Високочестотна аудиометрия и значението ѝ за ранна диагноза на слухови нарушения

High Frequency Audiometry and its importance for the hearing loss early diagnosis

Бешкова А., Маджарова К., Марков С.

*Катедра по УНГ-болести, Медицински факултет, Медицински университет – Пловдив
Клиника по ушни, носни и гърлени болести, УМБАЛ „Свети Георги“ ЕАД – Пловдив*

Beskova A., Madzarova K., Markov S.

*ENT department, Faculty of Medicine, Medical University of Plovdiv
ENT clinic, UMHAT “St. George” – Plovdiv*

Резюме

Освен конвенционалната аудиометрия (125 до 8000 Hz) съществува и високочестотна аудиометрия (9000 до 20000 Hz) – HFA, която може да бъде полезна за ранна диагноза на слухови увреждания и съответно поведение и лечение. Използването на високочестотна аудиометрия е особено важно за ранно диагностициране на слухови отклонения при излагане на шум, лечение с ототоксични медикаменти, синдром на неясна слухова дисфункция – не разбиране на речта в шумна среда.

Авторите представят различни случаи на изследвани пациенти с етиология на слухови нарушения, открити чрез високочестотна аудиометрия, със или без слухова загуба на конвенционалната аудиометрия (125 до 8000 Hz). На базата на публикуваните референтни стойности на прага на чуване за високочестотната аудиометрия, разпределени по възрастови групи, правим оценка на получените резултати и промените в нея при различни слухови нарушения – шум в ушите, неразбиране на речта в шумна среда, намален слух. Етиологично в тази група пациенти влизат такива с остра звукова травма, работа в шумна среда, лечение с химиотерапия и пациенти с нормален слух без слухови нарушения.

Целта на нашето проучване е да се установи значението на отклоненията във високочестотната аудиометрия за ранната диагноза на слуховите нарушения.

Abstract

High Frequency Audiometry (9000 до 20000 Hz) is available and can be useful for early diagnosis of hearing impairments and their management and therapy, besides the conventional one (125 до 8000 Hz). The use of high frequency audiometry (HFA) is particularly important for early detection of hearing deviations connected with noise exposure, ototoxic drug treatment, unclear hearing dysfunction – noisy environment speech misunderstanding.

The authors present different patient cases with hearing loss etiology, revealed by high frequency audiometry testing, with or without hearing loss diagnosed by conventional audiometry (125 – 8000 Hz). Based on the published referent threshold values for high frequency audiometry, age divided into groups, we evaluate the obtained results and HFA changes in different hearing disorders – tinnitus, noisy environment speech misunderstanding, hearing loss. That group includes etiologically patients with acute acoustic trauma, noisy occupational environment, treated by chemotherapy, and patients with normal hearing without hearing disorders.

The aim of our study is to identify the importance of high frequency audiometry deviations, for the early diagnosis of hearing disorders.

Изложение

Важна тенденция в съвременното здравеопазване е ранната диагностика и превенция на болестта с цел избягване на необратими увреждания на вътрешни органи. Това е една от най-актуалните насоки на научните изследвания в областта на аудиологията и заболяванията на вътрешното ухо. Стандартната аудиометрия обхваща честоти между 125 – 8000 Hz, въпреки това човешкият звуков обхват стига до 20 kHz и дори 25 kHz при млади хора. Честотите над 8 kHz са известни като разширени високи често-

Presentation

Early diagnosis and prevention of the disease are an important trend in the modern health care aiming to avoid irreversible internal organ damage. This is one of the most topical scientific research directions in the area of audiology and internal ear diseases. Standard audiometry covers the frequencies between 125 – 8000 Hz, although the human hearing diapason reaches up to 20 kHz and even 25 kHz in young people. Frequencies above 8 kHz are known as extended high frequencies. Measurement of the frequencies 9 – 20 kHz is called

ти. Измерването на тези честоти от 9 – 20 kHz се нарича високочестотна аудиометрия (HFA). Тя е възможна благодарение на специални аудиометри, способни да принасят звуци с достатъчни нива, и слушалки, които оптимално да предават звук през ушния канал. Въпреки тези технологии HFA обикновено не се ползва в клиничната практика, поради липса на нормативни данни и стандартизиран тест. Правени са много проучвания, за да се открият праговете на чуване за HFA и да се установят международни стандартни прагове. (Rosen S; Sakamoto M; Sugawara M; Scheechter MA; Agrawal Y; Rodriguez A.) От проведените изследвания са изработвани стандартизирани модели, за да се определят праговете на чуване в различните възрастови групи.

