



СПЕЦИФИЧНОСТ ОШТЕЋЕЊА СЛУХА

ТЕМАТСКИ ЗБОРНИК РАДОВА

НОВЕ ТЕНДЕНЦИЈЕ

**СПЕЦИФИЧНОСТ ОШТЕЋЕЊА СЛУХА –
НОВЕ ТЕНДЕНЦИЈЕ
ТЕМАТСКИ ЗБОРНИК РАДОВА**

Приредиле:

Мина Николић, Миа Шешум, Ивана Веселиновић

Београд, 2020.

ЕДИЦИЈА: МОНОГРАФИЈЕ И РАДОВИ

СПЕЦИФИЧНОСТ ОШТЕЋЕЊА СЛУХА – НОВЕ ТЕНДЕНЦИЈЕ
ТЕМАТСКИ ЗБОРНИК РАДОВА

Издавач

Универзитет у Београду
Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију
Издавачки центар Факултета (ИЦФ)

За издавача

Проф. др Снежана Николић

Главни и одговорни уредник

Проф. др Бранка Јаблан

Уредници

Мина Николић
Миша Шешум
Ивана Веселиновић

Рецензенти

др Јасмина Ковачевић, редовни професор
Универзитета у Београду – Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију
др Сања Ђоковић, редовни професор
Универзитета у Београду – Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију

Компјутерска обрада текста

Биљана Красић

Зборник радова ће бити публикован у електронском облику – CD

Штампар

Универзитет у Београду
Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију
Издавачки центар Факултета (ИЦФ)

Тираж

200

ISBN 978-86-6203-141-9

Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију донело је одлуку бр. 3/9 од 8. 3. 2008. године о покретању едиције Монографије и радови.

Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију, на седници одржаној 14. 7. 2020. године, одлуком бр. 3/96 од 20. 7. 2020. године усвојило је рецензије рукописа тематског зборника радова „Специфичност оштећења слуха – нове тенденције”, групе аутора.

Радови у овом зборнику су проистекли из следећих научних пројеката: „Утицај кохлеарне имплантације на едукацију глувих и наглувих особа” (бр. 179055) и „Креирање протокола за процену едукативних потенцијала деце са сметњама у развоју као критеријума за израду индивидуалних образовних програма” (бр. 179025), који су финансирани од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИ ПРИСТУП ЗА ПРОВЕРУ СЛУХА

Силвана ПУНИШИЋ*

Истраживачко-развојни институт „Центар за унапређење животних активности”, Београд

Институт за експерименталну фонетику и патологију говора „Ђорђе Костић”, Београд

Иако идеја о пружању медицинских услуга на даљину датира од средине прошлог века, тек је захваљујући развоју информационих технологија омогућен другачији приступ медицинској заштити под називом *telehealth*. Предности као што су брзина, доступност, смањење трошкова путовања, расположиво експертско знање, могућност консултација у реалном времену и друге, високо унапређују медицинску заштиту. У многим областима медицине *telehealth* је заменио класичне приступе и процедуре и постао је стандард. Прве примене *telehealth*-а биле су у области аудиологије и то у форми скрининга слуха на даљину. У раду је описан пример система за проверу квалитета слуха путем интернета. Систем је заснован на слушању говора у буци применом „Quick Speech in Noise Test” – QuickSIN тест. Описани су критеријуми на основу којих је реализован систем: методолошки и технолошки захтеви, хардверско-софтверско окружење, поступак формирања базе говорног материјала за српски језик и одговарајућих маскирајућих сигнала. Постоји QuickSIN тест за одрасле и за децу. За ову прилику биће описан QuickSIN тест за одрасле као први тријажни тест за дисталну проверу слуха чије коришћење не захтева специјалне услове окружења. Како је тест осетљив и лако доступан он може бити од велике користи у детекцији почетних нивоа оштећења слуха а тиме и значајна помоћ у превенцији настанка тежих оштећења.

Кључне речи: оштећење слуха, *telehealth*, скрининг, QuickSIN тест, говор у буци

УВОД

Достигнућа из области телекомуникација спадају у ред оних која су најбрже нашла примену у медицини. Увођење Телемедицине, као лечења на даљину, донело је велику промену у традиционалном приступу лечења. Иако се чини да је Телемедицина постала сензација „преко ноћи”, то није баш тако. Зачеци овог вида услуга датирају с почетка прошлог века, много година пре проналаска интернета. Посебно значајан период јесте проналазак телефона и његова употреба у области медицине (Car, Sheikh, 2003) као претече онога што данас називамо „Здравствене

* silvanapunisic@hotmail.com

информационе технологије” (Health Information Technology – HIT). Под овим појмом се подразумевају нове технологије које треба да обједине све нивое здравствене заштите, ефикасно превазилазећи просторна и организациона ограничења, у литератури познате као TELEHEALTH. Овај појам подразумева употребу информacionих технологија (ИТ) како би се обезбедила медицинска помоћ на даљину, здравствена едукација пацијената и стручњака, јавно здравље и здравствена администрација (<http://www.hrsa.gov/telehealth/>). Krumm (2009) је telehealth дефинисао као пружање здравствених услуга са једне локације на другу уз помоћ телекомуникационих медијума као што су интернет, рачунарске мреже, телефони или сродне технологије. Услуге се реализују у дому пацијента а пружају их здравствени радници користећи ИТ за размену података релевантних у процесу превенције, дијагностике, лечења као и континуиране едукације и евалуације (Wakefield et al., 2004).

