

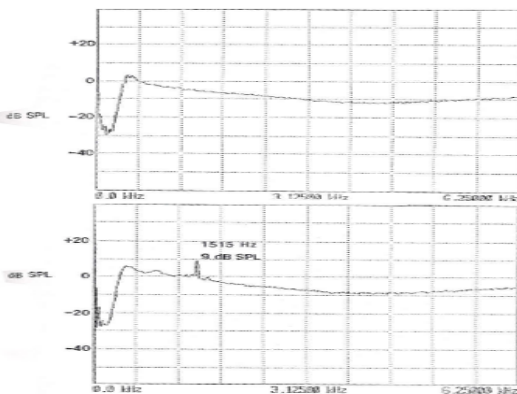
## Otoacoustic Emissions (OAEs) و ویژگیهای آنها

قاسم محمدخانی - عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

### چکیده

OAEs صداهای ایجاد شده در حلزون است که از کانال گوش خارجی دریافت می شود. وجود OAEs به عملکرد تقریباً طبیعی ارگان کورتی و سلامت گوش میانی بستگی دارد. صداهای ایجاد شده توسط حلزون بسیار ضعیف اما قابل شنیدن هستند. دامنه آنها ممکن است تا 30 dB SPL باشد. OAEs ممکن است بصورت خودبخودی ظاهر شود لیکن اغلب بدنبال تحریک صوتی ثبت می شوند و برای دریافت این پاسخها بجای الکتروود از میکروفن استفاده می شود.

شکل (1) SOAEs در فرکانس 1515 Hz



**تعریف:** OAE به هر صدای ایجاد شده در حلزون که در

کانال گوش ردیابی شود اطلاق می گردد انواع مختلف OAE

چند ماهیت مشترک دارند از جمله:

- کم دامنه هستند (20dB SPL تا 30 dB SPL)
- ویژگیهای زمانی و طیفی آنها نشان دهنده محل تولید آنها در حلزون است.
- کم شنوایی جزئی آنها را متاثر می کند.
- برای استخراج آنها از میان نویز زمینه، از معدل گیری زمانی یا آنالیز طیفی یا ترکیبی از هر دو استفاده می شود.

### انواع OAE

OAEs شامل دو گروه اصلی SOAEs<sup>1</sup> و SSOAEs<sup>2</sup> و EOAEs<sup>3</sup> است EOAEs خود به سه زیر گروه TEOAE<sup>4</sup> و SFOAE<sup>6</sup> و DPOAE<sup>5</sup> تقسیم می شود از بین پاسخهای یاد شده TEOAE و DPOAE کاربرد بالینی بیشتری دارند.

### SOAEs

سیگنالهای ضعیف (کم دامنه ای) هستند که بدون حضور هر گونه محرک خارجی از مجرای خارجی شنوایی ثبت می شوند این پاسخها از طریق آنالیز طیفی استخراج می شوند با استفاده از تحریک خارجی می توان بین این پاسخها همزمانی ایجاد کرد به این ترتیب می توان برای حذف نویز زمینه از روش معدل گیری زمانی استفاده کرد.

### (SSOAE)

مکانیزم تولید SOAEs

اگر چه مکانیزم دقیق تولید SOAE ناشناخته است لیکن احتمالاً منشأ آنها فعالیت غیر خطی سلولهای مویی در ناحیه ای از حلزون است که برای فرکانس SOAE کوچک شده است. امروزه شواهد قوی نشان میدهد که تولید SOAE به عملکرد طبیعی حلزون بستگی دارد بنظر برخی از محققین SOAE حاصل بی نظمی ساختاری جزئی در حلزون نظیر ترتیب غیر طبیعی سلولهای مویی ردیف چهارم است این بی نظمی ممکن است عامل انعکاس طبیعی انرژی گردد لیکن آنقدر نیست که آستانه ادیومتری را متاثر کند

ویژگیهای SOAEs:

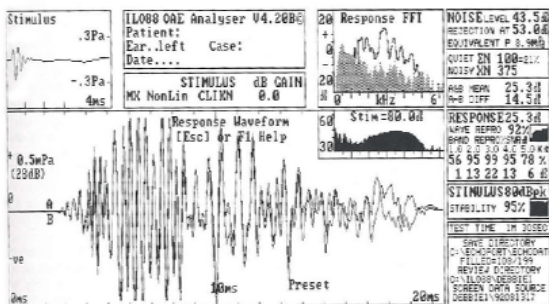
این پاسخها سیگنال ممتد باریک باند با پهنای یک کیلو هرتز هستند دامنه و فرکانس نسبتاً ثابتی دارند این سیگنالها نسبت به مواردی نظیر هیپوکسی، داروهای اتوتوکسیک و نویز که سلولهای مویی خارجی را متاثر می کنند: آسیب پذیرند. بعقیده برخی در گوش انسان در حضور کم شنوایی بیش از

