 124.e1-124.e12.

[157] Kim SI, Son IS, Bang JH, Eun YG, Kim SJ, Li X, Kim SM, Kim YC, Lee YC. The *Association Between Cervical Spine Alignment and Voice Symptoms in Patients With Voice Disorders: A Prospective Cohort Study.* J Voice 2025: S0892-1997(25)00264-4..

[158] Cardoso R, Meneses RF, Lumini-Oliveira J, Pestana P, Guimarães B. *Associations between Teachers' Posture, Muscle Tension and Voice Complaints.* J Voice 2021; 35(6): 933.e23 -933.e31.

[159] D.-B. M. A. H. E. Castillo-Allendes A, Castillo-Allendes A, Delgado-Bravo M, Ponce AR, Hunter EJ. *Muscle Activity and Aerodynamic Voice Changes at Different BodyPostures: A Pilot Study.* J Voice 2025; 39(2): 439-447.

[160] Garnier M, David C, Pétillon C, Remacle A. *Effectiveness and Implementation of a One-Day Voice Preventive Program for Primary-School Teachers: A Longitudinal Study Based on Acoustic and Subjective Evaluations.* J Voice 2025; 30:S0892-1997(25) 00272-3.

[161] Alfaro-Calfullan M, Vega-Rodríguez YE. *Effects of a Preventive Vocal Health Program on Acoustic and Perceptual Voice Outcomes in Chilean Radio-Broadcasters.* J Voice 2026: S0892-1997(26)00011-1.

[162] Ramos LA, Ribeiro CJS, Brasil CCP, Gama ACC. *The Effectiveness of Vocal Health Programs in the Prevention of Voice Disorders in Teachers: A Systematic Review and Meta-Analysis.* J Voice 2025; 39(2): 564.e1- 564.e21.

[163] Yu YH, Fu S, Chang CW, Hsieh LC. *Voice Outcomes of Straw Phonation Exercises for Telephone Customer Service Staff.* J Voice 2025; 39(4): 1138.e9-1138.e14.

Streszczenie

Wstęp

Palenie papierosów nadal pozostaje aktualnym i ważnym zagadnieniem w systemie ochrony zdrowia. Zwiększa ono ryzyko rozwoju wielu schorzeń i przedwczesnego zgonu. Proces spalania tytoniu w papierosach negatywnie wpływa na trakt głosowy i może być czynnikiem predysponującym do powstawania wielu chorób w jego obrębie, od łagodnych podrażnień do nowotworów. Negatywne konsekwencje zdrowotne palenia są powszechnie znane, mimo tego wiele osób nadal sięga po papierosa.

W perspektywie globalnego trendu zwiększającej się oczekiwanej długości życia choroby zwyrodnieniowe stawów kolanowych i biodrowych stanowią istotny problem współczesnych seniorów. Często długotrwały ból powoduje poszukiwanie pozycji analgetycznej, tym samym zmieniając parametry symetrii ciała. W mechanizmie łańcuchów biokinematycznych i koncepcji tensegracji stan patologii w obrębie jednego stawu przenosić się może na odległe segmenty ciała. Alternatywą w przypadku wyczerpania zachowawczych metod leczenia jest zabieg endoprotezoplastyki.

Materiał i metoda

W badaniu udział wzięło 100 osób w wieku 55-75 lat. Grupę badaną stanowili pacjenci palący papierosy po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego (N=50; K=28, M=22). Grupa kontrolna palących liczyła 15 osób (N=15, K=10, M=5). W grupie kontrolnej niepalących było 15 osób (N=15, K=10, M=5) natomiast grupa chorych niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego liczyła 20 osób (N=20, K=8, M=12) Badanie obejmowało pomiar akustyczny głosu, Kwestionariusz niepełnosprawności głosowej VHI, wyniki pomiaru parametrów postawy ciała.

W grupie badanej wykonano pomiar akustyczny oraz kwestionariusz VHI przed i po treningu głosu, natomiast w grupie kontrolnej chorych niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki badania zostały wykonane dwukrotnie w czasie hospitalizacji. W pozostałych grupach kontrolnych wykonano jednokrotny pomiar akustyczny głosu i kwestionariusz VHI. Do pomiarów akustycznych wykorzystano program *DiagnoScope*. Wykorzystano także pomiary parametrów postawy ciała chorych grupy badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki sporządzonych z wykorzystaniem systemy DIERS Formetric. Profilaktyczny trening głosu zawierał omówienie teoretycznych zagadnień

związanych z higieną i emisją głosu oraz ćwiczenia: słuchowe; relaksacyjne; oddechowe; oddechowo-fonacyjne; aktywizujące wykorzystanie rezonatorów ciała; usprawniające narządy artykulacyjne; wyrazistej realizacji głosek.

Wyniki

Analiza zgromadzonych w czasie badań danych ukazała zmiany parametrów akustycznych głosu: w przypadku kobiet w grupie badanej wzrostu parametru NHR, natomiast w grupie badanej mężczyzn w odniesieniu do grupy kontrolnej niepalących oraz obniżenia wartości Shimmer i Jitter. Nie ujawniono występowania intensywniejszych zmian parametrów głosu pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego lub/i biodrowego palących papierosy w odniesieniu do grupy kontrolnej palących. Wykazano natomiast istnienie zaburzeń symetrii ciała u chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego lub/i kolanowego. W testach statystycznych ujawniono istnienie zależności między niektórymi parametrami ciała, a parametrami akustycznymi głosu, jednak wprowadzona poprawka fdr jednoznacznie nie potwierdziła tych obserwacji. Wdrożony profilaktyczny trening głosu nie wpłynął istotnie na samoocenę stanu głosu, ani na poprawę jego parametrów akustycznych.