Предности које пружа примена telehealth-a су: уштеда времена потребног за приступ примарној заштити; повећање ефективности здравствене заштите; смањење трошкова транспорта; побољшање квалитета услуга; унапређење комуникације између пружаоца и примаоца здравствених услуга; превазилажење географских граница за пружање услуга; превазилажење проблема са мањком високостручних кадрова; унапређење превентивне заштите; подршка самопомоћи; континуална услуга; смањење непотребних тестова и прегледа (електронска документација); превенција настанка тежих обољења; јефтинија нега у кућним условима; смањење потребе за креветима у интензивној нези; смањење смртности; клиничка едукација стручњака у удаљеним областима.

У аудиологији постоји појачан интерес за примену овог вида медицинске помоћи и то не без разлога. Наиме, оштећење слуха је један од најтежих поремећаја на пољу људске комуникације, најчешћи узрок инвалидности (Basner et al., 2014) који додатно отежава недостатак стручног особља. Изненађујуће је да је оштећење слуха најмање дијагностикован здравствени проблем чак и у развијеним земљама; према статистичким подацима потребно је у просеку пет година до успостављања аудиолошке дијагнозе.

Узимајући у обзир велики број могућих узрока и ризико фактора као и непостојање јединствене дефиниције оштећења слуха, епидемиолошки подаци у свету се разликују. У литератури постоји податак да око 1.3 милијарде људске популације има неки облик оштећења слуха (Vos et al., 2012), од чега је 20% старије од 18 година. Светска здравствена организација (СЗО) говори о 360 милиона особа, од тога се 32 милиона односи на децу, док остатак чине одрасле особе (WHO, 2017) и обухвата

оштећење слуха од 40dB на уху с бољим остацима слуха код одраслих, односно 30dB код деце (WHO, 2012; WHO, 2017). Подаци се разликују и у зависности од земље. Према резултатима NIOSH (2015) укупна преваленца губитка слуха опште популације у САД износи 11.4%, при чему је оштећење слуха трећи по реду проблем јавног здравља, после болести срца и артритиса. Око 32% радно активног становништва Шведске пати од оштећења слуха, тинитуса или оба сензорна поремећаја заједно (Hasson et al., 2010). Хрватски регистар особа с инвалидитетом за 2016. годину евидентирао је нешто преко 13,000 особа с тежим оштећењем слуха (Бењак и сар., 2017). У Републици Србији не постоји база података о броју глувих и наглувих особа. Свез глувих и наглувих даје приближне вредности од око 30,000 глувих и 100,000 наглувих особа као и чињеницу да је број много већи од евидентираних. Такође, још увек не постоји јасно дефинисан програм скрининга слуха, чак ни у популацији новорођенчади са високим ризицима (Николић, Секуловић, Остојић, 2016), као ни план праћења деце са сумњом на оштећење слуха. Не само за децу/особе оштећеног слуха већ и децу са поремећајима вербалне комуникације, актуелна је проблематика везана за трајање процеса дијагностике, оптимални период за започињање рехабилитације и усаглашеност приступа у третману (Punišić, Subotić, Žikić, 2014; 2016).

Концентришући се на Европу, 52 милиона људи има оштећен слух и овај број се повећава (ЕФНОН, 2018; АЕА, 2017). Резолуција СЗО (WHO, 2016) позвала је све земље да интегришу стратегије заштите слуха и обезбеде већу доступност посредством комуникационих технологија. СЗО доводи губитак слуха у везу са вишеструким штетним последицама по социјални, професионални и економски развој, истовремено истичући значај и велики изазов скрининга и рехабилитације путем интернета. Стручњаци СЗО су 2002. године оштећење слуха, као узрок инвалидитета у средње и високо развијеним земљама, сврстали на тринаесто место уз предикцију да до 2030. године може бити међу првих десет (Mathers, Loncar, 2006).

Знајући да губитак слуха иницира повећану потребу за услугама медицинске и социјалне заштите (Xiao, O'Neill 2018), нужно је увођење нових приступа, пре свега пружање услуга на даљину у форми telehealth-a.

Telehealth у аудионологију

На врху етиолошких фактора за настанак оштећења слуха налази се бука. И други чиниоци су значајни али бука посебно јер је она свеprisутна у урбаним срединама, све је мање места незагађених буком

(Basner et al., 2014). Бука доводи до губитка слуха, бола у уху, вртоглавице (Hooper, 2014; Совиљ, Пантелић, Ђоковић, 1996) и узрок је 1/3 свих случајева губитка слуха (NIH, 1990). Због своје учесталости и трошкова лечења, оштећење слуха деловањем буке представља значајан здравствени проблем.



Слика 1. Процењене потребе и капацитети за аудиолошким тестирањем слуха

На основу процене потреба за аудиолошким тестирањем слуха и расположивим капацитетима, за период 2000 до 2050. године (слика 1), извесно је да велики број особа неће добити ову врсту услуге.

