

# Govorni i jezični ishodi kod rano implantirane gluhe djece

---

**Turčić, Dora**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:158:439056>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Education and Rehabilitation Sciences - Digital Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad  
Govorni i jezični ishodi kod rano implantirane gluhe djece

Ime i prezime studenta

Dora Turčić

Zagreb, lipanj, 2022.

Sveučilište u Zagrebu  
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad  
Govorni i jezični ishodi kod rano implantirane gluhe djece

Ime i prezime studenta

Dora Turčić

Ime i prezime mentora

Doc. dr. sc. Iva Hrastinski

Zagreb, lipanj, 2022.

### Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam osobno napisala rad *Govorni i jezični ishodi kod rano implantirane gluhe djece* i da sam njegoa autorica.

Svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima jasno su označeni kao takvi te su adekvatno navedeni u popisu literature.

Ime i prezime: Dora Turčić

Mjesto i datum: Zagreb, 17.6.2022.

Naslov rada: Govorni i jezični ishodi kod rano implantirane gluhe djece

Ime i prezime studentice: Dora Turčić

Ime i prezime mentorice: Doc. dr. sc. Iva Hrastinski

Mjesto i datum: Zagreb, 17.6.2022.

Program/modul na kojem se polaže diplomski ispit: Logopedija

Sažetak:

Zahvaljujući novorođenačkom probiru na oštećenje sluha, danas se kongenitalna gluhoća otkriva pri rođenju. Kohlearna implantacija omogućuje slušanje te na taj način omogućuje djetetu jezični i govorni razvoj. Mnogobrojna istraživanja pokazuju pozitivan utjecaj rane kohlearne implantacije, one prije treće godine života, na jezične i govorne ishode. U usporedbi s djecom implantiranom kasnije, ranije implantirana djeca pokazuju bolje govorne vještine, kao i jezični razvoj koji je usporediv s čujućim vršnjacima. Unatoč boljim govornim vještinama i jezičnim razvojem, ranije implantirana djeca i dalje imaju lošija postignuća od čujućih vršnjaka, te je prisutna velika varijabilnost. Ovaj pregledni rad usmjeren je na utvrđivanje razine usvojenosti govornih vještina te rječničkih i morfosintaktičkih znanja kod rano implantirane djece s obzirom na dob implantacije. Konačno, navest će se pregled čimbenika koji utječu na izrazitu varijabilnost govornih i jezičnih ishoda rano implantirane djece, kao i rizici rane kohlearne implantacije.

Ključne riječi: rana kohlearna implantacija, govorne vještine, jezični ishodi, čimbenici varijabilnosti

Title of graduate thesis: Speech and language outcomes after early cochlear implantation

Student's name and surname: Dora Turčić

Mentor's name and surname: Doc. dr. sc. Iva Hrastinski

Field of study: Speech – Language Pathology

Abstract:

With the application of newborn hearing screening programs, today congenital deafness can be identified at birth. Cochlear implantation restores hearing and enables child's speech and language development. Many research show advantages of early cochlear implantation, before the age of three, especially in language and speech development. When compared to children implanted later, earlier implanted children show better speech and language outcomes, and their language development can be compared to hearing peers. Despite this, there is still a great variability in outcomes. This master thesis will give a review of speech, vocabulary and morphosyntactic skills in early implanted children regarding the age at implantation. Finally, it will give a review of multiple factors influencing speech and language development of early implanted children, and potential risks of early cochlear implantation.

Key words: early cochlear implantation, speech skills, language outcomes, factors of variability

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
1.1. Rana kohlearna implantacija.....	1
1.1.2. Rizici rane kohlearne implantacije .....	3
1.1.2.1. Pouzdanost vrlo rane procjene sluha prije kohlearne implantacije.....	4
1.2. Govorni i jezični ishodi .....	5
2. PROBLEM I CILJ RADA.....	7
3. GOVORNE VJEŠTINE RANO IMPLANTIRANE DJECE .....	8
3.1. Utjecaj dobi implantacije na govornu percepciju .....	8
3.2. Utjecaj dobi implantacije na govornu produkciju .....	9
3.3. Govorne vještine djece implantirane prije prve godine života.....	10
3.4. Usporedba govornih vještina rano implantirane djece obzirom na dob implantacije.....	11
4. JEZIČNI ISHODI RANO IMPLANTIRANE DJECE.....	13
4.1. Morfosintaktička i rječnička znanja rano implantirane djece .....	13
4.1.1. Morfosintaktička znanja .....	13
4.1.2. Analiza sintaktičkih i morfoloških pogrešaka .....	15
4.2. Rječnik rano implantirane djece i njihovih čujućih vršnjaka .....	18
4.3. Rječnik implantirane djece obzirom na dob implantacije.....	21
5. ČIMBENICI VARIJABILNOSTI GOVORNIH I JEZIČNIH ISHODA KOD RANO IMPLANTIRANE DJECE .....	24
5.1. Slušni čimbenici .....	24
5.1.1. Dob identifikacije oštećenja sluha .....	25
5.1.2. Dob implantacije .....	25
5.1.3. Slušno iskustvo prije implantacije.....	25
5.1.4. Karakteristike kohlearnog implanta.....	26
5.1.5. Bilateralna kohlearna implantacija .....	26
5.2. Čimbenici koji se odnose na dijete.....	27
5.2.1. Spol djeteta.....	27
5.2.2. Etiologija oštećenja sluha .....	28
5.2.3. Infekcija citomegalovirusom.....	28
5.2.4. Mutacija gena GJB2 .....	28
5.2.5. Dodatne teškoće .....	29
5.3. Okolinski čimbenici .....	31

5.3.1.	Obiteljske karakteristike .....	31
5.3.2.	Oblik obrazovanja .....	33
5.3.3.	Način komunikacije .....	34
5.3.4.	Kognitivne vještine implantirane djece .....	36
5.3.4.1.	Izvršne funkcije .....	36
6.	ZAKLJUČAK .....	39
7.	LITERATURA .....	41



## 1. UVOD

Gubitak sluha u prve tri godine života, ili kongenitalna gluhoća značajno utječu na usvajanje jezika i govora, a posljedično i na ostale aspekte života, kao što su akademski ishodi. Ovisno o oštećenju sluha, ukoliko je ona moguća, neki roditelji odlučuje se na kohlearnu implantaciju svojeg djeteta. Primarna korist ovog postupka je poboljšana čujnost koja utječe na bolje slušanje te tako može omogućiti usvajanje govornog jezika i govora. Uz brojne varijable koje su bitne za uspješnost implantacije, kao što su opći razvoj djeteta, postojanje komorbiditeta, vrsta oštećenja sluha itd., najbitnijom se smatra dob implantacije. Rana kohlearna implantacija, ona prije treće godine života, omogućuje najbolje ishode u slušanju, govoru, kogniciji i pamćenju zbog maksimalnog plasticiteta središnjeg živčanog sustava u prvim godinama života (Mikić i sur., 2014). Brojna istraživanja provedena na temu razvoja govora i jezika kod rano implantirane djece u usporedbi s djecom koja su implantirana kasnije, pokazuju bolje govorne vještine kao i bolji jezični razvoj te ih se može uspoređivati s čujućim vršnjacima. No, kod usporedbe s čujućim vršnjacima, i dalje su ta postignuća lošija, a govorni i jezični ishodi vrlo varijabilni.

### 1.1. Rana kohlearna implantacija

Široko prihvaćeni novorođenački probir na oštećenje sluha koji je započeo 1990-ih godina omogućio je ranu identifikaciju oštećenja sluha kod novorođenčadi što je omogućilo i raniju intervenciju. Upravo je to uspješno snizilo prosječnu dob dijagnosticiranja oštećenja sluha sa 24-30 mjeseci na 2 do 3 mjeseca (Harrison i sur., 2003). U Hrvatskoj je Sveobuhvatni probir novorođenčadi na oštećenje sluha (SPNOS ili Universal Neonatal Hearing Screening – UNHS) započet početkom veljače 2002. godine, a danas se probir provodi u svim hrvatskim rodilištima. Rana kohlearna implantacija preporučuje se onoj djeci kod koje je novorođenačkim probirom te ranom dijagnostikom otkriveno teško oštećenje sluha ili gluhoća, a s namjerom da se što bolje iskoristi rano razdoblje, optimalno za usvajanje jezika (Gates & Miyamoto, 2003). Agencija za hranu i lijekove (FDA) 2000. godine snizila je granicu rane kohlearne implantacije na 12 mjeseci, a za neke uređaje i 9 mjeseci, kao što su implantirani tvrtke Cochlear. Iako FDA još nije donijela smjernice, u svijetu se implantiraju i djeca mlađa od 9 mjeseci. Primjerice, u Europi, Australiji i Južnoj Africi, implantiraju se djeca u dobi i od 4 mjeseca, jer te države ne

podliježu smjernicama FDA (Dettman, 2016). Zbog ovako rane dobi nužno je sagledati sigurnosne aspekte operacije, kao i njene ishode.

Kohlearni implant elektroničko je slušno pomagalo koje ugradnjom elektrode u pužnicu zaobilazi oštećene slušne stanice i dovodi podražaj do slušnog živca. Tako je omogućena čujnost i u onim slučajevima kada to zbog jačine oštećenja nije moguće postići slušnim pomaglima. Vanjski dio uređaja čine mikrofona, procesor govora i zavojnica/prijenosnik, a unutarnji dio prijemnik/stimulator i elektroda. Mikrofon vanjski zvuk šalje do procesora govora, koji izgleda poput zaušnog slušnog pomagala (ili je pričvršćen na odjeću). Procesor govora taj zvuk pretvara u digitalni signal. Nakon toga signal odlazi prijenosniku (s vanjske strane glave) i nakon toga prijemniku koji je ispod kože. Prijemnik zatim šalje zvučni signal elektrodama koje su smještene u unutarnjem uhu, ili pužnici. Elektrode podraže slušni živac i "obavijeste" mozak o dolazećem zvuku (ASHA, 2021).

Prvi kohlearni implant u početku ugrađivali su se samo odraslim gluhim osobama, a s vremenom i napretkom tehnologije ugrađivali su se sve mlađoj djeci, do danas kada se kohlearni implant može ugraditi djeci mlađoj od godinu dana, a sve zahvaljujući novorođenačkom probiru na oštećenje sluha već u rodilištima. Rana kohlearna implantacije važna je zbog iskorištavanja svojstva neuroplastičnosti.

Neuroplastičnost mozga sposobnost je mozga da nadoknadi izgubljenu funkciju stvaranjem novih neuronskih veza, ponovnim učenjem i pamćenjem te da se reorganizira nakon određenih oštećenja ili degenerativnih oboljenja. Nikolopoulos i suradnici su još 1999. godine među prvima iznijeli snažne dokaze o važnosti što ranije implantacije prelingvalno gluhe djece kako bi se olakšao razvoj govorne percepcije i razumljivosti. Njihove studije pokazale su kako povećanje dobi implantacije negativno korelira s mjerama govornih vještina. Sharma i sur. (2002) istraživanjem su pokazali kako u odsustvu slušne stimulacije postoji kritički period od otprilike 3.5 godina u kojem je ljudski središnji slušni sustav maksimalno plastičan. Nakon sedme godine, neuroplastičnost se čini znatno umanjenom.

Za sveobuhvatnu procjenu kandidature za kohlearnu implantaciju kod male djece potreban je multidisciplinarni tim. Za pacijente mlađe od 6 mjeseci, dijagnostika oštećenja sluha provodi se metodama kao što su otoakustička emisija, timpanometrija i akustički refleksi, uz elektrofiziološke pretrage kao što je ispitivanje slušnih odgovora moždanog debla (ABR) kojom se otkriva prag sluha. Medicinsku evaluaciju provodi otorinolaringolog specijaliziran za oštećenja sluha u ranoj dobi. Bitno je prepoznati uzrok oštećenja kako bi se moglo savjetovati obitelji o očekivanim ishodima, odrediti vrijeme operacije i utvrditi komorbiditete koji bi mogli

utjecati na operaciju i anesteziju. Kada govorimo o ranoj kohlearnoj implantaciji, ishodi variraju upravo ovisno o etiologiji oštećenja sluha. Istražuje se obiteljska povijest oštećenja sluha, stanje vida, bubrežna, srčana i druga stanja koja bi mogla ukazati na genetički uzrok. Utvrđuju se rizični čimbenici poput prematuriteta, hiperbilirubinemije, neonatalnih infekcija, ototoksične izloženosti, hipoksemije ili traume. Fizikalni pregled uključuje uočavanje anomalija u području vanjskog uha, dismorfije lica, kao i abnormalnosti očnog područja, nepca, glave ili vrata koje bi upućivale na prisutnost sindroma. Provodi se i selektivna dijagnostika koja uključuje probir na koneksin i infekciju citomegalovirusom, zbog potencijalnog utjecaja na ishode. Nadalje, slijede pretrage koje uključuju kompjutoriziranu tomografiju (CT) kao i magnetsku rezonancu (MR) za procjenu morfologije pužnice i prisutnosti slušnog živca, pri čemu MR omogućuje superiornu evaluaciju neuralnih elemenata (Roche i sur., 2010). Procjenjuje se i status srednjeg uha, kao i status cijepljenja protiv pneumokoka. Pacijent također prolazi i logopedsku procjenu, kako bi se procijenile izranjajuće vještine govora i slušanja.

#### 1.1.2. Rizici rane kohlearne implantacije

Rizici samog zahvata kao i potencijalne posljedice anestezije u početku su se smatrali velikim preprekama, no zahvaljujući novijim spoznajama koje su rezultat istraživanja i opisivanja sigurnosti same operacije, imamo konkretniju sliku koliko je zahvat zapravo rizičan. U usporedbi sa starijom djecom, rana kohlearna implantacija predstavlja veći izazov kirurzima zbog nedovoljno razvijenog vrha mastoidnog nastavka, veće konzistencije koštane srži, tanje lubanje, relativno površne putanje ekstratemporalnog facijalnog živca, kao i osjetljivijeg mekog tkiva.

