

Luka Bonetti*Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Odsjek za oštećenja sluha*

Iskoristivost mjera čujnosti za predviđanje kvalitete slušanja

Usability of receptive measures for predicting the hearing quality

Izvorni znanstveni rad UDK: 376.1-056.263

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati odnos četiri specifične funkcionalne mjere sluha i dvije najčešće primjenjivane receptivne mjere sluha – stupnja oštećenja sluha i konfiguracije audiograma – sa svrhom utvrđivanja dostatnosti receptivnih mjera u predviđanju funkcije sluha, odnosno usporedbe stupnja oštećenja sluha i konfiguracije audiograma kao varijabli na temelju kojih se potencijalno može očekivati kakva će biti funkcionalnost sluha. Na uzorku od 29 ispitanika (prosječna dob 18,8 godina) s prelingvalnim oštećenjem sluha prosječnog stupnja od 96 dB i bez drugih razvojnih teškoća, ispitana je funkcionalnost sluha testom identifikacije glasova u jednosložnim i dvosložnim riječima, te je izvršena klasifikacija njihovih audiogramskih krivulja. Taksonomska analiza iskorištena je za grupiranje ispitanika prema rezultatima funkcionalnog testa obzirom na pojedina ispitivana razlikovna obilježja glasova. Diskriminacijska analiza iskorištena je za testiranje razlika u formiranim “funkcionalnim” skupinama ispitanika obzirom na njihova receptivna obilježja, a mogućnost predikcije funkcionalnosti sluha na temelju receptivnih mjera ispitana je klasifikacijskom analizom.

Iako su obje promatrane receptivne mjere dobri opći pokazatelji funkcije sluha, uspješnost na funkcionalnom testu bila je jače povezana sa stupnjem oštećenja sluha. Receptivne mjere pokazale su se dobrim prediktorima kvalitete slušanja, no u ograničenoj mjeri. U kategoriji gluhoće funkciju sluha na temelju čujnosti bilo je moguće predvidjeti s točnošću od preko 95,4%. Međutim, u kategoriji teške naglušnosti dio ispitanika s nižim stupnjevima oštećenja sluha bio je svrstan u najlošiju, a dio ispitanika s izrazito visokim stupnjevima oštećenja sluha u najbolju “funkcionalnu” grupu. Kvalitativna analiza pokazala je da funkcionalnost sluha ne može biti procjenjivana isključivo na temelju čujnosti, već da njezina prognoza ovisi i o drugim faktorima (habilitacijskim, osobnim i drugim).

Cljučne riječi:
funkcionalne
mjere sluha ■
receptivne mjere
sluha

ABSTRACT

The aim of this research was to examine the relationship between four specific functional measures of hearing and two common receptive measures – the pure tone average (PTA) and the audiogram configuration – in order to determine the predictive potential of the respective receptive measures or to compare their potential to form expectations about the function of hearing.

The functionality of hearing was examined in 29 prelingually hearing-impaired subjects (the mean chronological age: 18.8 years; PTA: 96 dB) by using a word identification task. A cluster analysis was applied to group the subjects according to their *functional* results. A discriminant analysis was carried out to test the differences in the receptive properties of the formed *functional* clusters. Finally, the possibility to predict the functionality of hearing on the basis of the receptive variables was examined through a classification analysis. Although PTA showed a stronger relation to the overall results of the functional task, both observed receptive measures were good general indicators of the hearing function, but to a certain extent. In the category of a profound hearing loss, the hearing function was predicted by reception variables with the 95.4% accuracy. However, in the category of a severe hearing loss, some subjects with a lesser PTA were appointed to the least successful functional group and some subjects with a considerably higher pure tone average were appointed to the most successful functional group. An inspection of the qualitative data showed that the functionality of hearing cannot be predicted on the basis of receptive measures exclusively, because the prognosis also depends on other factors (habilitative, personal and other).

Keywords:
functional
measures of
hearing ■
receptive
measures of
hearing

UVOD

U području rehabilitacije i rehabilitacije osoba s oštećenjem sluha odluke o intervenciji i njezinim ishodima uglavnom se temelje na mjerenju receptivnog kapaciteta (Niparko i sur., 2009). Receptivne mjere predstavljaju fiziološki aspekt oštećenja sluha, to jest preostalu osjetljivost organa sluha pa su često uzimane kao pokazatelj slušnog potencijala. Tim prije, odnos kvalitete govora s auditivnim iskustvom i slušnom samokontrolom na općoj se razini prezentira pozitivnom korelacijom receptivnih varijabli s izgovornim obilježjima govornika s oštećenjem sluha, to jest značajnom povezanošću većih ostataka sluha i razumljivosti govora (Tobey i sur., 2011). Na manje općenitim razinama pak, odnos preostale čujnosti i (iz)govora nije izravan: među govornicima unutar iste kategorije, čiji su stupnjevi oštećenja sluha podjednaki, mogu postojati znatne izgovorne razlike (Bonetti, Dulčić i Utović, 2008; Bonetti, Bonetti i Pavić, 2008; Bonetti, 2006). Stoga se u posljednjih 20-tak godina pristupa mjerenju funkcionalnosti sluha kao pokazatelju načina na koji su razni čimbenici uvjetovali iskorištavanje tog preostalog čujnog potencijala (Tobey i sur., 2003; Kent, 1994). Funkcionalne mjere, dakle, predstavljaju uspješnost uporabe receptivnog kapaciteta u komunikaciji pa se među njih najprije ubrajaju rezultati audioloških testiranja govornim (umjesto tonskim ili ne-govornim) podražajima te u širem smislu rezultati upitnika procjene i samoprocjene (Niparko i sur., 2009; Blamey i sur., 2004; Newman i Sandridge, 2004). Receptivne su mjere i dalje sastavni dio kliničkih preporuka jer u kombinaciji s funkcionalnim mjerenjima pružaju bolju sliku o (re)habilitacijskim potrebama, pogotovo zbog njihovog praktičnog doprinosa kliničkim odlukama, kako su već pokazali Leigh i suradnici (2011). Stoga su, radi svog komplementarnog odnosa, kao cjeloviti pokazatelji ishoda kliničke intervencije prihvaćene usporedbe receptivnih, funkcionalnih i, sve više, ekspresivnih mjera.