Ефикасно превазилажење проблематике лежи у примени telehealth приступа у аудиологији који може да: (а) понуди решење за ненасељена подручја и подручја са недостатком стручњака – аудиолози у регионалним клиникама могу да понуде услуге тестова слуха за одојчад, децу и одрасле у сеоским заједницама; (б) обезбеди рехабилитацију слуха, програмирање дигиталних слушних апарата и кохлеарних имплантата (American Academy of Audiology, 2008; ASHA, 2005; Суботић, Пунишић, Чабаркапа, 2009) (в) пружи услуге превенције (Livingston et al., 2017), ране дијагностике и рехабилитације (Bush et al., 2016) као предуслова за спречавање тежих последица попут глувоће код одраслих и деце и неразвијене вербалне комуникације код деце (Subotić, Bilibajkić, Punišić, 2016).

Све указује на то да би систем здравствене заштите требао да омогући економски исплатив, лако изводљив и најширој популацији доступан тест за процену квалитета слуха. Овако конципиран тест представљао би скрининг тест са циљем да појединцу укаже на могућу проблематику са слухом, без амбиције да омогући квалитативно испитивање оштећења слуха. Да би се нека од метода за процену квалитета слуха могла користити као скрининг тест, доступан њаширој популацији, мора

да задовољи критеријуме здравствене струке а да при томе буде могућа у оквирима постојећих технолошких решења, подразумевајући при томе економску исплативост.

Један од тестова за процену стања слуха који би могао да одговори захтевима је HINT метод: **hearing in noise test** (Nilsson, Soli, Sullivan, 1994) који мери слух на бази процене разумљивости говора у шуму.

Quick SIN тест – онус

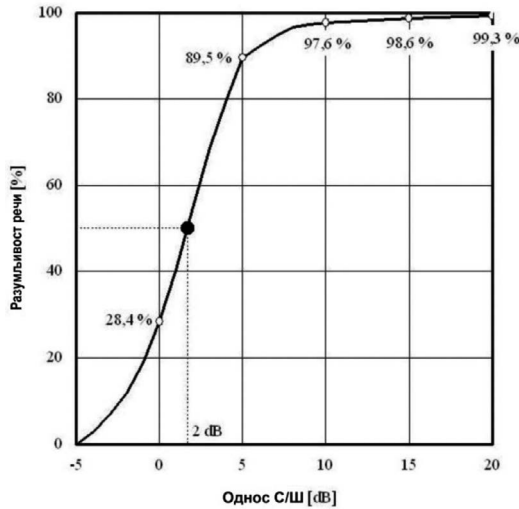
Једна од варијанти HINT метода је **Quick Speech In Noise Test** – Quick SIN тест (Etymotic Research, 2001) који се може користити за проверу слуха преко интернета. Метода испитивања је најближа методи говорне аудиометрије али се поступак испитивања разликује по томе што стимулус који се презентује испитанику представља комбинацију говорног стимулуса и шума. Однос сигнал/шум – С/Ш (signal to noise ratio – SNR) се мења све док се не пронађе ниво при којем је разумљивост говорног сигнала 50%. Испитивања утицаја оштећења слуха на перцепцију говора показала су да се одступања од нормалног слуха најпре могу уочити при перцепцији говорног сигнала у условима буке. (Ivory, Kane, Diaz, 2014). Истраживања су показала да разумљивост говорног сигнала не зависи од апсолутног нивоа стимулуса (у границама од 60 до 75dB) већ само од SNR (Duncan, Aarts, 2006). Ова чињеница је изузетно значајна јер омогућава реализацију уређаја који не захтева калибрацију.

Quick SIN тест за проверу слуха базиран је на слушању листе од одређеног броја фонетски избалансираних реченица са унапред дефинисаним SNR (Killion, 2002; Killion et al., 2004). Најчешће се користи листа од 6 тест-реченица од којих свака има пет кључних речи (реченица може имати и више речи али је пет у категорији „кључних“). SNR се постепено смањује у корацима од по 5dB почевши од 25dB за прву реченицу, па до 0dB за шесту реченицу. Саме реченице су формиране тако да је веома тешко наслутити семантички садржај, односно, иако су смислене вероватноћа погађања речи на основу контекста је мала.

Сигнал буке је типа „коктел-парти“ (брбљање, жамор) и представља истовремени говор три женске и једне мушке особе. Тест-реченице изговара женска особа, оне се снимају а затим комбинују са сигналом шума како би се добио сет стимулус реченица са дефинисаним SNR.

Одговори испитаника на тесту се сабирају и добија се бројчана вредност изражена у децибелима која представља однос сигнал-шум-губитак (signal to noise ratio loss – SNRLoss). Ова вредност показује за колико

децибела треба повећати SNR да би особа са оштећењем слуха чула говор у буци исто као и особа са нормалним слухом.



Слика 2. Зависност процентуалне разумљивости речи од SNR

Према слици 2. особа нормалног слуха треба исправно да перципира 25,5 кључних речи за сваку листу тест-реченица. Quick SIN тест није универзалан, односно, не може се примењивати за популацију свих узраста нити за све језике.