Wnioski

1. U pacjentów aktywnie palących papierosy od co najmniej 5 lat odnotowuje się zmiany cech fizycznych głosu w zakresie: wzrostu parametru NHR u kobiet w grupie badanej oraz obniżenia wartości Shimmer i Jitter u mężczyzn w grupie w odniesieniu do grupy kontrolnej niepalących.
2. U pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego lub/i biodrowego aktywnie palących papierosy od co najmniej 5 lat zmiany cech fizycznych głosu nie są intensywniejsze.
3. U chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego lub/i kolanowego występuje zaburzenie symetrii ciała określone parametrami Harzmanna.
4. Testy statystyczne ujawniają zależności w zakresie związku parametrów postawy ciała i akustycznych głosu, jednak pogłębione analizy wskazują, że należy być ostrożnym w ich ekstrapolowaniu.
5. Profilaktyczny trening głosu nie wpływa na poprawę parametrów akustycznych głosu osób palących papierosy.
6. Profilaktyczny trening głosu nie wpływa na poprawę samooceny stanu głosu badaną kwestionariuszem VHI u palaczy.

Abstract

The effectiveness of voice training in patients after hip or knee arthroplasty who smoke cigarettes

Introduction

Cigarette smoking remains a current and important issue in the healthcare system. It increases the risk of numerous diseases and premature death. The tobacco combustion process in cigarettes negatively affects the vocal tract and can be a predisposing factor for various disorders within it, ranging from mild irritations to cancers. The negative health consequences of smoking are widely known, yet many people still reach for a cigarette.

With the global trend of increasing life expectancy, degenerative diseases of the knee and hip joints pose a significant problem for modern seniors. Often, prolonged pain leads to the adoption of an antalgic position, thereby altering body symmetry parameters. According to the mechanism of biokinematic chains and the concept of tensegrity, a pathological state within one joint can transfer to distant body segments. An alternative, in the event that conservative treatment methods are exhausted, is arthroplasty.

Materials and Methods

The study involved 100 participants aged 55-75. The study group consisted of smoking patients after hip and/or knee arthroplasty (N=50; F=28, M=22). The smoking control group comprised 15 individuals (N=15; F=10, M=5). The non-smoking control group consisted of 15 individuals (N=15; F=10, M=5), while the group of non-smoking patients after hip and/or knee arthroplasty included 20 individuals (N=20; F=8, M=12). The study included an acoustic voice analysis, the Voice Handicap Index (VHI) questionnaire, and posture parameter measurements.

In the study group, acoustic measurements and the VHI questionnaire were performed before and after voice training, whereas in the control group of non-smoking patients after arthroplasty, the assessments were performed twice during hospitalization. In the remaining control groups, a single acoustic voice measurement and VHI questionnaire were conducted. The DiagnoScope software was used for acoustic measurements. Additionally, posture parameters for the study group and the non-smoking patients after arthroplasty were measured using the DIERS Formetric system. The preventive voice training included a discussion of theoretical issues related to voice hygiene and emission, as well as auditory, relaxation, breathing, breathing-phonation, resonance-activating, articulation-improving, and clear articulation exercises.

Results

Analysis of the collected data revealed changes in acoustic voice parameters: an increase in the NHR parameter in the female study group, and decreased Shimmer and Jitter values in the male study group compared to the non-smoking control group. No intense changes in voice parameters were observed in patients who smoke after hip and/or knee arthroplasty compared to the smoking control group. However, body symmetry disturbances were demonstrated in patients after hip and/or knee arthroplasty. Statistical tests revealed a relationship between certain body parameters and acoustic voice parameters, although the applied FDR correction did not conclusively confirm these observations. The implemented preventive voice training did not have a significant impact on the patients' self-assessment of their voice or the improvement of its acoustic parameters.

Conclusions:

1. In patients actively smoking cigarettes for at least 5 years, changes in physical voice characteristics are observed, specifically: an increase in the NHR parameter in the studied group of women, and a decrease in Shimmer and Jitter values in the men's group compared to the non-smoking control group.
2. In patients after total knee and/or hip arthroplasty who have been actively smoking cigarettes for at least 5 years, the changes in physical voice characteristics are not more pronounced.
3. Patients after hip and/or knee arthroplasty exhibit body symmetry disturbances, assessed using the Harzmann parameters..
4. Statistical tests reveal relationships between body posture and acoustic voice parameters; however, in-depth analyses indicate that caution should be exercised when extrapolating these findings.
5. Prophylactic voice training does not improve the acoustic voice parameters of cigarette smokers.
6. Prophylactic voice training does not improve the self-assessment of voice condition as measured by the VHI questionnaire in smokers.

