

Wczesne wyniki czynnościowe po laryngoplastyce iniekcyjnej z wykorzystaniem autogenego tłuszczu u pacjentów z jednostronnym porażeniem krtani

Early functional results achieved with autologous fat injection laryngoplasty in patients with unilateral vocal fold paralysis

ANNA DOMERACKA-KOŁODZIEJ, KAZIMIERZ NIEMCZYK, ANTONI BRUZGIELEWICZ, EWELINA SIELSKA-BADUREK

Katedra i Klinika Otolaryngologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Wprowadzenie. Autogeny tłuszcz jest dobrym materiałem implantowym do fałdów głosowych, ponieważ jest łatwo uzyskiwany, łatwy do podawania w iniekcji oraz biokompatybilny.

Cel pracy. Ocena wczesnych wyników czynnościowych krtani u pacjentów z jednostronnym porażeniem fałdu głosowego przed i po iniekcji autogenego tłuszczu.

Materiał i metody. U dwóch kobiet (w wieku 42 i 52 lat) i jednego mężczyzny (w wieku 37 lat) z jednostronnym porażeniem krtani wykonano laryngoplastykę iniekcyjną z wykorzystaniem tłuszczu autogenego w celu leczenia zaburzeń czynności fonacyjnej i obronnej krtani. Przed i po zabiegu u pacjentów przeprowadzono badanie foniatryczne oraz subiektywną i obiektywną ocenę głosu.

Wyniki. W wyniku laryngoplastyki iniekcyjnej u wszystkich pacjentów uzyskano rotację nalewki, zwiększenie masy porażonego fałdu głosowego, medializację tożstrosnego fałdu przedśionkowego. W ocenie odłuchowej głosu uzyskano poprawę głośności, zmniejszenie szorstkości głosu i poprawę jego dźwięczności. Uzyskaną poprawę czynności fonacyjnej krtani potwierdzono przy zastosowaniu kilku metod oceny akustycznej. Bezpośrednio po zabiegu stwierdzono dwukrotne wydłużenie czasu fonacji.

Wnioski. Laryngoplastyka iniekcyjna z wykorzystaniem tłuszczu autogenego jest bezpieczną i wartościową metodą leczenia. Natychmiastowa poprawa funkcji głosowej i obronnej krtani poprawia jakość życia u pacjentów z jednostronnym porażeniem fałdu głosowego.

Słowa kluczowe: porażenie fałdu głosowego, medializacja fałdu głosowego, augmentacja fałdu głosowego tłuszczem autogenym

Introduction. Fat is excellent for vocal fold implantation because it is easily harvested, soft, and biocompatible.

Aim. This preliminary report is designed to compare early laryngeal function before and after autologous fat injection in patients with unilateral vocal fold paralysis (UVFP).

Material i methods. Two women (42 and 52 years old) and one man (37 years old) were subjected to autologous fat injection laryngoplasty for voice disorder and intractable aspiration due to unilateral vocal fold paralysis. They underwent the phoniatric examination and their subjective and objective voice quality was estimated.

Results. In all cases, lipoinjection resulted in arytenoid cartilage rotation, convex bowing of the paralyzed vocal fold, increasing vocal fold mass and medialization of the vocal fold. Perceptual analysis showed that the voice was louder, less harsh, and more sonorous. Objective acoustic recordings documented the improvement in voice parameters when compared with pretreatment data. Maximum fonation time increased two times immediately after the medialization procedure.

Conclusions. Autologous fat injection laryngopharyngoplasty is a safe and valuable treatment option. Immediate successful enhancement of voice and swallowing improves quality of life of patients with unilateral vocal fold paralysis.

Key words: vocal fold paralysis, vocal fold medialization, autologous fat vocal fold augmentation

WSTĘP

Wśród wielu chirurgicznych metod poprawiających wydolność krtani laryngoplastyka iniekcyjna znalazła szczególne zastosowanie u pacjentów z porażeniem fałdu głosowego, u których nie uzyskano satysfakcjonujących efektów rehabilitacji głosu. W przypadkach gdy niewydolność krtani powoduje nie tylko zaburzenia czynności fonacyjnej, ale również obronnej, zabiegi fonochirurgiczne wykonywane są również w celu zapobiegania aspiracji.

Laryngoplastykę iniekcyjną z wykorzystaniem parafiny wprowadził w 1911 r. Brüning w celu poprawy niewydolności głosi spowodowanej jednostronnym unieruchomieniem fałdu głosowego [1]. W 1955 r. Arnold powrócił do laryngoplastyki iniekcyjnej, ale z użyciem teflonu, także w zastosowaniu do leczenia pacjentów z UVFP [2]. Zadaniem pionierów tej metody było wstrzyknięcie materiału implantacyjnego bocznie do mięśnia tarczowonalewkowego tak, aby „przemieścić brzeg struny z pozycji pośredniej lub przyśrodkowej do środkowej i aby zmniejszyć lub zlikwidować szczelinę głosi w czasie fonacji” [3].