Општа релација за израчунавање SNR Loss израженог у dB гласи (Tillman 1973):

$$\text{SNR Loss} = M + \frac{1}{2}K - (\text{SNR})_{50\%} - \frac{K}{B}T$$

где је:

M – максимални ниво SNR,

K – корак промене SNR,

$(\text{SNR})_{50\%}$ – SNR за разумљивост речи од 50%,

B – број кључних речи

T – број тачно перципираних кључних речи

За случај листе од шест реченица и пет циљних речи у свакој реченици израз 1 постаје:

$$\text{SNRLoss} = 25,5 - T$$

Тумачење добијених резултата на Quick SIN тесту дато је у табели 1.

Табела 1. Степен оштећења слуха у зависности од вредности SNR Loss

SNRLoss	Степен оштећења слуха
0 do 3 dB	Нормалан слух
3 do 7 dB	Благо оштећење слуха
7 do 15 dB	Умерено оштећење слуха
> 15 dB	Тешко оштећење слуха

Ако испитаник од 30 кључних речи погоди 23 и више, његов слух је у категорији нормалног. Ако испитаник од 30 кључних речи погоди 11 и мање, његов слух је у категорији тешког оштећења.

Quick SIN тест за одрасле

Quick SIN тест за одрасле креиран је у складу са карактеристикама српског језика (Subotić, Vojnović, 2010; Vojnović, 2010; Subotić, et al., 2012). Наиме, у току припреме језичког корпуса, из фреквенцијског речника српског језика одабране су речи које имају високу заступљеност у говору (Костић, 1999) на основу којих је конструисан скуп од 360 реченица као почетна језичка база. Први експерименти разумљивости говора у буци показали су да се мора водити рачуна и о дужини самих речи. Кључне речи треба да имају највише четири слога јер се испоставило да их испитаници лако препознају ако су дуге. Исто тако, употреба ретких и страних речи није пожељна јер се и оне лако препознају.

Ово је довело до редуковања почетног скупа на 126 реченица. Формирана је 21 фонетски избалансирана листа. Затим се приступило дефинисању СНР тако да препознавање, код испитаника са уредним слухом, буде на нивоу 50% (Војновић, 2010а). Испоставило се да дефинисање овог односа није једноставно јер варира од реченице до реченице. Тестови слушања, почетно зашумљених реченица математички дефинисаним односом сигнал/шум, омогућили су фино подешавање СНР на нивоу сваке реченице како би се добило препознавање на нивоу 50%. Средња вредност коректно перципираних кључних речи у другом тест слушању је износила 53,7% што је добар резултат с обзиром на то да је циљана вредност била 50%. Међутим, расипање вредности процентуалног погађања кључних речи је велико, јер је стандардна девијација износила 19,6%. Разумевање кључних речи није само повезано са постављеним СНР, већ има везе и са другим параметрима. У табели 2 дати су примери по четири реченице са најмањим и највећим бројем погођених циљних речи.

Табела 2. Примери реченица са најмањим и највећим бројем погођених циљних речи

Усредњени број тачно погођених циљних речи	Реченица
0,36	Жутог лишћа нема у пролеће.
0,55	Новчић је опран водом са обе стране.
0,55	Треба ставити прст на чело и решити проблем.
0,64	Причали су тужне приче неколико дана.
4,45	Ако не кажеш нико неће знати.
4,82	Отишао је на високу планину јер има снега.
4,82	Онај тренутак мора да се памти.
5,00	Француска лица имају високо чело.

Да би се превазишао настали проблем изабране су најконзистентније реченице у погледу погађања кључних речи и од њих су формиране нове тест листе. На тај начин је формирано дванаест листи које ће се користити за Quick SIN тест. Од 126 тест-реченица изабрано је 36 које су имале проценат погађања $50 \pm 5\%$ и малу стандардну девијацију. Постављене су на најкритичнија места унутар 12 листи: на шесту, пету и четврту позицију. Остала места у листама (трећа, друга и прва реченица) су попуњена мање конзистентним реченицама и њихов избор је углавном био условљен фонетском балансираношћу гласова, на нивоу сваке листе појединачно. Са овако реорганизованим листама тест-реченица и са поново коригованим SNR за сваку тест-реченицу, урађен је коначни тест слушања. Нивои SNR су постављени у зависности од положаја тест-реченице унутар листе. Ако је тест-реченица на првом месту у листи – SNR је 25 dB, ако је на другом месту – SNR је 20 dB и тако редом до реченице на шестом месту у листи где је SNR 0 dB.

У реорганизованом тесту слушања учествовала су 22 слушаоца са уредним слухом, који нису учествовали у претходним тестирањима. Они су слушали по шест листи. Средња вредност SNR Loss за све испитанике износи $-0,16$ dB што је одличан резултат с обзиром на то да теоретска вредност износи 0 dB. Међутим, стандардна девијација је била велика и износила 1,94 dB. Забрињавао је и податак да су у седам ситуација у оквиру појединих листи, испитаници остварили стопроцентно погађање кључних речи за све тест-реченице. Поред овога, показало се да на вероватноћу тачне перцепције циљне речи утиче и њен положај у оквиру реченице. Највећи проценат погађања имале су циљне речи на првом месту док су најлошији проценат погађања имају циљне речи на последњем месту у реченици. Слично овоме, при анализи SNR на нивоу кључних речи, најлошији однос сигнал/шум имале су циљне речи на последњем месту у реченици што се може објаснити кретањем

интонационе контуре у изјавној реченици српског језика код које интензитет опада ка крају реченице.