Spis tabel

Tabela 1 Rozkład płci w grupie badanej 24
Tabela 2 Struktura płci w grupie kontrolnej palących..... 25
Tabela 3 Struktura płci w grupie kontrolnej niepalących..... 26
Tabela 4 Struktura płci w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego 27
Tabela 5 Statystyki opisowe dla wieku grupy badanej i grup kontrolnych..... 30
Tabela 6 Statystyki opisowe dla wieku grupy badanej i grup kontrolnych. 32
Tabela 7 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie badanej..... 34
Tabela 8 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego 35
Tabela 9 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie badanej i w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki..... 36
Tabela 10 Wybrane statystyki opisowe parametru F0 [Hz] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 60
Tabela 11 Wybrane statystyki opisowe dla parametru F0 [Hz] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 61
Tabela 12 Wybrane statystyki opisowe parametru Jitter [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 62
Tabela 13 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Jitter [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 63
Tabela 14 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Shimmer [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 64
Tabela 15 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Shimmer [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 65

Tabela 16 Wybrane statystyki opisowe dla parametru NHR [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 66
Tabela 17 Wybrane statystyki opisowe dla parametru NHR [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 67
Tabela 18 Istotne statystycznie różnice parametrów akustycznych głosu kobiet w I pomiarze w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 68
Tabela 19 Istotne statystycznie zmiany parametrów akustycznych głosu mężczyzn w I pomiarze w grupie badanej oraz grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 69
Tabela 20 Wybrane statystyki opisowe dla parametru F0 [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących 70
Tabela 21 Wybrane statystyki opisowe dla parametru F0 mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących 71
Tabela 22 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Jitter [%] kobiet I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących..... 72
Tabela 23 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Jitter [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących..... 73
Tabela 24 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Shimmet [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących..... 74
Tabela 25 Wybrane statystyki opisowe dla parametru Shimmer [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących 75
Tabela 26 Wybrane statystyki opisowe dla parametru NHR [%] kobiet - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących..... 76
Tabela 27 Wybrane statystyki opisowe dla parametru NHR [%] mężczyzn - I pomiar w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących..... 77
Tabela 28 Istotne statystycznie różnice parametrów akustycznych głosu kobiet i mężczyzn - w I pomiarze w grupie badanej oraz grupie kontrolnej palących 78
Tabela 29 Opis statystyk globalnego wskaźnika zaburzeń symetrii AI 79
Tabela 30 Zaburzenia parametrów postawy ciała DIERS w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki..... 79
Tabela 31 Opis statystyk dla liczby parametrów postawy ciała DIERS poza normą..... 80

Tabela 32 Zależności parametrów postawy ciała względem parametru F0 [dB] w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 81
Tabela 33 Zależność parametrów postawy ciała względem parametru Jitter [%] w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 84
Tabela 34 Zależność parametrów postawy ciała względem parametru Shimmer [%] w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 86
Tabela 35 Zależność parametrów postawy ciała względem parametru NHR [%] w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 88
Tabela 36 Związki istotne statystycznie pomiędzy parametrami akustycznymi głosu a parametrami postawy ciała DIERS dla kobiet w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 91
Tabela 37 Związki istotne statystycznie pomiędzy parametrami akustycznymi głosu a parametrami postawy ciała DIERS dla mężczyzn w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 92
Tabela 38 Opis statystyk dla globalnego wskaźnika poprawy GII parametrów akustycznych w grupie badanej 93
Tabela 39 Istotności różnic wartości I i II pomiaru akustycznego w grupie badanej 94
Tabela 40 Opis statystyk poprawionych parametrów akustycznych w grupie badanej 94
Tabela 41 Opis statystyk dla globalnego wskaźnika poprawy GII parametrów akustycznych w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 95
Tabela 42 Istotności różnic wartości I i II pomiaru akustycznego w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 95
Tabela 43 Opis statystyk poprawionych parametrów akustycznych w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 95
Tabela 44 Opis statystyk dla globalnego wskaźnika poprawy GII w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie badanej 96
Tabela 45 Istotności różnic wartości I i II pomiaru w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie badanej 97
Tabela 46 Opis statystyk parametrów poprawionych w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie badanej 97
Tabela 47 Opis statystyk dla globalnego wskaźnika poprawy GII w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 98
Tabela 48 Istotności różnic wartości I i II pomiaru w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 98

Tabela 49 Opis statystyk parametrów poprawionych w badaniu samooceny głosu kwestionariuszem VHI w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 99
Tabela 50 Wyniki Testu Andersona-Darlinga dla zmiennych w grupie badanej i grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki 133
Tabela 51 Wyniki Testu Andersona-Darlinga dla zmiennych w grupach kontrolnych: palących i niepalących 134
Tabela 52 Współczynnik asymetrii zmiennych w grupie badanej i grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki 135
Tabela 53 Współczynnik asymetrii zmiennych w grupie w grupach kontrolnych: palących i niepalących 136
Tabela 54 Kurtoza zmiennych w grupie badanej i grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki 137
Tabela 55 Kurtoza zmiennych w grupie w grupach kontrolnych: palących i niepalących 138
Tabela 56 Związki pomiędzy parametrami akustycznymi głosu a parametrami postawy ciała DIERS dla kobiet w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 139
Tabela 57 Związki pomiędzy parametrami akustycznymi głosu a parametrami postawy ciała DIERS dla mężczyzn w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 141

