

## МЕДИЦИНСКИ ТРЕТМАН

**ЕКСПРЕСИЈА НА ОТОАКУСТИЧНИТЕ ЕМИСИИ КАКО ПРОДУКТ НА ДИСТОРЗИЈА КАЈ ДЕЦА СО ОТИТИС МЕДИА СО ЕФУЗИЈА**

Лидија РИСТОВСКА<sup>1</sup>  
Зора ЈАЧОВА<sup>2</sup>  
Раде ФИЛИПОВСКИ<sup>1</sup>  
Даниела ТАСЕВСКА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Градска општа болница „8-ми Септември“, Оддел за оториноларингологија, Отсек за аудиологија  
<sup>2</sup>Универзитет Св. „Кирил и Методиј“, Филозофски факултет, Институт за дефектологија,

Скопје, Република Македонија  
Примено: 1.6.2017  
Прифатено: 1.7.2017

**Резиме**

**Вовед:** Отоакустичните емисии се звуци што резултираат од енергијата генерирана во кохлеата. Бидејќи се пренесени од кохлеата до надворешниот слушен канал, каде што може да бидат измерени, патологијата на средното уво може да влијае на нивните карактеристики.

**Цел:** Цел на студијата беше да се евалуира влијанието на заболувањата на средното уво на експресијата на отоакустичните емисии како продукт на дисторзија (ДПОАЕ) кај децата.

**Материјал и методи:** Оваа проспективна студија вклучува примерок од 51 дете, 26 машки (51 %) и 25 женски (49 %), на возраст од 4 до 14 години (средна возраст 7,1 година), прегледани во периодот од јануари до мај 2017 година. Беа вклучени вкупно 15 деца со отитис медиа со ефузија (ОМЕ) и тип В тимпанограм, 21 дете со дисфункција на Евстахиевата туба и тип С тимпанограм, без течност во средното уво и 15 деца со

Адреса за кореспонденција:  
Лидија Ристовска

Градска општа болница „8-ми Септември“, Оддел за оториноларингологија, Отсек за аудиологија,  
„Париска“ бб. 1000 Скопје, Република Македонија.  
Телефон: 0038902 3087612  
Е – пошта: lidjaristovska@yahoo.com

## MEDICAL TREATMENT

**EXPRESSION OF DISTORTION PRODUCT OTOACOUSTIC EMISSIONS IN CHILDREN WITH OTITIS MEDIA WITH EFFUSION**

Lidija RISTOVSKA<sup>1</sup>  
Zora JACHOVA<sup>2</sup>  
Rade FILIPOVSKI<sup>1</sup>  
Daniela TASEVSKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>City General Hospital “8th September”, Department of Otorhinolaryngology, Division of Audiology  
<sup>2</sup>University “Ss Cyril and Methodius”, Faculty of Philosophy, Institute of Special Education and Rehabilitation  
Skopje, Republic of Macedonia

Received: 01.06.2017  
Accepted: 01.07.2017  
Original article

**Abstract**

**Introduction:** Otoacoustic emissions are sounds that result from energy generated in the cochlea. Because they are transmitted from the cochlea to the ear canal where they can be measured, middle ear pathology can influence their characteristics.

**Objective:** The objective of the study was to evaluate the influence of middle ear disorders on the expression of distortion product otoacoustic emissions (DPOAE) in children.

**Material and methods:** This prospective study included a sample of 51 children, 26 males (51%) and 25 females (49%), aged 4 to 14 years (mean age of 7.1 years), examined during the period of January to May 2017. A total of 15 children with otitis media with effusion (OME) and type B tympanogram were included, 21 children with Eustachian tube dysfunction and type C tympanogram, without middle ear fluid, and 15 normal hearing

Corresponding Address:  
Lidija Ristovska

City General Hospital “8th September”, Department of Otorhinolaryngology, Division of Audiology,  
Pariska NN. 1000 Skopje, Republic of Macedonia.  
Telephone: 0038902 3087612  
E-mail: lidjaristovska@yahoo.com

уреден слух и тип А тимпанограм како контролна група.

**Резултати:** Кај децата со тип В тимпанограм, најниската средна вредност на ДПОАЕ амплитуда беше -15 dB SPL на фреквенцијата 4000 Hz. Кај случаите со тип С тимпанограм, најниската средна вредност на ДПОАЕ амплитуда беше -0,5 dB SPL и кај тип А тимпанограм 6,7 dB SPL. Кај децата со ОМЕ беа прифатени само 7 % од сите точки по октава ( $p < 0,00001$ ), ДПОАЕ беа отсутни кај 85,8 % од тестираните фреквенции ( $p = 0,0259$ ) и средната вредност на прагот на слухот беше 26 dB HL.

**Заклучок:** Експресијата на ДПОАЕ е сигнификантно афектирана не само со присуство на течност во средното уво, но исто така и во случаи на негативен притисок во средното уво без редукција на слухот.

**Клучни зборови:** *отитис медиа со ефузија, отоакустични емисии, експресија.*

## Вовед

Отитис медиа со ефузија (ОМЕ) е присуство на течност во средното уво без знаци или симптоми на акутна инфекција на увото (1). Изливот може да варира од серозен до густ и мукозен, предизвикувајќи времена, реверзибилна редукција на слухот (2). Најчесто е асоциран со кондуктивна редукција на слухот и зголемен ризик од акутна инфекција на средното уво. Постојат неколку можни теории за етиопатогенезата на ОМЕ кои вклучуваат дисфункција на Евстахиевата туба, супклиничка бактериска инфекција и како резултат на акутен отитис медиа (3).