Да би се додатно смањила стандардна девијација резултата, у току су истраживања која треба да дају одговор на питање какав утицај на перцепцију има подешавање SNR на нивоу циљних речи у тест реченицама.

Формирање говорне базе: тест-реченице

Свака реченица која се користи у Quick SIN тесту назива се „тест-реченица” и у њој постоји унапред дефинисан број кључних речи који је углавном исти за све реченице. Конструкција тест-реченице, број кључних речи, врста и „тежина” речи бирају се у складу са популацијом чији се слух проверава (Војновић и сар., 2018).

Тест-реченице се групишу и формирају се тест-листе, број унутар једне листе зависи од варијанте Quick SIN теста. У варијанти за тестирање слуха одраслих особа број тест-реченица је углавном пет. У „комплету” који се користи за Quick SIN тест постоји одређени број тест-листи. Иначе, за основно тестирање довољна је једна листа. Свака листа је фонетски избалансирана што значи да је појављивање појединих гласова унутар листе приближно исто појављивању гласова у нормалном говору. Ако се жели тачнија процена слуха онда се користи више листи, али не више од три јер нема практичног значаја. Дакле, треба разликовати: тест-реченице, тест листе и „комплет” тест-листи.

Полазни корак је формирање тест-реченица. Њихова конструкција, број кључних речи и укупан број речи у реченици зависи од популације којој је тестирање намењено. Препорука је да се почне од 2 до 3 пута већег броја тест-реченица од оног који је потребан за формирање „комплекта” тест-листи јер се често показивало да поједине реченице нису погодне за Quick SIN тест, нпр. испитаници их лако (или тешко) перципирају, без обзира на постављени SNR.

Прва фаза у креирању „комплекта” тест-листи је одређивање $(SNR)_{50\%}$ (разумљивост кључних речи је 50%). У тесту слушања су укључене све тест-реченице са истим нивоом буке а подешавање је такво да просечна разумљивост кључних речи буде 50%. Код енглеског језика ово се постиже ако је SNR +2dB, а за српски -4dB (Duncan, Aarts, 2006).

У тесту слушања учествују особе са нормалним слухом. Са становишта Quick SIN теста, нормалан слух подразумева померање прага чујности мање од 20 dB у фреквенцијском опсегу од 125 до 8000 Hz. Број испитаника (слушалаца) треба да је најмање десет.

Углавном се ради о слушању великог броја тест-реченица са релативно ниским SNR па је потребна добра концентрација да би се правилно перципирају кључне речи. Због тога се тест слушања обавља у више сесанси са максималним трајањем по сесанси од 15 минута.

Ако се након овог тест слушања постигне просечна разумљивост кључних речи од око 50% прелази се на следећу фазу, на формирање тест-листи. У противном, понавља се тест слушања свих тест-реченица али са коригованим SNR до постизања просечне разумљивости кључних речи од око 50%. Корекција се ради исто за све тест-реченице тако што се SNR повећава или смањује, у зависности од тога да ли погађање кључних речи треба повећати или смањити.

Крајњи резултат прве фазе тестирања је статистичка расподела перцепције кључних речи сваке тест-реченице. За сваку тест-реченицу се добија процентуално погађање кључних речи за сваког слушаоца појединачно, односно за све слушаоце заједно. На основу ове статистичке расподеле процењује се конзистентност, односно подобност појединих тест реченица за Quick SIN тестирање.

Оне тест-реченице код којих је процентуално погађање око 50% и код којих је остварена мала стандардна девијација (мало растурање процентуалног погађања) имају већу конзистентност и погодније су та Quick SIN тест.

У Quick SIN тесту, репродукција листе-реченица почиње тако што се прво репродукује реченица са најмање буке па се ниво буке постепено повећава до последње реченице где је ниво буке највећи. То значи да је последња реченица из листе најтежа за перцепцију, затим претпоследња и тако редом. Због свега тога, логично је да се најконзистентније тест-реченице поставе на најкритичнија места у листи: на последње место у листи, на претпоследње и тако редом. Најконзистентније су оне тест-реченице код којих је постигнута перцепција кључних речи у опсегу од 45 до 55%, затим оних код којих је перцепција у опсегу од 40 до 45%, од 55 до 65% и тако редом. Најлошије перципиране тест-реченице (код којих је постигнута перцепција у опсегу од 0 до 30% и од 70 до 100%) се одбацују и не користе се за формирање тест-листи.

Дакле, основни критеријум за формирање тест-листи је конзистентност перцепције кључних речи и фонетска избалансираност на нивоу листе.

Опис система

На слици 3. дата је блок шема система за процену квалитета слуха Quick SIN методом.