Doprinos osnovne receptivne mjere – stupnja oštećenja sluha – u dopuni procjene slušanja je velik (Bonetti, 2008), no ostaje pitanje njegove robusnosti (Öster, 2002). Predodžbe o akustičkim ciljevima u govornoj produkciji temelje se na ukupnom auditivnom unosu (Stevens, 2002) pa je razumno pretpostaviti da će na razvoj i kontrolu (iz)govora utjecati cjelokupna konfiguracija preostalog sluha. S tog stanovišta, postoji mogućnost da su (iz)govorne razlike između govornika čiji su stupnjevi oštećenja sluha podjednaki posljedica drugačijeg “rasporeda” preostale osjetljivosti unutar čitavog govornog frekvencijskog raspona, inače “skrivenog” iza prosječnog praga čujnosti. Prema tome, uz sve druge uvjete konstantne ili približno iste, slične konfiguracije audiograma trebale bi odražavati sličnu kvalitetu slušanja, odnosno uzrokovati slične probleme u primanju govornih signala, a time i u njihovom usvajanju te konačno iskorištavanju u komunikaciji. Cilj ovog istraživanja upravo je bio ispitati odnos dvije spomenute receptivne mjere – stupnja oštećenja sluha i konfiguracije audiograma – i specifičnih funkcionalnih mjera sluha kako bi se stekao uvid u njihov potencijal razlikovanja osoba s oštećenjem sluha obzirom na funkcionalnost sluha. Cilj istraživanja je određen sa svrhom ispitivanja dostatnosti receptivnih mjera u predviđanju funkcije sluha, te usporedbe stupnja oštećenja sluha i konfiguracije audiograma kao varijabli na temelju kojih se potencijalno može očekivati kakva će biti

funkcionalnost sluha. Sukladno tome, u istraživanju je pretpostavljeno da je funkcionalnost sluha moguće predvidjeti receptivnim mjerama, a prije svega pomoću konfiguracije audiograma. Takva je pretpostavka temeljena na razmišljanju da se različite audiogramске konfiguracije različito odražavaju na zamjećivanje pojedinih razlikovnih obilježja glasova, te da stoga bolje reprezentiraju funkcionalnost sluha od prosječnog praga čujnosti u užem govornom frekvencijskom području.

METODE

Uzorak ispitanika

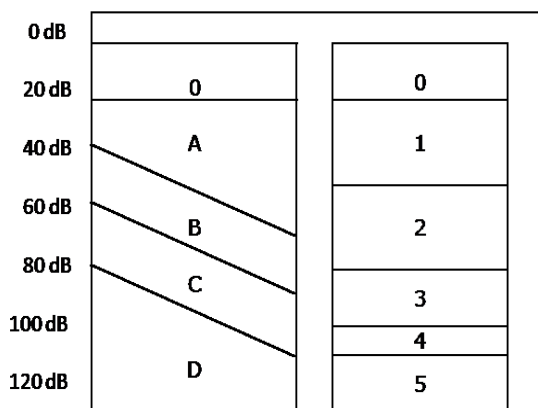
U istraživanju je sudjelovalo 29 ispitanika u dobi od 16 do 22 godine (prosječna dob 18,8 godina), s prelingvalnim oštećenjem sluha i bez drugih razvojnih teškoća. Njihovi recentni audiogrami pokazivali su stupanj oštećenja sluha u rasponu između 61 dB i 120 dB (prosječno 96 dB). Svim sudionicima istraživanja bilo je dodijeljeno slušno pomagalo, u prosjeku do 7. godine života. Trećina njih izjasnila se da pomagalo koristi rijetko ili tek manji dio dana. Svi ispitanici bili su uključeni u edukacijske programe koji potiču razvoj oralne komunikacije (16 u takozvani oralni program, a 13 u takozvani totalni program). Više od polovine ispitanika (17) izjasnila se da pretežno komunicira znakovnim jezikom, ali da se također koristi govorom.

