

## OBJEKTIVNA AUDIOLOŠKA DIJAGNOSTIKA U DOJENČADI I MALE DJECE

NIKOLINA FERENAC\*

*Prirodno trajno oštećenje sluha jedno je od najčešćih prirodnih oštećenja i javlja se u prosjeku u jednog do troje djece na 1000 novorođenih. Uvođenjem probira na oštećenje sluha u rodilišta u Hrvatskoj omogućena je audiološka dijagnostika već u ranoj dojenačkoj dobi. Prikazane su objektivne pretrage koje koristimo na našoj Klinici i prenijeto praktično iskustvo u njihovom provođenju.*

Deskriptori: AUDIOLOŠKA DIJAGNOSTIKA, DOJENČAD, MALA DJECA

### UVOD

Prirodno trajno oštećenje sluha jedno je od najčešćih prirodnih oštećenja i javlja se u prosjeku u 1 do 3 djece na 1000 novorođenih. Oštećenje sluha u djece koje nastaje prije razvoja govora ima dalekosežne posljedice na cjelokupni razvoj djeteta, a osobito na razvoj govora i jezika. Slušno oštećena djeca kod koje počnemo sa slušnom rehabilitacijom u prvih 6 do 12 mjeseci života dokazano razvijaju bolje jezične i govorne vještine nego djeca koja kasnije započnu slušnu rehabilitaciju (1).

Na Klinici za dječje bolesti Zagreb objektivna audiološka dijagnostika male djece započinje kupnjom aparata za ispitivanje otoakustičke emisije i slušnih evociranih potencijala 90-ih godina prošlog stoljeća. U početku se provodila dijagnostika

ograničena na 2-3 pretrage, no tijekom godina u porastu je broj i kvaliteta pretraga, te se time slijede svjetski standardi u audiologiji.

Uvođenjem Sveobuhvatnog Probira Novorođenčadi na Oštećenje Sluha (SPNOS-a), krajem 2002. godine u Hrvatskoj su stvoreni preduvjeti za ranu dijagnostiku oštećenja sluha, a samim time i mogućnost rane intervencije. Do uvođenja SPNOS-a oštećenje sluha kod djece otkrivalo se dosta kasno. Najčešće bi roditelji izrazili zabrinutost tek u dobi od 2-3 godine, kada bi izostao očekivani razvoj govora. Kako nije bilo probira, djeca upućivana na dijagnostiku bila su u pravilu starija od 2 godine, pa su i dijagnostička iskustva kod manje djece bila oskudna.

Audiološka dijagnostika kod male djece je specifična, te se znatno razlikuje od dijagnostike kod veće djece i odraslih. Dok se kod odraslih dijagnostika provodi uz suradnju pacijenta, što znatno olakšava i ubrzava pretrage, kod dojenčadi i male djece potrebno je u pravilu pretrage učiniti u snu: prirodnom, uz sedaciju, a u malenom postotku i u općoj anesteziji.

---

\*Klinika za dječje bolesti Zagreb

Adresa za dopisivanje:  
Nikolina Ferenac, dipl. physioth.  
Klinika za dječje bolesti Zagreb  
10000 Zagreb, Klaićeva 16  
E-mail: nina.ferenac@gmail.com

## CILJ

Želja nam je prikazati objektivne audiološke pretrage koje se provode na našoj Klinici od dojenačke dobi nadalje, ukazati na specifičnost pojedinih pretraga i njihov značaj u ukupnoj procjeni audiološkog nalaza, te podijeliti naše 20-godišnje iskustvo s onima koji ovakvu dijagnostiku rade ili će je tek raditi. Ujedno je cilj upozoriti na činjenicu da je za potpunu audiološku dijagnostiku djece te dobi neophodno osigurati dovoljno vremena.

## METODOLOGIJA

Objektivnim pretragama podrazumijevamo pretrage koje ne traže suradnju ispitanika, već je dobiveni nalaz ovisan samo o momentalnom stanju sustava kojeg ispituje (u ovom slučaju slušnog sustava), tehničkim uvjetima ispitivanja (električna i akustička izolacija prostora, otpor između elektroda i kože te među elektrodama, artefakti u bilježenju zbog motoričke aktivnosti i slično), iskustvu ispitivača, te algoritmu programa, ukoliko je pretraga automatizirana. Drugim riječima, objektivnost nalaza uvjetovana je mnogim čimbenicima i to je važno znati.