Слика 3. Блок шема система за on-line процену квалитета слуха

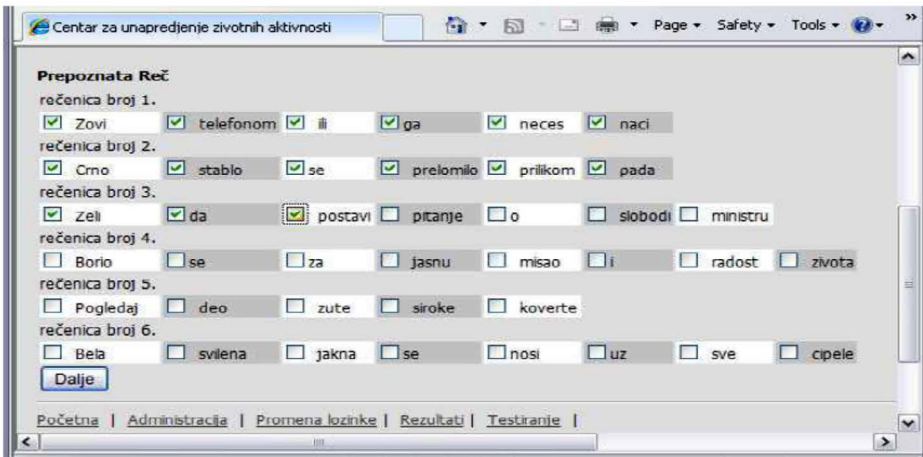
Систем је реализован на LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) серверу, што значи да је оперативни систем серверског окружења Linux. WEB сервер је реализован помоћу програмског пакета Apache, а за базу података изабрана је MySQL база. Серверске апликације писане су у HTML, PHP и JavaScript програмском језику. На почетној страни WEB презентације налазе се сви релевантни подаци о оштећењима слуха и начинима на који је могуће извршити тестирање. Ту су и упутства за коришћење WEB апликације као и веза ка пробном тестирању које је доступно свим посетиоцима презентације. Да би се приступило процесу тестирања неопходна је регистрација која се врши попуњавањем формулара (упитника) са основним подацима, чиме се формира кориснички налог (Koorman et al., 2008). У оквиру свог корисничког налога, коме се приступа помоћу корисничког имена и лозинке, могуће је вршити администрацију налога, тестирања, преглед резултата тестирања и слично (Skarzynski, Czyżewski, Kostek, 2002).

Поступак тестирања

Када се приступи WEB страници, процес тестирања Quick SIN тестом садржи следеће поступке:

- избор начина тестирања: лево, десно или оба уха;
- подешавање нивоа звука: кориснику се презентује пробни стимулус и од њега се очекује да изабере ниво звука који му је најугоднији за слушање, једном подешен ниво звука задржава се до краја тестирања;
- избор листе стимулуса: врши се тако што се од свих тест-листа изабере једна на којој корисник није био тестиран;
- репродукција стимулуса: може се вршити помоћу слушалица или звучника; репродукцији сваког стимулуса предходи обавештење којим се кориснику скреће пажња на стимулус који следи чиме се осигурава одржавање концентрације корисника током тестирања; свака тест-реченица може се преслушати само једном;
- прикупљање резултата тестирања;
- презентација резултата.

Након репродукције свих реченица које чине изабрану тест-листу, кориснику се приказује форма у којој треба да обележи исправно препознате речи, а која је приказана на слици 4.



Слика 4. Приказ прозора за унос резултата стимулуса

Кориснику је дозвољено да у оквиру једог тестирања буде тестиран на највише три тест-листе. За коначан резултат тестирања узима се аритметичка средина резултата три тестирања. Резултати појединачних

тестирања, као и укупна оцена, уписују се у одговарајућу табелу у бази података, чувају се ради статистичке обраде и могу бити приказани на захтев корисника. По завршетку тестирања кориснику се, уз квантитативну оцену, саопштава и квалитативни опис стања слуха.

Примене апликације

Прва истраживања која су спроведена на Институту за експерименталну фонетику и патологију говора у Београду говоре у прилог чињеници да постоји велика подударност резултата добијених применом Quick SIN теста и патологије дијагностификоване аудиометријским поступком. Реверберација у просторији као и евентуално присуство буке могу утицати на резултате добијене овом методом. У сваком случају треба тежити томе да се тест изводи у просторијама са што мањим нивоом буке. Такође, за исправност резултата неопходно је да изабрани ниво звука за репродукцију стимулуса буде подешен на оптималну вредност као и то да мора бити задовољен критеријум познавања фонда речи и познавање језика од стране испитаника.

ЗАКЉУЧАК

Примена информационих технологија у дијагностици и третману пацијената већ је постала реалност како за медицинске стручњаке тако и за пацијенте. Иако постоје одређени проблеми (неинформисаност, неуређена правна и економска регулатива) предности које пружа овакав вид здравствене заштите су вишеструке. Примена telehealth-a у аудиометрији може значајно унапредити превентиву и спречити појаву тежих патолошких стања и болести. Развој нових сцреенинг дијагностичких процедура неопходно је реализовати кроз мултидисциплинарни приступ како би се медицински захтеви усагласили са технолошким могућностима, узимајући при томе у обзир и економски моменат. Предложено решење *e-medicine* система за контролу квалитета је илустративан пример реализације једног таквог решења које показује да мултидисциплинарност у сагледавању и решавању проблема може обезбедити ефикасан и ефективан приступ у увођењу нових скрининг дијагностичких процедура у аудиологији. Систем за дисталну процену слуха је реализован у Центру за унапређење животних активности као пројекат технолошког развоја (TR13011).