Фиг. № 1

На тази фигура са представени праговите стойности на HFA от проучване на Антонио Родригес и съавтори и тези стойности са сравними с представени проучвания на други автори, които използват различна апаратура и популации. Максималното ниво на звуково тестване е 120 dB както за диапазон от 125 – 8000 Hz, така и за 9000 – 20000 Hz. Наблюдава се увеличение на праговете на чуване като функция на честотата на звука и възраст. Прави впечатление, че праговете са по-ниски при жените в сравнение с мъжете, особено за 12 и 16 kHz. Тези различия се дължат на резонанса на ушния канал, който при жените има по-малка средна дължина и обем и с това се обясняват по-добрите прагове на чуване на тези честоти. Много фактори могат да повлияят на слуха, а именно: възрастта, излагане на шум, в това число остра или хронична звукова травма, лечение с ототоксични медикаменти. Пациентите съобщават за намален слух, шум в ушите, неразбиране на речта в шумна

high frequency audiometry (HFA). It is available thanks to special audiometers capable of transferring the sounds with enough levels and headphones, which to transfer sound through the ear canal optimally. Despite these technologies HFA is not used usually in the clinical practice, because of lack of normative data and standard test. Many researches are done to discover HFA hearing thresholds and to establish international standard thresholds. (Rosen S; Sakamoto M; Sugawara M; Scheechter MA; Agrawal Y; Rodriguez A.) As a result of the investigations standard models were made to determine hearing thresholds for the different age groups.

Fig. № 1

On that figure the HFA threshold values are presented according to Rodriguez A. at all investigation, and they are comparable with the data presented by other authors which are using different apparatuses and populations. The maximal tested threshold sound level is 120 dB for the 125 – 8000 Hz range, as well as for 9000 – 20000 Hz. Increasing the hearing thresholds as a function of sound frequency and age is present. It is interesting that thresholds are lower in women than in men, especially for 12 kHz and 16 kHz. These differences are due to the ear canal resonance, which is with shorter medium length and volume in women, and thus these better threshold hearing levels are explained on these frequencies. Many factors as: age, high sound exposure including severe or chronic sound trauma, ototoxic drug treatment, can affect hearing. In cases with normal conventional audiometry 125-8000 Hz patients report hearing loss, tinnitus, noisy environment speech misunderstanding. In our study we present cases where high frequency

среда в случаи, при които конвенционалната аудиометрия 125 – 8000 Hz е нормална. В нашето проучване предлагаме случаи при които високочестотната аудиометрия е помогнала за ранно откриване на слухови нарушения и своевременно им лечение.

Целта на проучването е да се оценят резултатите от HFA, както и значението ѝ за ранна диагноза за слухови нарушения.

Представяме 16 случая, при които има някои от горепосочените нарушения на слуховото възприятие и при които конвенционалната аудиометрия е нормална. Избраните пациенти имат различни патологични заболявания, които могат да доведат до влошаване на заболяването.

Всички пациенти бяха изследвани с тотална прагова аудиометрия и HFA. Аудиометричните резултати са сравнени с праговите стойности за конвенционална аудиометрия и публикуваните нива за HFA. Аудиометрията се извърши в звукоизолирана кабина с аудиометър „Interacoustic AD629“. Максималните нива на усилване до 16 kHz са 90 dB на 18 и 20 kHz са 80 и 60 dB.

От представените 16 случая сме обобщили 4 групи според етиологичните причини и характеристиката на слуховите нарушения в следната таблица.

Пациенти със субективен шум	Пациенти с неразбираемост на говора в шумова среда	Пациенти след звукова травма	Пациенти след химиотерапия
Общо 8 пациенти	Общо 3 пациенти	Общо 3 пациенти	Общо 2 пациенти
1 – 38 г.	1 – 39 г.	1 – 23 г.	1 – 45 г.
2 – 26 г.	2 – 35 г.	2 – 29 г.	2 – 42 г.
3 – 36 г.	3 – 28 г.	3 – 34 г.	
4 – 27 г.			
5 – 28 г.			
6 – 36 г.			
7 – 32 г.			
8 – 40 г.			