## Evocirana otoakustička emisija (EOAE)

EOAE je objektivna pretraga koja se najčešće koristi za provjeru sluha u rodilištu, ali i kasnije, kod dojenčadi i male djece, pa i u kasnijoj dobi. Kao metodu probira koriste je i hrvatska rodilišta. Ipak, ona ima mjesto ne samo u probiru, već i u dijagnostici. Pretraga se izvodi tako da se sonda s plastičnim umetkom postavi u zvukovod ispitanika. Ispitivanje se zasniva na činjenici da zdrava pužnica, preciznije, vanjske slušne stanice, na podražaj zvukom odgovara "ehom" koji se može zabilježiti osjetljivim mikrofonom. Taj se "eho" zove otoakustička emisija (OAE), te nam daje inicijalni uvid u stanje pužnice. Podražaj je

tihi zvuk od 40 dB, pa će OAE, ukoliko je pužnica i najmanje oštećena, biti odsutna. Pretraga je brza i pouzdana, no negativne strane su osjetljivost na mehaničke prepreke u zvukovodu (plodna voda, cerumen, detritus) i ovisnost o tlaku u srednjem uhu. Iskustvo je pokazalo da ishod pretrage, a to je ili uredan nalaz (obično na ekranu piše "pass"), ili odsutan odgovor (obično se navodi "refer") bitno ovisi o iskustvu ispitivača. Jako je važno postavljanje sonde u zvukovod: ona mora biti postavljena dovoljno duboko, ne smije se tijekom pretrage micati, ne smije biti niti premala niti prevelika. Jako je važna i prostorija u kojoj se provodi pretraga: prostor mora biti barem relativno tih. Optimalno je da dijete spava ili da se prije početka pretrage umiri. Najčešće je kod urednog nalaza za ispitivanje dovoljno nekoliko sekundi, rijetko pola minute. U slučaju odsutnog odgovora, dobro je promijeniti plastični umetak koji se stavi na sondu i ponoviti pretragu. Ono što je važno znati je da ovom pretragom provjeravamo samo mali dio slušnog sustava (od zvukovoda do vanjskih slušnih stanica) i da je podražaj malog intenziteta. Odsutna OAE dakle ne znači da je dijete gluho, što je uobičajena interpretacija roditelja. Odsutan odgovor samo znači da dijete ne čuje potpuno dobro, možda i privremeno, i da je potrebna ili kontrola, ili potpuna audiološka dijagnostika.

Kako je OAE pretraga koja pokazuje stanje samo jednog malog dijela slušnog puta, ona ima važnu ulogu u procjeni mjesta oštećenja slušnog puta, ukoliko se oštećenje nađe, pa ju koristimo i kao dio dijagnostičke obrade.

## Timpanometrija

Timpanometrija nije metoda mjerenja sluha, već nam daje informaciju o podatljivosti bubnjača i provodnog sustava srednjeg uha ovisno o tlaku u srednjem uhu. Izvodi se pomoću sonde kojom zatvorimo ulaz u zvukovod. Dobivena krivulja

nam dinamički pokazuje koliko se zvuka emitiranog u zvučnik putem sonde odbilo o bubnjić i vratilo u sondu kod određenog tlaka, a on se kontinuirano mijenja zadanom brzinom tijekom vremena u određenom rasponu. U male djece koristimo veliku brzinu promjene tlaka, jer su djeca često nemirna. Zadani raspon promjene tlaka koji koristimo je +200 (300) do -600 daPa (deka Paskala). Frekvencija osnovnog tona koju koristimo je 256 Hz, pa je nalaz u dojenčadi mlađe od 6 mjeseci nepouzdan. Nalaz timpanometrije je samo jedna od kockica koju koristimo u dijagnostici i ima svoj određeni značaj.

#### Kohleostapesni refleksi

Ispitivanje kohleostapesnog refleksa provodimo na istom aparatu kao i timpanometriju. Pretraga ispituje aferentno-eferentni refleks koji se sastoji od senzoričkog, slušnog dijela (aferentni) i motoričkog (eferentnog) dijela, koji čini lični živac. Koristimo ju u otoneurološkoj dijagnostici kada želimo odrediti mjesto oštećenja ličnog živca u slučaju pareze, a u audiološkoj dijagnostici kada želimo utvrditi ili potvrditi mjesto oštećenja sluha. Kad je oštećenje sluha uzrokovano oštećenjem receptora u pužnici, glasnoća zvuka potrebna za izazivanje refleksa je značajno manja negoli je oštećenje neuralno ili kada je sluh uredan. Otežavajuća okolnost kod ove pretrage u dojenčadi i male djece je što dijete mora biti mirno, jer pomaci glave stvaraju artefakte koji otežavaju interpretaciju nalaza.