این محدوده فرکانسی در نوزادان و کودکان 3-4KHz است SOAE دو گوش لزوماً فرکانس یکسانی ندارند فرکانس SOAE در طول زمان تغییر می کند که شاید ناشی از تغییرات فشار مایع مغزی نخاعی یا تغییرات هورمونی و متابولیک است.

دامنه SOAE در بزرگسالان 12-20dB SPL (با میانگین 0-3 dB SPL) است در اطفال تقریباً 10dB SPL است. دامنه برخی از این پاسخها در طول زمان ممکن است تغییر کند این تغییر دامنه ممکن است بدلیل تغییر سطح نویز، تغییرات جزئی در محل پروب، تغییر رطوبت مجرای گوش، تغییرات گوش میانی و در نهایت تغییرات واقعی دامنه SOAE باشد.

### TEOAE

تعریف: زیر گروه اصلی EOAE است. این پاسخها پدیده های اکوستیکی مرکبی در پاسخ به تحریک خارجی هستند تقریباً در همه افراد دارای شنوایی طبیعی ثبت می شوند. برای تولید TEOAE از محرکات گذرا نظیر کلیک باندوسیع استفاده میشود مکانیسم تولید در اکثر تحقیقات اولیه روی TEOAE نشان میدهد این پاسخها نتیجه فعالیت مکانیکی حلزون می باشد نه الکتریکی. (شکل 2-)



شکل (2) TEOAEs ثبت شده از نوزاد

### ویژگیهای TEOAE

دارای ویژگیهای خاصی نظیر رشد غیر خطی و زمان نهفتگی است ماهیت غیر خطی یعنی با افزایش شدت تحریک دامنه پاسخ تا سطح خاصی افزایش می یابد عبارت دیگر در این سطح اشباع میشود TEOAE معمولاً در محدوده فرکانسی 500-4000 Hz اندازه گیری می شود. کمترین شدتی که در آن TEOAE قابل ردیابی است بندرت با آستانه درکی

25 تا 30 دسی بل SOAE قابل ثبت نیست لیکن در مطالعه ای در هیچیک از 63 مورد که آستانه شنوایی آنها در فرکانس 1 KHz بیشتر از 10 dB بود SOAE ثبت نشد.

### نسبت وجود و تعداد SOAE

نسبت وجود (درصد افرادی که SOAE دارند) و تعداد SOAE به روش جمع آوری داده ها و تجهیزات از جمله میکروفون و سطح نویز بستگی دارد براساس مطالعات اولیه در 35-40٪ افراد طبیعی SOAE وجود داشت در مطالعه اخیر این میزان 72٪ عنوان شده است (در برخی مطالعات 60-40٪ گزارش شده است). در مجموع نیمی از افراد طبیعی دارای SOAE هستند همچنین ممکن است یک یا چند SOAE بصورت یکطرفه یا دو طرفه دیده شوند.

### عوامل موثر

جنس: نسبت وجود SOAE در زنان نسبت به مردان 2 به 1 است علاوه بر آن تعداد SOAE و همچنین SOAE در زنان بیشتر از مردان است این تفاوت را برخی به مجرای کوچک زنان نسبت می دهند اما وجود چنین تفاوتی در نوزادان و کودکان این فرضیه را رد می کند برخی دیگر علت این اختلاف را عامل ژنتیکی می دانند (احتمالاً وابسته به X) اگر عامل ژنتیکی در مورد SOAE مطرح باشد بنظر می رسد نسبت وجود SOAE در نژادهای مختلف باید تفاوت داشته باشد.

نژاد: در مطالعه ای بر روی نژادهای مختلف اگر چه اختلاف معنی داری در نسبت وجود OAE مشاهده نشد (شاید بدلیل حجم نمونه کم) لیکن از نظر تعداد، سیاهپوستان بیشترین SOAE و سفیدپوستان کمترین SOAE را داشتند و نژاد آسیایی حد وسط دو گروه دیگر بودند از نظر ویژگی فرکانسی بطور متوسط SOAE حاصل از نژاد آسیایی نسبت به دو گروه دیگر در محدوده فرکانسی بالاتر بود همچنین وسعت باند بیشتری داشتند (در پنج مورد 20-55Hz بود).