Zbog navedenog, kod implantiranja novorođenčadi, primijenjene su manje izmjene u tehnici operacije, s posebnom pažnjom na meko tkivo i mastoidektomiju (Lesinski-Schiedet i sur., 2004). Zbog slabije razvijenog mastoidnog nastavka, facijalni živac izložen je većem riziku ozljede od infiltracije lokalnom anestezijom, kao i disekcije kosti i mekog tkiva. Rana uporaba dijamantnog svrdla tijekom mastoidektomije može smanjiti količinu koštane srži i omogućiti hemostazu, odnosno zaustavljanje krvarenja. To je posebno važno obzirom da je volumen cirkulirajuće krvi u novorođenčadi manji (Zhao i sur., 2019).

Komplikacije operacije mogu se pojaviti tijekom samog zahvata ili nakon njega. Velike komplikacije uključuju kvarenje ili istiskivanje uređaja, teške infekcije mekog tkiva, istjecanje

cerebrospinalne tekućine, nastanak kolesteatoma, ili bilo koji problem koji iziskuju ponovnu operaciju. Manje komplikacije uključuju infekciju kože, pojavu hematoma i druge probleme koji se mogu tretirati i nisu prijetnja uređaju (Bhatia i sur., 2004; Das Purkayastha i sur., 2011; Roland i sur., 2009;).

Komplikacije vezane uz anesteziju koje su moguće kod operacije novorođenčadi mogu biti reintubacija, zatajenje dišnog sustava, napadaji, moždani udar, srčani zastoj, sepsa i smrt (Kalejaiye i sur., 2017; O'Connel i sur., 2016).

Neke od urođenih fizioloških različitosti kod novorođenčadi koje povećavaju rizik anestezije su veća potreba za kisikom, manja pohrana kisika, nedovoljno razvijeni simpatički odgovori, i hiperkarbija (povećanje udjela ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u krvotoku) koja može rezultirati apnejom umjesto hiperventilacijom. Incidencija komplikacija uzrokovanim anestezijom smanjila se tijekom zadnjih nekoliko desetljeća, no incidencija morbiditeta i mortalitet u novorođenčadi mlađoj od 12 mjeseci i dalje je viša nego kod djece starije od 12 mjeseci i odraslih (Naik i sur., 2021).

Studije koje su istraživale postoperativne komplikacije kod djece mlađe od 12 mjeseci pokazuju općenitu sigurnost rane kohlearne implantacije. U velikom retrospektivnom pregledu institucionalnih i nacionalnih podataka, pokazano je da nema značajnih razlika između mogućih komplikacija operacije ili anestezije nakon implantacije djece mlađe od 12 mjeseci, i one implantirane između 12 i 18 mjeseci (O'Connel i sur., 2016).

#### 1.1.2.1. Pouzdanost vrlo rane procjene sluha prije kohlearne implantacije

Poznato je i sasvim logično da dijete rođeno s teškom nagluhošću ili potpunom gluhoćom treba dobiti slušno pomagalo što prije, odnosno biti implantirano što ranije ukoliko se obitelj odluči za razvoj slušanja i govornog jezika. Međutim, vrlo rana audiološka dijagnoza nije uvijek pouzdana. Odsutnost bilo kakve elektrofiziološke ili bihevioralne reakcije na zvuk ne znači uvijek perceptivno oštećenje sluha (Morimoto i sur., 2010). Mnogi čimbenici mogu utjecati na sazrijevanje slušnog puta i na kapacitet odgovora na određeni prag kao što su prematuritet, neurološke i metaboličke bolesti, hiperbilirubinemija, hiperkolesterolemija, hipoksija, ozljeda glave pri rođenju, primjena određenih antibiotika i diuretika u jedinici neonatalne intenzivne

njege (Wolf i sur., 2002). Potpuni ili djelomični oporavak slušnih odgovora moždanog debla (ABR) često je zabilježen kod visoko rizične novorođenčadi i pedijatrijskih pacijenata, ali najtipičniji primjeri reverzibilnosti ABR-a zasigurno su oni opisani kod ekstremnih prematuriteta, onih rođenih prije 31. tjedna gestacije (Hof i sur., 2013). Morfološki i fiziološki razvoj slušnih puteva u postnatalnom životu karakteriziran je nastavkom sinaptogeneze i mijelinizacijom živčanih vlakana koja se počinju razvijati u završnom stadiju intrauterinog života (Passman i sur., 1996). Uzevši u obzir ontogenezu slušnog puta, varijacije u kašnjenju i amplitudi ABR valova kod novorođenčadi i dojenčadi mogu se podudarati s procesom slušnog sazrijevanja, kao i s mogućim oštećenjima komponenata slušnog puta od pužnice do korteksa (Eggermont & Ponton, 2003). Bovo i sur. (2015) opisuju 23 novorođenčadi s inicijalnom dijagnozom teške naglušnosti ili potpune gluhoće koja su pokazala značajno poboljšanje, čak i normalizaciju praga čujnosti, tijekom prve godine života, i time pokazali kako je potreba za implantacijom bila nepotrebna. Od njih 23, sedmero ih je bilo ekstremnih prematurusa, 6 je rođeno s kompleksnim sindromskim malformacijama, 5 ih je rođeno zdravo, dvoje s asimptomatskom kongenitalnom infekcijom citomegalovirusom, te po jedan slučaj hiperbilirubinemije, hipoksije i sepse. Svi rođeni u terminu pokazali su značajno poboljšanje u odnosu na inicijalni prag čujnosti do šestog mjeseca života, dok su se kod većine prematurusa prvi znakovi poboljšanja praga čujnosti pokazali tek nakon 70. tjedna gestacijske dobi, a kod jednog slučaja nakon 85. tjedna. Zaključno se upozorava kako bi kohlearna implantacija dolazila u obzir tek nakon perioda auditivnih stimulacija i popratnih elektrofizioloških i bihevioralnih testova, kao i precizne analize njihove korelacije. Prema autorima, kohlearna implantacija trebala bi se provoditi nakon 8 mjeseci kod djece rođene u terminu s teškom nagluhošću ili gluhoćom i bez rizika od dijagnostičke pogreške, dok bi se kod ekstremnih prematurusa trebala odgoditi do najmanje 80. tjedna gestacijske dobi.

## 1.2. Govorni i jezični ishodi

Jezični razvoj može se opisati kroz odvojene domene poput rječnika, morfologije, sintakse i pragmatike. U proteklim godinama, objavljen je značajan broj istraživanja o jezičnom i govornom razvoju djece s kohlearnim implantom na različitim jezicima. Istraživalo se kako atipična slušna percepcija utječe na jezični razvoj u svakoj navedenoj domeni. U većini istraživanja jezičnih ishoda djece s kohlearnim implantom, jezični razvoj mjereno je testovima koji procjenjuju rječnik, primjerice Peabody Vocabulary Test (PPVT) (Da Silva i sur., 2011). Međutim, mjere rječnika ne daju nam cjelovitu sliku. Istraživanja moraju biti i u područjima

morfoloĝije, sintakse i narativnih vještina obzirom da su ove vještine vrlo važne za oblikovanje govora i jezika i pridonose učinkovitosti dječjeg jezika (Da Silva i sur., 2011). Nešto je manje podataka dostupno o razvoju morfosintaktičkih vještina. Kvaliteta i kvantiteta poboljšanja u ovoj sastavnici ovisi o brojnim varijablama kao što su vrijeme nastanka oštećenja sluha, ostaci sluha, vrijeme kohlearne implantacije, iskustvo s implantom, intenzitet rehabilitacije, suradnja obitelji, vrsta komunikacije, kognitivna razina, vrsta uređaja (Miyamoto i sur., 2008; Spencer, 2004).

## 2. PROBLEM I CILJ RADA

Tijekom posljednjih 30 godina, spoznaje o ranoj kohlearnoj implantaciji i utjecaju na razvoj komunikacije, jezika i govora kod gluhe djece u znatnom su porastu (Teagle i sur., 2019). Pregled dosadašnjih spoznaja o ranoj kohlearnoj implantaciji kao postupku, ali i njenim ishodima u vidu govornih i jezičnih vještina te akademskih postignuća bitna su, kako stručnjacima iz područja medicine, rehabilitacije i logopedije, tako i roditeljima. Iako se ranom implantacijom smatra operacija i uključenje govornog procesora kohlearnog implanta do treće godine, u današnje se vrijeme provodi i vrlo rana implantacije, kod djece mlađe od 12 mjeseci.

Iako rezultati većine istraživanja govornih i jezičnih vještina rano implantirane gluhe djece ukazuje na bolje funkcioniranje ove populacije u usporedbi s gluhom djecom u prošlosti, mnoga istraživanja ipak ukazuju na postignuća koja su lošija od onih njihovih čujućih vršnjaka. Rezultati ukazuju na veliku varijabilnost ishoda govornih i jezičnih vještina rano implantirane gluhe djece.

S obzirom na to, ovaj pregledni rad bit će usmjeren na utvrđivanje razine usvojenosti govornih vještina, rječničkih znanja te morfosintaktičkih kod rano implantirane djece s obzirom na dob implantacije. Također, dat će se i pregled čimbenika koji utječu na izrazitu varijabilnost govornih i jezičnih ishoda rano implantirane djece. Proučavanjem literature, prikupit će se relevantne spoznaje i rezultati istraživanja govornih i jezičnih vještina rano implantirane djece objavljeni u zadnjih deset godina. Ovaj diplomski rad na jednom mjestu objedinjuje novije spoznaje koje će koristiti, kako stručnjacima, tako i roditeljima suočenim s ovom dijagnozom, a tiču se govornih vještina rano implantirane djece, nekih jezičnih vještina, odnosno rječnika i morfosintaktičkih vještina rano kohlearno implantirane djece.

### 3. GOVORNE VJEŠTINE RANO IMPLANTIRANE DJECE

#### 3.1. Utjecaj dobi implantacije na govornu percepciju

Rezultati mnogih istraživanja ukazuju da postoji utjecaj dobi pri implantaciji na vještine govorne percepcije (Davidson i sur., 2011; Snik i sur., 1997; Uhler i sur., 2011; Waltzman & Cohen, 1998; Waltzman & Roland, 2005). Dugoročno istraživanje govorne percepcije djece koja su 10 godina koristila kohlearni implant pokazalo je da su djeca implantirana prije 12. mjeseca života imala značajno bolje auditivne rezultate na mjeri govorne percepcije (Category of Auditory Performance - CAP), i strukturiranom izveštaju roditelja o djetetovim slušnim vještinama (Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale - IT-MAIS), nego djeca implantirana između 12. i 36. mjeseca života (L. Colletti i sur., 2011). Djeca su bila podijeljena u 3 grupe, obzirom na dob implantacije. U prvoj grupi bila su djeca implantirana u dobi od 2 do 11 mjeseci, u drugoj od 12-23 mjeseca i u trećoj od 24-35 mjeseci. Nisu pronađene značajne razlike u srednjim rezultatima na CAP-u između grupa unutar prvih 6 mjeseci praćenja, no prva grupa postigla je značajno bolje rezultate od druge dvije u razdoblju od 12 i 36 mjeseci nakon implantacije. Razlika u rezultatima na IT-MAIS-u između prve grupe i dvije druge bila je značajna u svakom vremenskom intervalu, dok razlike između dviju starijih grupa nisu bile značajne. Ipak, neka istraživanja pokazuju kako ishodi govorne percepcije nisu značajno povezani s ranijom dobi implantacije (Karltop i sur., 2020; Leigh i sur., 2013; Tajudeen i sur., 2010).

Longitudinalno istraživanje kojeg su proveli Dunn i suradnici (2014) imalo je za cilj, između ostalog, odrediti ima li dob implantacije značajni i dugotrajni učinak na govornu percepciju. U istraživanju je sudjelovalo 83 prelingvalno gluhe djece koja su implantirana prije 4. godine života. Djeca su bila podijeljena u dvije grupe prema dobi u kojoj su implantirana: prva grupa bila je dobi ispod 2 godine, dok su u drugoj grupi bila djeca u dobi od 2 do 3;9 godina. Rezultati su pokazali kako je dob implantacije u početku utjecala na govornu percepciju. Kad su obje grupe testirane u dobi od 5 i 6 godina, prva grupa postizala je značajno bolje rezultate u odnosu na drugu grupu, odnosno na starije implantiranu djecu. Mnoga prijašnja istraživanja pokazala su slične rezultate; bolju govornu percepciju kod djece koja su ranije implantirana, posebno u godinama neposredno nakon implantacije (Manrique i sur., 2004; Geers i sur., 2008; Kaplan & Puterman, 2010). Značajna razlika djelomično je objašnjena iskustvom s kohlearnim implantom; djeca implantirana prije 2. godine imala su više iskustva (oko 3 do 4 godine) prije



inicijalnog testiranja sa 5 godina, nego li djeca koja su kasnije implantirana. Ovo istraživanje također je pokazalo kako je utjecaj dobi implantacije na govornu percepciju s vremenom postupno slabio, odnosno, starija grupa sustizala je mlađu kako su stjecali više iskustva s implantom. Prilikom testiranja u dobi od 7 godina, nije nađena značajna razlika u govornoj percepciji između dviju grupa. Nadalje, između dobi od 8 i 13 godina, rast se u postignućima usporio te je pokazano kako se u dobi od 11 i 13 godina te dvije grupe značajno ne razlikuju. Teško je odrediti jesu li rezultati ovakvi zbog činjenice da su ranije implantirani postigli maksimum u sposobnostima govorne percepcije. Možda da se koristila zahtjevnija mjera govorne percepcije, primjerice slušanje u buci ili razgovor s više govornika, mogao bi se vidjeti snažniji utjecaj dobi implantacije na dugoročne ishode.

