

СКРИНИНГ ФУНКЦИЈЕ СЛУХА НОВОРОЂЕНЧАДИ

Снежана БАБАЦ¹, Драгослава ЂЕРИЋ², Зоран ИВАНКОВИЋ¹

¹Клиника за оториноларингологију, Клиничко-болнички центар „Звездара”, Београд;

²Институт за оториноларингологију и максилофацијалну хирургију, Клинички центар Србије, Београд

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Урођена сензоринеуронска оштећења слуха јављају се код једног до три новорођенчета на 1.000 новорођенчади. Транзиторне отоакустичке емисије и аутоматски аудитивни евоцирани потенцијали можданог стабла су објективни аудиолошки методи за скрининг функције слуха новорођенчади који се најчешће примењују.

Циљ рада Циљ нашег истраживања је био да се испита слух новорођенчади са факторима високог ризика за оштећење слуха и без њих, односно утврди поузданост и изводљивост аутоматских технологија – транзиторних отоакустичких емисија и аудитивних евоцираних потенцијала можданог стабла у раном откривању оштећења слуха новорођене деце.

Метод рада Током проспективне студије испитан је слух на оба ува 907 новорођенчади методом транзиторних отоакустичких емисија. Код испитаника код којих је резултат на тесту био негативан примењени су и аутоматски аудитивни евоцирани потенцијали можданог стабла. Коришћен је двофазни протокол за скрининг са две технологије.

Резултати Од 907 новорођенчади „пролаз” после првог скрининга забележен је код 86,3%, а после другог код 99,3% испитаника. Шест беба (0,7%) је упућено на додатна испитивања функције слуха (отоакустичке емисије, тимпанометрију и аудитивне евоциране потенцијале можданог стабла) јер се скринингом посумњало на оштећење слуха. Испитивање је спроведено до трећег месеца по рођењу ради потврде или искључења сумње на оштећење слуха. Код две бебе је дијагностиковано једнострано сензоринеуронско оштећење слуха. Просечно време извођења тестова било је 21,3±19,4 секунде за транзиторне отоакустичке емисије, односно 135,3±67,9 секунди за аудитивне евоциране потенцијале можданог стабла.

Закључак Транзиторне отоакустичке емисије и аудитивни евоцирани потенцијали можданог стабла су поуздани, неинвазивни, лако и брзо изводљиви методи који се примењују за скрининг функције слуха новорођенчади.

Кључне речи: скрининг функције слуха; новорођенчад; транзиторне отоакустичке емисије; аудитивни евоцирани потенцијали можданог стабла

УВОД

Преваленција тешких конгениталних или перинатално стечених оштећења слуха је 1-3 на 1.000 живорођене деце, што чини ово оштећење честим урођеним поремећајем [1-3]. Инциденција урођених сензоринеуронских оштећења слуха много је већа од инциденције свих урођених метаболичких поремећаја (фенилкетонурија 10/100.000, хипотиреоидизам 30/100.000 живорођених) који се рутински откривају скринингом узорака крви [1, 4]. Оштећење слуха на оба ува веће од 40 dB онемогућава развој говора и језика, доводи до слабијег менталног и интелектуалног развоја и социјалне изолације детета праћене емоционалним поремећајима. Национални институт за здравље Сједињених Америчких Држава је 1993. године дефинисао универзални принцип у којем се наглашава да је неопходно открити губитак слуха до трећег месеца по рођењу, а до шестог употпунити дијагностику и почети рехабилитацију. Раним откривањем оштећења слуха и правовременом рехабилитацијом могу се избећи многе последице до којих доводи оштећење слуха. Успех рехабилитације је у директној зависности од времена њеног почетка. За сазревање слушног пута и успостављање неуронских синапси „сензитивни” или „критични” период је у првих 5-12 месеци. Уколико у том раздобљу изостане спољашњи звучни стимулус, долази до негативног утицаја на развој перцептивног и експресивног говора и језика. Терапијска интервенција код сензорне депривације мора се одиграти у време док је нервни систем подложен функционалном ремоделовању, како би се

омогућила највећа могућа мера функције слушања у датим условима.

Рано откривање оштећења слуха код деце омогућено је увођењем скрининга функције слуха новорођенчади. У последњих десетак година широм света су развијени различити програми скрининга новорођене деце на оштећење слуха, а просечно време откривања ових оштећења смањено је са претходних 18-30 месеци на 10 месеци.