Пневматската отоскопија се препорачува како примарен дијагностички тест за ОМЕ. Тимпанометријата е корисно дополнување на пневматската отоскопија бидејќи овозможува објективна процена на состојбата на средното уво (1). Тимпанометријата може да обезбеди корисна информација за позитивниот или негативниот притисок во средното уво што не може да обезбеди пневматската отоскопија (4). Прагот на слухот одреден со тонална лиминарна аудиометрија е важен за евалуирање на тежината и влијанието на ОМЕ. Просечната вредност на прагот на слухот кај редукција на слухот поврзана со ОМЕ

children with type A tympanogram as a control group.

**Results:** In children with type B tympanogram, the lowest mean DPOAE amplitude was -15 dB SPL at frequency of 4000 Hz. In cases with type C tympanogram, the lowest mean DPOAE amplitude was -0.5 dB SPL, and in type A tympanogram 6.7 dB SPL. In children with OME, only 7% of all points per octave were accepted ( $p < 0.00001$ ), DPOAE were absent in 85.8% of tested frequencies ( $p = 0.0259$ ), and pure tone average was 26 dB HL.

**Conclusion:** Expression of DPOAE is significantly affected not only with presence of middle ear fluid, but also in cases of negative middle ear pressure without hearing loss.

**Keywords:** *otitis media with effusion, otoacoustic emissions, expression*

## Introduction

Otitis media with effusion (OME) is the presence of fluid in the middle ear without signs or symptoms of acute ear infection (1). A fluid may vary from serous to thick and mucoid, causing a temporary, reversible hearing loss (2). It is associated most commonly with a conductive hearing loss and an increased risk of acute middle ear infection. There are a number of potential theories for the etiopathogenesis of OME including Eustachian tube dysfunction, subclinical bacterial infection and as a result of acute otitis media (3).

Pneumatic otoscopy is recommended as a first-line diagnostic test for OME. Tympanometry is a useful adjunct to pneumatic otoscopy because it provides objective evidence of middle ear status (1). Tympanometry may provide useful information on positive or negative middle ear pressures that pneumatic otoscopy does not (4). Pure tone audiometric thresholds are important to evaluate the severity and effects of OME. OME related hearing loss averages 18-35 dB HL. The audiometric configuration is typically flat with a slight peak at 2000 Hz and a fall at 8000 Hz (5). Children aged

изнесува 18-35 dB HL. Аудиометриската конфигурација типично е рамна со мал пик на 2000 Hz и пад на 8000 Hz (5). Кај децата на возраст од четири години и повеќе може да се изведе конвенционална аудиометрија (6).

ОМЕ е најчеста причина за редукција на слухот кај децата. Околу 85 % од децата имаат епизода на ОМЕ во тек на детството. Постои бимодален пик на инциденција на возраст од две и пет години, со спонтано повлекување на епизодите на ОМЕ во период од три месеци во 50 % од случаите. Кај најголем број од децата ефузијата во средното уво ќе се повлече без третман. Доколку не се повлече, квалитетот на живот е негативно афектиран од аспект на слух, говор, социјални и едукативни перформанси (2).

Имајќи ја предвид важноста на успешниот третман на ОМЕ, во последните години и други дијагностички методи се вклучуваат во менаџментот на ОМЕ. Мерењето на отоакустичните емисии (ОАЕ), особено отоакустичните емисии како продукт на дисторзија (ДПОАЕ), помагаат во евалуација на средното уво во текот на третманот (7). ОАЕ се звуци што резултираат од енергијата генерирана во кохлеата што се пренесени преку средното уво во надворешниот слушен канал каде што може да се измерат со користење на сензитивен микрофон (8).

Патолошките состојби што ја менуваат импедансата на средното уво, консекутивно ја модифицираат ОАЕ амплитудата бидејќи е драстично изменет стимулот до внатрешното уво (9). Дури и кога средното уво има сосема мала промена во однос на неговата оптимална трансмисија, во отсуство на детектабилна кондуктивна редукција на слухот, ОАЕ може да ги рефлектираат промените на импедансата на средното уво. Важно е да се документираат тие промени во однос на клиничките импликации од можна интеракција на состојбата на средното уво со ослободување на енергија во внатрешното уво (10).

## Материјал и методи

Оваа проспективна студија вклучува примерок од 51 дете, 26 машки (51 %) и 25 женски (49 %), на возраст од 4 до 14 години (средна возраст 7,1 година), прегледани на Одделот за оториноларингологија, Градска општа болница „8-ми Септември“, Скопје, Република Македонија, во периодот од јануари до мај

four years or older are suitable for conventional audiometry (6).

OME is the most common cause of hearing impairment in children. About 85% of children will experience an episode of OME during childhood. There is a bimodal peak of incidence at two and five years of age, with 50% of episodes of OME resolving spontaneously within three months. For the majority of children, the middle ear effusion will resolve with no treatment. If resolution does not occur, quality of life aspects of hearing, speech, social and educational performance are adversely affected (2).