Jedan od izazova istraživanja vještina govorne percepcije implantirane djece pojava je velike varijabilnosti u postignućima između njih (Cowan i sur., 1997; Pyman i sur., 2000; Sarant, i sur., 2001). Iako postoje istraživanja koja pokazuju vrlo dobru govornu percepciju implantirane djece, pa čak i jednaku čujućim vršnjacima, i dalje postoje djeca koja ne uspijevaju razviti dovoljno dobru govornu percepciju unatoč kohlearnom implantu. Te varijacije u postignućima ovise o različitim čimbenicima, primjerice audiološkim i okolinskim (Blamey i sur., 2001; Conor i sur., 2000; Quittner i sur., 2013; Sarant i sur., 2001; Valero i sur., 2012)

### 3.2. Utjecaj dobi implantacije na govornu produkciju

Razvoj govorne produkcije oduvijek je bio značajan problem kod djece s teškom nagluhošću obzirom da nemaju slušnu kontrolu vlastitog govora niti ne mogu čuti čujuće osobe (Sarant, 2012). Kohlearni implantati pružaju slušnu informaciju tako da mogu učiti govor slušnim iskustvom, odnosno slušajući govorni input, ali i kontrolirati vlastitu produkciju. Djeca s kohlearnim implantima pokazuju širok spektar mogućnosti govorne produkcije, od mnogih koji su vrlo dobri, do onih koji pokazuju lošiju izvedbu (Connor i sur., 2006; Spencer & Oleson, 2008).

Rana kohlearna implantacija može rezultirati boljom jezičnom ekspresijom, vokalnim razvojem, govornom produkcijom i razumljivošću, u odnosu na kasnije implantiranu djecu (Roland i sur. 2009; Niparko i sur., 2010; Ertmer & Jung, 2012). Novija istraživanja navode dodatne dobrobiti rane kohlearne implantacije, no manje je onih koji direktno uspoređuju

govornu produkciju između ranije i kasnije implantiranih, upravo zbog nemogućnosti ispitivanja artikulacije i govorne razumljivosti dok djeca nisu starija (Dettman i sur., 2016).

Colletti i suradnici (2011) pokazali su kako su 5 godina nakon aktivacije kohlearnog implanta sva djeca u istraživanju implantirana prije 12. mjeseca života bila razumljiva prosječnim slušačima, dok je 67% implantiranih između 12. i 23. mjeseca života i 61% implantiranih između 24. i 35. mjeseca postiglo sličan razumljiv govor. Djeca koja su ranije implantirana također počinju ranije brbljati (Schauwersi sur., 2004), što je značajno u preleksičkom razvoju jer tada dijete počinje proizvoditi zrele fonetičke slogove koji služe za izgradnju riječi (Oller & Willers, 1988).

### 3.3. Govorne vještine djece implantirane prije prve godine života

Usprkos velikom broju istraživanja koja se bave temom govornih vještina implantirane djece, i dokaza o pozitivnim učincima implantacije na njih, i dalje ne postoji konsenzus o idealnoj dobi za operaciju. Karltorp i sur. (2020) proveli su istraživanje u svrhu provjere hoće li implantacija u dobi od 5-11 mjeseci imati bolji pozitivni učinak na razvoj govornog jezika u odnosu na djecu implantiranu u dobi od 12-29 mjeseci. Nadalje, usporedili su djecu implantiranu prije 9. mjeseca, i onu između 9. i 11. mjeseca. Posljednji cilj istraživanja bio je utvrditi je li medicinski rizik operacije bio veći kod mlađih pacijenata. U istraživanju je sudjelovalo 103 djece u dobi od 4 do 6 godina koja su implantirana u dobi od 5 do 29 mjeseci u Sveučilišnoj bolnici Karolinska u Švedskoj, između 2002. i 2013. godine. Sva djeca bila su urednog razvoja iz jednojezičnih domova i 95% ih je implantirano bilateralno. Multidisciplinarni tim redovito je procjenjivao jezično razumijevanje, rječnik, razumljivost i prepoznavanje govora implantirane djece.

Skale govorne razumljivosti odnosno razabirljivosti (Speech Intelligibility Rating Scales) (Allen i sur., 2001) korištena je za procjenu razumljivosti govora djece u stvarnim životnim situacijama. Govornu razumljivost procjenjivali su logopedi u Hearing Implant Centre prije prve implantacije. Naknadna procjena vršila se 6 i 12 mjeseci nakon implantacije, zatim svakih 12 mjeseci dok djeca nisu dosegla petu razinu skale razumljivosti, gdje je govor razumljiv svakom slušaču. Nadalje, podatke o prepoznavanju govora prikupljali su certificirani audiolozi koji su educirani za rad s djecom. Testiranje se provodilo u tihoj komori, a prepoznavanje

govora mjereno je u slušnom polju bez dodatnih izvora zvukova. Test se sastojao od 25 jednosložnih, fonemskih izbalansiranih švedskih riječi prezentiranih muškim glasom na 65 decibela. Rezultat je bio omjer točno ponovljenih riječi. Rezultat koji su uzeli u analizu bio je maksimalni rezultat na mjerenjima postignut u dobi od 7 do 9 godina.

Povezanost između dobi prve kohlearne implantacije i dobi kada je dijete postiglo petu razinu skale razumljivosti bila je značajna. Djeca implantirana u dobi od 5-8 mjeseci dosegla su tu razinu u prosječnoj dobi od 4 godine i 2 mjeseca, dok su djeca implantirana u dobi od 9-11 mjeseci dosegla tu razinu u prosječnoj dobi od 5 godina i 3 mjeseca, dakle više od godinu dana kasnije od ranije implantirane djece.

Kada se ispitivalo prepoznavanje govora, nije pronađena povezanost između dobi implantacije i prepoznavanja govora. Istraživanje pokazuje kako nije pronađena značajna razlika u govornim vještinama između djece implantirane u dobi od 5-8 mjeseci i one u dobi od 9-11 mjeseci, no višegodišnje praćenje ukazuje na značajnu povezanost govornih vještina i dobi kohlearne implantacije. Ona djeca implantirana prije 9. mjeseca nisu se razlikovala od čujućih vršnjaka u 4. godini života, dok ona implantirana u dobi od 18-29 mjeseci nisu dostigla vršnjake.

#### 3.4. Usporedba govornih vještina rano implantirane djece obzirom na dob implantacije

Dettman i sur. (2016) proveli su longitudinalno istraživanje kako bi utvrdili utjecaj dobi implantacije na govornu produkciju, percepciju i jezik u velikoj pedijatrijskoj populaciji. U istraživanju su sudjelovala tri australska centra za kohlearnu implantaciju i ranu intervenciju. Djeca koja su sudjelovala u istraživanju imala su kongenitalno oštećenje sluha, implantirana su prije 6. godine života, te su im kognitivne vještine bile normalne ili granične. Nisu korišteni nikakvi drugi isključujući kriteriji. Uzorak se sastojao od pet grupa: prvu grupu činila su djeca implantirana prije 12. mjeseca života, drugu grupu činila su djeca implantirana između 13. i 18. mjeseca, treću grupu činila su djeca implantirana između 19. i 24. mjeseca, četvrtu grupu činila su djeca implantirana između 25. i 42. mjeseca i petu grupu činila su djeca implantirana između 43. i 72. mjeseca. Djeca su se ispitivala pri upisu i završetku osnovne škole, odnosno početkom srednje škole. Ukupno je sudjelovalo 409 djece.

Sva ispitivanja govorne percepcije provodili su audiolozi i logopedi. Prepoznavanje otvorenog seta jednosložnih riječi ispitano je CNC (Consonant-Nucleus-Consonant) riječima, koje se smatraju zlatnim standardom u ispitivanju korisnika kohlearnih implanata. 125 djece testirano je pri upisu u osnovnu školu, a 81 dijete pri upisu u srednju školu. Prepoznavanje otvorenog seta rečenica ispitivalo se BKB (Bamford-Kowal-Bench) rečenicama, koje se koriste za identificiranje koliko ispitanik razumije slušno, a koliko se oslanja na očitavanje s lica i usana prilikom prepoznavanja rečenica.

Regresijska analiza pokazala je značajnu vezu između dobi implantacije, kao i kognitivnih vještina, i otvorenog seta fonema, riječi i rečenica pri upisu u osnovnu školu. Istraživanje je pokazalo kako su prosječni uspjesi na riječima, fonemima i rečenicama prve, druge i treće grupe, odnosno uspjesi one djece implantirane do 24. mjeseca života značajno bolji u odnosu na četvrtu i petu grupu.

Kod testiranja pri upisu u srednju školu, regresijska analiza pokazala je značajnu vezu između dobi implantacije i otvorenog seta fonema, riječi i rečenica. Također je pokazana značajna veza između kognitivnih vještina i otvorenog seta riječi i rečenica, ali ne i fonema. Ponovno su prve tri grupe imale značajno bolje prosječne rezultate na riječima, rečenicama i fonemima nego li četvrta i peta grupa.

Dijagnostička procjena govorne produkcije, odnosno artikulacije i fonologije koristeći The Diagnostic Evaluation of Articulation and Phonology (DEAP), provedena je kod 76 djece kod upisa u školu. Kompjuterskom analizom utvrđena je točnost izgovorenih vokala, konsonanata, klastera, fonema i razumljivost riječi.

U petoj grupi nije bilo djece koja su ispunila DEAP, a u prvoj, drugoj, trećoj i četvrtoj grupi to je bio manji broj djece. 23 djece iz prve grupe usporedio se s ostalim grupama, ukupno 53 djece. Rezultati su pokazali značajno točnije producirane vokale, konsonante, foneme, klastera i razumljivije riječi prve grupe u usporedbi s ostalim grupama.

Cjelokupni rezultati ovog istraživanja provedenog na velikom broju ispitanika ističu važnost omogućavanja kohlearnog implanta djeci sa značajnim oštećenjem sluha prije 24. mjeseca za poboljšavanje govorne percepcije, te prije 12. mjeseca za poboljšanje točnosti govorne produkcije i jezičnih vještina. Do 80% djece koja su dobila kohlearni implantat prije 12. mjeseca

života u ovom istraživanju pokazalo je receptivni rječnik u granicama normale pri upisu u osnovnu školu.

#### 4. JEZIČNI ISHODI RANO IMPLANTIRANE DJECE

Jezični razvoj može se opisati kroz različita područja poput rječnika, morfologije, sintakse i pragmatike. U većini istraživanja jezičnih ishoda kod implantirane djece, jezični razvoj procjenjivan je mjerama rječnika, primjerice Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT) (Da Silva i sur., 2011). Međutim, ispitivanje rječnika ne daje cjelovitu sliku o jezičnom razvoju, a istraživanja se rijetko fokusiraju na ostale lingvističke vještine poput morfologije, sintakse i narativnih vještina, koje su bitne za strukturiranje govora i jezika, i pridonose učinkovitosti djetetovog jezika (Da Silva i sur., 2011). Obzirom na veliki napredak u tehnologiji, današnja populacija sastoji se od rastućeg broja rano i bilateralno implantirane djece, koja su uključena u intenzivnu oralnu rehabilitaciju i redovni obrazovni sustav. Zbog toga je bitno istražiti ishode različitih jezičnih sastavnica te utvrditi čimbenike koji na njih utječu, poput dobi implantacije.

Brojna istraživanja pokazuju kako, u prosjeku, jezični razvoj implantirane djece zaostaje za čujućim vršnjacima (Archbold i sur., 2008; Ching i sur., 2009; Duchesne i sur., 2009; Geers i sur., 2009; Tomblin i sur., 2008). Međutim, postoji velika raznolikost u individualnim uspjesima; neka implantirana djeca postižu jezične vještine u skladu s dobi, dok neka i dalje ostaju daleko ispod prosjeka. Rezultati istraživanja ukazuju na bolje govorne jezične ishode ranije implantirane djece, one implantirane do 18. mjeseca, jer su posljedično imali dulje vrijeme slušne stimulacije i kraće vrijeme slušne deprivacije (Nicholas & Geers, 2007; Tomblin i sur., 2005).

##### 4.1. Morfosintaktička i rječnička znanja rano implantirane djece

###### 4.1.1. Morfosintaktička znanja

Nakon kohlearne implantacije, djeca se razlikuju u sposobnosti detektiranja i diskriminiranja govornih zvukova (Geers i sur., 2003). Sposobnost detektiranja konsonanata viših frekvencija bitno je za percipiranje završetaka riječi, odnosno morfologiju, i rečenica, odnosno sintaksu, kao i rječnik, pogotovo kada se jezik usvaja slučajno, usputno, kao što je to u ranom djetinjstvu (Davidson i sur., 2014). Čujnost omogućena slušnim pomagalom utječe na

razvoj morfologije više nego na leksički razvoj djece sa lakom ili teškom nagluhošću (Tomblin i sur., 2015). Međutim, mjera u kojoj su sintaksa i morfologija osjetljive na razlike u čujnosti govora kod implantirane djece i dalje je otvoreno pitanje.

Nicholas i Geers (2017) proveli su longitudinalno istraživanje kako bi utvrdili postoje li kašnjenja u govornoj uporabi različitih jezičnih sastavnica kao što su morfologija, sintaksa i rječnik kod implantirane djece te postoji li utjecaj dobi implantacije i čujnosti govora. Sudionici su bili 126 teško nagluhe ili gluhe implantirane djece te 30 čujuće djece. Dob implantacije bila je od 6 do 38 mjeseci.

Svako dijete snimalo se 30 minuta tijekom igre s roditeljem u tihoj sobi u dobi od 3.5 godina, i ponovno u dobi od 4.5. Snimanje se odvijalo u djetetovom vrtiću, kod terapeuta ili u centru za implantaciju. Roditeljima je dana uputa da komuniciraju s djetetom onako kako to čine svakodnevno i da se jednostavno igraju sa svojim djetetom. Svakih 7-8 minuta ispitivač bi donio novi set igračaka, od ukupno 4, kako bi stimulirali razgovor. Govorni jezik mjereno je trima mjerama iz slobodnog jezičnog uzorka. Prebrojane su CLAN softverskim programom te uspoređene sa CHILDES korpusom dječjeg jezika (MacWhinney, 2000). Koristile su se sljedeće varijable: broj različitih korijenskih riječi (Number of Different Root Words, NDRW) kao mjera dječjeg rječnika, prosječna duljina iskaza u riječima (Mean Length of Utterance in Words, MLU-w) kao šira procjena sintaktičkog razvoja i broj različitih vezanih morfema (Number of Different Bound Morphemes, NDBM) koji označuje širinu djetetove ovladanosti vrstama vezanih morfema. Snimke je transkribirala jedna osoba, a tri različite osobe provjeravale su transkript.