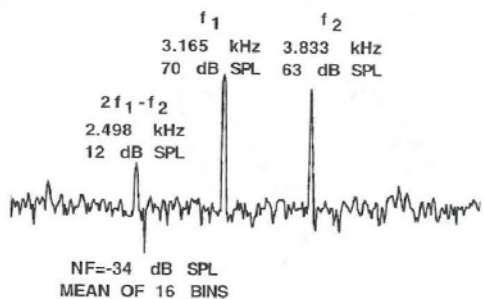
گوش آزمایشی: SOAE در گوش راست بیشتر از گوش چپ دیده شده است.

سن: نسبت وجود SOAE در نوزادان و کودکان و جوانان یکسان است تفاوتی یاد شده در مورد جنسیت و گوش در نوزادان و کودکان نیز دیده می شود در افراد بالاتر از 60 سال حتی بدون کاهش شنوایی نسبت وجود SOAE کاهش می یابد لیکن ویژگی فرکانس و دامنه SOAE تغییر نمی کند.

### فرکانس و دامنه SOAE

محدوده فرکانسی SOAE در بزرگسالان 1-2KHz است که احتمالاً بدلیل دخالت ویژگیهای رزونانس گوش میانی می باشد

مکانیسم تولید: عقیده براینست که این پاسخ ( $2f_1-f_2$ ) از دومین سطح آنالیز در سطح محیطی یعنی بیومکانیک سلولهای مویی خارجی حاصل می شود.



شکل (3) DPOAEs حاصل از گوش طبیعی

### ویژگیهای DPOAE

این پاسخها از نظر تکنولوژی ساده ترین نوع برای اندازه گیری بوده و تقریباً فاقد پاسخهای کاذب می باشند مشخصه مهم این پاسخ ویژگی فرکانسی است. نسبت  $f_1$  و  $f_2$  برای تولید DP حائز اهمیت است بیشترین دامنه با نسبت 1.22 بدست می آید.

### عوامل موثر

#### اثر گوش آزمایشی بر DPOAE

همانگونه که در شکل (4) مشاهده می شود آستانه پاسخ های رفتاری در گوش راست نسبت به گوش چپ در فرکانس های میانی بهتر است. این اختلاف در فرکانس 1 KHz معنی دار است در مورد دامنه DPOAEs اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود.

#### اثر جنس بر DPOAE

همانگونه که در شکل (5) مشاهده می شود زنان آستانه رفتاری بهتری نسبت به مردان در همه فرکانس ها دارند دامنه DPOAEs در خانمها بیشتر است (در زیر 2 KHz اختلافی دیده نمی شود لیکن در فرکانس 5KHz تفاوت معنی داری وجود دارد).

مطابقت دارد. آستانه پاسخ به میزان زیادی به سطح نویز محیط آزمایشی بستگی دارد برای کاربرد بالینی، استاندارد خاصی برای آستانه پاسخ، زمان نهفتگی و ویژگی رشدی پاسخ در دسترس نیست. رایجترین کاربرد بالینی، ارائه محرک کلیک در سطح متوسط TEOAE یا 80dB SPL یا 65dB بالاتر از آستانه درک) است. ابزاری برای ارزیابی سلامت سیستم شنوایی محیطی است وجود 30 dB کم شنوایی موجب حذف TEOAE می شود.

### عوامل موثر:

همچون SOAE، در زنان نسبت به مردان همچنین در گوش راست نسبت به گوش چپ TEOAE بزرگتر بدست می آید دامنه پاسخهای نوزادان بیشتر از کودکان و بزرگسالان است.

### طیف و دامنه

بطور کلی طیف TEOAE بدست آمده از گوش سالم بازتاب طیف محرک است بنابراین TEOAE حاصل از محرک کلیک دارای طیف وسیعی است و TEOAE حاصل از محرک ToneBurst طیف باریکتری دارد. در TEOAE حاصل از کلیک بیشترین انرژی در محدوده فرکانسی اطراف 1500Hz کلیک بیشترین انرژی در محدوده فرکانسی اطراف (1000-3000Hz) است توجه این امر انتقال مطلوب گوش میانی در این ناحیه است دامنه TEOAE براساس سطح محرک تغییر می کند لیکن بواسطه رشد غیر خطی، ارتباط بین محرک پاسخ پیچیده است. در صورت استفاده از محرک کلیک با شدت 80 dB SPL پاسخی با دامنه 60-70dB کمتر از سطح محرک حاصل می شود دامنه پاسخهای نوزادان تقریباً 20 dB SPL و در کودکان و بزرگسالان 10-15 dB SPL است.