Spis rycin

Ryc. 1 Zmiany zapalne krtani w następstwie refluksu 10
Ryc. 2 Obrzęk Reinkego 11
Ryc. 3 Rozkład płci uczestników w grupie badanej. 24
Ryc. 4 Rozkład płci w grupie kontrolnej palących 25
Ryc. 5 Rozkład płci w grupie kontrolnej niepalących 26
Ryc. 6 Rozkład płci w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego 27
Ryc. 7 Rozkład wieku osób w grupie badanej 30
Ryc. 8 Rozkład wieku osób w grupie kontrolnej palących 31
Ryc. 9 Rozkład wieku w grupie kontrolnej niepalących 31
Ryc. 10 Rozkład wieku chorych w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub/i kolanowego 32
Ryc. 11 Rozkład paczkolat w grupie badanej 33

Ryc. 12 Rozkład paczkolat w grupie kontrolnej palących 33
Ryc. 13 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie badanej 34
Ryc. 14 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 35
Ryc. 15 Rozkład zabiegów endoprotezoplastyki w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 36
Ryc. 16 Pomiar akustyczny 39
Ryc. 17 Oscylogramy głosu (po lewej osoby z parametrami akustycznymi w normie, po prawej z nieprawidłowymi wartościami pomiaru Jitter, Shimmer, NHR) - wizualizacja programu DiagnoScope Specjalist – zbiory własne 41
Ryc. 18 Wizualizacja czasowo - częstotliwościowa (spektrogram w powiększeniu) głosu z wyznaczonym na niebiesko F0 - wizualizacja programu DiagnoScope Specjalist – zbiory własne 41
Ryc. 19 Wizualizacja badanych parametrów akustycznych głosu w odniesieniu do normy (po lewej osoby z parametrami akustycznymi w normie, po prawej z nieprawidłowymi wartościami pomiaru Jitter, Shimmer, NHR) - wizualizacja DiagnoScope Specjalist – zbiory własne..... 42
Ryc. 20 Odchylenie od pionu (trunk imbalance) [120] 43
Ryc. 21 Nachylenie tułowia (trunk inklination) [120] 43
Ryc. 22 Skośność miednicy (wskazany kolorem czerwonym) [122]..... 44
Ryc. 23 Skręcenie miednicy [122] 44
Ryc. 24 kąt kifozy (kyphotic angle) kąt lordozy (lordotic angle) [120]..... 45
Ryc. 25 Rotacja powierzchni [122] 45
Ryc. 26 Ćwiczenie z wykorzystaniem świecy mające na celu wydłużenie fazy wydechowej, kontrolę siły wydechu 48
Ryc. 27 Ćwiczenie Lax Vox 49
Ryc. 28 Ćwiczenie warg: zbliżenie kącików ust 50
Ryc. 29 Ćwiczenia wyrazistej realizacji głosek na materiale tekstowym 51
Ryc. 30 Porównanie wartości parametru F0 [Hz] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 60
Ryc. 31 Porównanie wartości parametru F0 [Hz] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 61

Ryc. 32 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 62
Ryc. 33 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 63
Ryc. 34 Porównanie wartości parametru Shimmer [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 64
Ryc. 35 Porównanie wartości parametru Shimmer [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 65
Ryc. 36 Porównanie wartości parametru NHR [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki. 66
Ryc. 37 Porównanie wartości parametru NHR [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupach kontrolnych: grupie niepalących i grupie niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki 67
Ryc. 38 Porównanie wartości parametru F0 [Hz] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących 70
Ryc. 39 Porównanie wartości parametru F0 [Hz] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących 71
Ryc. 40 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących 72
Ryc. 41 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących 73
Ryc. 42 Porównanie wartości parametru Jitter [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących 74
Ryc. 43 Porównanie wartości parametru Shimmer [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących. 75
Ryc. 44 Porównanie wartości parametru NHR [%] w I pomiarze u kobiet w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących 76
Ryc. 45 Porównanie wartości parametru NHR [%] w I pomiarze u mężczyzn w grupie badanej oraz w grupie kontrolnej palących 77

Ryc. 46 Zależność odchylenia od pionu [mm] względem parametru F0 [dB] w badanej grupie kobiet 82
Ryc. 47 Zależność skośności miednicy [mm] względem parametru F0 [dB] w badanej grupie kobiet 82
Ryc. 48 Zależność nachylenia tułowia [mm] względem parametru F0 [dB] w badanej grupie mężczyzn 83
Ryc. 49 Zależność rotacji powierzchni (rms) [˚] względem parametru F0 [dB] w badanej grupie mężczyzn 83
Ryc. 50 Zależność skręceniem miednicy [˚] względem parametru F0 [dB] w grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki 84
Ryc. 51 Zależność odchylenia od pionu [mm] względem parametru Jitter [%] w badanej grupie mężczyzn 85
Ryc. 52 Zależność skośności miednicy [mm] względem parametru Jitter [%] w badanej grupie mężczyzn. 85
Ryc. 53 Zależność kąta lordozy [˚] względem parametru Jitter [%] w grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki 86
Ryc. 54 Zależność nachylenia tułowia [mm] względem parametru Shimmer [%] w badanej grupie kobiet 87
Ryc. 55 Zależność skośności miednicy [mm] względem parametru Shimmer [%] w grupie kontrolnej niepalących kobiet po zabiegu endoprotezoplastyki 87
Ryc. 56 Zależność nachylenia tułowia [mm] względem parametru NHR [%] w badanej grupie kobiet 88
Ryc. 57 Zależność kąta lordozy [˚] względem parametru NHR [%] w grupie kontrolnej niepalących mężczyzn po zabiegu endoprotezoplastyki 89
Ryc. 58 Zależność rotacji powierzchni (rms) [˚] względem parametru NHR [%] w grupie kontrolnej niepalących mężczyzn po zabiegu endoprotezoplastyki 89