Rezultati NDBM-a bili su za 1.25, a rezultati MLU-a za 0.52 viši kada su mjereni sa 4.5 godina, u odnosu na mjerenje sa 3.5 godina. Nevezano uz dob testiranja, čujuća djeca imala su značajno više rezultate na mjeri morfologije (NDBM), i na mjeri sintaktičkog razvoja (MLU) u odnosu na implantiranu djecu.

Kada su istraživali razlike između tih jezičnih sastavnica obzirom na dob implantacije, podijelili su implantiranu djecu u 5 grupa. Raspon dobi u grupama bio je od 6-11, 12-18, 19-24, 25-30 i 31-38 mjeseci. Dob implantacije značajno je bila povezana s uspjesima na testiranju različitih jezičnih sastavnica, u obje testne vremenske točke. Što je bila niža dob implantacije, bilo je manje kašnjenje, odnosno više su se približili čujućoj djeci. Nije bilo značajnog efekta

interakcije, odnosno vrlo rana kohlearna implantacija nije povoljnije utjecala niti na jednu jezičnu sastavnicu u odnosu na drugu. Puno veći broj djece u grupi implantiranih u dobi od 6-11 mjeseci postiglo je rezultate na svim jezičnim sastavnicama unutar jedne standardne devijacije, što ukazuje na sličnost njihovih rezultata s onima čujućih vršnjaka. Do 4.5 godina, omjer rezultata unutar jedne standardne devijacije u grupi implantiranoj u dobi od 6-11 mjeseci bio je 30-40% veći nego li kod onih implantiranih samo nekoliko mjeseci kasnije, od 12-18 mjeseci. Između 63 i 78% vrlo rano implantirane djece postiglo je rezultate unutar jedne standardne devijacije na testiranju u dobi od 4.5 godina. Do te dobi, samo je jedna trećina implantiranih u dobi od 12-18 mjeseci postigla rezultate unutar jedne standardne devijacije, i manje od jedne četvrtine onih implantiranih u dobi od 19-24 mjeseca. Što se tiče onih implantiranih u dobi od 25-38 mjeseci, taj postotak bio je vrlo nizak na oba testiranja, od 0-20%, s najmanjim postotkom na mjerama sintakse, manje od 10%.

Zaključno, implantirana djeca značajno su kasnila u usporedbi s čujućom djecom na procjeni jezičnih vještina iz uzoraka spontanog govora u dobi od 3.5 i 4.5 godina. Ovi rezultati u skladu su s postojećom literaturom koja analizira rezultate na standardiziranim jezičnim testovima. Otkriveno je kako kašnjenje i dalje ostaje prisutno kod većine djece u predškoli, osim kod one vrlo rano implantirane (6-11 mjeseci). Međutim, zabilježen je značajni rast u vještinama na ovim jezičnim sastavnicama tijekom godina između testiranja, i kod implantirane, i kod čujuće djece. Stopa poboljšanja bila je slična u morfološkim i u sintaktičkim mjerama.

#### 4.1.2. Analiza sintaktičkih i morfoloških pogrešaka

Većina istraživanja koristi standardizirane jezične testove gdje se rezultat uspoređuje s rezultatima uglavnom čujućih vršnjaka postignutim na tim testovima, odnosno normom (Da Silva i sur., 2011), ali ne istražuju pogreške. Iako je takva usporedba korisna, usporedba s čujućim vršnjacima omogućuje mogućnost usporedbe obiju grupa u vještinama i podvještinama koje ne mogu biti izvedene iz općih rezultata norme. Na području morfologije, točna upotreba pomoćnih glagola (Ruder, 2004), priloga (Le Normand i sur., 2003), prijedloga (Le Normand i sur., 2003) i članova (Coene i sur., 2010; Szagun, 2004) može biti problematična implantiranoj djeci. Nadalje, ta djeca često imaju teškoće s množinom (Ruder, 2004; Svirsky i sur., 2002) i prošlim vremenom (Hammer, 2010; Svirsky i sur., 2002).

Boons i sur. (2013) proveli su istraživanje s ciljem kvantitativne i kvalitativne usporedbe ishoda u rječniku, morfologiji, sintaksi i naraciji kod implantiranih danskih školaraca i čujućih vršnjaka tipičnog razvoja. Analizirale su se pogreške unutar svake jezične sastavnice. U istraživanju je sudjelovalo 70 implantirane djece, u dobi od 5 do 13 godina i 3 mjeseca. Sva djeca bila su prelingvalno gluha te su implantirana prije 5. godine (srednja dob implantacije je 1 godina i 8 mjeseci). Za vrijeme testiranja, 39% djece koristilo je oba implanta, 28% implant i slušni aparat na drugom uhu, a 33% koristilo je jedan implant. Redovnu školu pohađalo je 63% djece, a 37% posebnu. 70% roditelja komuniciralo je govornim jezikom sa svojim djetetom, 27% govornim jezikom potpomognutim znakovima, i samo 3% znakovnim jezikom.

Morfologija se ispitivala ekspresivnim testom CELF Word Structure (CELF-WS), a sintaksa CELF Formulating Sentences (CELF-FS). Kod procjene morfologije djeteta je trebalo dopuniti rečenicu na temelju zadane slike koristeći ciljane strukture riječi. Kod procjene ekspresivne sintakse ispitiivač bi pročitao riječ ili izraz i tražio djeteta da ih iskoristi u rečenici, uz zadanu sliku. Sve testove provodili su logopedi, dajući govorne upute. Svako djeteta ispitivalo se individualno u tihoj sobi u školi ili kod kuće. Ovi testovi daju rezultate u odnosu na normu kao i na dobni ekvivalent, koji su temeljeni na uobičajenim jezičnim razinama čujuće djece.

U procjeni morfologije, cijela grupa implantirane djece i podgrupe nisu se razlikovale od čujućih vršnjaka u uporabi sadašnjosti i odvojivih glagola. To su glagoli koji se sastoje od prefiksa i glagola. Ti glagoli bili su teški implantiranoj (49% ih je bilo točnih), ali i čujućoj djeci (54% točnih) što objašnjava zašto nije bilo razlika između njih. Implantirana i čujuća djeca postigla su visoki postotak točnosti kod uporabe sadašnjeg vremena (implantirana grupa 83% točnih, čujuća 89%). Ova vrsta konjugacije bila je poznata većini djece, što se i očekuje obzirom da je to prvi oblik koji uče nakon infinitiva (Schaerlaekens, Gillis, 1987). Kod analize pogrešaka formirane su dvije podgrupe. U prvoj podgrupi bila su implantirana djeca koja su postigla jezični kvocijent do dvije standardne devijacije ispod prosjeka, odnosno podgrupa s dobrim postignućima. U drugoj podgrupi bila su implantirana djeca koja imaju velika kašnjenja i jezični kvocijent lošiji od dvije standardne devijacije ispod prosjeka, odnosno podgrupa s lošim postignućima. Podgrupa s dobrim morfološkim jezičnim kvocijentom, odnosno omjerom između očekivane razine izvedbe temeljene na kronološkoj dobi i stvarne izvedbe djeteta, nije se značajno razlikovala od čujućih vršnjaka, osim kod komparativa i superlativa pridjeva, pokaznih zamjenica i pridjeva. Razlog za ove perzistirajuće probleme može se objasniti hipotezom 'morfem-u-buci'. Razlike između dvije zamjenice (die i dat), sufiksi u



komparativima i superlativima (-er i -ste) ili sufiks "šva" kod atributnih pridjeva vrlo su male i moguće da ih implantirana djeca neće uočiti. Drugo objašnjenje može biti apstraktnost zamjenica. Analizirajući vrste pogrešaka pokazalo se kako je značajno manje pretjerane generalizacije i više leksema, neologizama ili neodgovaranja u grupi implantirane djece nego kod čujućih što ukazuje da im općenito manjka znanja o morfološkim pravilima i zakonitostima. Podgrupa s lošijim morfološkim jezičnim kvocijentom češće je odgovarala leksemom nego čujući vršnjaci. Činilo se kao da im nedostaje znanja o tome kada primijeniti fleksiju.

Na procjeni sintakse ispitivala se uporaba imenica, glagola, pridjeva, priloga, veznika i prijedloga. Implantirana djeca imala su viši postotak pogrešaka na svim podvještinama, u odnosu na čujuće vršnjake. Nadalje, njihove greške češće su bile mnogo značajnije nego kod čujućih. Međutim, ona podgrupa s boljim postignućima nije se razlikovala od čujućih u upotrebi pridjeva i veznika, suprotno onome što su na morfološkim zadacima više grijehili s pridjevima.

U ovom istraživanju, kronološka dob pokazala se bitnim čimbenikom koji utječe na uspješnost u svim jezičnim sastavnicama, osim na sintaksu. Ovo ukazuje na vjerojatnost boljih jezičnih ishoda implantirane djece s porastom kronološke dobi, odnosno, što znači da dostižu čujuće vršnjake. Ovo je u suprotnosti od prethodnog istraživanja (Boons i sur., 2012) gdje nije pronađena značajna razlika u rezultatima 1, 2 i 3 godine nakon implantacije. Međutim, sudionici u ovom istraživanju bili su stariji i imali su više iskustva s kohlearnim implantom. Zbog duljeg perioda korištenja implanta i kognitivnog sazrijevanja povećana je vjerojatnost za bolje jezične ishode. Kod morfološkog jezičnog kvocijenta, bitnim čimbenikom pokazala se etiologija gubitka sluha. Proučavanjem podataka nakon provedenog istraživanja otkrilo se kako su većinom prematurusi koji su posljedično oglušili imali lošije morfološke vještine. Obzirom da su većini te djece dijagnosticirane i brojne teškoće, negativni učinak prematuriteta na jezični razvoj pojačan je tim dodatnim teškoćama.

Dob uključivanja procesora nije značajno utjecala na jezične rezultate. Ovo je suprotno prethodnim spoznajama o pozitivnom učinku rane kohlearne implantacije na jezični razvoj (Dettman i sur., 2007; Geers i sur., 2008; Johnson & Goswami, 2010; Tait i sur., 2007). Unatoč tome što su sva djeca u ovom istraživanju implantirana prilično rano (prosječno u dobi od 1 godine i 8 mjeseci) i da su bili uključeni u slušnu intervenciju prije druge godine, utjecaj dobi uključivanja procesora nije bio značajan na jezične ishode u dobi od 5 do 13 godina i 3 mjeseca. No, to ne znači da dob implantacije nema važan utjecaj na jezične ishode, već ovdje utjecaj nije

bio mjerljiv obzirom da su grupe bile prilično homogene po pitanju dobi rane identifikacije i intervencije.

Zaključno, kao grupa, implantirana djeca postigla su značajno slabije rezultate u odnosu na čujuće. Međutim, otprilike polovica njih uspjela je postići jezičnu razinu u skladu s dobi i varijabilnost u ishodima više nije bila veća unutar implantirane djece u usporedbi s čujućima. Analiza pogrešaka pokazala je značajan manjak znanja o morfološkim i sintaktičkim pravilima i zakonitostima. Djeca bez dodatnih teškoća koja su učila samo jedan govorni jezik, primjerice danski, vjerojatnije će imati dobre jezične vještine. Kako rastu, više djece postizat će bolje rezultate što ukazuje na sustizanje vršnjaka. Većina djece s dobrim jezičnim kvocijentom mogla je komunicirati s roditeljima govornim jezikom i pohađala su redovan školski sustav, ali i dalje su imali problema s morfologijom i sintaksom. Terapeutski rad usmjeren na konkretnu slabiju jezičnu sastavnicu nužan je kako bi se poboljšao jezični razvoj implantirane djece.

#### 4.2. Rječnik rano implantirane djece i njihovih čujućih vršnjaka

Literatura ima podijeljene zaključke o pitanju hoće li implantirana djeca dostići svoje čujuće vršnjake u opsegu rječnika, posebice rječnika govornog jezika (Lund, 2016). Ona djeca koja razvijaju veći rječnik u predškolskom razdoblju sklonija su boljim jezičnim, čitalačkim i kognitivnim ishodima nego djeca s manjim rječnikom (Marchman & Fernald, 2008). Zato je bitno razumjeti razvoj rječnika u implantirane djece u odnosu na čujuću, kako bi se mogle ustanoviti pretpostavke za leksički i akademski razvoj implantirane djece. Bogat rječnik, koji se najčešće mjeri kao sposobnost receptivnog prepoznavanja i imenovanja slika, povezan je s boljim akademskim i profesionalnim ishodima kod čujuće djece (Duncan i sur., 2007). Neka istraživanja pokazuju kako implantirana djeca postižu tipičnu razinu rječnika u usporedbi s čujućim vršnjacima (Conor i sur., 2006; Geers & Nicholas, 2013; Geers i sur., 2008; Hayes i sur., 2009; Luckhurst i sur., 2013), dok druga istraživanja ističu kako implantirana djeca ne razvijaju rječnik u usporedbi s čujućim vršnjacima (Davidson i sur., 2014; El-Hakim i sur., 2001; Holt & Kirk, 2005; Nott i sur., 2009; Svirsky i sur., 2004). Obzirom na kongenitalni gubitak sluha, implantirana djeca nemaju iste mogućnosti kao i čujućim vršnjacima, odnosno ne počinju učiti jezik, a time i usvajati riječi kad i oni. Ta činjenica ipak ne znači da implantirana djeca imaju teškoće učenja jezika koje će ih sprječavati u usvajanju rječnika u ritmu s njihovim vršnjacima. Naprotiv, mnoga implantirana djeca imaju neverbalne kognitivne vještine u granicama normale (Geers i sur., 2003). Nakon implantacije, ta djeca spremna su za usvajanje

novih riječi, obzirom da su kognitivne vještine u podlozi usvajanja rječnika. Kako bi dostigli prosječan rječnik čujućeg djeteta, implantirana djeca moraju učiti riječi bržim tempom nego li to čine čujućí vršnjaci. Iako je poznato kako je stopa rasta rječnika fleksibilna, još je nejasno mogu li implantirana djeca održati tu bržu stopu rasta rječnika u odnosu na čujuće vršnjake (Lund & Schuele, 2014) te je stoga vrlo bitno utvrditi može li se očekivati od implantirane djece da razviju rječnik usporediv s čujućim vršnjacima.

