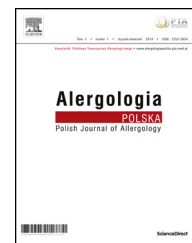


Dostępne online www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/alergo

Artykuł oryginalny/Original research article

Najmniejsze przekroje poprzeczne jamy nosa w ocenie donosowej próby prowokacyjnej z alergenem



Minimal cross-sectional area of the nasal cavity in the evaluation of nasal allergen challenge

Edyta Krzych-Fałta^{1,*}, Konrad Furmańczyk^{1,2}, Bolesław Samoliński¹¹Zakład Profilaktyki Zagrożeń Środowiskowych i Alergologii, Wydział Nauki o Zdrowiu Warszawski Uniwersytet Medyczny, Kierownik Zakładu: prof. dr hab. Bolesław Samoliński, Warszawa, Polska²Katedra Zastosowań Matematyki, Zakład Ekonomii Matematycznej SGGW, Warszawa, Polska

INFORMACJE O ARTYKULE

Historia artykułu:

Otrzymano: 11.08.2016

Zaakceptowano: 29.08.2016

Dostępne online: 03.09.2016

Słowa kluczowe:

- rynometria akustyczna
- najmniejszy przekrój poprzeczny jamy nosa
- donosowa próba prowokacyjna z alergenem

Keywords:

- Acoustic rhinometry
- Minimal cross-sectional area
- Nasal allergen challenge

A B S T R A C T

Introduction: Acoustic rhinometry as a simple and non-invasive method of evaluation of nasal patency is an important tool in the diagnosis of rhinologic and allergic disorders. **The aim** of the study was to attempt to evaluate the reaction of the nasal mucous membrane to a topically applied allergen by the measurement of the minimum cross-sectional area of the nose (MCA1 and MCA2). **The study group** consisted of 60 subjects (30 patients with diagnosed allergic rhinitis and 30 healthy ones). **The method** that was used in the study was acoustic rhinometry (Rhinometrics, Denmark 2001) assessed in a nasal challenge test. **Results:** In the group with allergic rhinitis, significant changes of the surface of the cross-sectional area have been observed, and were measured from the 10th minute with the most significant changes achieved at the 15th and 20th minute of the test. Definitely, more relative reactivity was observed on the right side of the nasal cavity than on the left side (-13.76 ± 33.50 p < 0,05; -14.26 ± 28.648 p < 0,05). **Conclusion:** A response to the topically applied allergen was observed mainly in the area of the head of the inferior nasal concha as compared to the area located in the nasal vestibule.

© 2016 Polish Society of Allergology. Published by Elsevier Sp. z o.o. All rights reserved.

Wstęp

Donosowa próba prowokacyjna z alergenem (DPPA) oceniana równoległe technikami subiektywnymi i obiektywnymi

dostarcza istotnych informacji na temat miejscowej odpowiedzi testowanej błony śluzowej jamy nosa. Wśród powszechnie stosowanych technik obiektywnych w DPPA wyróżnić można rynomanometrię aktywną przednią,

* Adres do korespondencji: Zakład Profilaktyki Zagrożeń Środowiskowych i Alergologii, Wydział Nauki o Zdrowiu Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Banacha 1a, 02-097 Warszawa, Polska. Tel.: +48 22 599 20 39; fax: +48 22 599 20 42.

Adres email: e.krzych@gmail.com (E. Krzych-Fałta).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.alergo.2016.08.006>

2353-3854/© 2016 Polish Society of Allergology. Published by Elsevier Sp. z o.o. All rights reserved.

maksymalny przepływ nosowy wdechowy czy rynometrię akustyczną (RA). Ta ostatnia ze względu na możliwość oceny strukturalnej przestrzeni wewnątrznosowych stanowi szczególnie ważne narzędzie robocze DPPA [1–3] definiowanej jako: „swoista donosowa próba prowokacyjna, która ma na celu sprawdzenie reakcji układu immunologicznego na substancję o charakterze antygenowym, zwanej alergenem. Prowadzi do odtworzenia odpowiedzi górnych dróg oddechowych na naturalną ekspozycję na alergeny. Dodatni wynik swoistej donosowej próby prowokacyjnej może być: IgE-zależny lub komórkowy eozynofilowy” [4]. Jedynym powszechnie stosowanym parametrem ocenianym w RA jest MCA (Minimal Cross Sectional Area) osobno lub sumarycznie dla jam nosowych, wyznaczający największe przewężenie jamy nosa. Poza tym wielu autorów stosuje przekroje poprzeczne (CA; Sectional Area) w różnych odcinkach jamy nosa bądź też ich ocenie podlega objętość jamy nosa dowolnie wybranego fragmentu jamy nosa.