Tłuszcz autogeny został wykorzystany do laryngoplastyki iniekcyjnej po raz pierwszy przez Mikaeliana w 1991 r. [4]. Znakomite wyniki po zastosowaniu laryngoplastyki tłuszczem autogenym znalazły potwierdzenie w pracach wielu autorów [5-11].

Zalety laryngoplastyki iniekcyjnej z wykorzystaniem autogenego tłuszczu w aspiracji i zaburzeniach głosu są następujące: 1) łatwa dostępność materiału implantacyjnego, niski koszt jego pozyskania, 2) procedura chirurgiczna może być wykonana bez dojścia zewnętrznego i jest technicznie prosta, przy minimalnej inwazji chirurgicznej, 3) tłuszcz autogeny, jako materiał iniekcyjny jest dobrze tolerowany przez tkanki krtani, 4) ilość materiału iniekcyjnego może być modyfikowana w zależności od stanu miejscowego krtani ocenianego w mikroskopie operacyjnym, 5) tłuszcz wykazuje biokompatybilność z tkankami fałdu głosowego (lepkość, elastyczność, minimalny odczyn zapalny) i sprawia, że może być wstrzyknięty w miękkie tkanki krtani, nawet w śluzówkę fałdu głosowego, przy małym ryzyku powikłań, 6) stopień akceptacji metody leczenia przez pacjenta jest wysoki, ponieważ wstrzyknięty materiał jest jego własną tkanką a nie ciałem obcym [12].

Celem pracy jest przedstawienie czynności fonacyjnej krtani i jakości głosu u pacjentów przed i po wykonanych w naszej klinice iniekcjach tłuszczu autogenego do krtani z powodu jej nieskompensowanych jednostronnych porażen.

MATERIAŁ I METODYKA

Badaniu poddano krtań i głosy trojga pacjentów. U wszystkich chorych przed zabiegiem stwierdzano jednostronne porażenie krtani powodujące znaczne stopnia dysfonię porażenną i zaburzenia czynności obronnej krtani. Dwoje z nich było po operacjach guzów podstawy czaszki [pacjent nr 1 – mężczyzna CJ lat 37 i pacjentka nr 2 – kobieta LJ lat 42] i jedna osoba po strumektomii [pacjentka nr 3 – kobieta KV lat 52], przed lipoaugmentacją krtani. U wszystkich chorych pooperacyjnie wystąpiło jednostronne porażenie krtani, powodujące znaczne stopnia dysfonię porażenną i zaburzenia czynności obronnej krtani. Przed lipoaugmentacją krtani u pacjentów wdrożono typowe leczenie farmakologiczne, fizykoterapię i rehabilitację foniatryczną. Działania te nie przyniosły satysfakcjonujących rezultatów, co spowodowało podjęcie decyzji o leczeniu operacyjnym.

Zabieg wykonywano w znieczuleniu ogólnym. Pacjentom pobierano tłuszcz autogeny z podbrzusza, który po opracowaniu wstrzyknięto ok. 5 mm bocznie od dołka podłużnego nalewki i w linii prostej do przodu w 1/2 długości fałdu porażonego w ilości po 0,5 cm³. W dwóch przypadkach znacznie upośledzonej czynności obronnej krtani (pacjent nr 1 i pacjentka nr 2) tłuszcz wstrzyknięto również w fałd przedsionkowy w ilości 1 cm³ i w ścianę przyśrodkową zachyłka gruszkowatego po stronie porażonej w ilości 2 cm³.

Przed i po operacji wykonano: badanie przedmiotowe laryngologiczno-foniatryczne z oceną krtani przy użyciu laryngostroboskopu STORZ 8020, telefaryngoskopu STORZ 8704 D i telekamery STORZ SL PAL 20212020 subiektywną ocenę głosu i obiektywną analizę akustyczną tonu krtaniowego analizatorem KAY Elemetrics CSL 4300 z programem MDVP. Ocenę czynności krtani i głosu dokonywano w terminie 2-4 tygodni po zabiegu.