На всички тях е извършена конвенционална аудиометрия, която не показва отклонения, и високочестотна аудиометрия, при която са регистрирани отклонения. Предвид посочените на фигура 1 прагови нива на HFA групирахме пациентите по възрастови групи, за да сравним резултатите от нашите изследвания.

В ежедневната си практика оториноларинголозите се сблъскват непрекъснато с пациенти с

audiometry helped for early diagnosis and treatment of the hearing disorders

The aim of the study is to evaluate the HFA results and its significance for the early diagnosis of hearing disorders.

We present 16 cases with normal conventional audiometry, where some of the listed above hearing disorders are present. Patients selected have different pathological conditions, which can lead to worsening the disease.

All patients were tested with classical pure tone audiometry and HFA. Audiometric results are compared with the threshold values for the conventional audiometry and published HFA levels. The audiometry was made in sound proof chamber, with „Interacoustic AD629“ audiometer. Maximal amplification levels up to 16 kHz are 90 dB, 80 dB for 18 kHz and 60 dB for 20 kHz.

From the 16 cases presented, we summoned (Table № 1), 4 groups due to their etiological reasons and the character of their hearing loss

Table № 1

Patients with Tinnitus	Patients with noisy environment speech misunderstanding	Patients after acute acoustic trauma	Patients after chemotherapy
8 patients	3 patients	3 patients	2 patients
1 – 38 years	1 – 39 years	1 – 23 years	1 – 45 years
2 – 26. years	2 – 35 years	2 – 29 years	2 – 42 years
3 – 36 years	3 – 28 years	3 – 34 years	
4 – 27 years			
5 – 28 years			
6 – 36 years			
7 – 32 years			
8 – 40 years			

They all underwent conventional audiometry with no deviations shown, and high frequency audiometry with deviations detected. According to the HFA threshold levels shown in Fig. № 1, we grouped the patients by age, to compare the our study results.

In their every day practice ENT specialists continually meet patients with tinnitus. Frequently these

шум в ушите. Нерядко тези пациенти не дават отклонения от нормата на конвенционалната аудиометрия, нито оприличават собствения шум като подобен на някоя от изследваните честоти от 125 – 8000 Hz. Ние изследвахме 8 такива пациенти и с HFA, разпределихме ги по възрастови групи както следва:

- ♦ 20 – 29 – 3 пациенти
- ♦ 30 – 39 – 4 пациенти
- ♦ 40 – 49 – 1 пациент

От получените резултати пациентите оприличиха собствения шум по следния начин: при 3-ма – около 12500 Hz, 2-ма – около 16000 Hz, а 3-ма пациенти не можаха да определят честотния характер на субективния шум. При всички обаче се оказа, че има аудиометрична крива в по-малка или по-голяма степен под нивото на прага за HFA (фиг. № 2, фиг. № 3, фиг. № 4).

patients do not have conventional audiometry deviations, they do not compare their own tinnitus to some of the frequencies 125 -8000 Hz either. We tested with HFA 8 patients of that kind, and divided them into groups by age as follows:

- ♦ 20 – 29 years – 3 patients
- ♦ 30 – 39 years – 4 patients
- ♦ 40 – 49 years – 1 patients

From the data achieved, patients recognized their own tinnitus in 3 cases – about 12500 Hz, in 2 cases – about 16000 Hz, and 3 patients do not succeeded to determine the tinnitus frequency characteristic. However in all patients it appeared that there are audiometric curve in less or bigger degree under the HFA threshold level. (Fig. № 2, Fig. № 3, Fig. № 4).

Фиг. № 2

Fig. № 2

Фиг. № 3

Fig. № 3

Фиг. № 4

Fig. № 4

Общоприето е, че способността да се разбира реч в шумна среда зависи от запазен нормален слух и централна слухова система. Феноменът на неразбиране на речта в шумна среда без аудиологични аномалии от периферен или централен тип (Сондърс, Хагард – 1989) и (Нарула и Мейсън – 1988) са идентифицирани като синдром на неясна слухова дисфункция (НСД). Трима от нашите пациенти съобщиха за неразбираемост на речта в шумна среда. По възрастови групи ги разпределихме, както следва:

- ♦ 20 – 29 – 1 пациент
- ♦ 30 – 39 – 2 пациенти

При пациента в групата от 20 – 29 г. се оказва, че има промяна в праговите нива на честоти 14 и 18 kHz, при другите двама разликата в праговите нива е не повече от 15 – 20 dB (фиг. № 5 и фиг. № 6). Следователно синдромът на неясна слухова дисфункция може да възникне от загуба на способността за приемане на информация с висока честота.