Celem pracy była próba oceny odpowiedzi błony śluzowej jamy nosa na aplikowany alergen fazy wczesnej oraz późnej reakcji alergicznej w obszarze przedsionka nosa (MCA1) i głowy małżowiny nosowej dolnej (MCA2) przy jednoczesnej ocenie reaktywności osobno dla strony prawej i lewej jamy nosa.

Materiał i metoda

Materiał stanowiła grupa 60 badanych: 30 pacjentów (14 kobiet, 16 mężczyzn, średnia wieku $29,39 \pm 6,001$ w grupie pacjentów z okresowym nieżytem nosa, z przewlekłym nieżytem nosa $24,25 \pm 3,415$) z rozpoznaniem uczuleniem na pospolite alergeny środowiskowe: roztocze kurzu domowego *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*, trawy oraz 30 osób zdrowych (średnia wieku $30,63 \pm 6,037$) niewykazujących objawów alergicznych, stanowiących grupę kontrolną. Rozkład grupy badanej pod względem płci ($p = 0,438$) w grupie alergiczny nieżyt nosa (ANN) – zdrowy (ZD), ANN o charakterze przewlekłym – okresowym (ANNp, ANNp) ($p = 0,880$), wagi ($p = 0,719$) w grupie ANN – ZD, ANNp – ANNn ($p = 0,840$), wzrostu ($p = 0,167$) w grupie ANN – ZD, ANNp – ANNn ($p = 0,734$) i BMI (Body Mass Indeks) ($p = 0,585$) w grupie ANN – ZD, ANNp – ANNn ($p = 0,280$) nie wykazał różnic na poziomie istotnym statystycznie. Wiek istotnie różnicował grupy badane; ANN – ZD ($p = 0,033$) z rozpoznaniem alergicznym nieżytem nosa ANNp – ANNn ($p = 0,012$). Do badania kwalifikowano pacjentów na podstawie wytycznych Polskiego Konsensusu ds. Prób Prowokacyjnych [4]. Jednostronnie mierzony MCA1 dla populacji z ANN wykazał zdecydowanie mniejsze wartości $0,353 \text{ cm}^2$ dla strony prawej i lewej $0,373 \text{ cm}^2$ względem osób ZD $0,499 \text{ cm}^2$ dla strony prawej i lewej $0,465 \text{ cm}^2$. Analogicznie dla MCA2 – w grupie ANN dla strony prawej $0,328 \text{ cm}$ i lewej $0,426 \text{ cm}$ rejestrowano mniejsze przekroje poprzeczne jamy nosa vs ZD dla prawej $0,544 \text{ cm}^2$ i lewej $0,502 \text{ cm}^2$.

Metodą, którą posłużono się w badaniu, była DPPA oceniana za pomocą RA (Rhinometrics, Denmark, 2000) i subiektywnej oceny mierzonej skalą wizualno-analogową (VAS) w fazie wczesnej (5., 10., 15. i 20. minuta badania) i późnej reakcji alergicznej (4. godzina). Fala akustyczna RA

po odbiciu od struktur nosowych tworzy krzywą rynometryczną, która na osi X obrazuje głębokość jamy nosa, a na osi Y powierzchnię przekroju poprzecznego. Dla celów niniejszego badania dokonano oceny MCA1 (obszar najmniejszego przekroju poprzecznego w przedsionku nosa) mierzonej w odległości 0–2,20 cm i MCA2 (obszar najmniejszego przekroju poprzecznego w głowie małżowiny nosowej dolnej) na odcinku 2,20–5,40 cm jamy nosowej. Ponadto wyznaczono stronę bardziej reaktywną jamy nosa określaną jako „tę, w której w wyniku prowokacji alergenem dochodzi do większej zmiany objętości jamy nosowej lub przekrojów poprzecznych w stosunku do stanu początkowego lub po podaniu donosowo płynu kontrolnego, po której uzyskuje się wynik bardziej ujemny” [2]. Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z powszechnie stosowanymi zasadami wykonywania prób prowokacyjnych [4] z alergenem w dawce 0,2 ml (5000 SBU/ml, pH – 7, Allergopharma) podawanym za pomocą wykalibrowanego atomizera do obu nozdrzy w temperaturze pokojowej według ustalonego schematu badania w godzinach 7:45–13:30 w warunkach ambulatoryjnych (temperatura pomieszczenia 21°C , wilgotność względna 35–45% z zastosowanym filtrem powietrza).