WYNIKI

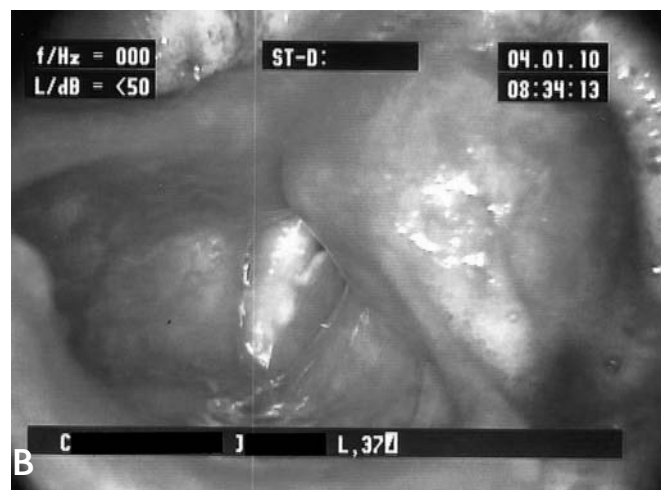
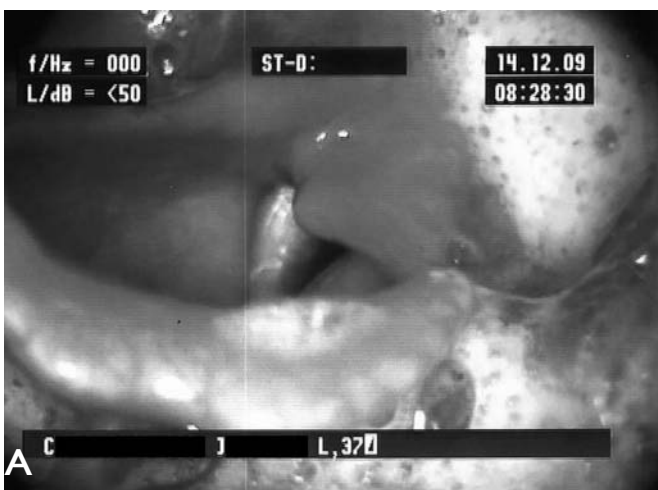
Żaden z pacjentów nie miał stridoru po operacji, nie obserwowano powikłań w miejscu pobrania.

Obraz laryngoskopowy po iniekcji zmienił się w sposób istotny (ryc. 1-3). U wszystkich pacjentów uzyskano pełne zamknięcie fonacyjne głosi (tab. I).

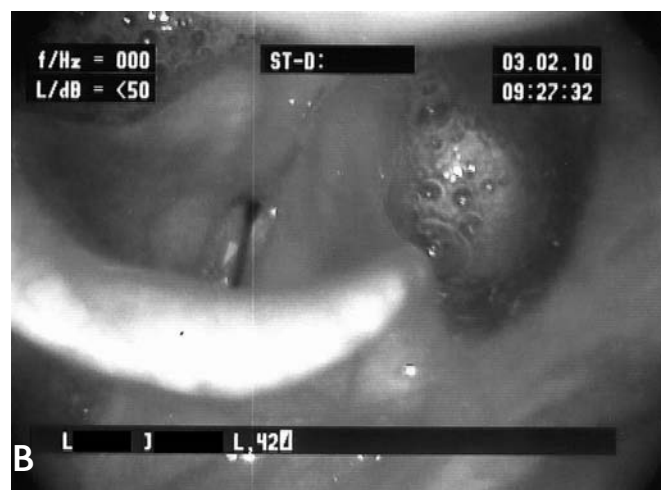
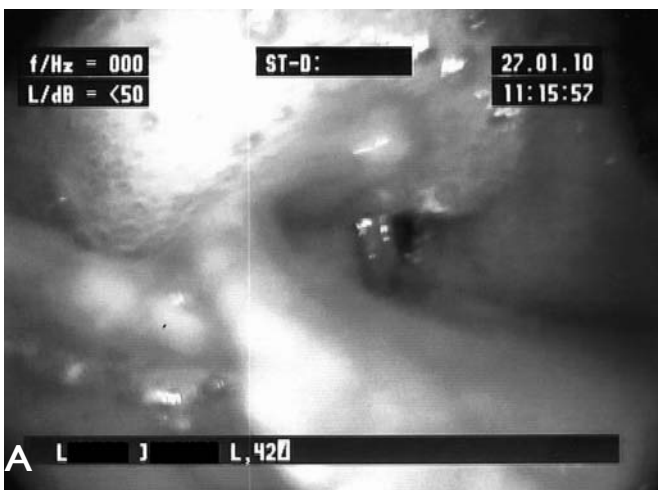
Już następnego dnia po zabiegu u wszystkich pacjentów uzyskano poprawę głosu, a u tych z przedoperacyjną dysfagią zmniejszyły się w znacznym stopniu trudności z połykaniem, co umożliwiło im swobodne picie i spożywanie stałych pokarmów. W obrazie stroboskopowym stwierdzano nadal cechy typowe dla jednostronnego porażenia krtani, nie uzyskano istotnych zmian po operacji.