Taking into account the importance of the successful treatment of OME, in recent years another diagnostic methods are included in the management of OME. Measurement of otoacoustic emissions (OAE), especially distortion product otoacoustic emission (DPOAE) will aid in evaluating middle ear condition during the treatment (7). OAE are sounds that result from energy generated in the cochlea that are propagated through the middle ear and into the ear canal where they can be measured using a sensitive microphone (8).

Pathologies that alter the impedance of the middle ear consecutively modify the OAE amplitude because the stimulus to the inner ear is drastically altered (9). Even when the middle ear departs only slightly from its optimal transmission, in the absence of any detectable conductive hearing loss, OAE can reflect middle ear impedance changes. It is important to document these changes with regard to the clinical implications of a possible interaction of middle ear status with inner ear energy release (10).

## Material and methods

This prospective study included a sample of 51 children, 26 males (51%) and 25 females (49%), aged 4 to 14 years (mean age of 7.1 years), examined at the Department of Otorhinolaryngology, City General Hospital “8th September”, Skopje, Republic of Macedonia, during the period of

2017 година. Критериуми за вклучување беа: ОМЕ и тип В тимпанограм за испитуваната група која се состоеше од 15 деца (30 уши), дисфункција на Евстахиевата туба и тип С тимпанограм на тест увото, без течност во средно уво за втората група која се состоеше од 21 дете (30 уши) и деца со уреден слух и тип А тимпанограм како контролна група составена од 15 деца (30 уши). Кај сите деца беше спроведена клиничка евалуација што вклучуваше: анамнеза, отоскопија, тимпанометрија со тест тон од 226 Hz, тонална лиминарна аудиометрија и ДПОАЕ тест.

Тоналната лиминарна аудиометрија беше реализирана со MADSEN Astera2 аудиометар (GN Otometrics, Данска) и HDA 300 circum-аурални слушалки во тивка кабина. Прагот на слухот беше одреден на следните фреквенции: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Hz. Уредниот слух беше дефиниран како праг на слух  $\leq 20$  dB ниво на слух (HL) на аудиометриските фреквенции од 250 до 8000 Hz. Тимпанометријата беше изведена со Amplaid A756 Screening тимпанометар (Amplifon, Италија).

ДПОАЕ беа снимени со апарат за ОАЕ MADSEN Capella2 (GN Otometrics, Данска), во форма на distortion product audiograms (DP-gram) добиени со два примарни тона како стимули  $L1 = 65$  dB ниво на звучен притисок (SPL) и  $L2 = 55$  dB SPL. Соодносот на фреквенциите беше наместен на  $f1/f2 = 1.22$ . Нивоата на  $2f1-f2$  ДПОАЕ беа регистрирани на фреквенциите од 1000 Hz до 8000 Hz на четири точки по октава. Вкупно 13 точки беа снимени на секое уво. ДПОАЕ се сметаше за мерлива ако нејзината амплитуда беше најмалку 6 dB над нивото на шумот и минимум -5 dB SPL. X-оската ја покажува  $f2$  фреквенцијата, а у-оската ги покажува DP Output-Scale максимум 45 dB SPL и DP Output-Scale минимум -25 dB SPL.

За статистичка анализа на податоците го користевме хи-квадрат тестот и Fisher's exact тестот со ниво на значајност  $p < 0,05$ .

Број на протокол за етичко одобрение: 2360/2017.

## Резултати

Испитуваната група на деца со ОМЕ и тип В тимпанограм се состоеше од 15 деца

January to May 2017. Inclusion criteria were OME and type B tympanogram for the study group that consisted of 15 children (30 ears), Eustachian tube dysfunction and type C tympanogram on the test ear, without middle ear fluid for the second group consisted of 21 children (30 ears), and normal hearing children with type A tympanogram as a control group consisted of 15 children (30 ears). All patients underwent clinical evaluation including medical history, otoscopy, tympanometry with 226 Hz probe tone, pure tone audiometry, and DPOAE test.

Pure tone audiometry was performed with MADSEN Astera2 audiometer (GN Otometrics, Denmark) and HDA 300 circum-aural headphones in sound proof booth. Hearing threshold was determined at following frequencies: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, and 8000 Hz. Normal hearing was defined as thresholds  $\leq 20$  dB hearing level (HL) at audiometric frequencies from 250 to 8000 Hz. Tympanometry was performed with Amplaid A756 Screening tympanometer (Amplifon, Italy).

DPOAE were recorded with OAE device MADSEN Capella2 (GN Otometrics, Denmark) in the form of distortion product audiograms (DP-gram) elicited by two primary tone stimuli  $L1 = 65$  dB sound pressure level (SPL) and  $L2 = 55$  dB SPL. The frequency ratio was adjusted to  $f1/f2 = 1.22$ . Levels of the  $2f1-f2$  DPOAE were registered at frequencies from 1000 Hz to 8000 Hz at four points per octave. A total of 13 points were recorded in each ear. DPOAE was considered to be measurable if its amplitude was at least 6 dB above the noise level and minimum -5 dB SPL. The x-axis is showing  $f2$  frequency, and y-axis is showing DP Output-Scale maximum 45 dB SPL and DP Output-Scale minimum -25 dB SPL.

For statistical data analysis we used Chi-square test and Fisher's exact test with level of significance  $p < 0.05$ .

Protocol number of Ethical approval: 2360/2017.