Aneks

Tabela 50 Wyniki Testu Andersona-Darlinga dla zmiennych w grupie badanej i grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki

	Kobiety		Mężczyźni	
Zmienna	Grupa badana	Grupa kontrolna niepalący po zabiegu endoprotezoplastyki	Grupa badana	Grupa kontrolna niepalący po zabiegu endoprotezoplastyki
VHI I -stan funkcjonalny	**0,0011**	0,3309	**0,0223**	**0,0274**
VHI I -stan emocjonalny	**0,0005**	**0,0009**	**0,0005**	**0,0005**
VHI I -stan fizyczny	**0,0005**	**0,0451**	**0,0005**	**0,0005**
VHI I wynik ogólny	**0,0005**	0,1185	**0,0122**	**0,0143**
VHI II -stan funkcjonalny	**0,0005**	**0,0182**	**0,0005**	0,0566
VHI II -stan emocjonalny	**0,0005**	**0,0005**	**0,0005**	**0,0005**
VHI II -stan fizyczny	**0,0005**	**0,0011**	**0,0005**	**0,001**
VHI II wynik ogólny	**0,0005**	**0,0009**	**0,0005**	**0,0117**
F0- I pomiar	0,3631	0,5778	0,6755	0,4984
Jitter - I pomiar	**0,0446**	**0,0007**	**0,0053**	0,0798
Shimmer - I pomiar	0,4222	0,4387	**0,0166**	0,0712
NHR - I pomiar	0,4848	0,4415	**0,0018**	0,7522
F0- II pomiar	0,648	0,3402	0,433	0,8131
Jitter - II pomiar	**0,0005**	0,1782	**0,0005**	**0,0257**
Shimmer- II pomiar	**0,0348**	0,3073	**0,0058**	0,6126
NHR -II pomiar	**0,0243**	0,9284	**0,0005**	0,4623
nachylenie tułowia	0,1079	0,3985	0,8117	0,2683
odchylenie od pionu	**0,0005**	0,1496	**0,0379**	**0,0065**
skośność miednicy	**0,0005**	0,0708	**0,0271**	0,1446
skręcenie miednicy	**0,006**	0,2893	**0,035**	0,206
kąt kifozy	**0,0005**	**0,0451**	**0,0018**	0,5414

kąt lordozy	**0,0005**	0,3076	**0,0192**	0,8536
rotacja powierzchni (rms)	0,0676	0,6178	0,2647	0,9503

(Za istotne odchylenie od rozkładu normalnego przyjmowano wynik p < 0,05.)

Tabela 51 Wyniki Testu Andersona-Darlinga dla zmiennych w grupach kontrolnych: palących i niepalących

	Kobiety		Mężczyźni	
Zmienna	Grupa kontrolna palący	Grupa kontrolna niepalący	Grupa kontrolna palący	Grupa kontrolna niepalący
VHI I -stan funkcjonalny	0,9183	0,5754	0,2665	0,1289
VHI I -stan emocjonalny	**0,0105**	**0,0007**	**0,0034**	0,0505
VHI I -stan fizyczny	**0,011**	**0,0116**	**0,0025**	**0,0005**
VHI I wynik ogólny	**0,0225**	0,2395	**0,0283**	0,2582
F0- I pomiar	0,1771	0,6806	**0,0136**	0,4779
Jitter - I pomiar	**0,0075**	**0,0005**	0,5505	0,2404
Shimmer - I pomiar	0,3525	**0,0009**	0,0967	0,8024
NHR - I pomiar	0,1474	**0,0181**	0,5769	0,3321

(Za istotne odchylenie od rozkładu normalnego przyjmowano wynik p < 0,05.)

Tabela 52 Współczynnik asymetrii zmiennych w grupie badanej i grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki

	Kobiety		Mężczyźni	
Zmienna	Grupa badana	Grupa kontrolna niepalący po zabiegu endoprotezoplastyki	Grupa badana	Grupa kontrolna niepalący po zabiegu endoprotezoplastyki
VHI I -stan funkcjonalny	0,35458	0,19409	0,84143	0,79859
VHI I -stan emocjonalny	2,32314	1,0254	1,28072	2,15316
VHI I -stan fizyczny	1,61564	1,01427	1,52011	1,30617
VHI I wynik ogólny	1,51782	0,51588	0,97016	1,11267
VHI II -stan funkcjonalny	0,94912	1,45806	1,7294	0,99428
VHI II -stan emocjonalny	1,47444	1,97796	2,81028	1,68793
VHI II -stan fizyczny	1,25266	1,59287	1,52139	1,41823
VHI II wynik ogólny	0,92058	2,00716	1,67592	1,57714
F0- I pomiar	0,61851	0,52308	0,32423	0,61651
Jitter - I pomiar	0,68728	1,89851	1,36219	0,65368
Shimmer - I pomiar	0,43452	0,89136	0,75768	-1,31413
NHR - I pomiar	0,37361	0,18546	1,70741	0,24625
F0- II pomiar	-0,20233	-0,82027	0,30042	0,34449
Jitter - II pomiar	4,35091	0,39349	1,44482	1,62015
Shimmer- II pomiar	1,09921	-0,09075	1,2566	-0,51358
NHR -II pomiar	1,24745	-0,11413	2,22112	0,82302
nachylenie tułowia	0,80656	0,20596	0,17177	-0,08545
odchylenie od pionu	2,70677	1,19162	0,5825	1,60513
skośność miednicy	1,04927	0,375	0,54334	0,19091
skręcenie miednicy	0,67559	0,5676	0,66761	0,18888
kąt kifozy	-1,16335	-1,50779	-1,57236	-0,58354
kąt lordozy	-0,92902	-0,94185	-1,10464	0,16668
rotacja powierzchni (rms)	-0,26806	-0,39516	0,36776	-0,02878