Lund (2016) je provela meta-analizu u svrhu procjene rječnika implantirane djece koja je pokazala kako u prosjeku, implantirana djeca postižu niže rezultate na ispitivanju ekspresivnog i receptivnog rječnika od čujućih vršnjaka. Za procjenu ekspresivnog rječnika koristio se Expressive One Word Picture Vocabulary Test ili Expressive Vocabulary Test, a za receptivni Peabody Picture Vocabulary Test i Receptive One Word Vocabulary Test. U prosjeku, standardni rezultat implantirane djeca bio je 11.99 bodova manji na mjerama ekspresivnog rječnika i 20.33 boda manji na mjerama receptivnog rječnika u odnosu na čujuće vršnjake što pokazuje značajno slabija rječnička znanja implantirane djece u odnosu na čujuću te su u skladu sa prijašnjim istraživanjima koja to pokazuju (Davidson i sur., 2014; El-Hakim i sur., 2001, Nott i sur., 2009; Swirsky i sur., 2004).

Nadalje, ova meta-analiza nije pronašla značajnu razliku između receptivnog i ekspresivnog rječnika kod implantirane djece, no ne može se sa sigurnošću tvrditi obzirom na ograničen broj istraživanja koja su se bavila ekspresivnim rječnikom. Pokazalo se kako je moguće da receptivni rječnik kasni više od ekspresivnog kod implantirane djece u odnosu na čujuću djecu, a kako čujuća djeca, barem u početku, teže razvitku opširnijeg receptivnog rječnika nego ekspresivnog, vjerojatno je da implantirana djeca u usporedbi s njima djeluju mnogo užeg rječnika. Ovaj trend odnosa receptivnog i ekspresivnog rječnika prisutan je i u drugim populacijama koje imaju jezične teškoće, uključujući predškolarce s poremećajem iz spektra autizma (Hudry i sur., 2010). Bitno je istaknuti kako istraživanja receptivnog rječnika mogu biti pod utjecajem svojstava testa, primjerice, ako implantirano dijete ne čuje dobro ciljanu riječ koju ispitivač izgovori, vjerojatnije će izabrati pogrešan odgovor, što ne odražava njegov rječnik, već problem čujnosti.

Ovom meta-analizom ukazuje se na mogućnost kako čimbenici koji su vezani uz dijete više pridonose kašnjenju u rječniku kod implantirane djece. Individualno, dijete s oštećenjem sluha, zbog slušne deprivacije, možda neće razviti vještine koje su bitne za učenje riječi kao što to

čine čujuća djeca (Houston i sur., 2012). Primjerice, postoje brojni dokazi o deficitima u integraciji audio-vizualnih signala kod djece s oštećenjem sluha, inače neophodnoj vještini za učenje rječnika iz okoline (Bergeson i sur., 2010). Nadalje, oštećenje sluha može utjecati na kvalitetu informacija koju djeca primaju iz okoline. Primjerice, roditelji djeteta s oštećenjem sluha možda neće pružati djetetu onoliko prilika za učenje jezika kao što to čine roditelji čujuće djece (Lund & Schuele, 2015). Oštećenje sluha također utječe i na slučajno učenje jezika. Čujuća djeca često uče riječi zbog slučajne izloženosti njima (Coyne i sur., 2004; Hart & Risley, 1995), dok djeca s oštećenjem sluha na ovaj način uče manji broj riječi (Lund & Douglas, 2015). Busch i sur. (2022) istraživanjem receptivnog rječnika kod bilateralno implantirane djece prije treće godine života ukazuju na važnost stalnog praćenja jezičnog razvoja te djece. Istraživanje je pokazalo kako je u prosjeku receptivni rječnik implantirane djece bio uži u odnosu na čujuće vršnjake, a najveće razlike u rječniku pojavile su se u dobi polaska u školu, što ukazuje na nelinearni utjecaj dobi na razvoj rječnika. Upravo zbog toga autori naglašavaju važnost praćenja takve djece i usmjeravanje bolje intervencije u godinama kada djeca kreću u školu.

Roditelji i stručnjaci trebali bi očekivati kašnjenje u rječniku kod implantirane djece, i razviti primjerene strategije intervencije, primjerice poučavanje akademskog rječnika prije određenog predavanja u školi. Također, ističe se važnost rane intervencije i potrebe da ona ublaži pojavu kašnjenja u rječniku na ishode implantiranog djeteta. Prije implantacije, roditelji mogu koristiti vizualnu komunikaciju, primjerice znakovni jezik, s djetetom s oštećenjem sluha. Istraživanja su pokazala kako rana izloženost jeziku, nevezano uz modalitet, poboljšava jezične ishode (Davidson, i sur., 2014; Hassanzadeh, 2012). Davidson i sur. (2014) proveli su istraživanje vještina govornog engleskog jezika gluhe implantirane djece koja su izvorni korisnici znakovnog jezika. Ukupno je bilo 25 djece, petero prelingvalno gluhe implantirane prije treće godine i 20 čujuće djece gluhih roditelja. Svako dijete imalo je barem jednog gluhog roditelja koji znakuje te su od rođenja bili izloženi jeziku. Rezultati postignuti na općem testu engleskog jezika (PLS), mjeri ekspresivnog rječnika (EVT), testu artikulacije (GFTA), testu ranih vještina pismenosti (DIBELS) i mjeri sintaktičke složenosti (IPSyn) bili su u uobičajenom rasponu kao kod čujućih vršnjaka. Autori su zaključili kako implantirana djeca bez perioda jezične deprivacije prije implantacije mogu razviti govorne jezične vještine jednake kao i čujućih vršnjaci. Ističu kako rani jezični input pridonosi razvoju djetetovih vještina pismenosti i govornog jezika. Iako je u ovom istraživanju sudjelovalo malo djece, autori smatraju kako implantirana djeca koja su izvorni korisnici znakovnog jezika pokazuju važnost izloženosti apstraktnim jezičnim strukturama od rođenja, bez obzira na modalitet.

#### 4.3. Rječnik implantirane djece obzirom na dob implantacije

Unatoč brojnim čimbenicima koji utječu na govorne i jezične ishode implantirane djece, dob implantacije općenito je jedan od najtočnijih prediktora jezičnog razvoja implantirane djece (Duchesne & Marschark, 2019). Pregledom istraživanja provedenih u zadnjih 15 godina, međutim, otkriva se kako varijabla dobi implantacije i nije toliko dosljedna i konačna koliko se misli (Black i sur., 2014; Geers i sur., 2003; Geers i sur., 2009; Leigh i sur., 2013; Rinaldi i sur., 2013; Szagun & Stumper, 2012; Tomblin i sur., 2005). Primjerice, Tomblin i sur. (2005) iznose kako je dob implantacije bila odgovorna samo za 14.6% varijance u brzini rasta ekspresivnog jezika kod 29 djece implantirane u dobi između 10 i 40 mjeseci. Nadalje, u istraživanju u kojem je sudjelovalo 153 djece implantirane prije 5. godine, Geers i sur. (2009) otkrili su kako je dob implantacije bila odgovorna za samo 2.5% varijance u rezultatima na mjerama ekspresivnog i receptivnog jezika.

Colleti i sur. (2011) istraživanjem su pokazali kako postoji prednost u receptivnom jeziku kada se djeca implantiraju prije 12. mjeseca. Receptivni rječnik ispitan je PPVT testom, a sudjelovalo je 73 djece implantirane između 2. mjeseca i 3 godine tijekom 10 godina nakon implantacije. Tijekom ispitivanja, formirali su tri grupe prema dobi implantacije: prva grupa sastojala se od djece implantirane od 2. - 11. mjeseca (n=19), druga grupa od 12. do 23. mjeseca (n=21) i treća grupa od 24.-35. mjeseca (n=33). Nakon 10 godina praćenja, broj ispitanika u svakoj grupi bio je 10, 16 i 21, ukupno 47. U receptivnom rječniku prva grupa postigla je bolje rezultate u odnosu na druge dvije te su razlike bile statistički značajne.

Percy-Smith i sur. (2013) računali su omjer izgleda za uredan rječnički razvoj i jezično razumijevanje kod rano implantirane djece za receptivni rječnik (PPVT), receptivni jezik (RDLS) i ekspresivni rječnik (Vibormaterialer, danski test). Ukupno je ispitano 83 djece prosječne dobi od 3 godine i 10 mjeseci (raspon od 17 mjeseci do 6 godina), a prosječna dob implantacije bila je 1 godina i 7 mjeseci (raspon od 5 mjeseci do 4 godine i 7 mjeseci). Logistička regresija pokazala je kako je dob implantacije bila značajni prediktor uspjeha na svim trima jezičnim mjerama. Djeca implantirana u dobi od 5 do 11 mjeseci imala su više izgleda za bolji rječnički razvoj i jezično razumijevanje nego djeca implantirana između 12 i 17 mjeseci i ona starija. Veliki broj dodatnih čimbenika također se pokazao značajnima, a to su

dob uključivanja procesora, način obrazovanja i mjesto prebivališta (Zapadna ili Istočna Danska). Unatoč ovom utjecaju dobi implantacije, većina sudionika ipak nije postigla rezultate u skladu s dobi niti na jednoj jezičnoj mjeri.

U već ranije spomenutom istraživanju opisanom u poglavlju o govornim vještinama koje su proveli Karltorp i sur. (2020), provjeravali su se i ekspresivni i receptivni rječnik i uspoređivali obzirom na dob implantacije. Receptivni rječnik ispitan je Peabody slikovnim testom rječnika. Inicijalno je procijenjen 18 mjeseci nakon uključivanja procesora, a nakon toga u intervalima od 12 mjeseci sve do djetetove 16. godine. Ekspresivni rječnik procijenjen je Bostonskim testom imenovanja. U ovom testu dijete mora imenovati 60 slika, s rastućim stupnjem težine. Ispitivač ne smije pomagati, a slične riječi priznaju se samo ako su u pitanju riječi blisko povezane s traženom riječju, primjerice sinonimi.

Rezultati receptivnog rječnika pokazuju kako nema značajnih razlika između onih implantiranih u dobi od 5-8 mjeseci i onih u dobi 9-11 mjeseci po pitanju brzine razvoja ili kašnjenja, no šestogodišnja procjena pokazuje značajnu povezanost između dobi prve implantacije i receptivnog rječnika, odnosno, jedna godina odgađanja operacije u prosjeku uzrokuje kašnjenje od godine i 3 mjeseca u receptivnom rječniku u dobi od 6 godina.

Rezultati ekspresivnog rječnika pokazuju kako je implantacija prije navršene 1. godine života vrlo učinkovita, no nema značajnih razlika između onih implantiranih u dobi od 5-8 mjeseci, i onih u dobi od 9-11 mjeseci. Međutim, linearna regresijska analiza pokazala je značajnu povezanost između dobi implantacije i ekspresivnog rječnika.

Iako su djeca implantirana u dobi od 12-18 mjeseci postigla relativno niske rezultate na ispitivanju receptivnog rječnika, ističe se kako je nekoliko njih u ranim školskim godinama pokazalo bolji rječnik, odnosno izgubilo se početno zaostajanje. Jedan od mogućih razloga mogao bi biti bogata obiteljska jezična stimulacija, ili možda uspješnost implantirane djece u čitanju, odnosno, što su djeca bolja u vještinama čitanja, imaju više prilika za usvajanje novih riječi (Cruz i sur., 2013; Nittrouer, 2018).

Zaključno, Wie i sur. (2020) proveli su longitudinalno istraživanje kako bi ispitali tijekom jezičnog razvoja kod rano, bilateralno implantirane djece, u dobi od 5-18 mjeseci. U tom norveškom istraživanju sudjelovalo je 21 rano bilateralno implantirano dijete iz Norveške te jednak broj čujuće djece koji su bili izjednačeni po dobi, spolu i majčinom obrazovanju. Njihove jezične

vještine uspoređene su u 10 vremenskih točaka: 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60 i 72 mjeseci nakon implantacije.

Receptivni rječnik, ispitivan British Picture Vocabulary Scale, drugo izdanje (BPVS II, Dunn i sur., 1997), procjenjivao se godišnje od 24 do 72 mjeseca nakon implantacije. Intervali testiranja 24 do 36 mjeseci nakon implantacije nisu pokazivali statistički značajne razlike u rezultatima implantirane i čujuće djece. Međutim, razlike su bile značajne 48, 60 i 72 mjeseca nakon implantacije. Prosječni rezultat implantirane djece unutar prve 4 procjene bio je unutar jedne standardne devijacije norme, ali na zadnjoj procjeni, 72 mjeseca nakon implantacije, prosječan rezultat bio je lošiji od jedne standardne devijacije ispod norme.

Ekspresivni rječnik, ispitivan Wechsler Preschool and the Primary Scale of Intelligence, treće izdanje (WPPSI-III; Wechsler, 2002), također je procjenjivan od 24 do 72 mjeseca nakon implantacije. Niti na jednoj procjeni nisu pronađene značajne razlike između implantirane i čujuće djece. Nadalje, prosječni rezultati obiju skupina bili su unutar 1 standardne devijacije norme.