Mjerni instrumenti i varijable

U istraživanju su praćene dvije receptivne mjere: stupanj oštećenja sluha i konfiguracija audiograma. Stupanj oštećenja sluha izračunat je iz recentnih audiograma kao prosječan prag čujnosti za frekvencije od 500, 100 i 2000 Hz na boljem uhu, dobiven pri ispitivanju bez slušnog pomagala ili kohlearnog implantata. Konfiguraciju audiograma predstavljao je oblik krivulje u tonskom audiogramu, dobivene spajanjem pragova čujnosti na frekvencijama od 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 i 6000 Hz, koja se zatim klasificirala na način koji su predložili Stoker i Lape (1980). Ova se klasifikacija bazira na obliku i položaju krivulje u audiogramu pri čemu se razlikuje područje do 1000 Hz s 5 intenzitetskih pojaseva te područje iznad 1500 Hz sa šest intenzitetskih pojaseva. Svakoju je krivulji pridodan kod (kombinacija slova i broja) prema pripadnosti njezinih pragova čujnosti pojedinim intenzitetskim pojasevima unutar dva navedena područja. Krivuljama koje se nisu jasno uklapale u klasifikacijsku rešetku dodijeljen je najbliži mogući kod. Klasifikacijska rešetka i shema bodovanja prikazani su slikom 1.

Funkcionalnost sluha ispitana je zadatkom identifikacije glasova u jednosložnim i dvosložnim riječima (Bonetti, 2008). Zadatak se sastoji u prepoznavanju ciljanih riječi prezentiranih audio tehnikom u slobodnom prostoru. Ciljane riječi uklupljene su s ostalima u unaprijed pripremljenoj tablici. U redovima tablice nalaze se po tri riječi: ciljane riječ koja se prezentira i dvije riječi minimalnog kontrasta koje otežavaju njezino prepoznavanje. U ispitivanju su predstavljene ukupno 44 riječi, od koji je 12 ispitivalo sposobnost prepoznavanja glasova prema obilježju

Slika 1. Klasifikacijska rešetka i shema bodovanja tonskih audiograma (preuzeto iz Stoker i Lape, 1980)



Oblik krivulje	Klasifikacijski broj
A2, B2	1
A3, B4	2
C2	3
B3, B4	4
C3	5
C4	6
C5	7
D5	8
D	9

zvučnosti, 9 prema obilježju nazalnosti, 11 prema mjestu tvorbe, a 12 prema načinu tvorbe. Na primjer, ako je u trijadi *mapa – capa – kapa* ispitanik točno prepoznao prezentiranu riječ *mapa*, to je ukazivalo na njegovu dobru sposobnost razlikovanja glasova prema načinu tvorbe; ako je u trijadi *kuta – kuda – kupa* ispitanik točno prepoznao prezentiranu riječ *kuta*, to je ukazivalo na njegovu dobru sposobnost razlikovanja glasova prema obilježju zvučnosti/bezvučnosti. Opisanom se procedurom nastojalo što jednostavnije ispitati funkcionalnost sluha; ona je u cijelosti bila proizvoljna, a dizajnom nije bila usmjerena ispitivanju sposobnosti identifikacije govornih zvukova na temelju svih razlikovnih obilježja ili njihovih kombinacija, nego tome da "...brzo i ekonomično pruži općeniti uvid u sposobnost ispitanika da razlikuju glasove... na temelju velikih promjena u odnosu laringalnih i supralaringalnih struktura i aktivnosti." (Bonetti, 2008., str. 57-58).

Način provođenja ispitivanja i obrade podataka

Prikupljanju podataka prethodilo je izvršavanje formalnih obveza prema ustanovi u kojoj je izvršen odabir ispitanika, kao i samim ispitanicima. Nakon uvida u njihovu medicinsku dokumentaciju, provedeno je pojedinačno ispitivanje slušanja. Ono je obavljeno u prostoriji s dvorišne strane zgrade, u kojoj nije bilo izvora buke poput klima uređaja, računala i slično. Prije provedbe testa percepcije riječi ispitanici su pregledali ispitni materijal te im je objašnjena ispitna procedura (prema potrebi i znakovnim jezikom). Od ispitanika se očekivalo da u tablici ispisanoj na papiru veličine A4, koja je u recima sadržavala trijade

sastavljene od ciljane riječi i dvije minimalno kontrastne ometajuće riječi, u svakom retku zaokruži riječ za koju smatra da je bila prezentirana audio tehnikom u slobodnom polju.

Ispitanicima su ciljane riječi prezentirane s ranije pripremljene audio snimke putem mikro komponentnog sustava (Yamaha MCR-E810 PianoCraft), glasnoćom koju je preferirao sam ispitanik. Snimka je prezentirana u cijelosti, bez ponavljanja, a riječi su slijedile s razmakom od 5 sekundi, koliko je smatrano dovoljnim za odabir jedne od riječi u trijadi. Listu od 44 riječi čitala je standardnim govorom profesorica logopedije, a snimka je učinjena u Laboratoriju za slušnu i govornu akustiku Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta.

Dobiveni podaci statistički su obrađeni programom STATISTICA 8. Statistička je analiza obuhvatila deskriptivnu, taksonomsku, diskriminacijsku i klasifikacijsku analizu podataka. Taksonomska je analiza iskorištena za grupiranje ispitanika prema rezultatima testa identifikacije jednosložnih i dvosložnih riječi obzirom na pojedina razlikovna obilježja. Diskriminacijska analiza iskorištena je za ispitivanje odnosa receptivnih mjera (stupnja oštećenja sluha i konfiguracije audiograma) i rezultata testa identifikacije riječi, to jest za testiranje razlika u formiranim "funkcionalnim" skupinama ispitanika obzirom na njihova receptivna obilježja. Klasifikacijska analiza iskorištena je za ispitivanje mogućnosti predikcije funkcionalnosti sluha na temelju receptivnih mjera, odnosno za ispitivanje mogućnosti klasifikacije ispitanika u "funkcionalne" skupine na temelju promatranih receptivnih mjera.