#### Slušni evocirani potencijali

Slušne evocirane potencijale koje danas ispituje na našoj Klinici su slušni potencijali moždanog debla (Auditory Brainstem Response - ABR), Auditory Steady State Response - ASSR (za sada nema hrvatskog prijevoda) i potencijali srednjih latencija (Middle Latency Response - MLR). U objektivnom određivanju praga sluha koristimo ABR i ASSR.

#### Evocirani potencijali moždanog debla (ABR)

ABR predstavljaju odgovor akustičkih struktura moždanog debla na kratki zvučni podražaj: to može biti frekvencijski određen podražaj, kao što je "tone burst" ili zadnjih godina filtrirani "chirp" - obično frekvencija od 0,5, 1, 2 i 4 kHz, ili širokofrekvencijski podražaj, kao što su "click" ili nefiltrirani chirp. Osnova ispitivanja je da se u uho kroz slušalicu daje veliki broj kratkih podražaja, da se nakon svakog podražaja prati promjena u EEG aktivnosti mozga, te da se nakon velikog broja podražaja (1000-2000, a katkada i više) računalnim uprosječivanjem prepoznaje amplitudna promjena u EEG aktivnosti izazvanih slušnim podražajem. Na ovaj način se indirektno pretpostavlja prag sluha na nekoj frekvenciji: najmanji intenzitet zvučnog podražaja koji još izaziva promjenu EEG aktivnosti bilježi se kao prag odgovora, te se na osnovu toga pretpostavlja prag sluha na nekoj frekvenciji. Stoga se pretraga često naziva i BERA (Brainstem Evoked Response Audiometry), kako bi se istaknulo da se ovi potencijali koriste za audiometriju. ABR se koristi već desetljećima kao zlatni standard u objektivnoj audiološkoj dijagnostici male djece. Izvodi se u zvučno izoliranoj kabini. Nakon uspavlivanja djeteta postave se jednokratne elektrode koje na sebi već sadrže kontakt gel, te insertne slušalice s gumenim ili spužvastim nastavkom (ovisno o veličini zvučnika) ili naglavne slušalice. Zadnjih mjeseci imamo mogućnost i ispitivanja praga koštane vodljivosti. Koristeći različite podražaje bilježi se elektrofiziološki prag na različitim frekvencijama za svako uho posebno, te se na osnovu dobivenih pragova određuje prag sluha. Pretraga je zahtjevna jer traži dosta vremena, pogotovo u slučaju oštećenja sluha (ispitivanje praga na različite podražaje, svako uho ispituje se posebno), a san djeteta i predviđeno vrijeme ispitivanja su često ograničeni. Pretraga ima i svoje subjektivne i objektivne nedostatke:

subjektivne, jer interpretacija odgovora ovisi o iskustvu audiologa, objektivne, jer je iskustvo pokazalo da je teško razlikovati teške naglušnosti od gluhoće. Neophodno je da dijete spava. Nalazi učinjeni u budnom stanju nisu pouzdani. Kako ABR ukazuje i na stanje slušnog sustava iza pužnice, koristi se često i u neurootološkoj dijagnostici, pogotovo u novorođenčadi koja su rizična na neuralno oštećenje sluha.

Pretraga je manje osjetljiva od OAE na mehaničke smetnje u zvukovodu i srednjem uhu, pa se koristi i u slučaju kada je OAE u rodilištu odsutna kao metoda probira. Razvojem tehnološke industrije proizvedeni su prijenosni aparati sa programima kojima možemo ispitati ABR na automatski način - automatski ABR (A-ABR). Aparati imaju ugrađeni program koji provjerava da li je odgovor uredan ili ga nema. Uobičajeni podražaj je click intenziteta 35 ili 40 dB. Na našoj Klinici a i u nekim rodilištima (Pula, Rijeka, Osijek) i audiološkim ambulantomama u Hrvatskoj koriste se aparati za ispitivanje A-ABR-a. Uredan odgovor ukazuje na uredan sluh i odsustvo smetnji u slušnom putu na razini moždanog debla, dok odsutan odgovor traži dijagnostičku obradu. Automatski ABR je pretraga koja je obično kratkog trajanja, oko 1-2 minute a za vjerodostojnost nalaz potrebno je da dijete spava.