Rezultati su pokazali kako su razlike u jezičnim ishodima rano, simultano bilateralno implantirane i čujuće djece, u početku nestale. Međutim, daljnjim procjenama tijekom vremena te razlike ponovno su se pojavile. Iako su implantirana djeca imala ekspresivni rječnik u skladu s dobi, receptivni rječnik zaostajao je za čujućima te je na konačnom ispitivanju bio 1 standardnu devijaciju ispod norme. Ovi rezultati usporedivi su meta-analizom (Lund, 2016) koja je pokazala sporiji razvoj rječnika kod jednostrano implantirane djece u odnosu na čujuće. Obzirom da ovo istraživanje nije imalo grupu jednostrano implantirane djece s kojim bi ih mogli usporediti, ne može se tvrditi olakšava li bilateralna implantacija razvoj rječnika. Dakle, u usporedbi s čujućima, razvoj rječnika je kasnio. Jedno objašnjenje za pojavu prvenstveno nestajanja, pa kasnije pojave razlika u rječniku implantiranih i čujućih je to da se u kasnijoj dobi javlja veći broj apstaktnih riječi i smanjuje se čestotnost korištenja određenih riječi (Hansen, 2017). Također, može se objasniti promjenom situacija u kojoj djeca uče riječi, odnosno, starija djeca provode više vremena u zahtjevnijim akustičkim uvjetima poput bučne učionice (Busch i sur., 2017) ili uče napredniji rječnik načuvši razgovore drugih, što je implantiranoj djeci vrlo zahtjevno (Bodere & Jaspert, 2017; Vermeulen i sur., 2012). Glaubitz i sur. (2021) provedenim istraživanjem ekspresivnog i receptivnog jezika vrlo rano bilateralno implantirane djece ukazali su na važnost rane bilateralne implantacije. Uz to, jednojezičnost obitelji i duljina dnevne uporabe implanta, kao i vrijeme provedeno u okolini gdje se govori pokazalo se vrlo važnim. Istraživanje je pokazalo kako vrlo rana bilateralna implantacija može

rezultirati jezičnim vještinama u skladu s dobi već u drugoj godini života. Jednojezičnost se pokazala povoljnijom za rani jezični razvoj, u odnosu na dvojezičnost, a duljina dnevne uporabe implanta i boravak u okolini gdje se govori pokazalo se bitnim za produkciju riječi.

Navedene spoznaje o jezičnom razvoju rano implantirane djece upućuju na potrebu za dugoročnim praćenjem njihovog jezičnog razvoja kako bi im se omogućila što kvalitetnija intervencija. Nedvojbeno, rana implantacija pokazala je pozitivan utjecaj na jezični razvoj, no obzirom na brojne individualne razlike u jezičnim ishodima rano implantirane djece, nužno je sagledati i ostale čimbenike koji utječu na njih.

## 5. ČIMBENICI VARIJABILNOSTI GOVORNIH I JEZIČNIH ISHODA KOD RANO IMPLANTIRANE DJECE

Od pojave rane kohlearne implantacije, prosječne jezične sposobnosti gluhe djece postajale su bolje zbog poboljšane dostupnosti slušnih, a posebno govornih zvukova. No, unatoč tim dobrim rezultatima, velika varijabilnost u jezičnim i govornim ishodima i dalje ostaje. Neka djeca postignu odgovarajuću jezičnu razinu, dok ostala zaostaju za čujućim vršnjacima (Niparko i sur., 2010). Različita istraživanja proučavala su vezu između jezičnih i govornih ishoda i mogućih čimbenika koji na njih utječu. Čimbenici se mogu podijeliti u tri glavne kategorije: slušni čimbenici, čimbenici koji se odnose na dijete i okolinski čimbenici (Boons i sur., 2012).

### 5.1. Slušni čimbenici

Slušni čimbenici uključuju karakteristike pedijatrijske auditivne rehabilitacije. Oni se odnose na dob identifikacije oštećenja sluha, dob implantacije, duljinu uporabe kohlearnog implanta, kao i na slušni status djeteta prije implantacije. Nadalje, slušni čimbenici poput netaknutosti neurološkog sustava, dubine umetanja elektroda i broja efektivno programiranih kanala mogu utjecati na postimplantacijski jezični razvoj (Boons i sur., 2012).



### 5.1.1. Dob identifikacije oštećenja sluha

Jedan od važnih čimbenika koji utječe na razvoj jezika i govora kod djece s kohlearnim implantom je dob identifikacije oštećenja sluha. Rezultati istraživanja razvoja govora i jezika kod implantirane djece promijenili su se zahvaljujući novorođenačkom probiru na oštećenje sluha. U prošlosti, istraživači su ispitivali jezični i govorni razvoj djece koja su implantirana tijekom predškolskog razdoblja ili kasnije. Međutim, s pojavom probira, oštećenje sluha kod djece identificira se ranije nego ikad prije (Rinella, 2014). Ranija identifikacija vodi ranijoj kohlearnoj implantaciji, a ranija kohlearna implantacija vodi ka boljim jezičnim i govornim vještinama. American Academy of Pediatrics (AAP) i Joint Committee on Infant Hearing (JCIH) preporučili su smjernice "1-3-6" kod trijažnog postupka koje podrazumijevaju potpuni probir sluha novorođenčeta do 1. mjeseca života, dijagnosticiranje oštećenja sluha do 3. mjeseca života i uključivanje onih identificiranih s oštećenjem sluha u ranu intervenciju do 6. mjeseca života (Muse i sur., 2013).

### 5.1.2. Dob implantacije

Dob implantacije drugi je čimbenik koji utječe na jezični i govorni razvoj djeteta s kohlearnim implantom. Brojna istraživanja potvrđuju kako ranija kohlearna implantacija vodi ka boljim jezičnim i govornim vještinama, odnosno, ranije implantirana djeca mogu se usporediti sa čujućim vršnjacima (Dettman i sur., 2007; Leigh i sur., 2013). Većina ranije implantirane djece pratila su putanju jezičnog razvoja s čujućom djecom. U novijim istraživanjima, dob implantacije pokazala se kao važniji čimbenik jezičnih ishoda kod implantirane djece od dobi identifikacije oštećenja sluha (Ching i sur., 2013; Colleti i sur., 2011; Geers & Nicholas, 2013; Karltorp i sur., 2020).

### 5.1.3. Slušno iskustvo prije implantacije

Još jedan čimbenik koji pridonosi jezičnom i govornom razvoju djece s kohlearnim implantom je količina slušnog iskustva prije implantacije. Slušno iskustvo određeno je količinom i kvalitetom govornih signala koje dijete može čuti prije implantacije. Količina govornog signala koje dijete čuje ovisi o stupnju oštećenja sluha, a slušno iskustvo gradi

govornu percepciju. Kad dijete nema slušnog iskustva, odnosno ne može percipirati govorni signal, dolazi do slušne deprivacije. Kod takve djece rana implantacija je vrlo važna zbog naglaska na plasticitet slušnog sustava u ranoj dobi (Nicholas & Geers, 2007). Slušno iskustvo bitno je za uredni govorni razvoj. Kod urednog razvoja, novorođenčad počinje razvijati govornu percepciju mnogo ranije nego li počnu producirati riječi. Za razliku od njih, djeca s kohlearnim implantima razvijaju svjesnost o akustičkim svojstvima konsonanata, vokala i riječi približno u isto vrijeme kada počnu producirati riječi. Dakle, mlađa implantirana djeca usvajaju riječi istovremeno kako su izloženi toj riječi, bez da je produkciji prethodila već poznata akustička percepcija te riječi (Ertmer i sur., 2007). Bitno je uzeti u obzir kako neka djeca nisu imala nikakvo slušno iskustvo prije implantacije, pa nisu bila u mogućnosti percipirati govor.

#### 5.1.4. Karakteristike kohlearnog implanta

Vrlo je bitno zapamtiti kako kohlearni implant ne vraća normalan sluh (Geers i sur., 2003), već on pruža električnu reprezentaciju zvuka, umjesto akustičku kao što to čini pužnica (Rinella, 2014). Svaki kohlearni implant, odnosno govorni procesor implanta mapira se individualno za svako dijete. Vrijeme koje je potrebno da se pronađe najbolje mapiranje govornog procesora koje omogućuje djetetu najbolje slušno iskustvo varira. Cilj je da se procesor mapira što prije kako bi dijete što ranije dobilo kvalitetno slušno iskustvo.

Čujnost i govorna percepcija mogu biti i pod utjecajem novih ažuriranja govornih procesora. Tijekom godina, ažuriranja u tehnologiji kohlearnih implanata uključivala su redizajniranje unutarnje opreme (nizovi elektroda i unutarnji stimulatori prijemnika), nove strategije govornog procesiranja i vanjsku opremu uređaja (govorni procesori i mikrofoni) (Carlson i sur., 2012; Wilson & Dorman, 2008). Ažurirani govorni procesori (Geers i sur., 2003) i nizovi elektroda (Connor i sur., 2000; Psarros i sur., 2002) pozitivno utječu na govornu diskriminaciju, produkciju i jezične rezultate kod djece koja ih koriste.

#### 5.1.5. Bilateralna kohlearna implantacija

Nekoliko istraživanja pokazalo je kako drugi kohlearni implant, na drugom uhu, pozitivno utječe na slušni razvoj djeteta. Djeca koja su bilateralno implantirana pokazuju bolju lateralizaciju i lokalizaciju koristeći oba implanta u usporedbi s djecom koja koriste samo jedan implant. Osim toga, pokazalo se kako bilateralna implantacija omogućuje bolje govorno

prepoznavanje. Boons i sur. (2012) proveli su istraživanje o ishodima govornog jezika gdje su usporedili djecu koja su bilateralno implantirana s djecom koja imaju samo jedan implant. Rezultati istraživanja pokazala su pozitivan učinak bilateralne implantacije na ekspresivna i receptivna postignuća u govornom jeziku kod prelingvalno gluhe djece tri godine nakon prve implantacije. Ovo istraživanje bilo je jedno od prvih koje je pokazalo pozitivan utjecaj bilateralne implantacije na jezične ishode, a ne samo na slušne.

## 5.2. Čimbenici koji se odnose na dijete

Boons i sur. (2012) podijelili su čimbenike koji se odnose na dijete na spol, etiologiju oštećenja sluha i dodatne teškoće.

### 5.2.1. Spol djeteta

Geers i sur. (2007) navode da su djevojčice s kohlearnim implantima pokazale bolje rezultate u odnosu na dječake na testovima govorne percepcije (Stacey i sur., 2006), govorne produkcije (Tobey i sur., 2003), jezičnih vršnjaka (Geers i sur., 2003) i čitanja (Geers, 2003). Ovi rezultati mogu sugerirati da bi djevojčice mogle dostići vršnjake u jezičnim sposobnostima prije dječaka. Međutim, nema usklađenosti u rezultatima i opservacijama različitih autora. Tako primjerice Gérard i sur. (2010) zaključuju kako nema statistički značajne razlike između spolova u jezičnom razvoju implantirane djece. Ramos i sur. (2015) proveli su istraživanje o utjecaju spola na razvoj jezičnih vještina kod implantirane djece. U istraživanju je sudjelovalo 12 djevojčica i 18 dječaka u dobi od 8 godina i 1 mjeseca i 10 godina, sa bilateralnom i perceptivnom kongenitalnom teškom nagluhošću ili potpunom gluhoćom. Jezične vještine, semantika, morfosintaksa i fonologija, ispitane su Language Observation Grid - School level testom. Rezultati istraživanja pokazali su prosječnu slušnu dob od 72 mjeseca kod djevojčica, i 72.7 mjeseci kod dječaka. Spol nije imao značajan utjecaj na razvoj ispitanih lingvističkih struktura. Zbog malog broja ispitanika, autori pozivaju na ispitivanje utjecaja spola na jezični razvoj implantirane djece na većoj populaciji.

### 5.2.2. Etiologija oštećenja sluha

Uzrok oštećenja sluha također može utjecati na jezični razvoj. Uzrok može biti genetički, infekcija, primjerice citomegalovirusom ili meningitisom, vezan uz kongenitalnu malformaciju pužnice, preranim rođenjem ili nepoznati (Boons i sur., 2012).

### 5.2.3. Infekcija citomegalovirusom

Najčešći negenetički kongenitalni uzrok perceptivnog gubitka sluha i vodeći uzrok razvojnih i neuroloških teškoća je infekcija citomegalovirusom (CMV). U istraživanju govornih ishoda kod implantirane djece inficirane CMV-om većina djece pokazala je napredak u govornoj percepciji i produkciji nakon kohlearne implantacije. Asimptomatska djeca pokazala su bolje rezultate u odnosu na simptomatsku (Viccaro i sur., 2012), unatoč spoznaji do koje su došli Yoshida i sur. (2009) kako djeca zaražena CMV-om bez kognitivnih teškoća uspiju dostići vršnjake koji nisu zaraženi u postignućima jezične percepcije i produkcije u roku od 1 godine nakon implantacije. Doista, napredak zaražene djece sporiji je u usporedbi s implantiranim vršnjacima koji nisu inficirani CMV-om (Matsui i sur., 2012). Takvi ishodi mogu biti vezani uz središnji živčani sustav obzirom da nije pronađena povezanost između trajanja gluhoće i dobi implantacije i govornih ishoda kod djece s oštećenjem sluha uzrokovanim infekcijom CMV-om.