Projekt realizowany w ramach grantu promotorskiego (N N402 520839) uzyskał zgodę Komisji Bioetycznej (KB/79/2009) przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym. Do określenia siły związku i zależności między zmiennymi wyliczono statystykę t-Studenta oraz współczynnik korelacji liniowej Pearsona. Wyniki istotne statystycznie przyjęto dla $p < 0,05$.

Wyniki

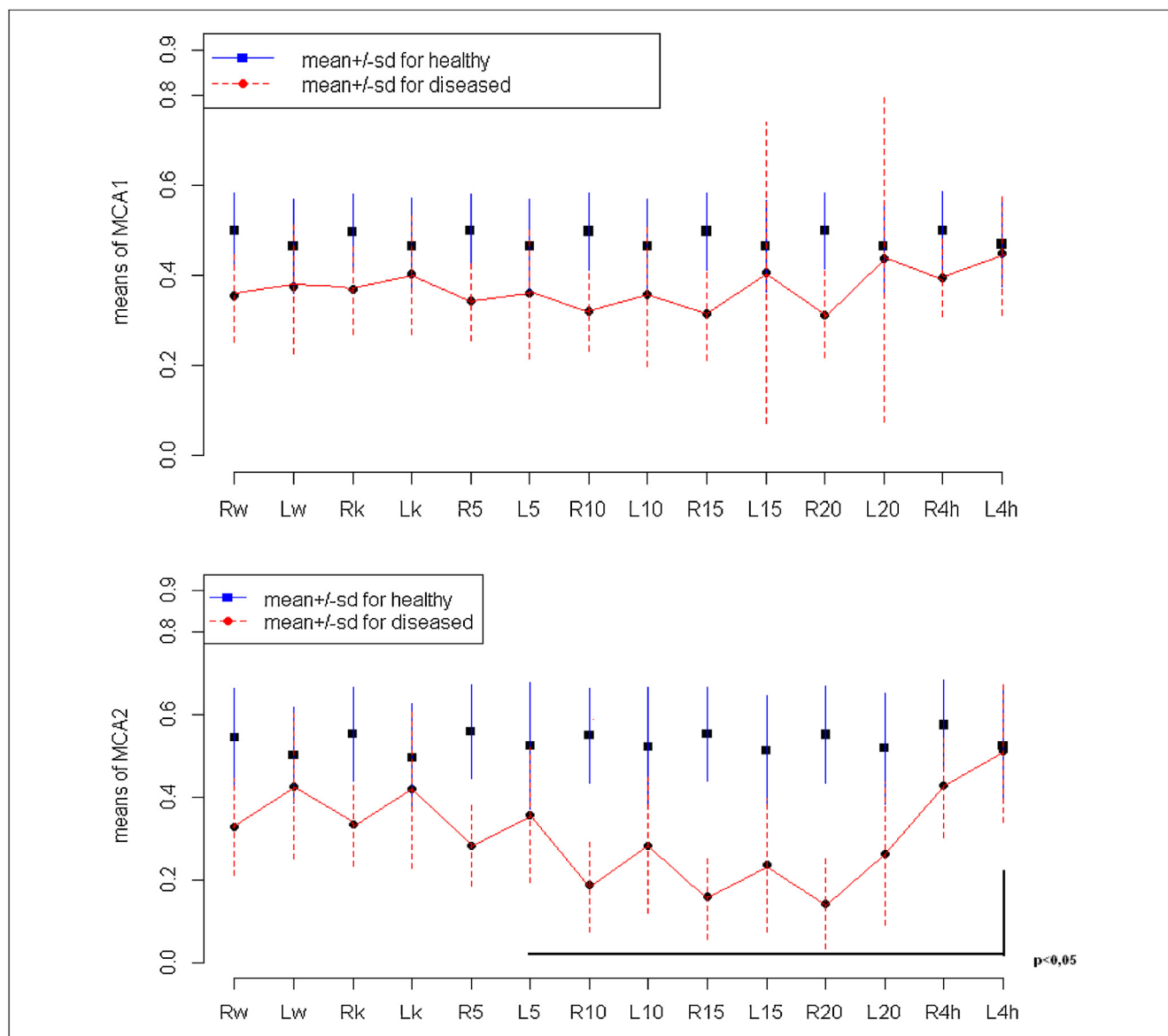
Zgodnie z zaleceniami International Rhinologic Society i Konsensusu ds. Donosowych Prób Prowokacyjnych [4, 5], oceny przebiegu poszczególnych faz badania DPPA dokonano w oparciu o powszechnie stosowaną skalę wizualno-analogową oraz wyselekcjonowane techniki badania drożności nosa w tym przypadku RA.