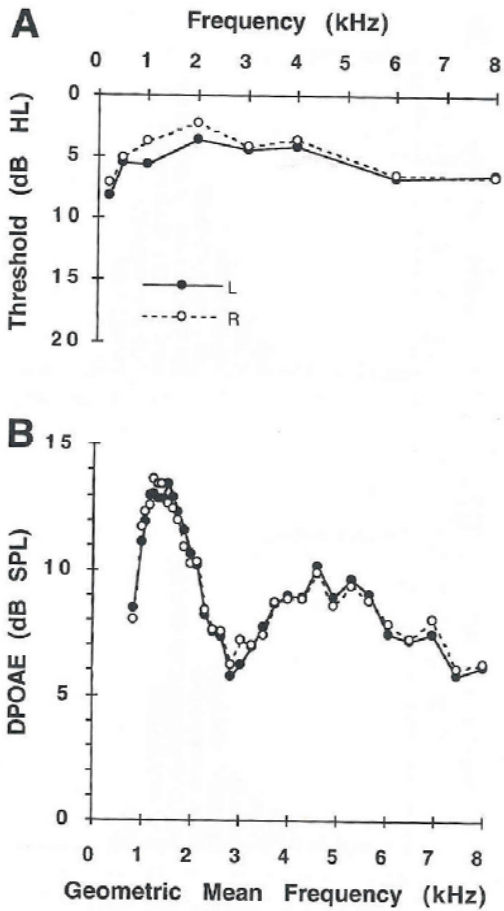
### ارتباط بین TEOAE و SOAE

بین این دو پاسخ ارتباط متقابلی وجود دارد، بطوریکه در گوشهایی که SOAE دیده می شود TEOAE قویتری (پر دامنه تری) بدست می آید.

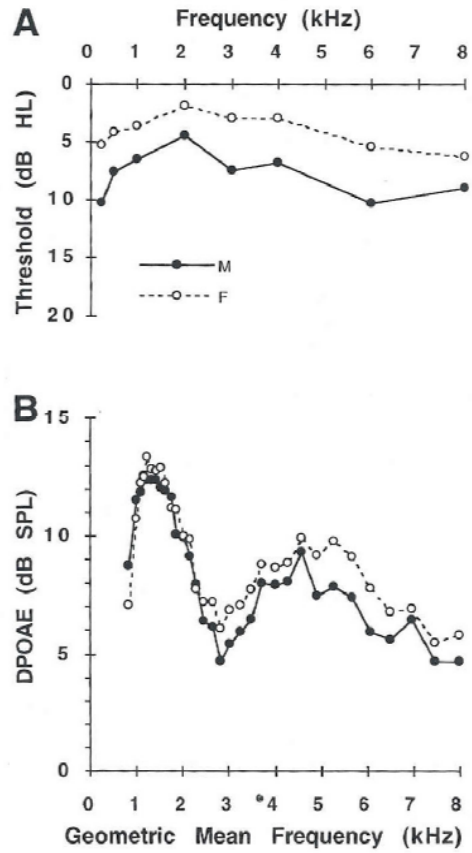
### DPOAE

تعریف: DPOAE با ارائه دو تن خالص با فرکانسهای متفاوت تولید می شود. فرکانس پاسخ حاصله مشابه هیچیک از فرکانس های تحریکی نیست.

اگر دو تن  $f_1$  و  $f_2$  ( $f_1 < f_2$ ) به گوش ارائه شود اصواتی با فرکانس  $2f_1-f_2$ ,  $2f_2-f_1$ ,  $3f_1-2f_2$  و  $f_2-f_1$  تولید می شود اما از نظر بالینی تنها  $2f_1-f_2$  مورد استفاده قرار می گیرد زیرا این پاسخ در پستانداران قویتر از سایر پاسخهاست. (شکل 3-)



شکل (4) دامنه DPOAEs برحسب گوش آزمایشی:  
A: میانگین آستانه های رفتاری  
B: میانگین دامنه DPOAE