Скрининг функције слуха новорођенчади представља скуп дијагностичких, информативно-едукативних, интервенцијских и евалуацијских поступака чији је циљ што раније откривање оштећења слуха. У односу на популацију новорођенчади коју обухвата, скрининг може бити универзалан или селективан (циљан). Универзални скрининг има за циљ скрининг све новорођене деце, док селективни испитује само новорођенчад из јединице за интензивну негу или са факторима високог ризика за настанак оштећења слуха (Табела 1) [5].

За извођење скрининга функције слуха могу се применити отоакустичке емисије (ОАЕ) и аутоматски аудитивни евоцирани потенцијали можданог стабла (ААВР). ОАЕ дају увид да ли кохлеа функционише нормално или не, односно дају увид у функционисање целог пресинаптичког аудитивног система; стога аудиторна неуропатија и поремећај у провођењу акустичког нерва остају неоткривени. Најчешћа оштећења слуха са којима се деца рађају су управо кохлеарна, те је њихова примена оправдана. Предности ОАЕ у односу на ААВР су: неосетљивост на електросметње јер се не користе електроде, знатно кра-

ће трајање, боља покривеност фреквентног спектра (500-4000 Hz), могућност примене већ од 28. недеље гестације. Лоше стране *OAE* у односу на *AABR* су: осетљивост на кондуктивну наглувост и буку околине и мања сензитивност. Евоцирани потенцијали можданог стабла испитују аудиторну периферију и нервне путеве до можданог стабла, а могу се применити од 35. недеље гестације.

ЦИЉ РАДА

Циљ нашег истраживања је био да се испита слух новорођенчади са факторима високог ризика за оштећење слуха и без њих, односно утврди поузданост и изводљивост аутоматских технологија – транзиторних отоакустичких емисија (*TEOAE*) и аудитивних евоцираних потенцијала можданог стабла (*AABR*) у раном откривању оштећења слуха. Такође, желели смо

да дамо допринос увођењу универзалног скрининга новорођенчади на оштећења слуха у нашој средини.

МЕТОД РАДА

Током проспективне студије, која је трајала пет месеци, испитано је 907 новорођенчади на Одељењу неонатологије Клинике за гинекологију и акушерство Клиничко-болничког центра „Звездара” у Београду. Испитаници су сврстани у две групе: прву су чинила 874 новорођенчета без фактора високог ризика за оштећење слуха, а другу 33 новорођенчета код којих су утврђени ови фактори.

За испитивање слуха је коришћен аутоматизовани портабилни уређај *Echo-Screen* (*Fischer-Zoth*, Немачка). Примењен је двофазни протокол за скрининг са две технологије: *TEOAE* и *AABR* (Схема 1). Иницијални скрининг-тест (*TEOAE*) је рађен почев од пр-