REZULTATI I RASPRAVA

Statistička analiza podataka najprije je obuhvatila taksonomsku analizu, kojom je uzorak ispitanika podijeljen u tri skupine prema sličnostima u uspješnosti na zadacima identifikacije glasova u jednosložnim i dvosložnim riječima. U tablici 1 prikazane su prosječne vrijednosti i standardne devijacije rezultata za tri skupine ispitanika na četiri funkcionalne i dvije receptivne varijable. Taksonomska analiza provedena je *k-means* metodom, to jest grupiranjem točnih rezultata ispitanika na četiri funkcionalne varijable, i to na način da su varijabilnosti unutar pojedine grupe u točnosti odgovora minimalne, a između grupa maksimalne. Na taj je način postignuto da su pojedine grupe formirali ispitanici čija je točnost identifikacije glasova u jednosložnim i dvosložnim riječima prema obilježjima zvučnosti/bezvučnosti, nazalnosti/oralnosti te mjestu i načinu tvorbe bila maksimalno slična. Istovremeno, ovim je postupkom postignuto da je točnost identifikacije glasova u jednosložnim i dvosložnim riječima prema obilježjima zvučnosti/bezvučnosti, nazalnosti/oralnosti te mjestu i načinu tvorbe između četiri formirane grupe ispitanika bila maksimalno različita. Udaljenost između pojedinačnih rezultata na svakoj varijabli određena je kao suma kvadriranih razlika ili kvadrirana euklidska udaljenost. To je učinjeno jer razlike u rasponu rezultata na pojedinim varijablama nisu bile velike pa je smatrano da konačne udaljenosti između rezultata pojedinih ispitanika i između centralnih vrijednosti grupa neće biti pod većim utjecajem neke od promatranih varijabli.

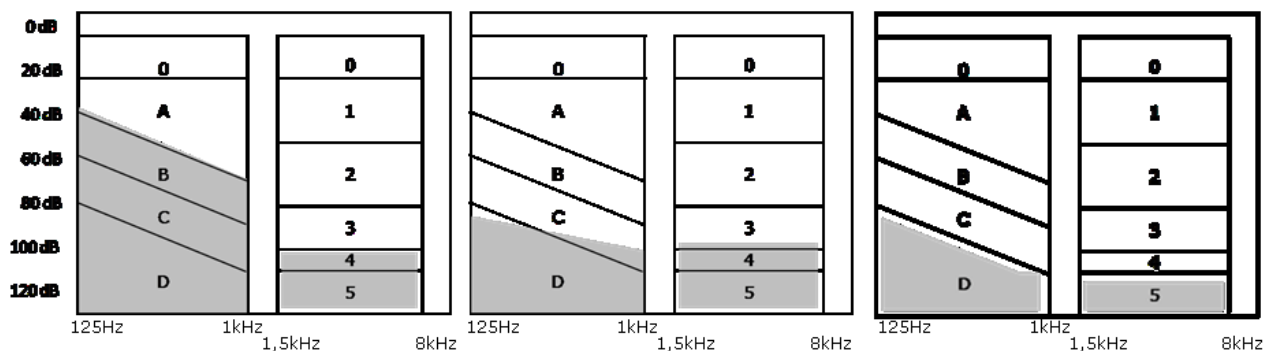
Ispitanici u prvoj grupi u prosjeku su točno prepoznali

Tablica 1. Prosječne vrijednosti, standardne devijacije i rezultati testiranja normalnosti distribucije frekvencija na četiri funkcionalne i dvije receptivne varijable za tri grupe ispitanika formirane nakon provedbe taksonomske analize

Varijable	Grupa 1 (N=5)				Grupa 2 (N=7)				Grupa 3 (N=17)			
	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max
Zvučnost	9,4	1,3	7	10	6,9	1,3	5	9	4,2	1,1	3	6
Nazalnost	8,2	1,1	7	9	5,9	1,7	4	8	4	1,1	3	6
Mjesto	6,8	1,85	5	9	5,3	1,6	3	8	5,4	1,4	3	8
Način	10,2	0,8	9	11	7,9	1,1	6	9	5,6	2,2	2	10
SOS	71,6	12,01	61	92	91	16,2	67	112	105,2	8,3	90	120
KA	2,6	1,3	2	5	5,1	3	1	9	7,5	1,3	5	9

SOS – stupanj oštećenja sluha, u dB, KA – konfiguracija audiograma, M – prosječne vrijednosti, SD – standardne devijacije, Min i Max – minimalne i maksimalne vrijednosti na varijabli

Slika 1. Konfiguracije audiogramskih krivulja tri grupe ispitanika. S lijeva na desno: grupa 1, grupa 2 i grupa 3. Krivulje grupa nalaze se unutar bijelog područja, što znači da su pragovi čujnosti ispitanika u sivom području. Prema tome, što je više područja osjenčano sivom bojom, to je bolja preostala čujnost u području između 125 Hz i 8 kHz). Najpovoljniji ostaci sluha vidljivi su u prvoj grupi, koja ima očuvanu čujnost u područjima B, C i D (do 1 kHz) te područjima 4 i 3 (iznad 1,5 kHz). Prosječni pragovi čujnosti grupe 2 nalaze se na rubovima područja C (do 1 kHz) i područjima 4 i 3 (iznad 1,5 kHz). Pragovi čujnosti grupe 3 nalaze se samo u području D (do 1 kHz) i području 5 (iznad 1,5 kHz).