شکل (5) دامنه DPOAEs برحسب جنس:  
A: میانگین آستانه های رفتاری  
B: میانگین دامنه DPOAE

### SFOAE

این پاسخها نظیر TOAE هستند ولی بجای کلیک بوسیله اصوات خالص ممتد برانگیخته می شوند. مطالعات گسترده ای روی این پاسخ انجام نشده است SFOAE در محدوده فرکانسی مشابه TEOAE دیده می شود برای ثبت SFOAE صوت خالص ممتدی با شدت کم از فرکانس پایین تا فرکانس بالای معینی بصورت جاروب ارائه میشود (برای مثال 800-2800Hz)

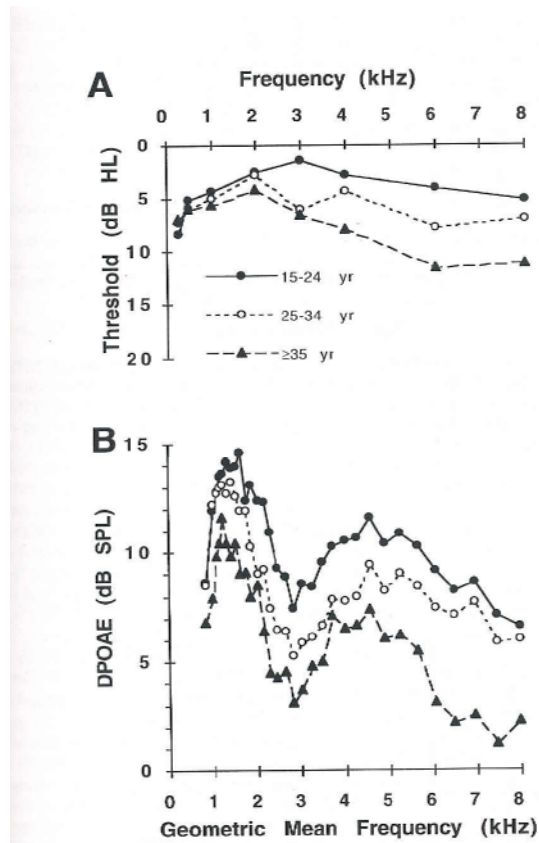
### پی نویس:

- 1- Spontaneous Otoacoustic Emissions
- 2- Synchronized Spontaneous Otoacoustic emissions
- 3- Evoked Otoacoustic Emissions
- 4- Transient Evoked Otoacoustic Emissions
- 5-Distortion Product Otoacoustic Emission
- 6- Stimulus frequency Otoacoustic Emissions

### اثر سن بر DPOAE

همانگونه که در شکل (6) مشاهده می شود با افزایش سن آستانه های رفتاری در فرکانس های بالاتر از 3KHz افزایش معنی داری دارد.

با افزایش سن دامنه DPOAE در اغلب فرکانس ها بویژه بالاتر از 2KHz کاهش معنی داری دارد.



شکل (6) دامنه DPOAEs بر حسب سن:

A: میانگین آستانه های رفتاری

B: میانگین دامنه DPOAE

### محدوده فرکانسی و دامنه DPOAE

محدوده فرکانسی این پاسخ عمدتاً 500-8000Hz بوده و دامنه آن به فرکانس و شدت  $f_1$  و  $f_2$  بستگی دارد.

### روش اندازه گیری

DPOAE به دو روش اندازه گیری می شود:

1- DP-Gram: در این روش محدوده ای از فرکانس در

سطح فشار صوتی معین ارزیابی می شود.

2- I/O function: در این روش سیگنالی با فرکانس خاص

در سطوح مختلف ارائه می شود.

## منابع

- 1- Robinette, M.S, clattke, T.J. , 1997 & 2002. *Otoacoustic Emissions: clinical applications*, 1st & 2nd ed Newyork: Thieme
- 2- Katz, J. 1994 & 2002. *Handbook of clinical Audiology*. 4th & 5th ed. Williams & wilkins.
- 3- Rosers, R. Valente, M. Hosford-Dunn, H, 2000. *Audiology Diagnosis*. 1st ed. , Newyork: Thieme Medical Publishers.
- 4- Gelfand, S.A. 1997 & 2002. *Essential of Audiology*. 1st & 2nd ed. Newyork: Thieme Medical Publishers.
- 5- Martin, F.N. Clrkie, J.G. 2000. *Introduction to Audiology*. 7th . ed. Allyn and Bacon