## Results

A study group of children with OME and type B tympanogram consisted of 15 children

(седум машки и осум женски), на возраст од 4 до 12 години (средна возраст од 6 години). Сите деца имаа кондуктивна редуција на слухот со просечна вредност на прагот на слухот од 26 dB HL на фреквенциите 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz и 4000 Hz.

Втората група се состоеше од 11 машки и 10 женски деца, на возраст од 4 до 14 години (средна возраст од 8,1 година). Девет деца имаа билатерални тип С тимпанограми и 12 деца унилатерални тип С и тип А тимпанограм на контралатералното уво. Просечната вредност на прагот на слухот во оваа испитувана група беше 16 dB HL.

Во контролната група вкупно осум деца беа машки и седум беа женски, на возраст од 4 до 14 години (средна возраст од 6,8 години). Просечната вредност на прагот на слухот во оваа контролна група беше 12 dB HL. Ја испитувавме експресијата на ДПОАЕ кај децата со патологија на средното уво и ги компариравме резултатите од ДПОАЕ амплитудата и сигнал шум соодносот (SNR) со резултатите кај децата со уреден слух и тип А тимпанограм. Бидејќи четири точки по октава беа снимени, ги прикажавме октавните фреквенции како збир од фреквенциите 996, 1191 и 1416 Hz за 1000 Hz; 1679, 2001, 2382 и 2832 за 2000 Hz; 3359, 4003 и 4755 за 4000 Hz и 5654, 6728 и 7998 за 8000 Hz.

Прикажана е средната вредност на ДП амплитудата кај сите деца со различни типови тимпанограми (Табела 1).

**Табела 1.** Средна вредност на ДП амплитудата (dB SPL) според типот на тимпанограмот

Тимпанограм / Tympanogram	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Тип А / Type A	14.1 dB	14.1 dB	8.3 dB	6.7 dB
Тип В / Type B	1.9 dB	- 4.3 dB	- 15 dB	- 11.8 dB
Тип С / Type C	5.8 dB	7.7 dB	- 0.5 dB	- 4 dB

Средната вредност на амплитудата кај ушите со ОМЕ и тип В тимпанограм беше пониска во споредба со амплитудата кај ушите со тип А и тип С тимпанограм на сите фреквенции, особено на 4000 Hz. Во Табела 2 ја прикажавме средната вредност на соодносот сигнал шум (SNR), односно ДП амплитудата над нивото на шумот. Во овој случај, средната вредност на амплитудата на фреквенцијата 2000 Hz беше најмала.

(seven males and eight females), aged 4 to 12 years (mean age of 6 years). All children had conductive hearing loss with pure tone average of 26 dB HL on frequencies 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, and 4000 Hz.

A second study group consisted of 11 males and 10 females, aged 4 to 14 years (mean age of 8.1 years). Nine children had bilateral type C tympanograms and 12 children unilateral type C and type A tympanogram in contralateral ear. Pure tone average in this study group was 16 dB HL.

In control group a total of eight children were males and seven females, aged 4 to 14 years (mean age of 6.8 years). Pure tone average in this control group was 12 dB HL.

We investigated the expression of DPOAE in children with middle ear pathology and compared the results from the DPOAE amplitude and signal to noise ratio (SNR) with results in children with normal hearing and type A tympanogram. Because four points per octave were recorded we displayed the octave frequencies as a total of frequencies 996, 1191 and 1416 Hz for 1000 Hz; 1679, 2001, 2382 and 2832 for 2000 Hz; 3359, 4003 and 4755 for 4000 Hz, and 5654, 6728 and 7998 for 8000 Hz.

The mean DP amplitude in all children with different types of tympanograms was displayed (Table 1).

**Table 1.** Mean DP amplitude (dB SPL) according to the type of tympanogram

The mean amplitude in ears with OME and type B tympanogram was lower in comparison to the amplitude in ears with type A and type C tympanogram at each frequency, especially at 4000 Hz. In Table 2 we displayed the mean signal to noise ratio (SNR), i.e. DP amplitude above the noise level. In this case the mean amplitude at frequency of 2000 Hz was the lowest.

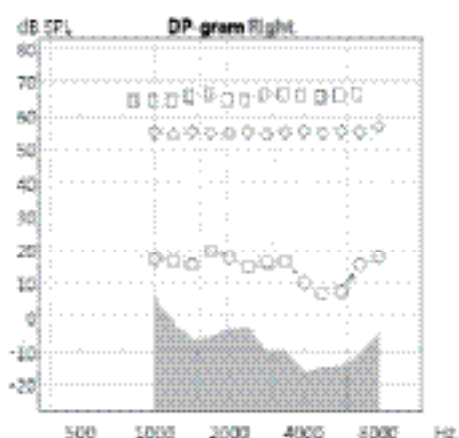
**Табела 2.** Средна вредност на SNR (dB SPL) според типот на тимпанограмот

**Table 2.** Mean SNR (dB SPL) according to the type of tympanogram

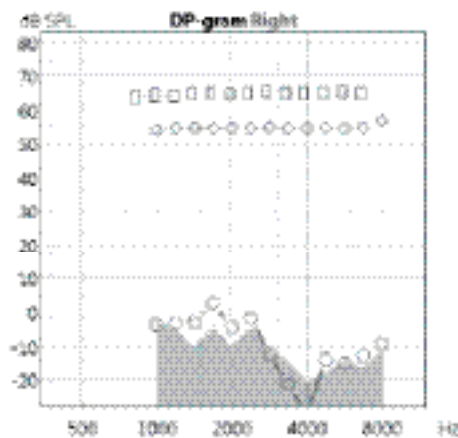
Тимпанограм / Tympanogram	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Тип А / Type A	14.8 dB	17 dB	21.4 dB	18.5 dB
Тип В / Type B	1.8 dB	0.3 dB	1.6 dB	2.9 dB
Тип С / Type C	6.7 dB	11.1 dB	14 dB	8.8 dB

Слика 1 (а, б, в) илустрира типичен DP-грам што беше снимен кај различни состојби на средното уво.