Subiektywna ocena dolegliwości nosowych mierzona skalą wizualno-analogową

Założony próg odcięcia rejestrowanych dolegliwości nosowych dla dodatniej DPPA plasował się na poziomie 47,4% (grupa badanych z ANN vs 0,2% ZD) w stosunku do wartości uzyskanej po podaniu roztworu kontrolnego (0,9% NaCl + 0,4% Phenol). Faza wczesna reakcji alergicznej charakteryzowała się występującymi po sobie kolejno objawami, tj. świądem nosa, wzrostem wydzieliny nosowej, blokadą nosa, wzmożoną liczbą kichnięć w grupie badanych z rozpoznaniem ANN vs ZD ($p < 0,05$).

Najmniejszy przekrój poprzeczny MCA1 i MCA2 w ocenie donosowej aplikacji alergenu

Zmiany przekrojów poprzecznych obserwowanych w obszarze przedsionka nosa nie były zróżnicowane na poziomie istotnym statystycznie względem rejestrowanej zmiany w czasie. Niewielkie transpozycje MCA1 dotyczyły w głównej mierze strony prawej jamy nosa mierzonej już w pierwszych



Ryc. 1 – Zmiany w czasie MCA1 i MCA2 zlokalizowanym w cieśni nosa ocenianej w 5., 10., 15., 20. minucie i 4. godzinie po miejscowej aplikacji alergenu

Fig. 1 – Changes during MCA1 and MCA2 located in the isthmus nose assessed in 5th, 10th, 15th, 20th minute and 4th hour after topical application of the allergen

pięciu minutach badania (Ryc. 1). Obszar głowy małżowiny nosowej dolnej charakteryzował się zdecydowanie w większym stopniu zmianami, które były istotnie zróżnicowane względem grupy kontrolnej ($p < 0,05$) i dotyczyły głównie fazy wczesnej reakcji alergicznej. Zmiany w czasie obserwowane były już w 5. minucie badania a najmniejszy przekrój poprzeczny jamy nosa był obserwowany w 15. i 20. minucie badania. Rejestrowane zmiany w czasie były istotnie zróżnicowane kolejno: z 5. na 10. minutę badania ($p < 0,05$), z 10. na 15. minutę ($p = 0,001$) oraz z 20. minuty na 4. godzinę badania ($p < 0,05$) dla strony prawej jamy nosa. Podobnie dla lewej strony jamy nosa wykazano istotne różnice w zmianie z 5. na 10. minutę badania ($p < 0,05$) z 10. na 15. minutę ($p < 0,05$) oraz z 20. minuty na 4. godzinę badania ($p < 0,05$). Zdecydowanie większą reaktywność wykazano po prawej stronie

jamy nosa, zwłaszcza w 10. i 20. minucie badania ($-13,76 \pm 33,50$ p; $< 0,05$, $-14,26 \pm 28,648$ p $< 0,05$) (Tab. I). W fazie późnej drożność jamy nosa w obszarze MCA1 i MCA2 powróciła do stanu sprzed donosowej aplikacji alergenu. Analiza korelacji wykazała związek między sumą dolegliwości mierzonych skalą VAS i zmianą przekroju poprzecznego jamy nosa ocenianej zwłaszcza w fazie wczesnej reakcji alergicznej (Tab. II).