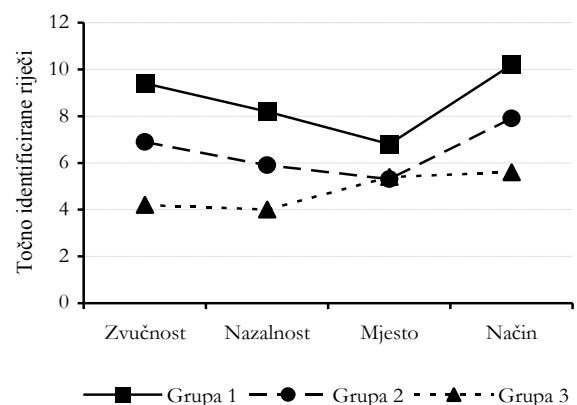
gotovo sve ciljane riječi među minimalno kontrastnim riječima prema obilježju nazalnosti, oko 75-80% prema zvučnosti/bezvučnosti i načinu tvorbe te oko 60% prema mjestu tvorbe glasova. Ovi su rezultati u skladu s njihovom preostalom slušnom osjetljivošću: prosječni stupanj oštećenja sluha (71,6 dB), prosječna ocjena audiogramskih konfiguracija (2,6) i standardne devijacije na receptivnim varijablama ukazuju na dostupnost frekvencija ispod 1 kHz na intenzitetima slabijim od 80 dB te frekvencija iznad 1,5 kHz na intenzitetima između 80 i 100 dB ili manje.

U drugoj grupi nalaze se ispitanici koji su na testu identifikacije riječi u prosjeku točno prepoznali oko 60-65% ciljanih riječi prema obilježjima zvučnost/bezvučnost, nazalnost/oralnost i načinu tvorbe glasova, ali su prema obilježju mjesta tvorbe u prosjeku točno prepoznali niti 50% riječi. Prosječni stupanj oštećenja sluha u ovoj grupi iznosio je 91 dB, a prosječna ocjena konfiguracije audiograma bila je 5. To ukazuje na pragove čujnosti u području iznad 1,5 kHz na intenzitetima između 80 i 100 dB. Na frekvencijama ispod 1 kHz osjetljivost sluha ovih ispitanika kreće se između 60 i 110 dB.

Treća grupa ispitanika u prepoznavanju riječi bila je najmanje uspješna. Ova grupa u prosjeku nije uspjela točno

prepoznati niti polovicu ciljanih riječi među minimalno kontrastnim riječima prema svim promatranim obilježjima. Prosječni stupanj oštećenja sluha u ovoj je grupi bio 105 dB,

Grafikon 1. Srednji rezultati tri skupine ispitanika formiranih taksonomskom analizom funkcionalnih varijabli



a njihova prosječna ocjena konfiguracije pragova čujnosti iznosila je 7,5. To govori da njihova čujnost u području frekvencija ispod 1 kHz otprilike počinje tek od 60 dB na najnižim frekvencijama, te da je u području iznad 1,5 kHz čujnost moguća tek pri vrlo visokim intenzitetima.

Kratak opis obilježja čujnosti i funkcije sluha tri grupe ispitanika pokazuje da je taksonomskom analizom ostvarena logična podjela uzorka prema uspješnosti identifikacije riječi i prema preostaloj slušnoj osjetljivosti: grupa 1 odražava najveći uspjeh na svim funkcionalnim varijablama pri najpovoljnijim receptivnim uvjetima, grupa 2 slabiji uspjeh na funkcionalnim varijablama pri nepovoljnijim receptivnim uvjetima, a grupa 3 najlošiji uspjeh na funkcionalnim varijablama pri najnepovoljnijim receptivnim uvjetima. Navedeno je i grafički prikazano grafikonom 1 i slikom 1.

Nadalje se u analizi podataka pristupilo ispitivanju mogućnosti klasifikacije ispitanika u jednu od formiranih "funkcionalnih" grupa na temelju dvije receptivne varijable. Taj je postupak proveden s ciljem usporedbe stupnja oštećenja sluha i konfiguracije audiograma kao varijabli na temelju kojih se potencijalno može očekivati kakva će biti funkcionalnost sluha. U tu se svrhu namjeravala primijeniti diskriminacijska analiza podataka, što je najprije zahtijevalo provjeru normalnosti distribucije rezultata. Stoga je proveden Kolmogorov-Smirnovljev test (K-S) normalnosti distribucije čiji su rezultati prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Rezultati testiranja normalnosti distribucije funkcionalnih i receptivnih varijabli

Varijable	N	max D	p
Zvučnost	29	0,15	$p > 0,20$
Nazalnost	29	0,20	$p < 0,15$
Mjesto	29	0,20	$p < 0,20$
Način	29	0,11	$p > 0,20$
SOS	29	0,17	$p > 0,20$
KA	29	0,22	$p < 0,15$

SOS – stupanj oštećenja sluha (dB), KA – konfiguracija audiograma, Max D – D vrijednost testa, p – značajnost D vrijednosti