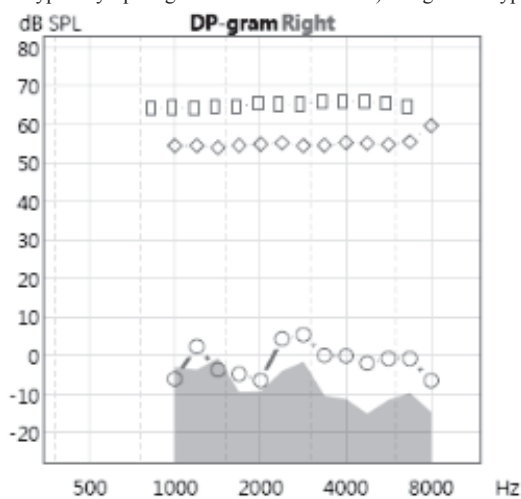
Figure 1 (a, b, c) illustrates a typical DP-gram which was recorded in different middle ear conditions.



а) DP-грам кај тип А тимпанограм  
a) DP-gram in type A tympanogram



б) DP-грам кај тип В тимпанограм  
b) DP-gram in type B tympanogram



в) DP-грам кај тип С тимпанограм  
c) DP-gram in type C tympanogram

**Слика 1.** DP-грам кај уши со различни типови тимпанограми. \*Симболот „о“ означува снимени ДПОАЕ

**Figure 1.** DP-gram in ears with different types of tympanograms. \*The symbol “o” indicates recorded DPOAE

Беше пресметан бројот на прифатени ДПОАЕ како присутни на сите точки по октава во сите три групи на деца со различни типови

The number of DPOAE accepted as present in all points per octave was calculated in all three groups of children with different types of

тимпанограми. Вкупно 1170 точки беа снимени, 13 точки на секое уво (Табела 3).

tympanograms. A total of 1170 points were recorded, 13 points in each ear (Table 3).

**Табела 3.** Број на прифатени ДПОАЕ кај сите точки по октава

**Table 3.** Number of accepted DPOAE in all points per octave

Тимпанограм / Tympanogram	Прифатени / Accepted		Одбиени / Rejected		Вкупно / Total	
	No	%	No	%	No	%
Тип А/Type А	375	32	15	1.3	390	33.3
Тип В/Type В	82	7	308	26.3	390	33.3
Тип С/Type С	284	24.3	106	9.1	390	33.4
Вкупно/Total	741	63.3	429	36.7	1170	100
p<0.00001*						

Кај ушите со ефузија и тип В тимпанограм, бројот на прифатени точки беше сигнификантно понизок во споредба со контролната група и групата со дисфункција на Евстахиевата туба и тип С тимпанограм ( $\chi^2 = 496,629$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0,00001$ ). Кај децата со тип А тимпанограм, беа одбиени 3,8 % од точките по октава (15 од 390).

In ears with effusion and type B tympanogram number of accepted points was significantly lower in comparison to control group and group with Eustachian tube dysfunction and type C tympanogram ( $\chi^2=496.629$ ,  $df=2$ ,  $p<0.00001$ ). In children with type A tympanogram, 3.8% of the points per octave were rejected (15 of 390).

Исто така, беше прикажана детектабилноста на ДПОАЕ кај ушите со тип В тимпанограм на сите фреквенции (Табела 4). Во овој случај присуството на ОАЕ беше разгледано со критериум на прифаќање: > 50 % од прифатени точки по октава.

Detectability of DPOAE in ears with type B tympanogram at each frequency was also displayed (Table 4). In this case presence of otoacoustic emissions was considered with criterion of acceptance: > 50% of accepted points per octave.

**Табела 4.** Детектабилност на ДПОАЕ кај ушите со тип В тимпанограм

**Table 4.** Detectability of DPOAE in ears with type B tympanogram

Експресија / Expression	1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		8000 Hz		Вкупно/Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
Присутни/Present	6	5	8	6.7	2	1.7	1	0.8	17	14.2
Отсутни / Absent	24	20	22	18.3	28	23.3	29	24.2	103	85.8
Вкупно / Total	30	25	30	25	30	25	30	25	120	100
p = 0.0259*										

Беа анализирани вкупно четири октавни фреквенции кај сите 30 уши со тип В тимпанограм. ДПОАЕ беа детектирани само кај 14,2 % од тестираните фреквенции. Имаше статистички сигнификантна разлика помеѓу бројот на присутни и отсутни ОАЕ на различни фреквенции ( $p = 0,0259$ ). Исто така ја прикажавме и експресијата на ДПОАЕ во контролната група (Табела 5).