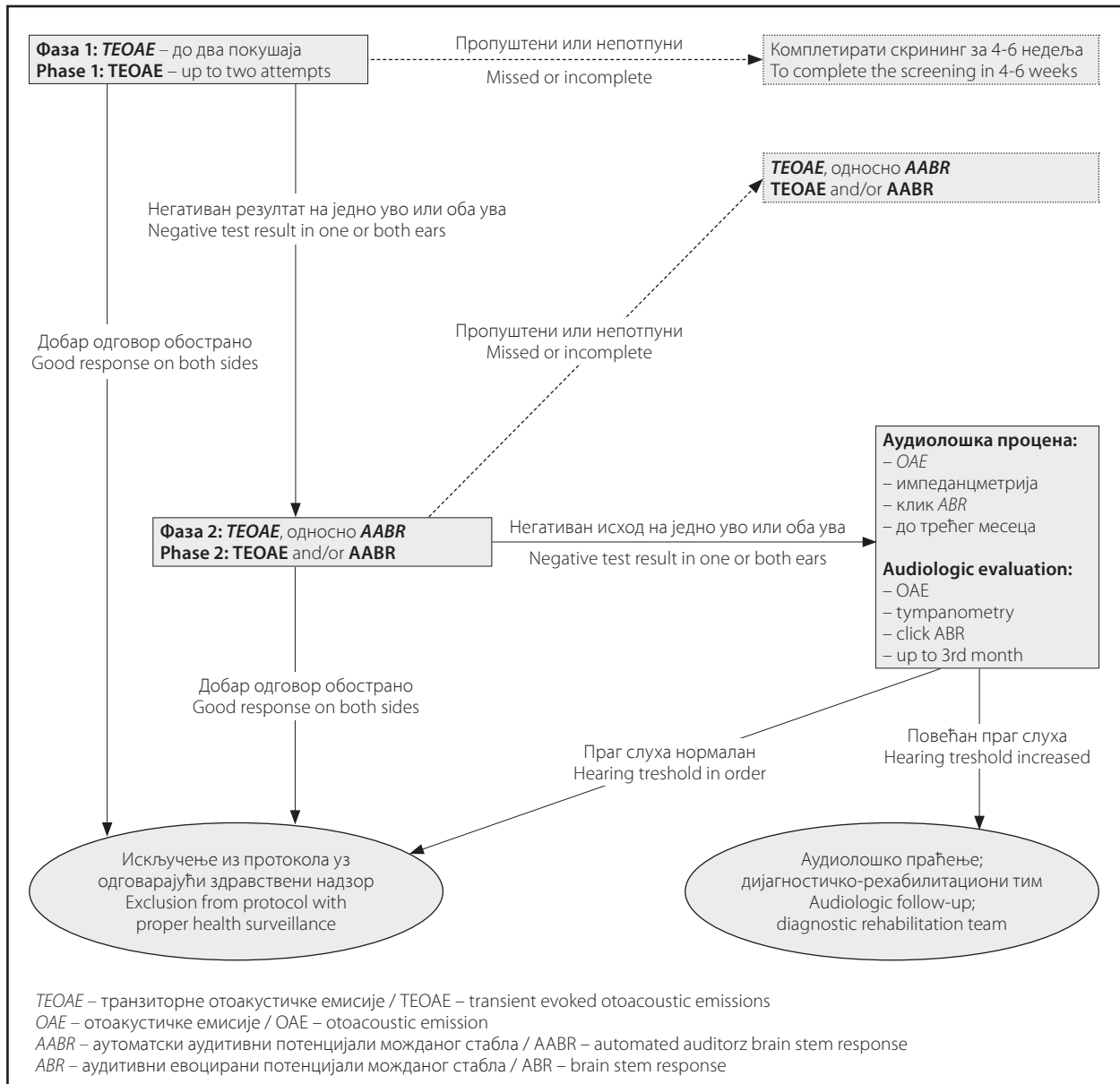


СХЕМА 1. Испитивање функције слуха здравих беба према протоколу Института за испитивање слуха у Нотингему [12].
SCHEME 1. Evaluation of hearing function of healthy babies according to the protocol of the Institute for Hearing Research in Nottingham [12].

вог дана по рођењу, а поновни тест у току прве недеље (*ТЕОАЕ*, односно *ААВР*). Код испитаника код којих је резултат на другом тесту био негативан, примењена је процена функције слуха (отоакустичке емисије, импеданцметрија, аудитивни евоцирани потенцијали можданог стабла) до трећег месеца.

Анализирани су следећи параметри: резултат на тестовима (*ТЕОАЕ* и *ААВР*), време трајања испитивања и индикатори квалитета програма скрининга слуха новорођенчади.

Од метода дескриптивне статистике коришћене су мере централне тенденције (аритметичка средина) и мере варијабилитета (стандардна девијација).

За прикупљање података коришћен је упитник са посебним освртом на анамнезу трудноће, порођаја и присуство фактора високог ризика за настанак оштећења слуха.

РЕЗУЛТАТИ

Током пет месеци у породилишту КБЦ „Звездара” рођено је 954 деце. Због виталне угрожености и потребе за сложенијим лечењем, у установе терцијарног нивоа примљено је 37 новорођенчади, који нису укључени у наше испитивање. Од осталих 917 скринингом у болници је обухваћено 907 новорођене деце (97,9%) (Табела 2). Бебе које нису прегледане у току боравка у болници испитиване су током наредне четири недеље. Скринингом је укупно обухваћено 98,9% новорођенчади.