Omówienie

Błona śluzowa jamy nosowej jest narządem, który odgrywa kluczową rolę w zapoczątkowaniu procesu zapalnego przenoszonego na inne narządy, w tym również oskrzela [6].

Tabela I – Różnice strony „bardziej reaktywnej” prawej względem lewej mierzonej MCA2
Table I – Differences of side “more reactive” right from the left measured MCA2

Najmniejszy przekrój poprzeczny	Mierzone wartości					t	Istotność (dwustronna)
	Średnia	Odchylenie standardowe	Błąd standardowy średniej	95% przedział ufności dla różnicy średnich			
				Dolna granica	Górna granica		
1 Rk_MCA_2 – Lk_MCA_2	7,266	17,792	3,248	0,622	13,910	2,237	0,033
2 R5_MCA_2 – L5_MCA_2	2,796	18,350	3,350	-4,055	9,649	0,835	0,411
3 R10_MCA_2 – L10_MCA_2	-13,756	33,504	6,117	-26,267	-1,246	-2,249	0,032
4 R15_MCA_2 – L15_MCA_2	-3,525	36,626	6,687	-17,202	10,150	-0,527	0,602
5 R20_MCA_2 – L20_MCA_2	-14,269	28,648	5,230	-24,966	-3,571	-2,728	0,011
6 R4_MCA_2 – L4_MCA_2	0,0205	46,289	8,451	-17,264	17,305	0,002	0,998
Rk 5, 10, 15, 20, 4 – prawa strona jamy nosa mierzona w 5., 10., 15., 20. minucie i 4. godzinie							
Lk 5, 10, 15, 20, 4 – lewa strona jamy nosa mierzona w 5., 10., 15., 20. minucie i 4. godzinie							

DPPA stanowi miejsce lokalnej reakcji anafilaktycznej na aplikowany alergen. Coraz więcej uwagi poświęca się grupie pacjentów z izolowaną odpowiedzią w obrębie błony śluzowej jamy nosa, u których wykluczono uczulenie

Tabela II – Związek pomiędzy sumą objawów mierzonych skalą wizualno-analogową i najmniejszym przekrojem poprzecznym jamy nosa w donosowej próbie prowokacyjnej z alergenem
Table II – The relationship between the sum of the symptoms measured by visual analogue scale and the smallest cross-section of the nasal cavity in the nasal allergen challenge

Najmniejszy przekrój poprzeczny jamy nosa	Suma VAS	
	Korelacja Pearsona	Istotność (dwustronna)
R_5_MCA1	-0,262*	p = 0,043
L_5_MCA1	-0,007	p = 0,957
R_10_MCA1	-0,120	p = 0,361
L_10_MCA1	-0,052	p = 0,693
R_15_MCA1	-0,137	p = 0,295
L_15_MCA1	-0,113	p = 0,390
R_20_MCA1	-0,108	p = 0,410
L_20_MCA1	-0,099	p = 0,454
R_4h_MCA1	0,009	p = 0,944
L_4h_MCA1	0,043	p = 0,743
R_5_MCA2	-0,451**	p = 0,000
L_5_MCA2	-0,551**	p = 0,000
R_10_MCA2	-0,575**	p = 0,000
L_10_MCA2	-0,706**	p = 0,000
R_15_MCA2	-0,610**	p = 0,000
L_15_MCA2	-0,729**	p = 0,000
R_20_MCA2	-0,579**	p = 0,000
L_20_MCA2	-0,339**	p = 0,008
R_4h_MCA2	0,197	p = 0,131
L_4h_MCA2	0,158	p = 0,229

na potencjalne alergeny środowiskowe. Ta tendencja podkreśla szczególną przydatność tej metody w diagnostyce różnicowej ANN. DPPA, pomimo że tylko po części naśladuje naturalną ekspozycję na działanie alergenu, stanowi cenne źródło informacji o stanie zdrowia badanych [7]. Wykonywana za pomocą obiektywnych technik dostarcza dodatkowych informacji o zachowanej drożności przestrzeni wewnątrznosowych w patomechanizmie nieżytów nosa. Najczęściej wykorzystywaną techniką do oceny stopnia alergizacji w DPPA jest RA oceniająca przekroje poprzeczne, które stanowią naturalne odzwierciedlenie jamy nosa.