A total of four octave frequencies in all 30 ears with type B tympanogram were analyzed. DPOAE were detected in only 14.2% of tested frequencies. There was statistically significant difference between present and absent OAE at different frequencies ( $p = 0.0259$ ). We also displayed the DPOAE expression in control group (Table 5).

**Табела 5.** Детектабилност на ДПОАЕ кај ушите со тип А тимпанограм

**Table 5.** Detectability of DPOAE in ears with type A tympanogram

Експресија / Expression	1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		8000 Hz		Вкупно/Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
Присутни/Present	29	24.2	29	24.2	29	24.2	29	24.2	116	96.8
Отсутни / Absent	1	0.8	1	0.0	1	0.0	1	0.0	4	3.2
Вкупно / Total	30	25	30	25	30	25	30	25	120	100

Во оваа група ДПОАЕ беа присутни во 96,8 % од тестираните фреквенции. Беа тестираны вкупно 120 фреквенции на 30 уши.

In this group DPOAE were present in 96.8% of tested frequencies. A total of 120 frequencies were tested in 30 ears.

## Дискусија

Беа анализирано влијанието на ОМЕ и негативниот притисок во средното уво на ДПОАЕ. Амплитудата на ДПОАЕ кај децата со течност во средното уво беше компарирана со амплитудата на ДПОАЕ кај децата со тип А тимпанограм, без редукција на слухот. Сите деца со тип В тимпанограм во нашата студија имаа кондуктивна редукција на слухот со просечна вредност на прагот на слухот од 26 dB HL на фреквенциите 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz и 4000 Hz. Кај деца со ОМЕ прикажана е просечна вредност на редукцијата на слухот од 30,2 dB HL (11). Репер за редукција на слух кај билатерален ОМЕ е слух на подоброто уво од 25 до 30 dB или полошо, во просек на 0,5, 1, 2 и 4 kHz. Тимпанометријата типично демонстрира намалена комплијанса на средното уво со тип В или С криви по Jerger (2).

Беа мерени ДПОАЕ амплитудата и соодносот сигнал шум. ДПОАЕ се снимени со користење на сигнал-просечни техники. Просекот на бранот што е детектиран во надворешниот слушен канал потоа подлежи на спектрална анализа за да се одреди SPL на 2f1-f2 за секој пар тонови (12, 13). ДПОАЕ амплитудата кај ушите со ОМЕ и тип В тимпанограм беше пониска во споредба со амплитудата кај ушите со тип А и тип С тимпанограм на сите фреквенции, особено на 4000 Hz. Други автори исто така нашле релативно ниски стапки на мерливи емисии кај ДПОАЕ кај пациентите со ефузија во средното уво, што го демонстрира влијанието на ефузијата во средното уво на детектабилноста на

## Discussion

The influence of OME and negative middle ear pressure on DPOAE was analyzed. DPOAE amplitude in ears with middle ear fluid was compared to DPOAE amplitude in ears with type A tympanogram, without hearing loss. All children with type B tympanogram in our study had conductive hearing loss with pure tone average of 26 dB HL on frequencies 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, and 4000 Hz. In children with OME the average hearing loss 30.2 dB HL was reported (11). The benchmark for hearing loss due to bilateral OME is hearing in the better ear of 25-30 dB or worse, averaged at 0.5, 1, 2 and 4 kHz. Tympanometry will typically demonstrate reduced middle ear compliance with Jerger type B or C traces (2).

The DPOAE amplitude and SNR were measured. DPOAE are recorded using signal-averaging techniques. The averaged waveform detected in the ear canal then undergoes spectral analysis to determine the SPL at 2f1-f2 for each tonal pair (12, 13). DPOAE amplitude in ears with OME and type B tympanogram was lower compared to the amplitude in ears with type A and type C tympanogram at each frequency, especially at 4000 Hz. Other authors also found relatively low rates of measurable emissions in DPOAE in patients with middle ear effusion, which demonstrates the effects of middle ear effusion on the detectability of OAE. It was concluded that in the young children



ОАЕ. Било заклучено дека кај малите деца со ефузија во средното уво кај кои не може да се направи тонален аудиограм, дополнително мерење на ОАЕ по поставување на вентилациони цевчиња може да исклучи кохлеарна патологија (14-16). Georgalas et al. прикажале отсутни транзиентни евоцирани отоакустични емисии (ТЕОАЕ) кај 69 % од децата со тип В тимпанограм (17). Во нашата студија стапката на ОАЕ експресија беше пониска кај случаите на тип В тимпанограм во споредба со контролната група и групата со тип С тимпанограм. Хи-квадрат тестот покажа статистички сигнификантна разлика помеѓу бројот на прифатени и одбиени ДПОАЕ кај сите точки по октава во трите различни групи. Fisher's exact testот исто така покажа статистички сигнификантна разлика помеѓу присутните и отсутните ОАЕ кај случаите на ОМЕ. Кај повеќето фреквенции ДПОАЕ беа отсутни. За да се детектира ОМЕ, се препорачува и тимпанометрија и ТЕОАЕ скрининг. ТЕОАЕ скринингот е корисно дополнување на скринингот со тимпанометрија (18, 19). Ние го анализиравме ефектот на ефузијата во средното уво кај децата во предоперативниот период. Апликацијата на ТЕОАЕ и ДПОАЕ во следењето на хируршките ефекти е метод на избор за скрининг на слухот. ОМЕ може да се мониторира со мерење на ОАЕ предоперативно и постоперативно (20-24). Проучувајќи го влијанието на средното уво на ТЕОАЕ, авторите заклучиле дека два фактори во средното уво се тесно поврзани со отсуството на ТЕОАЕ, присуството и вискозноста на изливот (25). Во нашата студија амплитудата на ДПОАЕ беше пониска и кај децата со тип С тимпанограм. Негативниот притисок во средното уво (< 100 daPa) негативно влијае на можноста за снимање на ТЕОАЕ и ДПОАЕ (26-29). Во нашата студија, 3,8 % од точките по октава беа одбиени кај децата со уреден слух и тип А тимпанограм. Некои автори ја проучувале промената на ОАЕ кај деца и млади возрасни лица со претходна историја за дисфункција на средното уво и нашле супклинички оштетувања што не може да се