После иницијалног теста (*ТЕОАЕ*), из протоколарног праћења је искључено 86,3% беба, а после поновног теста (*ТЕОАЕ*, односно *ААВР*) 99,3%. Шест беба (0,7%) је упућено на додатна испитивања слуха (Табела 3): два детета због сумње на оштећење слуха на оба ува, а четири због сумње на оштећење слуха једног ува. Пет беба (0,6%) родитељи су довели на заказано испитивање. Код две бебе је после три месеца дијагностиковано сензоринеуронско оштећење слуха на једном уву: код једног испитаника (дете са Дауновим синдромом) забележен је губитак слуха лакшег степена, а код другог губитак слуха средње тешког степена. За једно дете није урађена процена функције слуха јер се родитељи нису одазвали на заказани преглед. Најкраће време потребно за извођење теста *ТЕОАЕ* било је $1,5 \pm 12,2$ секунде, најдуже $123,0 \pm 19,8$ секунди, а просечно $21,3 \pm 19,4$ секунде. За извођење *ААВР* најкраће утрошено време било је $63,5 \pm 39,4$ секунде, најдуже $345,0 \pm 47,8$ секунди, а просечно $135,3 \pm 67,9$ секунди (Табела 4).

ДИСКУСИЈА

Циљ сваког скрининга је да обухвати што већи број испитаника а да се што мањи број упути на даље испитивање. У нашем раду су испитивана сва новорођенчад, што је у складу са светским трендом чешће примене универзалних скрининг-програма у односу на селективне програме. Подаци из литературе показују да су селективни програми скрининга мање познати јер се њиховом применом открива свега 50%

ТАБЕЛА 1. Фактори високог ризика за оштећење слуха [5].
TABLE 1. High-risk indicators associated with hearing loss [5].

1.	Породична анамнеза о наследној сензоринеуронској наглувости од детињства Family history of hereditary childhood sensorineural hearing loss
2.	Унутарматеричне инфекције – TORCH (токсоплазма, рубела, цитомегаловирус, херпес, сифилис) In utero infection – TORCH (toxoplasmosis, rubella, cytomegalovirus, herpes and syphilis)
3.	Конгениталне малформације главе и врата Craniofacial congenital anomalies
4.	Мала тежина на рођењу (мања од 1500 g) Low birth weight (less than 1500 g)
5.	Хипербилирубинемиа која захтева ексангинотрансфузију Hyperbilirubinaemia requiring exchange transfusion
6.	Бактеријски менингитис новорођенчета Bacterial meningitis of newborn
7.	Апгар скор 0-4 у првом или 0-6 у петом минуту Apgar scores of 0-4 at 1 minute or 0-6 at 5 minutes
8.	Ототоксични лекови Otototoxic medications
9.	Механичка вентилација пет дана и дуже Mechanical ventilation lasting 5 days or longer
10.	Синдроми у оквиру којих могу бити кондуктивна, односно сензоринеуронска оштећења слуха Syndromes known to include a sensorineural and/or conductive hearing loss

ТАБЕЛА 2. Референтне тачке и индикатори квалитета програма скрининга оштећења слуха новорођенчади.

TABLE 2. Reference points and hearing loss screening program quality indicators.

Параметар Parameter	Број испитаника Number of patients	%
Скрининг у болници Screening in hospital	898	97.9
Скрининг у узрасту до месец дана Screening before age of one month	907	98.9
Аудиолошка процена Audiologic evaluation	6	0.7
Надгледање Follow-up	5	83.3

новорођенчади с оштећењима слуха [6, 7]. Деце са оштећењем слуха код којих нису постојали фактори ризика за настанак овог обољења је око 50% [6]. Аутозомно рецесивно наслеђивање гена за глувоћу сматра се главним узроком оштећења слуха уколико других фактора ризика нема. Једна од претпоставки је да мутација гена конексин-26 изазива до 70% наглувости које се аутозомно рецесивно наслеђују [9].

Програм скрининга слуха новорођенчади сматра се успешним ако су код најмање 95,0% новорођенчади испитана оба ува. У нашој студији деце код којих је испитана функција слуха оба ува било је 98,9%. Процент лажно позитивних и лажно негативних резултата тестова, као и проценат упућивања на аудиолошку и медицинску процену одређују квалитет програма скрининга слуха новорођенчади. Опште је прихваћено да проценат лажно позитивних резултата мора бити мањи од три, а лажно негативних једнак нули [5]. На аудиолошку процену упућује се мање од 4% испитаника [5]. Најчешћи узроци лажно позитивних резултата су присуство верника у спољашњем слушном ходнику, колапс спољашњег слушног ходника и амнионска течност у средњем уву. Сматра се

ТАБЕЛА 3. Учесталост новорођенчади по категоријама присуства фактора ризика за оштећење слуха и исхода скрининга.
TABLE 3. Incidence of newborns according to risk factor category for hearing loss and results of screening.