Напомена – Истраживање је делимично подржано од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

1. American Speech-Language-Hearing Association [ASHA] (2005) *Audiologists Providing Clinical Services via Telepractice: Position statement*. www.asha.org/policy.
2. American Academy of Audiology (2008). *The Use of Telehealth/Telemedicine to Provide Audiology Services*. www.audiology.org/advocacy/publicpolicyresolutions/documents/telehealthresolution200806.pdf
3. Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., et al. (2014), Auditory and nonauditory effects of noise on health. *Lancet*. 383(9925), 1325–1332.
4. Benjak, T., Petreski, N. T., Štefančić, V., Ivanić, M., Radošević, M., & Vežović, Z. (2017). Izvješće o osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj. *Hrvatski zavod za javno zdravstvo*. Zagreb.
5. Bush, M. L., Thompson, R., Irungu, C., & Ayugi, J. (2016). The Role of Telemedicine in Auditory Rehabilitation: A Systematic Review. *Otol Neurotol*. 37(10), 1466–1474. doi:10.1097/MAO.0000000000001236
6. Car, J., & Sheikh, A. (2003). Telephone consultations (Information in practice). *British Medical Journal*, 326(7396), 966-969.
7. Duncan, K. R., & Aarts, N. L. (2006). A Comparison of the HINT and Quick SIN Tests, *J. Speech-Lang. Pathol. and Audiol.*, 30(2), 86-94.
8. EFHOH (2018). <https://www.efhoh.org/wp-content/uploads/2018/08/State-of-Hearing-Aids-Provision-in-Europe-2018.pdf>
9. Etymotic Research. (2001). *QuickSIN Speech in Noise Test Version 1.3*. Elk Grove Village, IL.
10. European Association of Hearing Aid Professionals [AEA]. (2017). Getting our numbers right. <https://www.aea-audio.org/portal/index.php/aea-action-plan/awareness>
11. Hasson, D., Theorell, T., Westerlund, H., Canlon, B. (2010). Prevalence and characteristics of hearing problems in a working and non-working Swedish population. *J. Epidemiol Community Health*. 64(5), 453-460. doi: 10.1136/jech.2009.095430
12. Health resources and services administration [HRSA]. <http://www.hrsa.gov/telehealth/>
13. Hooper, R. E. (2014). Acoustic shock controversies. *J Laryngol Otol*. 128(SUPPL. S2):2–10.

14. Ivory, R., Kane, R., & Diaz, R. C. (2014). Noise-induced hearing loss: A recreational noise perspective. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 22(5), 394–398.
15. Killion, M. (2002), New thinking on hearing in noise: a generalized articulation index. *Semin. Hear.* 23(1), 57-75. doi:10.1055/s-2002-24976
16. Killion, M., Niquete, P., Gudmundsen, G. I., Revit, L., & Banerjee, S. (2004). Development of a quik speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *J. Acoust.Soc. Am.* 116, 2395-2405. doi: 10.1121/1.1784440
17. Koopman, J., Davey, E., Thomas, N., Wittkop, T., & Verschuure, H. (2008). How should hearing screening tests be offered? *Int. J. Audiol.* 47(5), 230-237. doi: 10.1080/14992020801908236
18. Костић, Ђ. (1999). *Фреквенцијски речник савременог српског језика*. Институт за експерименталну фонетику и патологију говора и Лабораторија за експерименталну психологију. Београд.
19. Krumm, M. (2009). Audiologic applications of telehealth. Featured presentation at AudiologyNOW!, Dallas, TX.
20. Livingston, G. et al. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *Lancet*, 390(10113), 2673-2734. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31363-6
21. Mathers, C. D., & Loncar, D. (2006). Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med.* 3(11), e442. doi: 10.1371/journal.pmed.0030442
22. Nilsson, M., Soli, S. D., & Sullivan, J. A. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise, *J. Acoust. Soc. Am.* 95(2), 1085-1099
23. National Institutes of Health (1990). *Consensus Development Conference Statement: Noise and Hearing Loss*. U.S. Department of Health & Human Services. Bethesda, MD;
24. National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH] <https://www.cdc.gov/niosh/topics/nhis>
25. Николић, М., Секуловић, Г., & Остојић, С. (2016). Учесталост фактора ризика за настанак оштећења слуха код превремено рођене деце. *Специјална едукација и рехабилитација*, 15(2), 173-189. doi: 10.5937/specedreh15-10664
26. Punišić, S., Subotić, M., & Žikić, V. (2014). Significance of the holistic approach in diagnosis of verbal communication disorders. In D. Popov, M. Subotić, M. Sovilj, & M. Skanavis (Ed.), 4th *International Congress*

on *Early Prevention in Children with Verbal Communication Disorders*, 167-176.