Iz tablice 2 vidljivo je da niti jedna D vrijednost K-S testa nije značajna na razini značajnosti od $p < 0,05$ pa se pretpostavka da su distribucije rezultata normalne mogla prihvatiti za sve promatrane varijable. S obzirom da je potvrđena normalnost distribucije, podatke je nadalje bilo opravdano analizirati diskriminacijskom analizom. Tablica 3 prikazuje da "receptivni" model sastavljen od dvije varijable ima značajan diskriminacijski potencijal na razini značajnosti od $p < 0,01$. Iz prvog stupca tablice može se primijetiti da se nakon uvođenja varijable *Konfiguracija audiograma* (KA) u model njegova diskriminacijska snaga povećala. Međutim, parcijalne lambde u trećem stupcu ukazuju da varijabla *Stupanj oštećenja sluha* (SOS) ima veći pojedinačni diskriminacijski doprinos (parcijalna lambda joj je bliža vrijednosti 0,0, koja odražava maksimalnu diskriminacijsku snagu). U stupcu T nalaze se proporcije specifične varijance za dvije receptivne varijable u modelu. Niže vrijednosti ovdje ukazuju na veću redundantnost pojedine varijable.

Obje promatrane varijable su redundantne, što je očekivani podatak jer konfiguracija audiograma i stupanj oštećenja sluha odražavaju isto obilježje – auditivnu recepciju.

Tablica 3. Diskriminacijski potencijal "receptivnog" modela

Wilksova lambda: 0,40486 F (4,50)=7,1452 p < 0,0001						
	W	Parc.	F	P	T	1-T
SOS	0,47	0,86	1,97	0,16	0,24	0,76
KA	0,41	0,98	0,28	0,76	0,24	0,76

SOS – stupanj oštećenja sluha (u dB), KA – konfiguracija audiograma, W – Wilksova lambda, Parc – parcijalne lambde, F – Fisherov test, p – značajnost, T – tolerancija ili proporcija specifične varijance

Tablica 4 sadrži podatke o dobivenim diskriminacijskim funkcijama. U analizi su dobivene dvije funkcije (koliko i varijabli) jer je broj varijabli u modelu bio manji od broja grupa minus 1, a analizirana je samo prva jer je bila statistički značajna na razini značajnosti od $p < 0,01$. Moguće je primijetiti visoku korelaciju receptivnih varijabli u modelu s izračunatim karakterističnim korijenom (0,77), kao i visok postotak varijance koji se njome objašnjava (98,5%). Promatranu diskriminacijsku funkciju dominantno definira varijabla *Stupanj oštećenja sluha* (SOS), a potom varijabla *Konfiguracija audiograma* (KA), na što ukazuju koeficijenti diskriminacije (standardizirani diskriminacijski koeficijenti) i koeficijenti korelacije receptivnih varijabli s dobivenom diskriminacijskom funkcijom, prikazani u tablici 5.

Nakon što je utvrđeno da se grupe ispitanika zaista razlikuju prema obilježjima čujnosti i to najprije prema stupnju oštećenja sluha, ispitan je i način na koji se razlikuju.

Tablica 4. Kanoničke diskriminativne funkcije

	KK	R	% var.	% kum.var.	W	HI2	df	p
0	1,42	0,77	98,5	98,5	0,40	23,06	4	0,00
1	0,02	0,14	1,5	100,0	0,98	0,53	1	0,47

KK – kannonički korijen, R – kanonička korelacija, var. – varijanca, kum.var. – kumulativna varijanca, W – Wilksova lambda, HI2 – HI²-test, p – značajnost

Tablica 5. Standardizirani koeficijenti diskriminacije receptivnih varijabli i njihove korelacije s diskriminacijskom funkcijom

	Standardizirani diskriminacijski koeficijenti	Korelacija s diskriminacijskom funkcijom
SOS	0,92	0,99
KA	0,09	0,89

SOS – stupanj oštećenja sluha (u dB), KA – konfiguracija audiograma

Stoga su izračunate srednje vrijednosti grupa na dobivenoj diskriminacijskoj funkciji (kanoničkoj varijabli), a prikazuje ih tablica 6. Srednje vrijednosti ukazuju da diskriminacijska funkcija najbolje razlikuje drugu “funkcionalnu” grupu od preostale dvije, te u nešto manjoj mjeri prvu i treću.

Tablica 6. Srednje vrijednosti tri grupe ispitanika na diskriminacijskoj funkciji

	Srednje vrijednosti
Grupa 1	0,46
Grupa 2	2,18
Grupa 3	-0,83

Tablica 7. Funkcije klasifikacije predloženog modela s dvije receptivne varijable

	Grupa 1 p=0,241	Grupa 2 p=0,17	Grupa 3 p=0,59
SOS	2,14	1,93	2,20
KA	-9,70	-9,36	-9,31
Konstanta	-73,73	-58,81	-81,00

SOS – stupanj oštećenja sluha (u dB), KA – konfiguracija audiograma

Tablica 8. Matrica klasifikacije ispitanika u uzorku modelom s dvije receptivne varijable

	% dobro klasificiranih ispitanika	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3
Grupa 1	28,57	2	1	4
Grupa 2	80,00	0	4	1
Grupa 3	94,12	1	0	16
Ukupno	75,86	3	5	21