Резултати скрининга Screening results	Групе новорођенчади Group of newborns			
	Са факторима ризика With risk factor	Без фактора ризика Without risk factor	Укупно Total	
Успешни Passed	Апсолутни Absolute	32	869	901
	Релативни Relative	3.5%	95.8%	99.3%
Неуспешни (једнострано, односно обострано) Failed (one side or both sides)	Апсолутни Absolute	1	5	6
	Релативни Relative	0.1%	0.6%	0.7%
Укупно Total	Апсолутни Absolute	33	874	907
	Релативни Relative	3.6%	96.4%	100.0%

ТАБЕЛА 4. Анализа времена утрошеног за извођење тестова транзиторне отоакустичке емисије (TEOAE) и аутоматских аудитивних потенцијала мозданог стабла (AABR).

TABLE 4. Analysis of time spent for performing transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) and automated auditory brain stem response (AABR) tests.

Тест Test	Најкраће време (s) Minimum time (s)	Најдуже време (s) Maximum time (s)	Просечно време (s) Average time (s)	
TEOAE	Успешан тест Test passed	2.0	110.0	17.2±16.9
	Неуспешан тест Test failed	43.0	133.0	73.6±18.7
	Успешан/неуспешан Passed/failed	1.5	123.0	21.3±19.4
AABR	Успешан тест Test passed	40.0	317.0	182.8±107.5
	Неуспешан тест Test failed	213.0	360.0	300.7±58.3
	Успешан/неуспешан Passed/failed	63.5	345.0	135.3±67.9

да су узроци лажно негативних резултата (бебе које су „прошле” тест а имају оштећење слуха) настајак прогресивног оштећења слуха непознате етиологије, централно оштећење слуха које не може бити откривено ниједним методом скрининга и ретрокохлеарне лезије [9, 10]. Ретрокохлеарне лезије се јављају веома ретко, и то најчешће код новорођенчади на интензивној нези код које је дијагностикован поремећај централног нервног система (интракранијална крвављења, хидроцефалус, хипербилирубинемија, хипоксија).

Скрининг слуха новорођенчади из јединице за интензивну негу и новорођенчади са факторима високог ризика за настанак оштећења слуха изводи се обавезно применом AABR без обзира на исход теста TEOAE, како аудиторна неуропатија не би остала препозната. У нашем истраживању је после иницијалног теста (TEOAE) код 13,7% новорођенчади урађен поновни тест (TEOAE, односно AABR) због лажно позитивних резултата. Само 0,7% новорођенчади је упућено на аудиолошку процену због сумње на оштећење слуха. После испитивања слуха (отоакустичке емисије, тимпанометрија, аудитивни евоцирани потенцијали мозданог стабла), лажно позитивни резултати били су 0,4%. Деца са дијагностикованим сензоринеуронским оштећењем слуха једног ува неопходна је редовна контрола функције слуха због могућег настанка прогресивног оштећења слуха или оштећења слу-

ха и на другом ува. Резултати које смо добили током испитивања у складу су са вредностима параметара који потврђују квалитет програма, осим надгледања болесника (83,3%), које треба да буде око 95%. Једно од образложења малог процента надгледања може бити и непостојање јединствене базе података за надзор болесника међу центрима који се баве аудиолошком дијагностиком. Према избору родитеља, дијагностика се може извршити и у другим здравственим установама, што доводи до губитка могућности за надгледање деце после скрининга.

Скрининг оштећења слуха новорођенчади представља идеалан начин да се омогући правовремено откривање и рана рехабилитација деце с оштећењем слуха. Деца код које је оштећење слуха откривено на време и која су лечена до шестог месеца постижу лингвистичке резултате за перцептивни и експресивни језик у току једне године до пет година скоро идентичне својим вршњацима који добро чују [11]. Уколико се откривање оштећења слуха и интервенција одиграју касније, резултати су знатно лошији.