with the middle ear effusion who cannot perform pure tone audiogram, additional measurement of OAE after tympanostomy tube placement may exclude the cochlear pathology (14-16). Georgalas, et al. reported absent TEOAE in 69% of children with type B tympanogram (17). In our study rate of OAE expression in cases of type B tympanogram were lower in comparison to control group and group with type C tympanogram. Chi-square test showed statistically significant difference between number of accepted and rejected DPOAE in all points per octave in three different groups. Fisher's exact test also showed statistically significant difference between present and absent OAE in cases of OME. In most frequencies DPOAE were absent. To detect OME, both tympanometry and TEOAE screening are recommended. TEOAE screening is a useful complement to tympanometry screening (18, 19). We analyzed the effect of middle ear effusion in children pre-surgically. Application of TEOAE and DPOAE in follow-up of surgical effects is a method of choice for hearing screening. OME can be monitored by OAE measurement pre-operatively and post-operatively (20-24). Investigating the influence of middle ear on transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE), the authors concluded that two factors in the middle ear are closely related to the absence of TEOAE, the presence and viscosity of effusion (25).

In our study the amplitude of DPOAE was lower also in children with type C tympanogram. Negative middle-ear pressure (<100 daPa) negatively impacts the ability to record a TEOAE and DPOAE (26-29). In present study in children with normal hearing and type A tympanogram 3.8% of the points per octave were rejected. Some authors investigated alteration of OAE in children and young adults with a previous history of middle-ear dysfunction and found subclinical impairments that are

детектираат со тонална лиминарна аудиометрија (30–32).

## Заклучок

Експресијата на ДПОАЕ е сигнификантно афектирана не само со присуство на течност во средното уво, но исто така и во случаите на негативен притисок во средното уво без редукција на слухот. ДПОАЕ беа отсутни кај најголем број од фреквенциите кај ушите со тип В тимпанограм и средната вредност на ДПОАЕ амплитудата беше најниска, особено на фреквенцијата 4000 Hz. Иако прагот на слухот беше нормален кај ушите со тип С тимпанограм, средната вредност на ДПОАЕ амплитудата беше пониска во споредба со контролната група.

ДПОАЕ тестот може да биде корисен дијагностички метод во менаџирањето на ОМЕ. Нивната експресија, по претходно отсуство при патолошка промена на средното уво, ќе укаже дека нема коегзистентна сензориневрална редукција на слухот, особено кај малите деца кои не соработуваат за тонална лиминарна аудиометрија.

## Ограничувања на истражувањето

Експресијата на ДПОАЕ кај децата со ОМЕ беше анализирана само во предоперативниот период и не е документирана подобрена детектабилност на ОАЕ.

## Конфликт на интереси

Авторите изјавуваат дека немаат конфликт на интереси.

## Референци / References

1. Rosenfeld RM, Shin JJ, Schwartz SR et al. Clinical practice guideline: Otitis media with effusion (Update). *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016; 154(1 Suppl): S1-S41.
2. Robb PJ, Williamson I. Otitis media with effusion in children: current management. *Paediatr Child Health.* 2012; 22(1): 9-12.
3. Atkinson H, Wallis S, Coatesworth AP. Otitis media with effusion. *Posgrad Med.* 2015; 127(4): 381-385.
4. Onusko E. Tympanometry. *Am Fam Physician.* 2004; 70(9): 1713-1720.

undetectable with pure tone audiometry (30–32).

## Conclusion

Expression of DPOAE is significantly affected not only with the presence of middle ear fluid, but also in cases of negative middle ear pressure without hearing loss. DPOAE were absent in most of the frequencies in ears with type B tympanogram, and the mean DPOAE amplitude was the lowest, especially at frequency of 4000 Hz. Although the pure tone thresholds were normal in ears with type C tympanogram, the mean DPOAE amplitude was lower in comparison to the control group.

DPOAE test may be a useful diagnostic method in management of OME. Their expression after previous absence during middle ear pathology would indicate that there is no coexistent sensorineural hearing loss, especially in young children not cooperative for pure tone audiometry.

## Limitations of the study

DPOAE expression in children with OME was analyzed only in the pre-surgical period, and improved detectability of OAE was not documented.

## Conflict of interests

Authors declare that there are no conflict of interests.