Tabela I. Obraz wideolaryngoskopowy pacjentów przed i po zabiegu

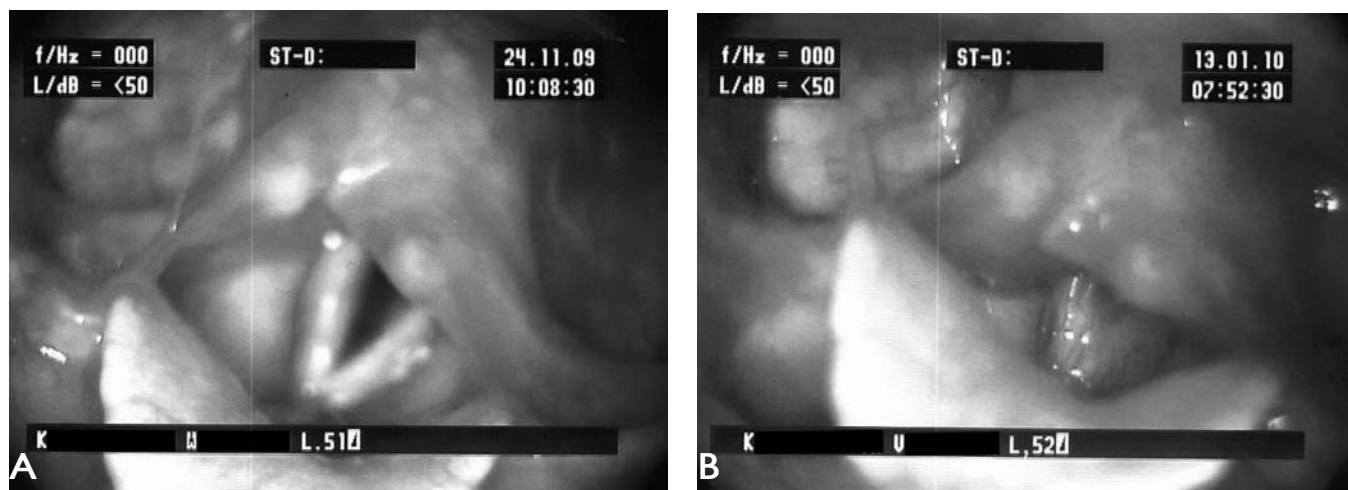
	Przed zabiegiem	Po zabiegu
Pacjent 1	Unieruchomienie lewego fałdu głosowego w pozycji odwiedzeniowej, przy fonacji brak zamknięcia głośni w części tylnej i środkowej, hyperfunkcja AP i boczna nadgłośni, wypełnienie śliną zachyłka gruszkowatego i dołka językowego nadgłośni po stronie porażonej.	Medializacja porażonego fałdu i pełne zamknięcie fonacyjne głośni, niewielkie zaleganie śliny w zachyłku gruszkowatym po stronie porażenia. Ustąpienie hyperfunkcji nadgłośniowej.
Pacjentka 2	Unieruchomienie prawego fałdu głosowego w pozycji pośredniej, przy fonacji brak zamknięcia głośni w części tylnej i środkowej, znaczna hyperfunkcja AP nadgłośni, wypełnienie śliną zachyłka gruszkowatego po stronie porażonej z widoczną penetracją śliny do krtani.	Medializacja porażonego fałdu i dostateczne zamknięcie fonacyjne głośni, niewielkie zaleganie śliny w zachyłku gruszkowatym po stronie porażenia. Ustąpienie hyperfunkcji nadgłośniowej.
Pacjentka 3	Unieruchomienie lewego fałdu głosowego w pozycji odwiedzeniowej, przy fonacji brak zamknięcia na całej długości głośni.	Medializacja porażonego fałdu i pełne zamknięcie fonacyjne głośni.



Ryc. 1. Wideolaryngoskopia pacjenta nr 1 w czasie fonacji przed (A) i po zabiegu (B)



Ryc. 2. Wideolaryngoskopia pacjentki nr 2 w czasie fonacji przed (A) i po zabiegu (B)



Ryc. 3. Wideolaryngoskopia pacjentki nr 3 w czasie fonacji przed (A) i po zabiegu (B)

W badaniu spirometrycznym u żadnego pacjenta nie stwierdzono pogorszenia parametrów, a wyniki kształtowały się w granicach normy.

W ocenie subiektywnej głosu w skali GRBAS w wszystkich ocenianych parametrach stwierdzono poprawę co najmniej o jeden stopień. Uzyskano zmniejszenie szorstkości głosu i poprawę dźwięczności (tab. II).

Tabela II. Ocena subiektywna głosu w skali GRBAS pacjentów przed i po zabiegu

	Przed zabiegiem	Po zabiegu
Pacjent 1	G3R3B3A3S1	G1R2B1A0S0
Pacjentka 2	G3R3B3A3S1	G1R1B1A1S0
Pacjentka 3	G3R2B2A1S2	G2R2B1A0S1

U wszystkich pacjentów uzyskano dwukrotne wydłużenie czasu fonacji. Wysokość Fo u mężczyzn obniżyła się o 12,42 Hz, u kobiet podwyższyła się o 26,63 Hz i 27,06 Hz. Natężenie Fo u mężczyzn zwiększyło się o 4 dB, u kobiet zwiększyło się o 2 dB i 6 dB (tab. III).

U wszystkich badanych w spektrogramach wąskopasmowych (SPG) samogłoski [a] stwierdzano przed operacją redukcję składowych harmonicznych i obecność licznych składowych szumowych. Po operacji sonogramy ulegały znaczącej poprawie (ryc. 4). Obecność składowych harmonicznych i szumu rejestrowano również w uśrednionym widmie długoterminowym samogłoski [a] (LTAS) (ryc. 5).