Tabela 53 Współczynnik asymetrii zmiennych w grupie w grupach kontrolnych: palących i niepalących

	Kobiety		Mężczyźni	
Zmienna	Grupa kontrolna palący	Grupa kontrolna niepalący	Grupa kontrolna palący	Grupa kontrolna niepalący
VHI I -stan funkcjonalny	0,23686	-0,27583	0,4788	0,21155
VHI I -stan emocjonalny	0,88921	1,94914	1,43661	0,84375
VHI I -stan fizyczny	1,38422	0,65818	1,44902	1,5
VHI I wynik ogólny	0,9701	1,18304	1,31247	0,04608
F0- I pomiar	0,53996	0,47067	1,37929	0,46631
Jitter - I pomiar	1,45605	2,43432	-0,04073	-0,27758
Shimmer - I pomiar	0,75108	1,82923	1,13077	0,31427
NHR - I pomiar	0,00878	1,16443	0,2321	-0,14213

Tabela 54 Kurtoza zmiennych w grupie badanej i grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki

	Kobiety		Mężczyźni	
Zmienna	Grupa badana	Grupa kontrolna niepalący po zabiegu endoprotezoplastyki	Grupa badana	Grupa kontrolna niepalący po zabiegu endoprotezoplastyki
VHI I -stan funkcjonalny	1,7083	1,41855	2,66606	2,2241
VHI I -stan emocjonalny	7,90053	2,21183	3,34608	6,92375
VHI I -stan fizyczny	4,76394	2,53617	4,23668	3,17007
VHI I wynik ogólny	4,79127	1,60757	3,00358	3,11197
VHI II -stan funkcjonalny	2,41254	4,51496	5,73689	3,26497
VHI II -stan emocjonalny	3,54137	5,2752	10,6524	5,04608
VHI II -stan fizyczny	3,0988	4,05556	4,7563	3,7014
VHI II wynik ogólny	2,32101	5,50452	5,08743	4,96836
F0- I pomiar	4,05107	2,65362	2,1932	2,4683
Jitter - I pomiar	2,56811	5,08003	4,37907	1,9159
Shimmer - I pomiar	2,68022	3,10327	2,35234	5,21413
NHR - I pomiar	2,27537	1,71802	6,02453	2,29036
F0- II pomiar	2,44439	3,005	2,39931	3,22197
Jitter - II pomiar	21,79014	1,79237	4,0143	5,11026
Shimmer- II pomiar	4,07606	2,3406	3,79659	2,35898
NHR -II pomiar	4,78958	1,79031	8,90832	3,30254
nachylenie tułowia	3,2952	1,50241	2,0884	1,6678
odchylenie od pionu	10,91203	3,37616	2,54529	4,99743
skośność miednicy	3,15902	1,9375	2,46883	2,56525
skręcenie miednicy	2,41145	2,36204	2,61801	2,99988
kąt kifozy	3,04736	4,35133	4,99156	2,53538
kąt lordozy	2,69097	3,14998	4,0971	2,00255
rotacja powierzchni (rms)	2,11486	2,34379	3,70355	2,93727

Tabela 55 Kurtoza zmiennych w grupie w grupach kontrolnych: palących i niepalących

	Kobiety		Mężczyźni	
Zmienna	Grupa kontrolna palący	Grupa kontrolna niepalący	Grupa kontrolna palący	Grupa kontrolna niepalący
VHI I -stan funkcjonalny	2,01043	2,04255	1,53938	1,22968
VHI I -stan emocjonalny	2,24969	5,67651	3,16583	2,07812
VHI I -stan fizyczny	3,82814	1,8563	3,18225	3,25
VHI I wynik ogólny	2,5545	4,00472	2,98715	1,54391
F0- I pomiar	2,70828	3,31162	3,07769	1,6024
Jitter - I pomiar	4,04411	7,32578	1,47094	1,31793
Shimmer - I pomiar	2,53652	5,0816	2,84107	2,27887
NHR - I pomiar	1,36898	2,96327	1,60547	1,32898