### 5.2.4. Mutacija gena GJB2

Najčešći nesindromski uzrok kongenitalnog perceptivnog oštećenja sluha je mutacija u GJB2 (gap junction protein  $\beta 2$ ) genu koji kodira protein Connexin 26. Bauer i sur. (2003) proveli su evaluaciju proteina Connexin 26 kod 55 korisnika kohlearnih implanta i povezali njihov genetički status sa kognitivnim, jezičnim i čitalačkim ishodima. Dvadeset dvoje djece koja su bila pozitivna na Connexin 26 postigla su značajno bolje rezultate u čitanju s razumijevanjem i standardiziranim zadacima za mjerenje neverbalnih kognitivnih vještina u odnosu na djecu koja su bila Connexin 26 negativna. Ovi rezultati sugeriraju da izolirani inzult u pužnici uzrokovan mutacijom proteina Connexin 26 omogućuje očuvanje slušnog živca u pužnici i moguće centralnu kognitivnu funkciju, koja potencijalno objašnjava bolje ishode kod djece koja imaju gubitak sluha uzrokovan Connexinom 26. Corazzi i sur. (2020) uspoređivali su jezične

i govorne ishode implantirane djece zaražene CMV-om i djece s mutacijom Connexina 26. Rezultati su pokazali bolje jezične vještine s vremenom kod djece zaražene CMV-om, iako su djeca sa simptomatskim CMV-om postigla niže jezične razine 3-4 godine nakon kohlearne implantacije u usporedbi s asimptomatskom djecom zaraženom CMV-om ili mutacijom Connexina 26.

#### 5.2.5. Dodatne teškoće

Procijenjeno je kako otprilike 40-50% djece s oštećenjem sluha ima i dodatnu medicinsku ili razvojnu teškoću (Gallaudet-Research-Institute, 2013; Szymanski i sur., 2012; Eisenberg, 2017). Spomenute teškoće mogu biti motoričke teškoće, oštećenje vida, razvojno kašnjenje, cerebralnu paralizu, poremećaj iz spektra autizma, poremećaj pažnje, hiperaktivnost, mentalnu retardaciju i teškoće učenja (Mesallam i sur., 2018). Glavni ograničenje za centre koji vrše implantaciju da uključe djece s dodatnim teškoćama su očekivani lošiji rezultati nakon rehabilitacije. Danas, s više rehabilitacijskog iskustva, neki centri uključuju veći broj djece s dodatnim teškoćama. Iako se nekoliko istraživanja bavilo kvalitetom života implantirane djece s dodatnim teškoćama, manje podataka je dostupno o rehabilitacijskim ishodima. Cilj istraživanja koje su proveli Mesallam i suradnici (2018) bio je usporediti ishode kohlearne implantacije kod djece koja imaju dodatne teškoće u usporedbi s implantiranom djecom koja nemaju dodatne teškoće. U ispitivanju je sudjelovalo po 25 djece u obje grupe. Grupe su bile izjednačene po dobi, spolu, dobi slušanja i trajanju rehabilitacije nakon implantacije. Auditivne vještine mjerene su MAIS (Meaningful Auditory Integration Scale) upitnikom, a govorne vještine MUSS (Meaningful Use of Speech Scale) skalom. Rezultati ovog istraživanja predstavljeni su prema skupinama teškoća, a to su Usheroz sindrom, opće razvojno zaostajanje, poremećaj iz spektra autizma i poremećaj pozornosti s hiperaktivnošću.

Usheroz sindrom rijedak je genetički poremećaj koji uzrokuje kongenitalnu perceptivnu gluhoću i progresivni gubitak vida (Mathur & Yang, 2015). Postoje tri podtipa sindroma koji se razlikuju u kliničkoj slici. Sudionici ovog istraživanja imali su podtip I, gdje djeca imaju kongenitalnu perceptivnu gluhoću, no postepeni progresivni gubitak vida nastupa u kasnom djetinjstvu. Grupa s Usherovim sindromom pokazala su najpovoljnije ishode u usporedbi s djecom s drugim teškoćama na svim razinama, a to su auditivne vještine, komunikacijske vještine i mjereni potpomognuti odgovor koji je bio usporediv s kontrolnom grupom. Ovakvi

rezultati mogu se objasniti činjenicom da gubitak vida još nije započeo. Slični rezultati dobiveni su u istraživanjima koja su se bavila ishodima kohlearne implantacije kod djece s Usherovim sindromom (Liu i sur., 2008; Jatana i sur., 2013). Zbog toga se naglašava važnost rane implantacije djece s Usherovim sindromom kako bi se osigurali što bolji ishodi prije pojave gubitka vida koji može ometati rehabilitacijski proces.

Djeca s općim razvojnim zaostajanjem, koje se opisuje kao razvojno zaostajanje u dvije ili više razvojnih domena kao što su fina ili gruba motorika, govor, jezik, kognicija ili socijalno ponašanje, pokazala su značajno niže ishode u odnosu na kontrolnu grupu. Takvi rezultati bili su očekivani obzirom da su ispitana djeca imala značajno kašnjenje u kognitivnim i motoričkim sposobnostima u usporedbi s kontrolnom grupom. Slične rezultate ovima pokazala su i druga istraživanja (Holt & Kirk, 2006; Hiraumi i sur., 2013). Ovi rezultati mogu se objasniti lošim kognitivnim i motoričkim vještinama, koje ometaju proces rehabilitacije nakon implantacije.

Poremećaj iz spektra autizma (PSA) smatra se najizazovnijom teškoćom s kojom se susreću profesionalci kada donose odluku hoće li dijete implantirati ili ne. Glavna teškoća je problem rane dijagnostike, no dijete može biti implantirano, i tek kasnije dobiti dijagnozu PSA. Naime, unatoč povećanju svjesnosti o ranim znakovima autizma, srednja dob dijagnosticiranja ostaje između 4 i 5 godina (Daniels & Mandell, 2014). Nažalost, zbog lošijih komunikacijskih i socijalnih vještina u kombinaciji s problemima senzorne integracije koje mogu imati, očekivanja u vezi ishoda govornih i komunikacijskih vještina nisu visoka. Zbog ovoga, u prošlosti djeca s PSA nisu bili kandidati za dobivanje kohlearnog implanta (Edwards, 2007). Očekivano, ova grupa djece postigla je najlošije rezultate od svih grupa djece s dodatnim teškoćama u usporedbi s kontrolnom grupom. Ovakve rezultate nalazimo i u istraživanju Donaldsona i sur. (2004) koji su istaknuli teškoću procjene govornih i jezičnih ishoda kod implantirane djece s PSA zbog razvojnih problema koje imaju. Međutim, oni su istaknuli pozitivne odgovore roditelja koji su primijetili nakon implantacije svjesnost okolinskih zvukova, reakciju na glazbu i poboljšan kontakt očima. Zbog toga je važno roditeljima objasniti realistične ishode operacije koji mogu uključivati poboljšanje određenih aspekata u kvaliteti života, umjesto poboljšanja u govornim i komunikacijskim vještinama.

Poremećaj pozornosti s hiperaktivnošću (ADHD) definiran je kao najčešći neurorazvojni poremećaj kojeg karakterizira nedostatak pažnje i hiperaktivnost koji mogu utjecati na usvajanje i razvoj jezika (American Psychiatric Association, 2013). Povoljni ishodi govorne percepcije i jezičnih vještina kod implantirane djece s ADHD-om prikazani su u nekoliko istraživanja (Cruz i sur., 2012; Daneshi & Hassanzadeh, 2007). U ovom istraživanju troje od 4 djece s ADHD-om pokazalo je povoljne ishode implantacije u govornoj komunikaciji.

Međutim, rezultati MUSS-a, kojim su se mjerile govorne vještine, bili su bolji samo od podgrupe djece s PSA-om. Potencijalno objašnjenje je problem s pažnjom i središnji kognitivni deficiti koji ometaju rehabilitacijski proces.

Prema svemu navedenom, djeca s oštećenjem sluha i dodatnim teškoćama mogu imati povoljne ishode kohlearne implantacije koji se odnose, ne samo na slušne vještine, već i komunikacijske i jezične. Međutim, ovi povoljni ishodi ograničeni su i ne mogu se usporediti s ishodima implantirane djece koja nemaju dodatne teškoće, koja pokazuju znatno bolje ishode implantacije.

### 5.3. Okolinski čimbenici

Okolinski čimbenici su vanjske karakteristike koje su određene djetetovom okolinom. Najčešće se govori o obiteljskim karakteristikama, obliku obrazovanja i načinu komunikacije.

#### 5.3.1. Obiteljske karakteristike

Potruga za čimbenicima koji utječu na ishode kohlearne implantacije kod djece dovela je mnoge istraživače i kliničare do uloge djetetove obitelji. Obitelj je logičan utjecajni čimbenik obzirom da se općenito smatra kako obitelj ima presudnu ulogu u mnogim područjima djetetovog razvoja, kao što su kognitivni i socijalni razvoj (Belsky, 1981).

Značajna veza očekuje se kod jezičnog inputa roditelja i jezičnog razvoja djeteta. Dva istraživanja (Ceh i sur., 2013; Sarant i sur., 2014) pokazala su značajne pozitivne učinke frekvencije izloženosti implantiranog djeteta knjigama kod kuće za njihov cjelokupni jezični razvoj. Sarant i sur. (2014) svojim istraživanjem pokazuju kako vrijeme provedeno čitajući knjigu djetetu čak predviđa razvoj govornog jezika snažnije nego dodatnih 10 IQ bodova.

Sustavni pregled literature o utjecaju obiteljskih karakteristika na jezični razvoj implantirane djece kojeg su proveli Holzinger i sur. (2020) pokazuje snažan i homogeni utjecaj količine visoko kvalitetnog roditeljskog jezičnog inputa na djetetov jezični razvoj nakon kohlearne implantacije. Roditeljevo korištenje proširenja djetetovih izjava u obliku ponavljanja djetetove izjave u jezično točnom obliku i s novim informacijama pokazalo se kao vrlo učinkovita metoda za poticanje jezičnog razvoja djeteta (Szagun & Stumper, 2012). Nadalje, postavljanje otvorenih pitanja prilikom čitanja knjige također se pokazalo vrlo učinkovitom metodom jer

potiče dijete na aktivno sudjelovanje u jezičnim interakcijama (Ceh i sur., 2013). Druge karakteristike visoko kvalitetnog roditeljskog jezičnog inputa su gramatička kompleksnost, odnosno veća prosječna duljina iskaza roditelja i veća leksička raznolikost, odnosno omjer različitih riječi u izjavi i ukupnog broja riječi. Međutim, unatoč snažnoj povezanosti roditeljskog jezičnog inputa i jezičnog razvoja djeteta, postoji mogućnost da ova povezanost odražava utjecaj karakteristika djeteta na roditeljevo ponašanje. Primjerice, u istraživanju blizanaca (Dale i sur., 2015) pokazalo se da uz utjecaj roditeljskog jezičnog inputa postoji i utjecaj dijete-roditelj. Djeca koja su pričljivija ili naprednija u jezičnom razvoju potiču roditelje na složenije jezično izražavanje, stoga zapravo djeca stvaraju svoju jezičnu okolinu.

Uključenost obitelji u rehabilitacijski proces odnosi se na znanje roditelja o djetetovim mogućnostima, razumijevanje funkcioniranja kohlearnog implanta, pohađanje dogovorenih pregleda i terapija i kontaktiranje stručnjaka za pomoć. Pregledom dosadašnje literature, Holzinger i sur. (2020) ističu kako je uključenost obitelji umjereno visoko povezana s jezičnim razvojem djeteta, no zbog manjka podataka nije se mogla istraživati varijabla poput stila roditeljstva koja je bila uključena u neka mjerenja uključenosti obitelji, prema tome, ti rezultati moraju se oprezno tumačiti. Zbog toga je potrebno osmisliti valjanu standardiziranu mjeru za konstrukte poput uključenosti obitelji.

Socioekonomski status konceptualiziran je kao društveni položaj ili klasa određene osobe ili grupe, najčešće mjeren kombinacijom obrazovanja, prihoda i zanimanja (American Psychological Association, Task Force on Socioeconomic Status, 2007). Prema očekivanjima Holzinger i sur. (2020), socioekonomski status operacionaliziran kao obrazovanje roditelja (najčešće majke) imao je slabiji utjecaj na djetetov jezični razvoj u usporedbi sa specifičnim roditeljskim ponašanjem usmjerenim na djetetovu izloženost jeziku poput jezičnog inputa ili uključenosti u intervenciju. Hart i Risley (1992, 1995) pokazali su veću povezanost socioekonomskog statusa roditelja i jezika djeteta urednog razvoja. Slabija povezanost u populaciji djece s oštećenjem sluha može biti zbog ograničene varijabilnosti socioekonomskog statusa u istraživanom uzorku. Istraživanja koja su uključivala socioekonomski status i jezični input roditelja, socioekonomski status imao je malu ili statistički neznačajnu ulogu u putanji jezičnog razvoja djeteta, u skladu s rezultatima provedene meta-analize (Holzinger i sur., 2020).

Nadalje, neka istraživanja donose informacije o vezi između veličine obitelji i jezičnog razvoja djeteta (Geers i sur. 2003; Geers i sur. 2011). Oba istraživanja pokazala su statistički



značajnu negativnu korelaciju, pokazujući moguću prednost manjih obitelji za jezično usvajanje gluhog djeteta.

Stil roditeljstva pokazao se značajnim za djetetov jezični razvoj. Quittner i sur. (2013) pokazuju pozitivan učinak majčinske osjetljivosti i kognitivne stimulacije na razvoj govornog jezika, a Ketelaar i sur. (2017) ističu kako negativni i neuključeni roditeljski stil negativno korelira s djetetovim jezičnim razvojem. Također, niže razine roditeljskog stresa značajno su bile povezane s djetetovim jezičnim razvojem u istraživanju kojeg su proveli Sarant i Garrard (2014).

### 5.3.2. Oblik obrazovanja

Postoje dokazi koji govore kako pristup slušnim informacijama uz pomoć kohlearnog implanta, pogotovo ako je to u ranoj dobi, omogućuje što ranije uključivanje djece u redovni obrazovni sustav s ostalom čujućom djecom (Geers & Brenner, 2003). Ranije uključivanje implantirane djece u redovni obrazovni sustav povezan je s boljom govornom razumljivosti (Tobey i sur., 2003) i boljim ishodima u čitanju (Geers, 2003). Ranom kohlearnom implantacijom i početkom rane intervencije do druge godine života, mnoga gluha djeca spremna su za uključivanje u redovni obrazovni sustav ranije, pokazujući govorne i jezične vještine koje se približavaju razini tih vještina čujućih vršnjaka u petoj ili šestoj godini života (Moog, 2002). Ranije uključivanje u redovni obrazovni sustav zapravo može biti rezultat umjesto uzrok dobrih govornih i čitalačkih vještina u osnovnoj školi (Geers, 2006) jer se ona djeca s dobrim govornim vještinama biraju se za uključivanje u redovni sustav.