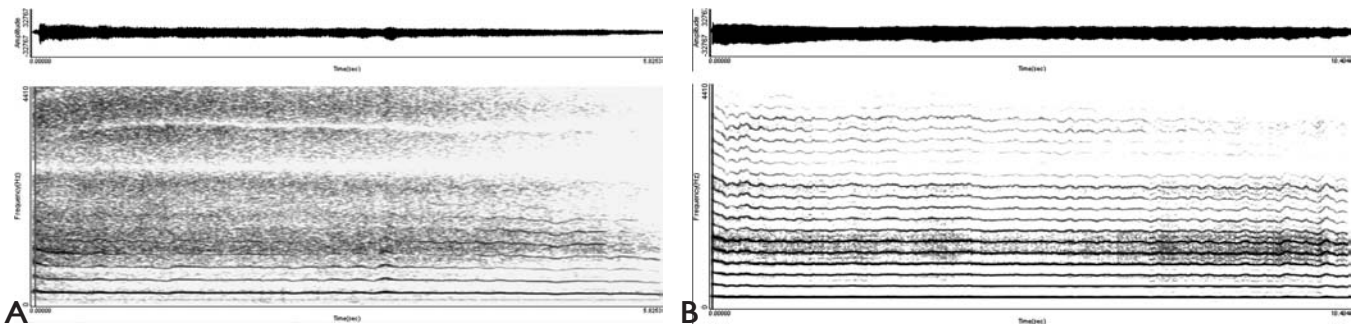
Chrypka w skali Yanagihary po zabiegu zmniejszyła się u pacjentki nr 2 (ryc. 6) o dwa stopnie

Tabela III. Czas fonacji MPT [sek], wysokość tonu podstawowego Fo [Hz], natężenie tonu podstawowego Fo [dB] pacjentów przed i po zabiegu

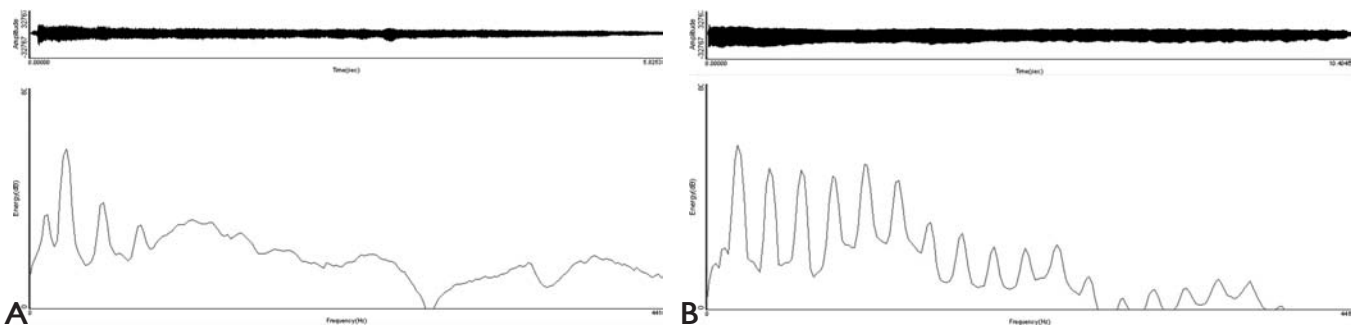
	Czas fonacji MPT [sek]		Wysokość Fo [Hz]		Natężenie Fo [dB]	
	przed	po	przed	po	przed	po
Pacjent 1	4,145	8,432	139,28	126,86	66,41	70,36
Pacjentka 2	5,825	10,404	184,68	211,31	68,69	70,83
Pacjentka 3	4,885	8,614	182,79	209,85	69,76	75,02

Tabela IV. Parametry określające F0 i względne zmiany częstotliwości F0 pacjentów przed i po zabiegu