27. Punišić, S., Subotić, M., & Žikić, V. (2016). Holistic approach in treatment of children with verbal communication pathology and reflection on social integration. In S. Punišić, S. Maksimović, & V. Nenadović (Ed.), *Treatment of verbal communication disorders in children with combined pathology*, 1-134.
28. Skarzynski, H., Czyżewski, A., & Kostek, B. (2002). Principles and acoustical foundations of the computer-based hearing screening method. *J. Acoust. Soc. Am.* 5(112), Mexico.
29. Совиљ, М., Пантелић, С., & Ђоковић, С. (1996). Бука и вибрације као фактори оштећења слуха, *Ревизија рада*, 278/96, 37-43.
30. Суботић, М., Пунишић, С., & Чабаркапа, Н. (2009). Telehealth у аудиологији. *XVII Telekomunikacioni forum – TELFOR, Proc.* 1077-1080.
31. Суботић, М., & Војновић, М. (2010). QuickSIN тест за српски језик, *DOGS*, 8. *Konf.* 49-52.
32. Суботић, М., Војновић, М., Пунишић, С., & Чабаркапа, Н. (2012). QuickSIN тест за српски језик- проблеми и реализација, *Актуална питања слованске фонетике*, 157-165.
33. Subotić M., Bilibajkić R., & Punišić S. (2016). Telehealth approach in the treatment of children with verbal communication disorders, In Jovičić S, Šarić Z, Subotić M. (Ed.), *Specific applications of information technology and signal processing in speech disorder diagnosis and therapy*, IEFPG, LAAC. 1-76.
34. Шарић и сар. (2009). Радна станица за мерење квалитета слуха QuickSIN тестом. *Техничко решење*. Пројекат 13011: Е-медицине систем за контролу квалитета слуха. Реценз. М. Мијић; В. Делић.
35. Tillman, T. W., & Olsen, W. O. (1973). *Speech Audiometry*. In: Jerger, J. (Ed.), *Modern Developments in Audiology*, Second Edition, Academic Press, New York.
36. Vojnović, M., & Subotić, M. (2010). Specific features of QuickSIN test method for Serbian language, *Third European Congress on Early Prevention, Detection and Diagnostics of Verbal Communication Disorders*, (Ed) M. Skanavis, M. Sovilj, V. Bojanova. Olympia, 111-115.
37. Војновић, М., & Суботић, М. (2010а). Однос сигнал/шум у QuickSIN тесту, *ETRA*, 54. *Konferencija*, AK4.1-1-4.

38. Војновић, М., Шарић, З., Суботић, М., & Билибајкић Р. (2018). Поступак за креирање стимулус реченица за проверу слуха QuickSIN тестом, Патент бр. П-2018/0407, *Гласник интелектуалне својине, бр.10*, 2019.
39. Vos, T., Flaxman, A. D., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., et al. (2012). Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 380(9859), 2163–2196. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61729-2
40. Wakefield, B. J., Holman, J. E., Ray, A., Morse, J., & Kienzle, M. G. (2004). Nurse and patient communication via low-introduction and high-bandwidth telecare systems. *J. Telem. and Telecare* 10(3), 156-159.
41. World Health Organization [WHO] (2012). Deafness and hearing loss. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/>.
42. World Health Organisation [WHO] (2016). Development of a new Health Assembly resolution and action plan for prevention of deafness and hearing loss. <http://www.who.int/iris/handle/10665/250805>
43. World Health Organization [WHO] (2017). Deafness and hearing loss. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/>.
44. Xiao, M., & O'Neill, C. (2018). A comparative examination of healthcare use related to hearing impairment in Europe. *Global & Regional Health Technology Assessment*, 1–22.

A TELEMEDICAL APPROACH TO THE HEARING ASSESSMENT

Silvana Punišić

*R&D Institute "Life Activities Advancement Center", Belgrade
Institute for Experimental Phonetics and Speech pathology
"Đorđe Kostić", Belgrade*

SUMMARY

Although the idea of providing long-distance medical services dates back to the middle of the last century, only the development of information technology enabled the development of a different approach to the health-telehealth. Benefits such as speed, availability, reduced travel costs, available expertise, real-time consultation, etc., greatly improve medical care. In many fields of medicine, telehealth has replaced classical approaches and procedures and has become the standard. The first applications of telehealth were in the field of audiology in the form of long-distance hearing screening. This paper describes an example of an online hearing test system. The system is based on listening to speech in noise using the "Quick Speech in Noise Test" – QuickSIN test. The criteria on the basis of which the system was implemented are described: methodological and technological requirements, hardware and software environment, procedure for forming a base of spoken material for Serbian language and corresponding masking signals. There is a QuickSIN test for adults and for children. For this occasion, QuickSIN test for adults will be described as the first triage test for distant hearing testing that does not require special environmental conditions. As the test is sensitive and easily accessible, it can be of great help in detecting initial levels of hearing impairment and thus a significant help in preventing severe damage.

Keywords: *hearing impairment, telehealth, screening, QuickSIN test, speech in noise*