Tabela 56 Związki pomiędzy parametrami akustycznymi głosu a parametrami postawy ciała DIERS dla kobiet w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Kobiety										
parametr akustyczny	Parametr DIERS	rho kontrolna	rho badana	Delta (badana minus kontrolna)	p permutacyjne	p fdr	Bootstrap CI low	Bootstrap CI high	N kontrolna	N badana
F0	nachylenie tułowia	-0,2143	0,1403	0,3546	0,5275	0,8205	-0,6140	1,2158		
F0	odchylenie od pionu	-0,3214	0,0257	0,3471	0,4935	0,8128	-0,7609	1,1407		
F0	skośność miednicy	0,6518	0,0259	-0,6258	0,1648	0,7036	-1,1893	0,1748		
F0	skręcenie miednicy	0,0000	0,1067	0,1067	0,8531	0,8847	-0,9190	1,2247		
F0	kąt kifozy	0,1071	0,2787	0,1715	0,7682	0,8847	-0,7475	1,4220		
F0	kąt lordozy	-0,1071	0,3871	0,4942	0,3267	0,7036	-0,5439	1,5160		
F0	rotacja powierzchni (rms)	-0,2411	0,2443	0,4854	0,2767	0,7036	-0,5895	1,2419		
Jitter	nachylenie tułowia	-0,7143	-0,1492	0,5651	0,3017	0,7036	-0,3462	1,1408	7	23
Jitter	odchylenie od pionu	-0,1429	-0,2028	-0,0600	0,8901	0,8901	-1,1196	0,8028		
Jitter	skośność miednicy	-0,6518	0,2460	0,8978	0,0500	0,7036	0,4564	1,5213		
Jitter	skręcenie miednicy	-0,1429	0,0946	0,2375	0,6074	0,8847	-0,6948	1,0739		
Jitter	kąt kifozy	0,0714	-0,0803	-0,1517	0,7712	0,8847	-1,2317	0,7998		
Jitter	kąt lordozy	0,0357	-0,2730	-0,3087	0,4825	0,8128	-1,2174	0,6430		
Jitter	rotacja powierzchni (rms)	-0,2768	0,2399	0,5167	0,3167	0,7036	-0,6196	1,3185		
Shimmer	nachylenie tułowia	-0,6250	0,0400	0,6650	0,1968	0,7036	-0,2910	1,3386		

Shimmer	odchylenie od pionu	-0,6786	-0,0736	0,6050	0,1568	0,7036	-0,2727	1,1653		
Shimmer	skośność miednicy	0,0179	0,2905	0,2727	0,6364	0,8847	-0,6923	1,2996		
Shimmer	skręcenie miednicy	-0,1071	-0,1974	-0,0902	0,8482	0,8847	-0,9751	0,7342		
Shimmer	kąt kifozy	0,1071	-0,3370	-0,4441	0,3866	0,7732	-1,2984	0,6040		
Shimmer	kąt lordozy	-0,0714	-0,5665	-0,4950	0,2128	0,7036	-1,4243	0,3778		
Shimmer	rotacja powierzchni (rms)	-0,3839	0,2964	0,6804	0,1309	0,7036	-0,3339	1,3323		
NHR	nachylenie tułowia	-0,6429	-0,0262	0,6167	0,1598	0,7036	-0,2280	1,2217		
NHR	odchylenie od pionu	-0,5357	0,0561	0,5918	0,2298	0,7036	-0,2767	1,2069		
NHR	skośność miednicy	0,1071	0,2285	0,1214	0,8240	0,8847	-0,8414	1,2014		
NHR	skręcenie miednicy	0,1607	-0,1445	-0,3052	0,4805	0,8128	-1,1512	0,6840		
NHR	kąt kifozy	-0,1071	0,0865	0,1936	0,6873	0,8847	-0,9186	1,0532		
NHR	kąt lordozy	-0,2857	-0,1445	0,1412	0,7632	0,8847	-0,9387	0,8822		
NHR	rotacja powierzchni (rms)	-0,7232	0,0800	0,8033	0,0629	0,7036	0,0661	1,3874		

Tabela 57 Związki pomiędzy parametrami akustycznymi głosu a parametrami postawy ciała DIERS dla mężczyzn w grupie badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki

Mężczyźni										
Parametr akustyczny	Parametr DIERS	rho kontrolna	rho badana	Delta (badana minus kontrolna)	p permutacyjne	p fdr	Bootstrap CI low	Bootstrap CI high	N kontrolna	N badana
F0	nachylenie tułowia	-0,2745	-0,0921	0,1824	0,6853	0,8343	-0,5790	0,9069	12	20
F0	odchylenie od pionu	-0,2430	0,1278	0,3708	0,3766	0,8252	-0,3853	1,0514		
F0	skośność miednicy	-0,5262	-0,1568	0,3695	0,2088	0,7925	-0,2144	0,9794		
F0	skręcenie miednicy	0,1206	0,2726	0,1519	0,6484	0,8343	-0,6100	1,0591		
F0	kąt kifozy	-0,3339	0,3226	0,6565	0,0789	0,7925	-0,1033	1,2356		
F0	kąt lordozy	-0,4860	0,0921	0,5781	0,1588	0,7925	-0,2579	1,2651		
F0	rotacja powierzchni (rms)	-0,1643	-0,0147	0,1497	0,6723	0,8343	-0,5987	0,8900		
Jitter	nachylenie tułowia	0,1608	0,3429	0,1820	0,6344	0,8343	-0,5045	0,8864		
Jitter	odchylenie od pionu	0,2360	-0,0241	-0,2601	0,5265	0,8343	-0,9905	0,5449		
Jitter	skośność miednicy	0,5402	0,0338	-0,5064	0,1059	0,7925	-1,0840	0,1379		
Jitter	skręcenie miednicy	0,3497	0,1147	-0,2350	0,4116	0,8252	-0,8362	0,5656		
Jitter	kąt kifozy	0,1119	-0,1883	-0,3002	0,4056	0,8252	-0,9630	0,4706		
Jitter	kąt lordozy	0,4948	-0,1353	-0,6301	0,1249	0,7925	-1,2497	0,1954		
Jitter	rotacja powierzchni (rms)	-0,0664	0,2357	0,3021	0,4496	0,8343	-0,4411	1,0294		
Shimmer	nachylenie tułowia	0,0524	0,4079	0,3554	0,3806	0,8252	-0,6030	1,1305		
Shimmer	odchylenie od pionu	0,6189	0,1252	-0,4937	0,2428	0,7925	-1,0935	0,2656		