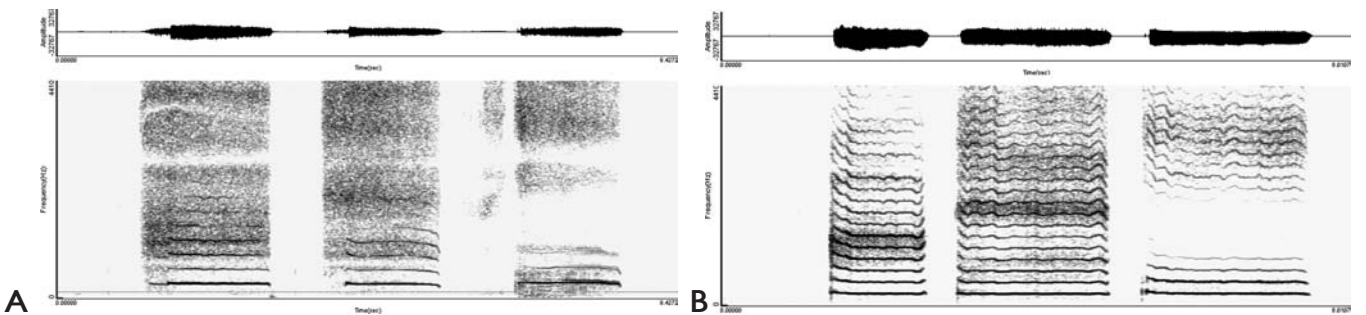
		F0	STD	Jitt	PPQ	vF0
Norma mężczyźni		145,223	1,349	0,589	0,338	0,939
Pacjent 1	Przed	138,488	28,384	6,38	4,261	20,496
	Po	120,105	2,522	2,159	1,334	2,1
Norma kobiety		243,973	2,722	0,633	0,366	1,149
Pacjentka 2	Przed	299,12	20,742	7,036	4,271	6,934
	Po	206,665	5,589	2,877	1,57	2,704
Pacjentka 3	Przed	189,827	8,834	4,872	3,06	4,654
	Po	209,082	6,103	1,797	1,028	2,919



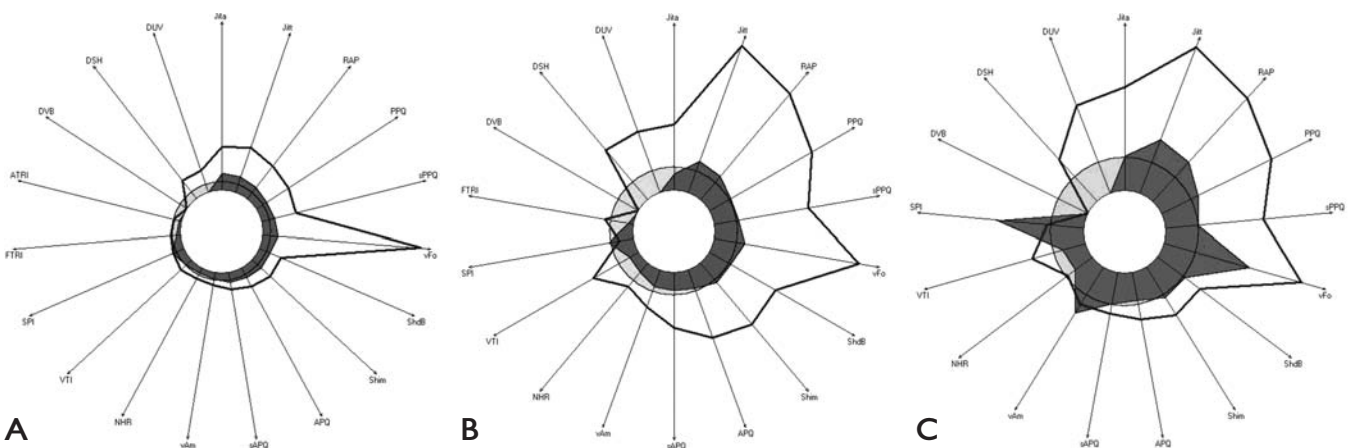
Ryc. 4. Spektrogram wąskopasmowy samogłoski [a] pacjentki nr 2 przed (A) i po zabiegu (B)



Ryc. 5. Uśrednione widmo długoterminowe samogłoski [a] pacjentki nr 2 przed (A) i po zabiegu (B)



Ryc. 6. Stopień chrypki w skali Yanagihary pacjentki nr 2 przed (A) i po zabiegu (B)



Ryc. 7. Obraz graficzny MDVP pacjenta nr 1 (A), pacjentki nr 2 (B) i pacjentki nr 3 (C) przed (pole obramowane) i po zabiegu (pole wypełnione)

Tabela V. Parametry określające względne zmiany amplitudy F0 pacjentów przed i po zabiegu

		ShdB	Shimm	APQ	vAm
Norma mężczyźni		0,219	2,523	1,986	7,712
Pacjent 1	Przed	0,999	11,382	7,809	16,16
	Po	0,489	5,618	3,979	6,264
Norma kobiety		0,176	1,997	1,397	10,743
Pacjentka 2	Przed	1,139	13,142	9,519	13,85
	Po	0,386	4,375	2,797	8,245
Pacjentka 3	Przed	0,546	6,323	4,308	10,704
	Po	0,364	4,098	2,573	13,325

Tabela VI. Parametry określające względne pomiary szumu, komponentów subharmonicznych i nieregularności F0 pacjentów przed i po zabiegu

		NHR	DSH	DUV	NUV
Norma mężczyźni		0,122	0,2	0,2	0,2
Pacjent 1	Przed	0,237	6	39,024	32
	Po	0,127	0	0	0
Norma kobiety		0,112	0,2	0,2	0,2
Pacjentka 2	Przed	0,246	6,667	34,783	8
	Po	0,121	0	0	0
Pacjentka 3	Przed	0,173	1,667	4,762	3
	Po	0,121	0	0	0

(z III0 na IO), u pozostałych o jeden stopień (z III0 na II0).