### ASSR

U podraživanju se koriste čisti tonovi različitih frekvencija moduliranih (variranih) u amplitudi i/ili frekvenciji, npr. čisti ton od 1000 Hz modulira se po amplitudi (dakle, jačini, intenzitetu) u različitom postotku, a može i u frekvenciji (dakle visini tona). Podražaj se daje velikom učestalošću (kod djeteta u snu obično 90 podražaja u sekundi). Odgovor na podražaj se prati objektivnim, statistički oslonjenim matematičkim algoritmom, a ne izravnim promatranjem valnih odgovora. Na ekranu računala pratimo statističku vjerojatnost da

je dobiveni odgovor na zadanoj frekvenciji i intenzitetu podražaja pouzdan. Odgovor se "priznaje" tek kada se postigne 100% vjerojatnost.

Možemo ispitivati simultano oba uha na 4 frekvencije istovremeno. U slučajevima kada je oštećenje sluha veće od 80 dB, prekidamo snimanje na više frekvencija, te snimamo svaku frekvenciju posebno, može i oba uha istovremeno, obično na istom intenzitetu. Za razliku od ABR-a daje nam mogućnost razlikovanja teških naglušnosti od gluhoće. Pruža nam informaciju o pretpostavljenom pragu sluha po frekvencijama, a odgovor je posljedica algoritma i statističke vjerojatnosti, a ne iskustva i znanja ispitivača.

Nedostatak pretrage je izostanak informacije o lokalizaciji oštećenja, a s obzirom na za sada nedostatna klinička istraživanja, valja ju raditi uvijek zajedno s ispitivanjem ABR-a (2, 3). Snimanje ASSR-a zahtijeva kao i kod ABR-a vrlo mirno stanje pacijenta. Kod djece je to jedino moguće u snu. Artefakti uzrokovani nemirom djeteta produljuju vrijeme snimanja i uzrokuju nevjerodostojan nalaz (3).

### RASPRAVA

Hrvatska je uvođenjem SPNOS-a krajem 2002. i početkom 2003. bila šesta u Europi koja je provodila probir na nacionalnoj razini. Daljnjom ranom dijagnostikom omogućili smo našim malim slušno oštećenim pacijentima rani početak intervencije, te stvorili preduvjete za razvoj govora jednak ili sličan uredno čujućoj djeci i za punu integraciju u zajednicu.

Prikupljeni podaci o ishodu probira 258.810 novorođenčadi u periodu od 2003. do 2014. godine pokazali su da je prvi stupanj probira učinjen je u 97% novorođenčadi, dok je drugi stupanj probira bio potreban u 3,5% novorođenčadi. Odeziv na drugi stupanj probira analiziran je

na 155.646 dojenčadi: od 5985 pozitivne djece odazvalo se 4873 (81,4%), a dijagnostička audiološka obrada bila je potrebna u 1104/155.646 (0,7%) djece (4).

U audiološkoj ambulanti naše Klinike provodimo drugi stupanj probira ispitivanjem OAE i A-ABR za djecu rođenu u KBC "Sestre milosrdnice", Karlovcu, Varaždinu te Zaboku, ukoliko on nije učinjen ambulantno u samom rodilištu, a u slučaju kvara aparata u rodilištu provodimo i prvi stupanj probira. U slučaju i dalje pozitivnog ishoda, provodimo objektivne dijagnostičke pretrage (ABR, ASSR). U ovoj ambulanti obrađeno je oko 1/3 ukupnog broja djece u koje je utvrđeno trajno oštećenje sluha.

Dijagnostika je kod dojenčadi i male djece uvelike prilagođena dobi djeteta, ukupnom zdravstvenom stanju djeteta, te mogućnostima roditelja. Vrlo je bitno iskustvo i znanje ispitivača koji treba predvidjeti i na vrijeme ukloniti sve čimbenike koji bi mogli ugroziti objektivni nalaz. Kod svih objektivnih pretraga od neizmjerne je važnosti dobra tehnička izvedba. Vrlo je bitna dobra priprema pacijenta. Potrebno je naglasiti roditeljima kod naručivanja vrijeme kada trebaju probuditi dijete, te da dijete do dolaska više ne smije spavati (niti 10 minuta). Nakon pregleda je bitno djetetu dobro očistiti kožu dermoabrazivnim sredstvom dok je dijete još budno. Otpor na koži mora biti manji od 3 k $\Omega$ , a važno je i da je ujednačen između elektroda. Ukoliko se nakon postavljanja elektroda (kad je dijete već zaspalo) utvrdi veći otpor, postoji mogućnost da se dijete probudi uslijed dodatnog čišćenja kože. Nakon čišćenja kože dajemo djetetu phenobarbiton i.m. 5-8 mg/kg, te ostavljamo dijete s roditeljem da zaspi. Nakon što dijete čvrsto zaspi, postavljamo elektrode i slušalice. Slušalice su uglavnom spužvaste i postavljaju se u zvukovod. Naglavne slušalice danas koristimo samo u slučaju atrezije zvukovoda. Također je vrlo važno da slušalice budu