It is recognized by all that noisy environment speech recognition ability depends on preserved normal hearing and central hearing system. The noisy environment speech misunderstanding phenomena without central or peripheral audiological anomalies (Sonders, Hagard – 1989) and (Narula and Meison – 1988) was identified as unclear hearing dysfunction syndrome (HDS). Three of our patients reported for noisy environment speech misunderstanding. We divided them by age as follows:

- ♦ 20 – 29 years – 1 patient
- ♦ 30 – 39 years – 2 patients

The patient from group 20 – 29 years appears to have threshold level changes at 14 kHz and 18 kHz frequencies, at the other two the threshold level difference is no more than 15-20 dB (Fig. № 5 and Fig. № 6). So the unclear hearing dysfunction syndrome may arise from high frequency information ability acceptance loss.

Фиг. № 5

Fig. № 5

Фиг. № 6

Fig. № 6

Някои автори са открили, че звуковата травма засяга честоти от 3 до 6 kHz и значително в честотите 14 и 16 kHz, особено при млади хора, при които HFA е по-чувствителна. Ние проследихме трима пациенти – двама във възрастова група 20 – 29 години и един в група 30 – 39 години, всички с оплаквания от намален слух. Двама от тях са след експозиция на дискотечна музика и един след работа с ъглошлайф. И при тримата при нормална конвенционална аудиометрия има отклонения в HFA, както се вижда на фигури № 7 и фиг. № 8.

Some authors discovered that sound trauma affects frequencies from 3 kHz up to 6 kHz and significantly at 14 kHz and 16 kHz frequencies especially in young people where HFA is more sensitive. We followed three patients – two from the age group 20-29 years and one from 30-39 years group, all complaining of hearing loss. Two of them after disco music exposure and one after grinder use. In all three of them there are normal conventional audiometry and HFA deviations as it is seen at Fig. № 7 and Fig. № 8.

Фиг. № 7

Fig. № 7

Фиг. № 8

Fig. № 8

Предвид ототоксичния ефект на химиотерапията проследихме две пациентки, подложени на такава терапия във възрастова група 40 – 49 години с оплаквания от намален слух. На проведените конвенционална аудиометрия и HFA и при двете болни се откриха ранни ототоксични ефекти и отклонение в HFA още в първите етапи на лечението (фиг. № 9).

Фиг. № 9

Because of the chemotherapy ototoxic effect, we followed two female patients from the age group 40-49 years with hearing loss complains, which were treated with such kind of therapy. In both patients conventional audiometry and HFA performed tests detected early ototoxic effects and HFA deviations since the first treatment stage (Fig. № 9).

Fig. № 9

Изводи

1. HFA има значение при ранната диагноза на слуховите нарушения при определени заболявания – шум в ушите, неразбиране на реч в шумна среда, звукова травма и ототоксични ефекти от химиотерапия.
2. Използването на HFA е ограничено поради липсата на нормативни данни и стандартизиран тест. Създаването на строги международно приети стандарти и протоколи за измерване подлежи на по-нататъшни изследвания.

Conclusions

1. HFA is important for the early diagnosis of the hearing impairments in a distinct diseases – tinnitus, noisy environment speech misunderstanding, sound trauma, chemotherapy ototoxic effects.
2. The use of HFA is limited by lack of normative data and standardization test. Creation of the internationally accepted standards and measurement protocols is under further investigations.