ЗАКЉУЧАК

Наши резултати показују да је испитивање слуха новорођенчади од изузетног значаја и наш рад представља почетак реализације националног програма скри-

нинга новорођене деце. Резултати скрининга су забележили оштећења слуха код шест новорођенчади (код два на оба ува а на четири на једном уву). Код два је после потпуне аудиолошке дијагностике потврђено једнострано сензоринеуронско оштећење слуха. Просечно време извођења теста *ТЕОАЕ* било је $21,3 \pm 19,4$ секунде, а *ААВР* $135,3 \pm 67,9$ секунди. Тестови *ТЕОАЕ* и *ААВР* су поуздани, неинвазивни, лако и брзо изводљиви методи који се користе за скрининг функције слуха новорођенчади.

ЛИТЕРАТУРА

- Mehl AL, Thomson V. The Colorado newborn hearing screening project, 1992-1999: On the threshold of effective population-based universal newborn hearing screening. *Pediatrics* 2002; 109:7-11.
- Fortnum HM, Summerfield AQ, Marshall DH, Davis AC, Bamford JM. Prevalence of permanent childhood hearing impairment in the United Kingdom and implications for universal neonatal hearing screening: questionnaire based ascertainment studz. *Br Med J* 2001; 323:536-40.
- Mason JA, Herrmann KR. Universal infant hearing screening by automated auditory brain stem response measurement. *Pediatrics* 1998; 101:221-8.
- White KR. Early Identification of Hearing Loss-Implementing Universal Newborn Hearing Screening Programs. Utah State University; 1999. p.3.
- Joint Committee on Infant Hearing. Year 1994 Position Statement. *ASHA* 1994; 36:38-41.
- Hayes D, Northern JL. *Infants and Hearing*. San Diego: Singular Publishing Group; 1996. p.135-47.
- Watkin PM. Neonatal otoacoustic emission screening and identification of deafness. *Arch Dis Child* 1996; 74:16-25.
- Petit C. Genes responsible for human hereditary deafness: symphony of a thousand. *Nat Genet* 1996; 14:385-91.
- Lutman ME, Davis AC, Fortnum HM, Wood S. Sensitivity of targeted neonatal hearing screening by transient-evoked otoacoustic emissions. *Ear Hear* 1997; 18:256-76.
- Watkin PM. Outcomes of neonatal screening for hearing loss by otoacoustic emission. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 1996; 75(3):158-68.
- Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of early and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics* 1998; 102:1161-71.
- Davis A, Hind S. The newborn hearing screening programme in England. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2003; 67(Suppl 1):193-6.

NEWBORN HEARING SCREENING

Snežana BABAC¹, Dragoslava ĐERIĆ², Zoran IVANKOVIĆ¹

¹Department of Otorhinolaryngology, Clinical Centre "Zvezdara", Belgrade;

²Institute of Otorhinolaryngology and Maxillofacial Surgery, Clinical Centre of Serbia, Belgrade

Introduction Prevalence of sensorineural hearing loss is 1-3 per 1,000 newborns. Transient evoked otoacoustic emission (TEOAE) and automated auditory brain stem responses (AABR) are most frequently used methods in newborn hearing screening programmes.

Objective The aim of this study was to examine hearing function in newborns with and without risk factors for hearing loss. We investigated accuracy and feasibility of two automated technologies: transient otoacoustic emissions (TEOAE) and auditory brain stem response (AABR) in early detection of hearing loss.

Method In prospective study, 907 newborns were tested on both ears with transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE). If results were "refer", we performed automated brain stem response (AABR). Two stage screening protocols were used with two screening technologies (TEOAE, AABR).

Results Results showed screening pass of 86.3% of the newborns in the first protocol and 99.3% in the second. Six (0.7%) newborns had positive screening results for hearing loss. They were referred for additional audologic tests (otoacoustic emis-

sions, tympanometry, and auditory brain stem response) to confirm or exclude hearing loss. Audiologic examination was performed up to the third month of life. We confirmed unilateral sensorineural hearing loss in two babies. Average test time per ear was 21.3 ± 19.4 s for TEOAE and 135.3 ± 67.9 s for AABR.

Conclusion TEOAE, AABR tests are confidential, noninvasive and feasible methods and can help to detect hearing impairment.

Key words: neonatal hearing screening; hearing loss; transient-evoked otoacoustic emissions; auditory brain stem response

Snežana BABAC
Klinika za otorinolaringologiju
Kliničko-bolnički centar „Zvezdara“
Preševska (Rifata Burdževića) 31, 11000 Beograd
Tel.: 011 3810 668
E-mail: dr.babac@eunet.yu