Objašnjenje ovih rezultata nudi uvid u klasifikacijske funkcije izračunate na temelju analiziranog “receptivnog” diskriminacijskog modela (tablica 7) i njihovu primjenu na ispitanike iz uzorka ovog istraživanja (tablica 8). Vrijednosti originalnih varijabli primijenjene su u navedene funkcije i pojedini je ispitanik razvrstan u grupu čija je funkcija imala najveći broj. Vidljivo je da model ispitanike uspijeva klasificirati točnošću od 75,9%, što znači da je na temelju receptivnih obilježja (a primarno stupnja oštećenja sluha) u “funkcionalne” grupe točno klasificirano 22 ispitanika. Najviše je pogrešnih klasifikacija u grupi 1, gdje je na temelju mjera čujnosti točno klasificirano niti 30% ispitanika ili samo 2 ispitanika.

Tablica 9 prikazuje vjerojatnosti klasifikacije 24,1% ispitanika koji nisu bili točno klasificirani u pojedinu “funkcionalnu” grupu pomoću modela s dvije receptivne varijable. U najvećem se broju slučajeva radi o ispitanicima koji su prema obilježjima čujnosti imali najveće izgleda za klasifikaciju u grupu 3. Od toga je za 4 ispitanika vjerojatnost

pogrešne klasifikacije bila preko 80%, ali za preostala 3 niti 50%. Provjera početnih podataka upućuje da je do razlike između funkcionalne i receptivne klasifikacije došlo radi dobrih rezultata na testu identifikacije riječi ispitanika s visokim stupnjevima oštećenja sluha, odnosno visoko ocijenjenim konfiguracijama audiograma (koje ukazuju na skromnu čujnost).

Tablica 9. Vjerojatnosti klasifikacije netočno klasificiranih ispitanika u pojedinu “funkcionalnu” grupu pomoću modela s dvije receptivne varijable, s rezultatima receptivne i ukupne funkcionalne procjene

SOS	KA	UR	KF	Vjerojatnost klasifikacije prema funkciji sluha (u %)		
				G 1	G 2	G 3
67	2	27	G1	12	87	1
92	5	27	G1	47	5	48
98	8	27	G1	17	2	81
106	7	25	G1	17	0	83
112	9	21	G1	6	0	94
92	5	30	G2	47	5	48
90	5	23	G3	48	8	44

SOS – stupanj oštećenja sluha (u dB), KA – konfiguracija audiograma, UR – ukupan broj točno identificiranih riječi, KF – klasifikacija prema funkciji sluha, G1-3 – prva, druga i treća “funkcionalna” grupa

Rezultati statističke analize podataka ukazuju na sljedeće: a) obje promatrane mjere čujnosti razumno su dobri opći pokazatelji uspješnosti u iskorištavanju ostataka sluha (slušanju); b) “bolji” od “lošijih” slušača najprije se razlikuju prema stupnju oštećenja sluha pa se općenito može reći da što je stupanj oštećenja veći, to je manja vjerojatnost da će osoba uspješno prepoznavati riječi u govornom signalu; c) spomenuto se ne može smatrati pravilom, već općim trendom, koji se očito drastično može promijeniti pod utjecajem drugih čimbenika.

Provedeno istraživanje potvrđuje da su receptivne mjere donekle dobar prediktor kvalitete slušanja. Preciznije rečeno, receptivne mjere mogu pružiti predodžbu o opsegu “prepreke” koju oštećenje sluha postavlja govornim podražajima na periferiji slušnog puta. Pri tome je, čini se, dostatno taj opseg izraziti čak samo jednom mjerom – prosječnim pragom čujnosti na užem govornom frekvencijskom pojasu. Dakle, prvu pretpostavku istraživanja moguće je prihvatiti, dok drugu nije moguće prihvatiti.

Pogreške u predviđanju funkcionalnosti sluha na temelju receptivnih mjerenja koje su utvrđene ovim istraživanjem ne bi trebale biti tumačene protiv njihove primjene u predviđanju načina slušanja. Štoviše, diskriminacijski model čini se primjenjiv u kategoriji gluhoće, gdje s točnošću od preko 95,4% predviđa funkciju sluha na temelju čujnosti (postotak izračunat bez prve grupe ispitanika). U kategoriji teške naglušnosti model se pokazao nepouzdanim jer je neke ispitanike s nižim stupnjevima oštećenja sluha svrstao u najlošiju “funkcionalnu” grupu

(grupu 3), a ispitanike s izrazito visokim stupnjemima oštećenja sluha u najbolju "funkcionalnu" grupu (grupu 1). Objašnjenje nije u konfiguraciji audiograma, već ga nudi kvalitativna analiza podataka o ispitanicima koji su na temelju "receptivnog" modela klasificirani drugačije od funkcionalne klasifikacije. Naime, uočeno je da su ispitanici s dobrim funkcionalnim rezultatima i skromnim mjerama čujnosti bili redoviti i cjelodnevni korisnici slušnog pomagala, čija je svakodnevna komunikacija isključivo ili pretežno oralna. Također je uočeno i obratno. Iz toga slijedi da je receptivni model kompromitiran slučajevima vrlo funkcionalnih malih ostataka sluha i nefunkcionalnih većih ostataka sluha, nastalih pod utjecajem drugih, ne-receptivnih i ne-funkcionalnih varijabli. Prema tome, iako se pokazalo da je praktična vrijednost ispitnog dvokomponentnog diskriminacijskog modela ograničena na kategoriju gluhoće, njegova je vrijednost u tome što daje usmjerenje u dizajniranju budućih diskriminacijskih modela.