Книгопис:

1. Agrawal Y, Platz E. A. & Niparko J. K. 2009. Risk factors for hearing loss in US adults: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2002. *Otol Neurol*, 30, 139-145.
2. Dieroff G. 1982. Behaviour of high-frequency hearing in noise. *Audiology* 1982; 21, 83-92
3. Dreschler W. A., Hulst R. J. A. M., Tange R. A. & Urbanus N. A. M. 1985. The role of high-frequency audiometry in early detection of ototoxicity; *Audiology*, 24, 387-95.
4. Hallmo P., Borchgrevink H. M. & Mair I. W. 1995. Extended high-frequency thresholds in noise induced hearing loss. *Scand Audiol*, 24: 47-52.
5. Narula A., Mason S., Selective dysacusis – A preliminary report. *J R Soc Med* 1988; 81: 338-40. Northern JL.
6. Rodrigues Valiente A, Trinidad A, Garcia Berrocal JR, Gorriz C, Ramirez Camacho R. Extended high-frequency (9-20 kHz) audiometry reference thresholds in 645 healthy subjects. *Int J Audiol*. 2014; 53: 531-45.

References:

1. Agrawal Y, Platz E. A. & Niparko J. K. 2009. Risk factors for hearing loss in US adults: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2002. *Otol Neurol*, 30, 139-145.
2. Dieroff G. 1982. Behaviour of high-frequency hearing in noise. *Audiology* 1982; 21, 83-92
3. Dreschler W. A., Hulst R. J. A. M., Tange R. A. & Urbanus N. A. M. 1985. The role of high-frequency audiometry in early detection of ototoxicity; *Audiology*, 24, 387-95.
4. Hallmo P., Borchgrevink H. M. & Mair I. W. 1995. Extended high-frequency thresholds in noise induced hearing loss. *Scand Audiol*, 24: 47-52.
5. Narula A., Mason S., Selective dysacusis – A preliminary report. *J R Soc Med* 1988; 81: 338-40. Northern JL.
6. Rodrigues Valiente A, Trinidad A, Garcia Berrocal JR, Gorriz C, Ramirez Camacho R. Extended high-frequency (9-20 kHz) audiometry reference thresholds in 645 healthy subjects. *Int J Audiol*. 2014; 53: 531-45.

7. Rodrigues Valiente A, Garcia Berrocal JR, Roldan Fidalgo A, Trinidad A, Ramirez Camacho R. Earphones in extended high-frequency audiometry and ISO 389-5. *Int J Audiol*. 2014; 53: 595-603.
8. Rosen S., Plestez D., El-Mofty A. & Rosen H. U. 1964 High-frequency audiometry in presbycusis *Arch. Otolaryngol* 79, 18-32.
9. Sanders GH, Haggard MP, A clinical assessment of obscure auditory dysfunction *BZ J Audiol*. 1988; 22: 224.
10. Sanders JH, Haggard MP. The clinical assessment of obscure auditory dysfunction, *Ear Hear* 1992; 13: 241-54.
11. Schechter M. A., Fausti S. A., Rappaport B. Z. & Frey R. H. 1986. Age categorization of high-frequency audiometry threshold data. *J. Acoust Soc Am*, 79, 767-71.
12. Sacamoto M., Sugasawa M., Kaga K. & Kamio T. 1998. Average thresholds in the 8 to 20 kHz range as a function of age. *Scand Audiol*, 27, 189-92.
13. Недев П., М. Милков – Клинична аудиология, 41-45, 2015, Стено.
7. Rodrigues Valiente A, Garcia Berrocal JR, Roldan Fidalgo A, Trinidad A, Ramirez Camacho R. Earphones in extended high-frequency audiometry and ISO 389-5. *Int J Audiol*. 2014; 53: 595-603.
8. Rosen S., Plestez D., El-Mofty A. & Rosen H. U. 1964 High-frequency audiometry in presbycusis *Arch. Otolaryngol* 79, 18-32.
9. Sanders GH, Haggard MP, A clinical assessment of obscure auditory dysfunction *BZ J Audiol*. 1988; 22: 224.
10. Sanders JH, Haggard MP. The clinical assessment of obscure auditory dysfunction, *Ear Hear* 1992; 13: 241-54.
11. Schechter M. A., Fausti S. A., Rappaport B. Z. & Frey R. H. 1986. Age categorization of high-frequency audiometry threshold data. *J. Acoust Soc Am*, 79, 767-71.
12. Sacamoto M., Sugasawa M., Kaga K. & Kamio T. 1998. Average thresholds in the 8 to 20 kHz range as a function of age. *Scand Audiol*, 27, 189-92.
13. Nedev P., M. Milkov – Klinische Audiology, 41-45, 2015, Steno.