dobro postavljene tijekom cijelog snimanja, jer o tome ovisi intenzitet podražaja i dobiveni nalaz. Kod svakog odstupanja od urednog nalaza, prvo treba provjeriti položaj elektrode i slušalice, a tek onda nastaviti snimanje. Općenito je potrebno tijekom snimanja nekoliko puta provjeravati stanje slušalice i elektroda.

Od velike nam je koristi video nadzor kojim pratimo dijete tijekom cijelog snimanja. Tijekom snimanja u prostoriji gdje je pacijent mora biti tišina, te ne smije biti uključen mobilni telefon. Jednom tjedno subjektivno provjeravamo intenzitet podražaja u slušalicama. Ukoliko se na ABR-u dobije povišen prag odgovora s latencijama odgovora koje ukazuju na zamjedbenu naglušnost, potreban je oprez kod odabira početnog intenziteta za ASSR.

Naime, dok se kod provodne naglušnosti početni intenzitet može podići otprilike onoliko koliko je povišen prag sluha na ABR-u, kod zamjedbene naglušnosti to nije slučaj. Moramo biti oprezni, jer početni intenzitet od 15-20 dB iznad praga kod zamjedbene naglušnosti će vrlo vjerojatno probuditi dijete, te time najčešće završiti pretragu. Dakle, potrebno je "ušuljavanje" intenzitetom (npr. ukoliko je prag za ABR 50 dB, prvo na ASSR-u dajemo intenzitet 50 dB i to frekvenciju po frekvenciju, te ukoliko ne dobijemo odgovor, povisujemo intenzitet za 10 dB).

Na Klinici provodimo ispitivanje slušnih evociranih potencijala i u općoj anesteziji. Tu je potrebna posebna priprema djeteta, anesteziološki pregled, te prijem u jednodnevnu bolnicu. Time uspjevamo učiniti dijagnostiku i kod djece koja niti pod sedacijom nisu uspjela zaspati.

#### ZAKLJUČAK

Audiološka dijagnostika u dojenčadi i male djece specifična je grana audiologije. Potrebna je posebna metodologija, priprema i prilagodba djetetu. Važno je učiniti

što više raznih pretraga u istom danu. Trajanje dijagnostike je značajno produljeno u odnosu na dijagnostičke pretrage kod odraslih. No, upravo radi dobne specifičnosti prirođenih ili naknadno stečenih naglušnosti ili gluhoća, naglašava se važnost dobre audiološke dijagnostike kako bi kod djeteta na vrijeme bilo dijagnosticirano oštećenje, te omogućila rana intervencija.

#### LITERATURA

1. Gorga, PM; Neely, ST; Hoover, BM; Dierking, DM; Beauchaine, KL; Manning, C: Determining the Upper Limits of Stimulation for Auditory Steady - State Response Measurements: *Ear Hear* . 2004; 25 (3): 302-7.
2. De Wet, S; Hugo, R; Roode, R. Auditory steady - state responses for children with severe to profound hearing loss. *Archives of otolaryngology head & neck surgery*. 2004; 130: 531-5.
3. Hall JW; Objective assessment of infant hearing: essential for early intervention; *Journal of Hearing Science*; 2016 Vol. 6; No 2; DOI: 10.17430/897777.
4. Marn B, Kekić B. Praćenje ishoda sveobuhvatnog probira novorođenčadi na oštećenje sluha u Hrvatskoj od 2003. do 2014. godine. *Paediatr Croat* 2016; 60: 9-15.

#### *Summary*

#### OBJECTIVE AUDIOLOGICAL DIAGNOSTIC IN INFANTS AND SMALL CHILDREN

*Nikolina Ferenac*

*Congenital permanent hearing loss is one of the most common defects present at birth, and the incidence is 1 to 3 children in 1000 newborn. Universal Neonatal Hearing Screening (UNHS) in Croatia allows us to implement audiological diagnostic early in infancy. We presented objective procedures that we use, and acquired practical experience in their implementation.*

Descriptors: AUDIOLOGICAL DIAGNOSTIC, INFANTS, SMALL CHILDREN