Iz rezultata statističke analize jasno je da treba ustanoviti i *zašto* neke osobe vrlo skromne ostatke sluha u oralnoj komunikaciji koriste vrlo uspješno, a neke osobe znatne ostatke sluha koriste manje uspješno. Dakle, diskriminacijski modeli namijenjeni predviđanju funkcionalnosti sluha ne mogu se temeljiti samo na usporedbi receptivnih, funkcionalnih ili ekspresivnih mjera jer točnost prognoze ishoda stručne intervencije ovisi o njihovoj dopuni drugim varijablama – (re)habilitacijskim, edukacijskim, komunikacijskim, osobnim, subjektivnim i drugima.

ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati upućuju da bi budući prognostički modeli u obzir trebali uzeti: a) "ulazna" obilježja osobe u stručnom tretmanu (čujnost prije i nakon dodjele slušnog pomagala), b) presudne odrednice razvoja i oblikovanja "ulaznih" obilježja u psihofiziološkom smislu (adekvatnost stručne intervencije za jezično-govorni razvoj i socijalnu integraciju na pojedinačnoj razini) i c) "izlazna" obilježja koja pokazuju uspješnost intervencije u pojedinim vremenskim točkama (napredak u razvoju slušno-govornih vještina, odnosno u jezičnoj kompetenciji).

Uprkos tome što se izneseno iskustveno i logično podrazumijeva, kvantitativna istraživanja poput ovog opravdana su jer iznova upozoravaju na potrebu predlaganja prognostičkih modela u domaćoj praksi. Slična, ali opsežnija kvantitativna istraživanja mogla bi imati potencijal definiranja jedinstvenog prognostičkog modela u području habilitacije i rehabilitacije slušanja, koji bi pomogao sve njezine aspekte – inicijalne procjene, izradu stručnih planova i programa, definiranje ciljeva intervencije i očekivanih rezultata, te evaluaciju njezine realizacije. Ako bi mogli olakšati planiranje intervencije na utvrđenim osobnim potrebama te povećati njezinu kontrolu, takvi bi modeli doprinijeli racionalizaciji čitavog procesa uz maksimalan konačni rezultat – socijalnu integraciju korisnika.

LITERATURA

- 1) Blamey, P. J., Bow, C. P., Martin, L. F.A., Paatsch, L. E., Sarant, J. Z. (2004). Source separating contributions of hearing, lexical knowledge, and speech production to speech-perception scores in children with hearing impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47 (4), 738-750.
- 2) Bonetti, L. (2008). Prediktori razumljivosti govora osoba s oštećenjem sluha. Neobjavljena doktorska disertacija. Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- 3) Bonetti, L., Bonetti, A., Pavić, M. (2008). Usporedba vremena uključenja glasa u govoru teško naglušnih, gluhih i čujućih ispitanika. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 44 (2), 1-10.
- 4) Bonetti, L., Utović, V., Dulčić, A. (2007). Utjecaj stupnja gluhoće na kontrolu prozodijskih elemenata. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 44 (1), 1-13.
- 5) Bonetti, L. (2006). Kvantitativna procjena nazalnosti u govoru djece s oštećenjem sluha i čujuće djece. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 42 (2), 3-15.
- 6) Kent, R. D., Miolo, G., Bloedel, S. (1994). The intelligibility of children's speech: A review of evaluation procedures. *American Journal of Speech Language Pathology*, 3, 81-95.
- 7) Leigh, J., Dettman, S., Dowell, R., Sarant, J. (2011). Evidence-Based Approach for Making Cochlear Implant Recommendations for Infants With Residual Hearing. *Ear & Hearing*, 32 (3), 313-322.
- 8) Newman, C. W., Sandridge, S. A. (2004). Hearing loss is often undiscovered, but screening is easy. *Cleveland Clinic Journal Of Medicine*, 71 (3), 225-232.
- 9) Niparko, J. K. (2009). Cochlear implants: principles & practices. Lippincott Williams & Wilkins, Second edition.
- 10) Öster, A-M. (2002). The relationship between residual hearing and speech intelligibility - Is there a measure that could predict a prelingually profoundly deaf child's possibility to develop intelligible speech? *TMH-QPSR*, Vol. 43, 51-56.
- 11) Stevens, K. N. (2002). Toward a model for lexical access based on acoustic landmarks and distinctive features. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111, 1872-1891.
- 12) Stoker, R. G., Lape, W. N. (1980). Analysis of Some Non-Articulatory Aspects of the Speech of Hearing-Impaired Children. *The Volta Review*, 82 (3), 137-148.
- 13) Tobey, E. A., Geers, A. E., Brenner, C., Altuna, D., Gabbert, G. (2003). Factors Associated with Development of Speech. Production Skills in Children Implanted by Age Five. *Ear & Hearing*, 24 (1), 36-45.
- 14) Tobey, E. A., Geers, A. E., Sundarajan, M., Lane, J. (2011). Factors Influencing Elementary and High-School Aged Cochlear Implant Users. *Ear & Hearing*, 32, 27-38.