W obrazie graficznym badania MDVP we wszystkich przypadkach uzyskano obraz wskazujący na normalizację głosu (ryc. 7).

Prezentowane tabele IV-VI dokumentują wartości wybranych parametrów badania MDVP pacjentów przed i po zabiegu.

DYSKUSJA

Augmentacja fałdów głosowych przy użyciu tłuszczu autogenego znalazła szerokie zastosowanie przy leczeniu jednostronnego porażenia krtani poprzez poprawę jej funkcji zwarciowej co wpływa na lepsze warunki tworzenia głosu i zapobiega aspiracji. W wielu publikacjach potwierdzono zalety tej metody: efektywność, niski odsetek powikłań, dostępność, niska kosztowność [5,8,13].

Wszyscy przedstawieni pacjenci, z powodu jednostronnego porażenia krtani, mieli zaburzoną czynność fonacyjną krtani, dwoje z nich miało okresowo aspirację płynów z kaszlem, co stwarzało ryzyko zachyłstowego zapalenia płuc. Pomimo rehabilitacji foniatrycznej nie rozwinęli wystarczającej kompensacyjnej aktywności nadgłośniowej.

W wyniku laryngoplastyki iniekcyjnej z wykorzystaniem własnego tłuszczu uzyskano rotację

nalewki i przemieszczenie wyrostka głosowego do pozycji paramedialnej, zwiększenie masy porażonego fałdu głosowego, medializację tożstronnego fałdu przedsionkowego. Pozwoliło to na natychmiastowe zmniejszenie skutków atrofii tkanek i poprawienie wydolności głośni. Poprawiło to funkcję zwarciową krtani i znacząco zwiększyło efektywność kaszlu. Tłuszcz wstrzyknięty do przyśrodkowej ściany zachyłka gruszkowatego zmniejszył jego objętość, co wpłynęło na zmniejszenie ilości zalegających w nim resztek pokarmowych i poprawiło oczyszczanie gardła po stronie porażonej. Żaden z przedstawionych pacjentów nie miał stridoru po operacji, nie obserwowano powikłań w miejscu pobrania.

W ocenie odsłuchowej głosu uzyskano poprawę głośności, zmniejszenie szorstkości głosu i poprawę jego dźwięczności. W ocenie subiektywnej głosu w skali GRBAS we wszystkich parametrach stwierdzono poprawę co najmniej o jeden stopień.

Uzyskaną poprawę czynności fonacyjnej krtani potwierdzono przy zastosowaniu kilku metod oceny akustycznej, ponieważ większość autorów, z powodu braku specyficzności i czułości każdego z pojedynczych pomiarów, zaleca użycie kilku uzupełniających metod do pomiarów obiektywnej jakości głosu [8,14].

Już następnego dnia po zabiegu u wszystkich pacjentów uzyskano dwukrotne wydłużenie czasu

fonacji. W obserwacjach dłuższych (15-24 miesięcy) pacjenci uzyskują poprawę czasu fonacji 3 do 6-krotną [12,15,16]. Część pacjentów kompensuje niewydolność głośni przez nadmierne napięcie innych mięśni wewnętrznych i/lub zewnętrznych krtani, co powoduje podwyższenie Fo [17]. Po medializacji u tych pacjentów Fo można spodziewać się obniżenia głosu. Wysokość Fo wykazuje tendencję zbliżania się do wartości właściwych dla płci, podobnie jak w wynikach podawanych przez innych autorów [18]. Po zabiegu głosu pacjentów wykazują podwyższenie natężenia Fo.

W ocenie spektrograficznej uzyskano zwiększenie ilości składowych harmoniczných i zmniejszenie ilości składowych szumowych. Tego rodzaju widoczna poprawa w spektrogramie zgodna jest z wynikami innych autorów [19,20]. Chrypka oceniana w skali Yanagihary po zabiegu zmniejszyła się o jeden lub dwa stopnie.

Obecność składowych harmoniczných i szumu rejestrowano również w uśrednionym widmie długoterminowym samogłoski [a] (LTAS). LTAS odzwierciedla spektrum źródła głosu i traktu głosowego, uwzględnia spektrum szumu fonacyjnego i sygnału głosu (pobudzenie periodyczne). Pomiar jitter i shimmer oparte są na automatycznym wykrywaniu częstotliwości Fo. Analizowanie wszystkich segmentów głosowych w LTAS zmniejsza błąd selek-

cji parametrów jitter i shimmer, w których analizuje się stabilne segmenty głosowe [21].

W badaniu MDVP we wszystkich przypadkach uzyskano znaczną poprawę parametrów we wszystkich grupach, ale, podobnie jak w badaniach innych autorów, nie wróciły one do prawidłowych wartości [22].

W badaniu Laccourreya'a i wsp. wyniki akustyczne leczenia wykazywały przede wszystkim spadek wartości parametrów opisujących perturbacje wysokości i natężenia [23].