- Handbook of clinical audiology, 7th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2015: 357-379.
9. Campos UDP, Hatzopoulos S, Śliwa LK et al. Relationship between Distortion product – otoacoustic emissions (DPOAEs) and High-frequency acoustic immittance measures. *Med Sci Monit.* 2016; 22:2028-2034.
  10. Avan P, Büki B, Maat B, Dordain M, Wit HP. Middle ear influence on otoacoustic emissions. I: Noninvasive investigation of the human transmission apparatus and comparison with model results. *Hear Res.* 2000; 140(1-2): 189-201.
  11. Duma Vasovska I, Davcheva Chakar M, Kopacheva Barsova G. Risk factors, improving diagnostic accuracy and prevention of otitis media with effusion – in early childhood. *Journal of Special Education and Rehabilitation.* 2007; 3-4: 25-32.
  12. Johnson KC. Audiologic assessment of children with suspected hearing loss. *Otolaryngol Clin N Am.* 2002; 35:711-732.
  13. Kemp DT. Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *Br Med Bull.* 2002; 63:223-241.
  14. Yeo SW, Park S-N, Park YS, Suh BD. Prognostic value of otoacoustic emissions in children with middle ear effusion. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003; 129(1): 136-140.
  15. Thakur JS, Chauhan I, Mohindroo NK, Sharma DR, Azad RK, Vasanthalakshmi MS. Otoacoustic emissions in otitis media with effusion: Do they carry any clinical significance?. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013; 65(1): 29-33.
  16. Yeo SW, Park S-N, Park YS, Suh BD. Effect of middle-ear effusion on otoacoustic emissions. *J Laryngol Otol.* 2002; 116(10): 794-799.
  17. Georgalas C, Xenellis J, Davilis D, Tzangaroulakis A, Ferekidis E. Screening for hearing loss and middle-ear effusion in school-age children, using transient evoked otoacoustic emissions: a feasibility study. *J Laryngol Otol.* 2008; 122: 1299-1304.
  18. Ho V, Daly KA, Hunter LL, Davey CD. Otoacoustic emissions and tympanometry screening among 0-5 year olds. *Laryngoscope.* 2002; 112: 513-519.
  19. Balatsouras DG, Koukoutsis G, Ganelis P, Korres GS, Aspris A, Kaberos A. Transiently evoked otoacoustic emissions in children with otitis media with effusion. *Int J Otolaryngol.* 2012; 2012: ID 269203.
  20. Dragičević D, Vlaški L, Komazec Z, Jović RM. Transient evoked otoacoustic emissions in young children with otitis media with effusion before and after surgery. *Auris Nasus Larynx.* 2010; 37: 281-285.
  21. Topolska MM, Hassman E, Baczek M. The effect of chronic otitis media with effusion on the measurement of distortion product otoacoustic emissions: presurgical and postsurgical examination. *Clin Otolaryngol.* 2000; 25: 315-320.
  22. Tas A, Yagiz R, Uzin C et al. Effect of middle ear effusion on distortion product otoacoustic emission. *Int J Pediatr Otolaryngol.* 2004; 68: 437-440.
  23. Zhao F, Wada H, Koike T, Stephens D. The influence of middle ear disorders on otoacoustic emissions. *Clin Otolaryngol.* 2000; 25(1): 3-8.
  24. Saleem Y, Ramachandran S, Ramamurthy L, Kai NJ. Role of otoacoustic emissions in children with middle-ear effusion and grommets. *The Journal of Laryngology and Otology.* 2007; 121: 943-946.
  25. Špirić S, Špirić P, Vranješ D, Aleksić A. Effects of changes in dynamic characteristics of the middle ear on Transient-evoked otoacoustic emissions. *Med Pregl.* 2011; 64(9-10): 439-442.
  26. Beck DL, Speidel D, Arrue Ramos, Schmuck C. Otoacoustic emissions and pressurized OAEs. *Hearing Review.* 2006; 23(7): 30.
  27. Shakeel M, Hasan SA, Hashmi SF, Ullah H. Assessment of hearing loss and prognosis in middle ear ventilation disorders based on otoacoustic emission. *Int Adv Otol.* 2010; 6(1): 67-73.
  28. Zebian M, Schirkonyer V, Hensel J, Vollbort S, Fedtke T, Janssen T. Distortion product otoacoustic emissions upon ear canal pressurization. *J Acoust Soc Am.* 2013; 133(4): 331-337.
  29. Prieve BA, Calandrucchio L, Fitzgerald T, Mazevski A, Georgantas LM. Changes in Transient-evoked otoacoustic emission levels with negative tympanometric peak pressure in infants and toddlers. *Ear Hear.* 2008; 29: 533-542.
  30. Campos UDP, Sanches SG, Hatzopoulos S, Carvallo RMM, Kochanek K, Skarzyński H. Alteration of distortion product otoacoustic emissions input/output functions in subjects with a previous history of middle ear dysfunction. *Med Sci Monit.* 2012; 18(4): 27-31.
  31. Yilmaz S, Karasalihoglu AR, Tas A, Yagiz R, Tas M. Otoacoustic emissions in young adults with a history of otitis media. *The Journal of Laryngology and Otology.* 2006; 120: 103-107.
  32. Job A, Nottet J-B. DPOAEs in young normal-hearing subjects with histories of otitis media: evidence of sub-clinical impairments. *Hear Res.* 2002; 167: 28-32.