Najmniejszy przekrój poprzeczny jamy nosa oceniany w warunkach normalnych znajduje się w okolicy cieśni nosa [4], a kwalifikowany poniżej wartości 0,28 cm² w RA świadczy o deformacji przegrody nosa. W ocenie zwłaszcza fazy wczesnej reakcji alergicznej MCA zlokalizowane jest w obszarze głowy małżowiny nosowej dolnej – docelowym miejscu reakcji alergicznej. Podobnie w niniejszej pracy zmiany najmniejszego przekroju poprzecznego dotyczyły MCA2 odpowiadającemu głowie małżowiny nosowej dolnej; ze stanu przed DPPA dla strony prawej 0,335 cm² i lewej 0,419 cm² jamy nosa, po DPPA w 15 minucie badania dla prawej strony 0,160 cm² i lewej 0,236 cm² i w 20 minucie badania dla prawej strony 0,142 cm² i lewej 0,264 cm² jamy nosa. Podobne zjawisko w odpowiedzi na miejscową aplikację alergenu uzyskali Lendres i wsp. Zaobserwowali istotny spadek drożności w stosunku do wartości wyjściowej (MCA przed badaniem wyniosła 0,4 cm po podaniu alergenu 0,15 cm) [8], z kolei Wang i wsp. wykazali istotną zmianę (p < 0,001) w czasie z wartości 0,76 cm² do 0,26 cm² MCA w 30. minucie badania [9]. Co więcej, Phipatanakul i wsp. [10] udowodnili, że reaktywność w 30. minucie po miejscowej aplikacji była większa niż ta oceniana w 15 minucie badania (kolejno w 15. minucie 20,2% i 30. o 29,08%). Średni próg reaktywności dla dodatniej DPPA, według Ganslmayer

i wsp., wynosi 29% [11]. W zestawieniu „strony bardziej reaktywnej” – pojęcie wprowadzone przez Samolińskiego [2], wykazano znamienne większą reaktywność strony prawej względem lewej, co dowodzi konieczności oceny sumarycznej MCA bądź każdej z osobna. Ocena losowo wybranej strony jamy nosa może przynieść efekt odwrotny do zamierzzonego i zafałszować wynik badania.

Obserwowana ujemna korelacja rejestrowanego objawu blokady nosa w skali VAS z RA oceniana zwłaszcza w 20. minucie badania ($-0,596$, $p < 0,05$) dowodzi konieczności równoległej oceny technik obiektywnych i subiektywnych w DPPA [5]. Liczna grupa badaczy w doniesieniach podkreśla szczególnie silne zależności między mierzonymi dolegliwościami subiektywnymi a MCA w RA. Lane i wsp. zaobserwowali silną korelację między zmianą MCA (max. obrzęk wystąpił w 20. minucie badania) z blokadą nosa ($r = 0,8$) w przeciwieństwie do wycieku wodnistej wydzieliny i świądu nosa [12]. Podobnie Zweiman i wsp. wykazali istotne korelacje MCA z objawem blokady nosa zwłaszcza w 15. minucie badania ($p = 0,005$) [13], a także Wang i wsp. silną odwrotną korelację między zmianą MCA a rejestrowanymi odczuciami w punktowej skali objawów ($r = 0,568$; $p < 0,001$) [9]. Z kolei Castano i wsp. w zestawieniu zgłaszanych dolegliwości nosowych < 40 pkt. nie uzyskali korelacji z wynikiem badania rymetrycznego. Dopiero przekroczenie progu 40 pkt. wykazało znamienne silną korelację korelacje ($r = 0,62$; $p < 0,01$) [14].

W fazie późnej badania obserwowano zachowaną drożność nosa na wysokości głowy małżowiny nosowej dolnej w stosunku do wartości uzyskanej w fazie wczesnej reakcji alergicznej. W grupie pacjentów z rozpoznaniem ANN w 4 godzinie badania zaobserwowano średnie zmiany z poziomu $0,105\text{--}0,451\text{ cm}^2$ dla strony prawej i lewej jamy nosa $0,248\text{--}0,510\text{ cm}^2$. Podobne zjawisko obserwowali Wang i wsp., którzy w 3. godzinie po donosowej aplikacji alergenów uzyskali poprawę drożności nosa z poziomu $0,26\text{ cm}^2$ do wartości $0,49\text{ cm}^2$ [9].