Shimmer	skośność miednicy	-0,1661	-0,0598	0,1063	0,8002	0,8618	-0,6653	0,9200		
Shimmer	skręcenie miednicy	0,6119	0,5947	-0,0172	0,9371	0,9371	-0,4887	0,5879		
Shimmer	kąt kifozy	-0,7133	0,0831	0,7964	0,0410	0,7925	0,2005	1,2536		
Shimmer	kąt lordozy	-0,3077	-0,1274	0,1802	0,6064	0,8343	-0,5284	0,8422		
Shimmer	rotacja powierzchni (rms)	-0,0612	0,0853	0,1465	0,7502	0,8618	-0,7538	1,0369		
NHR	nachylenie tułowia	0,0909	-0,2026	-0,2935	0,4126	0,8252	-1,0105	0,3831		
NHR	odchylenie od pionu	0,1206	0,0511	-0,0695	0,8362	0,8671	-0,7731	0,7330		
NHR	skośność miednicy	0,2535	0,0628	-0,1907	0,6593	0,8343	-0,8971	0,5419		
NHR	skręcenie miednicy	0,2378	0,3733	0,1355	0,6304	0,8343	-0,4422	0,6699		
NHR	kąt kifozy	-0,0699	0,3188	0,3887	0,2547	0,7925	-0,4560	1,1555		
NHR	kąt lordozy	-0,0017	0,1109	0,1127	0,7732	0,8618	-0,6270	0,8126		
NHR	rotacja powierzchni (rms)	0,0210	-0,4305	-0,4514	0,1748	0,7925	-1,0773	0,3483		

Ograniczenia badań

Ograniczeniem niniejszej pracy jest niewątpliwie brak możliwości samodzielnego wykonania badań oceniających postawę ciała z wykorzystaniem systemu DIERS. Z uwagi na brak odpowiedniego wykształcenia badacza, uprawnień i umiejętności koniecznych do przeprowadzenia takiego badania, badacz wykorzystał raport z pomiarów wykonywanych przez Zespół Fizjoterapeutów Oddziału, ufając, że zostały one wykonane zgodnie ze sztuką i należytą starannością.

Większa liczebność grupy oraz grup kontrolnych mogłaby pozwolić na bezpieczną ekstrapolację wyników na całą populację. W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że rozkład płci w poszczególnych grupach kontrolnych był nierówny. Niewielki udział mężczyzn w grupach kontrolnych palących i niepalących oraz mniejszy udział kobiet w grupie kontrolnej po zabiegu endoprotezoplastyki, stanowiło kolejne ograniczenie niniejszej pracy. Zarówno w grupie badanej i ogólnie w trzech grupach kontrolnych stosunek płci wynosił: kobiet (N=28) 56% do mężczyzn (N=22) 44%. Powyższy stan może być spowodowany mniejszą ilością zdeklarowanych palaczy wśród pacjentów i osób przebywających na teranie szpitala i przychodni spowodowane zakazem palenia na mocy Ustawy o ochronie zdrowia przed następstwami używania tytoniu i wyrobów tytoniowych z dnia 9 listopada 1995 roku (Dz.U. z 2024 r. poz. 1162 z późniejszymi zmianami).

W prowadzonych badaniach badacz nie miał wpływu na czynniki mogące potencjalnie zakłócić efekty przeprowadzonych badań - prowadzony proces rehabilitacji pacjentów z grupy badanej i kontrolnej niepalących po zabiegu endoprotezoplastyki. Nie był w stanie jednoznacznie określić wysiłku głosowego oraz warunków pracy osób biorących udział w badaniu. Nie było także możliwości wykluczenia indywidualnych predyspozycji do wzmożonej ekspresji werbalnej. Badacz dołożył jednak wszelkich starań, aby zminimalizować ryzyko występowania zaburzeń głosu wynikających z wykonywania profesji wymagających długotrwałego i częstego mówienia (np. nauczyciele, spikerzy, pracownicy Call Center). Wykluczył przedstawicieli tych zawodów z udziału w badaniach.

Uzyskane w niniejszym badaniu wyniki mogą przyczynić się do zwrócenia uwagi i podjęcia prób zrozumienia: wpływu palenia papierosów na zmianę parametrów akustycznych głosu oraz występowania zaburzenia symetrii ciała osób po zabiegach endoprotezoplastyki, zależności parametrów postawy ciała i parametrów akustycznych głosu a także oceny skuteczności profilaktycznego treningu głosu u pacjentów palących papierosy.