Nasze wyniki są zgodne z badaniami innych autorów dokumentujących swoje wyniki po zastosowaniu laryngoplastyki iniekcyjnej z wykorzystaniem autogenego tłuszczu w leczeniu jednostronnego porażenia krtani [4,5,8,10].

WNIOSKI

Laryngoplastyka iniekcyjna z wykorzystaniem autogenego tłuszczu jest dobrą metodą chirurgiczną dla poprawy funkcji zwarciowej krtani: znacznie poprawia jakość głosu pacjentów oraz zapobiega aspiracji śliny i treści pokarmowej.

Szybko uzyskane efekty czynnościowe mają duży wpływ na poprawienie jakości życia w aspekcie fizycznym i psychicznym pacjentów z jednostronnym porażeniem krtani.

Piśmiennictwo

1. Brüning W. Über eine neue Behandlungsmethode der Rekurrenslahmung. *Verh Dtsch Laryng* 1911; 18: 23.
2. Arnold GE. Vocal rehabilitation of paralytic dysphonia: cartilage injection into paralyzed vocal cord. *Arch Otolaryngol* 1955; 62: 1-17.
3. Dedo HH. *Surgery of the larynx and trachea*. Philadelphia, BC Decker, 1990.
4. Mikaelian DO, Lowry LD, Sataloff RT. Lipoinjection for unilateral vocal cord paralysis; *Laryngoscope* 1991; 101(5): 465-468.
5. Brandenburg JH, Kirkham W, Koschkee D. Vocal cord augmentation with autologous fat. *Laryngoscope* 1992; 102: 495-500.
6. Bauer CA, Valentino J, Hoffman HT. Long-term results of vocal cord augmentation with autogenous fat. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995; 104: 871-874.
7. Zaretsky LS, Shindo ML, deTar M, Rice DH. Autologous fat injection for vocal fold paralysis: long-term histologic evaluation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995; 104(1): 1-4.
8. Shindo ML, Zaretsky LS, Rice DH. Autologous fat injection for unilateral vocal fold paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996; 105(8): 602-606.
9. Saccogna PW, Werning JW, Setrakian S, Strauss M. Lipoinjection in the paralyzed feline vocal fold: study of graft survival. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 117(5): 465-470.
10. Shaw GY, Szewczyk MA, Searle J, Woodroof J. Autologous fat injection into the vocal fold: technical considerations and long-term follow-up. *Laryngoscope* 1997; 107(2): 177-186.
11. Cantarella G, Mazzola RF, Domenichini E, Arnone F, Maraschi B. Vocal fold augmentation by autologous FAT injection with lipostructure procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 132: 239-243.
12. Sato K, Umeno H, Nakashima T. Autologous fat injection laryngohypopharyngoplasty for aspiration after vocal fold paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2004; 13(2): 87-92.
13. Laccourreya O, Paczona R, Ageel M, Hans S, Brasnu D, Crevier-Buchman L. Intracordal autologous fat injection for aspiration after recurrent laryngeal nerve paralysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1999; 256: 458-461.
14. Adams SG, Irish JC, Durkin LC, Wong DLH, Brown DH. Evaluation of vocal function in unilateral vocal fold paralysis following thyroplastic surgery. *J Otolaryngol* 1996; 25: 165-170.
15. Brandenburg JH, Kirkham W, Koschkee D. Vocal cord augmentation with autogenous fat. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992; 102: 495-500.

16. Hartl DM, Hans S, Vaissière J, Riquet M, Laccourreye O, Brasnu DF. Objective voice analysis after autologous fat injection for unilateral vocal fold paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001; 110(3): 229-235.
17. Shaw GY, Searl JP. Electroglottographic and acoustic changes following type I thyroplasty or autologous fat injection. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001; 110(11): 1000-1006.
18. Lundy DS, Casiano RR. „Compensatory falsetto”: effects on vocal quality: *J Voice* 1995; 9: 439-442.
19. Hirano M, Tanaka S, Tanaka Y, Hibi S. Transcutaneous intrafold injection for unilateral vocal fold paralysis: functional results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1990; 99: 598-604.
20. Kim KM, Kakita Y, Hirano M. Sound spectrographic analysis of the voice of patients with recurrent laryngeal nerve paralysis. *Folia Phoniatr* 1982; 34: 124-133.
21. Wodson GE, Cannito M. *Voice analysis; (w) Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. Tom 3, Cummings CW (red.). St Louis, Mo: Mosby-Year Book 1998, 1876-1890.
22. Hartl DM, Vaissière J, Laccourreye O, Brasnu DF. Acoustic analysis of autologous fat injection versus thyroplasty in the same patient; *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003; 112(11): 987-992.
23. Laccourreye O, Hans S, Menard M, Haquart N, Brasnu D, Crevier-Buchman L. Résultats de l’injection intracordale de graisse autologue dans les paralysies laryngées postchirurgicales. *Chirurgie* 1999; 108: 1767-1772.