Wnioski

Zdecydowanie większą reakcję na miejscowo aplikowany alergen obserwowano w okolicy głowy małżowiny nosowej dolnej względem obszaru zlokalizowanego w przedsionku nosa mierzonej RA. Ze względu na istotne zróżnicowanie reaktywności względem stron badanych istnieje pilna potrzeba oceny sumarycznej lub z każdej ze stron z osobna.

Wkład autorów/Authors' contributions

EK-F – koncepcja pracy, zebranie i interpretacja danych, przygotowanie piśmiennictwa. KF – interpretacja danych. BS – koncepcja pracy, akceptacja ostatecznej wersji.

Konflikt interesu/Conflict of interest

Nie występuje.

Finansowanie/Financial support

Projekt realizowany w ramach grantu promotorskiego (N N402 520839) uzyskał zgodę Komisji Bioetycznej (KB/79/2009) przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym.

Etyka/Ethics

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

PIŚMIENNICTWO/REFERENCES

- [1] Samoliński B, Arcimowicz M. Polskie Standardy Leczenia Nieżytów Nosa (PoSLeNN). Kraków: Medycyna Praktyczna; 2013: 23–31.
- [2] Samoliński B. Analiza wyników rymetrii akustycznej na potrzeby diagnostyki rinoalergologicznej. Warszawa: Scholar; 1998.
- [3] Haavisto LE, Vahlberg TJ, Sipilä JI. Reference values for acoustic rhinometry in children at baseline and after decongestion. *Rhinology* 2011 Jun;49(2):243–247. <http://dx.doi.org/10.4193/Rhino10.143>.
- [4] Samoliński B, Rapijko P, Krzych-Fałta E, Gotlib T, Emeryk A, Buczyński K, et al. Standardy wykonywania donosowych prób prowokacyjnych. *Postępy Dermatologii i Alergologii* 2010;27(3):149–161.
- [5] Malm L, Gerth van Wijk R, Bachert C. Guidelines for nasal provocations with aspects on nasal patency, airflow and airflow resistance. International Committee on Objective Assessment of the Nasal Airways, International Rhinologic Society. *Rhinology* 2000;38(1): 1–6.
- [6] Semik-Orzech A, Skoczyński Sz, Barczyk A, Pierzchała W. Zależności pomiędzy górnymi a dolnymi drogami oddechowymi w chorobach alergicznych. *Pneumonol Alergol Pol* 2007;75:163–172.
- [7] Samoliński B, Rapijko P. Odpowiedź wczesna po donosowej próbie prowokacyjnej z alergenem. *Postępy Dermatologii i Alergologii* 2010;XXVII(3):170–172.
- [8] Lenders H, Pirsing W. Diagnostic value of acoustic rhinometry, patients with allergic rhinitis and vasomotor rhinitis compared with normal controls. *Rhinology* 1990;28:5–16.
- [9] Wang DY, Raza MT, Gohw D. *Clin Exp Allergy* 2004;34:1093–1098.
- [10] Phipatanakul W, Kesavanathan J, Eggleston PA. The value of acoustic rhinometry in assessing nasal responses to cat exposure. *J Allergy Clin Immunol* 1998;102(6):896–901.
- [11] Ganslmayer M, Spertini F, Rahm F, Leimgruber A. Evaluation of acoustic rhinometry in a nasal provocation test with allergen. *Allergy* 1999;54(9):974–979.
- [12] Lane AP, Zweiman B, Lanza DC, Swift D, Doty R, Dhong H-J, et al. Acoustic rhinometry in the study of the acute nasal allergic response. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996;105:811–817.
- [13] Zweiman B, Getsy J, Kalenian M, Lane A, Schwartz LB, Doty R, et al. Nasal airway changes assessed by acoustic

rhinometry and mediator release during immediate and late reactions to allergen challenge. *J Allergy Clin Immunol* 1997;100(5):624-631.

- [14] Castano R, Trudeau C, Ghezzi H. Correlation between acoustic rhinometry and subjective nasal patency during

nasal challenge test in subjects with suspected occupational rhinitis; a prospective controlled study. *Clin Otolaryngol* 2010;35(6):462-467.