Kohlearna implantacija promijenila je mogućnosti obrazovanja za gluha djecu, s povećanom mogućnosti redovnog obrazovanja zajedno s čujućom djecom, pogotovo za rano implantiranu djecu. Njihove jezične vještine, čitanje i drugi obrazovni ishodi sad se uspoređuju s čujućima. Postignuća implantirane djece bolja su od postignuća vršnjaka sa slušnim aparatićem (Svirsky i sur., 2000), no dugoročno nisu dobra kao kod čujućih vršnjaka (Archbold i sur., 2008; Ching i sur., 2009; Duchesne i sur., 2009; Geers i sur., 2009; Tomblin i sur., 2008). Implantirana djeca koja su razumljiva i pokazuju jezik primjeren dobi i dalje ne čuju kao njihovi čujući vršnjaci. Oni primaju degradirani slušni signal, i imaju period bez slušne stimulacije, ma koliko rano bili implantirani. Moguće je da će imati teškoća pogotovo u buci u grupnom radu, i biti ovisniji o

vizualnoj podršci kako bi razumjeli jezik u bučnoj učionici te da će neke informacije prečuti i propustiti (Hauser & Marchark, 2008).

### 5.3.3. Način komunikacije

Kako tehnologija kohlearnih implanata napreduje, i dob implantacije se smanjuje, prednosti oralne habilitacije govornog jezika postaju očiglednije. Miyamoto i sur. (1999) iznose kako djeca koja su uključena u oralne programe pokazuju bolje rezultate na mjerama govorne percepcije, govorne razumljivosti i ekspresivnog jezika, u usporedbi s djecom koja su bila uključena u obrazovne programe te poučavana totalnom komunikacijom. Geers i Sedey (2011) proveli su istraživanje u grupi djece koja su implantirana u dobi između 2. i 5. godine života sa 10 ili više godina iskustva korištenja kohlearnog implanta. Djeca su komunicirala preferiranim načinom, tako da se rezultati ne odnose samo na govorni jezik, već na engleski jezik općenito. Rezultati većine implantirane djece bili su unutar jedne standardne devijacije distribucije rezultata čujućih vršnjaka na mjerama ekspresivnog i receptivnog jezika i rječnika, odnosno bili su prosječni. Gotovo polovica sudionika koristila je simultanu komunikaciju tijekom prvih 5 godina korištenja kohlearnog implanta, ali do srednje škole većina se odlučila za oralnu komunikaciju. Nije bilo dokaza o negativnom učinku korištenja znakova u ranom djetinjstvu na kasniji jezični razvoj. Međutim, tinejdžeri koji su koristili oralnu komunikaciju pokazali su bolje jezične vještine u usporedbi s vršnjacima koji su se više oslanjali na znakove.

Kada se donose zaključci o utjecaju načina komunikacije na govorne i jezične ishode, važno je spomenuti metodološka ograničenja, ali i potencijalne opasnosti izvođenja tih zaključaka. Naime, u mnogim istraživanjima, ne uzima se obzir činjenica da je način komunikacije često posljedica, a ne uzrok lošijem govorno jezičnom napretku implantirane djece. Vrlo je vjerojatno da će djeca koja ne napreduju adekvatno više i dulje koristiti manualne oblike komunikacije, koji uključuju simultanu komunikaciju i znakovni jezik. Nadalje, ograničenja ovih, ali i većine drugih koji istražuju utjecaj načina komunikacije je da svu djecu koja koriste bilo kakve manualne oblike komunikacije svrstavaju u jednu skupinu. No, danas znamo da korištenje sustava komunikacije, kao što su simultana komunikacija ili izolirani znakovi i pravog znakovnog jezika nije jednako te nema jednak utjecaj na kognitivni i jezični razvoj.

Bitno je istaknuti kako oblik komunikacije koji dijete odabere nije konačan. U nekom dužem vremenskom periodu, dijete će samo odabrati koji mu komunikacijski oblik najbolje odgovara u odnosu na socijalne i školske karakteristike, ali i električni signal koji mu kohlearni implant omogućava (Walker & Tomblin, 2014). Watson i sur. (2006) pratili su 176 djece do 5 godina nakon implantacije, podijelivši ih u grupe obzirom na dob implantacije: prije 3. godine, između 3. i 5., i poslije 5. godine života. Ispitali su kako se načini komuniciranja mijenjaju tijekom prvih 5 godina nakon implantacije. Dob implantacije imala je značajni utjecaj na konačni način komunikacije; odnosno veću vjerojatnost za promjenu s totalne komunikacije ili BSL-a (British Sign Language) na oralnu komunikaciju bila je kod ranije implanirane djece. Watson i sur. (2008) tu spoznaju provjerili su na uzorku od 142 implantirane djece. Većina obitelji, njih 114, izvijestile su da je njihovo dijete prešlo sa totalne komunikacije ili BSL-a na oralnu komunikaciju, međutim 6 djece tijekom vremena više je počelo koristiti znakovni jezik. Roditelji su isticali kako su često primjećivali prednosti komuniciranja znakovnim jezikom u određenim situacijama, primjerice na bazenima. Ovi rezultati imaju važni klinički značaj. Obitelji moraju biti savjetovane kako odluke o načinu komuniciranja u ranoj dobi nisu konačne.

Iako postoji velik broj istraživanja koja ističu pozitivne utjecaje oralne rehabilitacije na jezične ishode implantirane djece, svejedno ostaje utjecaj brojnih čimbenika poput dobi implantacije, ostatka sluha, broja aktivnih sati implanta dnevno i roditeljskih preferencija. Unatoč iznesenim činjenicama, nitko nije ponudio dokaze kako znakovni jezik sprječava razvoj oralnog jezika kod djeteta, pogotovo kad se koristi rano u razvoju (Walker & Tomblin, 2014). Izloženost znakovnom jeziku od najranije dobi pozitivno utječe na jezik i kogniciju kod gluhe djece (Mayberry & Eichen, 1991). Istraživanje utjecaja jezika, bilo vizualnog ili govornog, na mozak u razvoju pokazalo je kako su područja u mozgu odgovorna za fonološko procesiranje govornog jezika jednaka onima odgovornim za fonološko procesiranje vizualnog jezika (Petitto i sur., 2001). Suprotno od dugo uvriježenog mišljenja kako je govorni jezik prvenstveno bitan za fonološki razvoj, slikovni prikaz mozga pokazao je kako izloženost vizualnom jeziku ima jednaki fonološki razvoj kao i izloženost govornom jeziku (Petitto i sur., 2001).

#### 5.3.4. Kognitivne vještine implantirane djece

Uspješno korištenje kohlearnog implanta tijekom života zahtijeva učenje kako percipirati, procesirati i integrirati auditivne informacije na način da one imaju značenje, dakle oslanjajući se na procese kao što su (slušna) pažnja, radna memorija, izvršne funkcije i brzina procesiranja. Logično je pretpostaviti kako se individualne razlike kod implantirane djece u ishodima jezika, čitanja s razumijevanjem ili rješavanju problema mogu bar djelomično objasniti ispitujući razvoj tih općih kognitivnih procesa i razumjeti kako je na njih utjecalo vrijeme slušne deprivacije i jezičnog kašnjenja (Beer i sur., 2010). Brojni dokazi upućuju kako ostali centralni kortikalni i subkortikalni neurobiološki i neurokognitivni procesi koji se često ne procjenjuju tijekom tradicionalne procjene govora i jezika pridonose varijabilnosti ishoda. Kada je riječ o ishodima kohlearne implantacije, uobičajeno se procjenjuje govorna percepcija i produkcija, usvajanje rječnika i receptivni i ekspresivni jezik (Pisoni i sur., 2010). U istraživačkom centru u Indiana University School of Medicine koristili su niz neurokognitivnih testova za usporedbu rezultata implantirane i čujuće djece. Implantirana djeca imala su manji kapacitet kratkotrajnog pamćenja, kašnjenje u izvršnim funkcijama, sporije pretraživanje kratkotrajnog pamćenja, sporije su verbalno ponavljali i lošije sekvencionalno učili. Svi ovi neurokognitivni čimbenici bili su povezani s postignućima implantirane djece na barem jednoj mjeri klasične procjene govora i jezika (Pisoni i sur., 2010).

##### 5.3.4.1. Izvršne funkcije

Glavne komponente izvršnih funkcija su inhibicija (odgođeno razmišljanje ili ponašanje u svrhu izvođenja zahtjevne svjesne radnje), radna memorija (zadržavanje informacija u kratkotrajnom pamćenju dok su drugi mentalni zahtjevi prisutni) i kognitivna fleksibilnost (sposobnost promjene kognitivnog ili bihevioralnog sklopa zbog promjene zahtjeva) (Miyake i sur., 2000). Slušno iskustvo može utjecati na izvršne funkcije na različite načine. Primjerice, slušna stimulacija omogućuje trajne uzorke mozgu u razvoju, koji su se pokazali važnim za razvijanje sekvencionalnog procesiranja poput primjećivanja uzoraka, serijskog pamćenja i trajne pažnje (Conway i sur., 2009). Slušno iskustvo i aktivnost također omogućuju bitno uvježbavanje selektivne pažnje prema određenim zvukovima, suzdržavanje pažnje od ometajućih zvukova i radnu memoriju (Kronenberger & Pisoni, 2018), što su sve bitne komponente izvršnih funkcija. Također, slušno iskustvo temelj je razvoja, koji omogućuje komponente koje podupiru izvršne funkcije primjerice kodiranje i reprezentacija informacija u

radnom pamćenju, zadržavanje bitnih informacija i korištenje govora usmjerenog sebi za inhibiciju i reguliranje ponašanja (Alderson-Day & Fernyhough, 2015; Doebel i sur., 2018). Iako je vidljivo kako slušno iskustvo ima utjecaj, novije istraživanje pokazuje kako zapravo jezično, a ne slušno iskustvo utječe na izvršne funkcije (Goodwin i sur., 2021). Zbog deficita u slušnom iskustvu i jezičnoj izloženosti, prelingvalno gluha djeca s kohlearnim implantima pokazuju značajnu varijabilnost i rizična su skupina za kašnjenje u izvršnim funkcijama. Kronenberger i sur. (2020) navode kako brojna istraživanja pokazuju nedostatke implantirane djece u slušno-verbalnom radnom pamćenju, području izvršnih funkcija potrebnih za pohranu slušno-verbalnih informacija i njihovo procesiranje. Nadalje, pokazuju kašnjenje u području inhibicije i kontrolirane pažnje pod vremenskim pritiskom. Zbog toga su proveli istraživanje koje će objasniti longitudinalni razvoj govornog jezika i izvršnih funkcija tijekom predškolske dobi (3-7 godina) kod prelingvalno gluhe, rano implantirane djece i usporediti s čujućim vršnjacima. Ispitivala se neverbalna inteligencija, izvršne funkcije i jezik, odnosno rječnik i ekspresivni jezik i jezično razumijevanje. Od izvršnih funkcija ispitivala se govorno-slušna radna memorija, vizualna radna memorija, inhibicija, koncentracija i brzina izvođenja neke radnje.

Prva hipoteza istraživanja bila je da će implantirana djeca kasniti u odnosu na čujuće vršnjake u jezičnom razvoju, ali će se s vremenom izjednačiti ili čak pokazivati brži jezični razvoj. Implantirana djeca doista su pokazala niže rezultate na mjerama rječnika i globalnog jezika u odnosu na čujuće vršnjake u početku kao i u kasnijim mjernim točkama, ali su pokazali statistički značajno poboljšanje tijekom vremena na tim mjerama. Ovi rezultati u skladu su s prethodnim istraživanjima koja pokazuju brz razvoj govornih vještina nakon implantacije (Niparko i sur., 2010) gdje mnoga implantirana djeca spadaju u širi prosječni raspon do rane školske dobi (Geers i sur., 2003). Prema ovim rezultatima, vidljiv je cjelokupan pozitivan učinak kohlearne implantacije na razvoj govornih jezičnih vještina, koje se razvijaju brže nego kod čujućih vršnjaka u predškolskoj dobi.

Druga hipoteza bila je da će implantirana djeca imati niže rezultate na mjerama izvršnih funkcija u odnosu na čujuće vršnjake i da će se izvršne funkcije tijekom vremena poboljšati brzinom sličnom kod čujućih vršnjaka. Implantirana djeca pokazivala su kašnjenje u većini izvršnih funkcija u odnosu na čujuće vršnjake u dobi od 3 godine. Ovi rezultati u skladu su s drugim istraživanjima koja pokazuju vrlo rane razlike između gluhe djece i čujućih vršnjaka u područjima kognitivnog procesiranja informacija poput održavanje pažnje, vizualnog navikavanja i istraživanja objekata od najranije dobi, čak i prije implantacije (Fagan, 2019). Nadalje, istraživanje ukazuje da kašnjenje u izvršnim funkcijama kod implantirane djece

nastupa rano, ne pogoršava se tijekom vremena i zapravo se razvojno neka područja mogu poboljšati. Obzirom da promjene izvršnih funkcija kod implantirane djece imaju jednak ili premašuju razvoj izvršnih funkcija kod normativnih vršnjaka, prisutnost kohlearnog implanta ne pridonosi kašnjenju izvršnih funkcija, niti ih pogoršava. Umjesto toga, za neka područja izvršnih funkcija implantacija je ubrzala razvoj istih u odnosu na normu. Međutim, postavlja se pitanje je li isključivo slušno iskustvo bitno za razvoj izvršnih funkcija ili su one ipak pod utjecajem drugih vještina, primjerice jezičnih vještina.

Treća hipoteza bila je da će govorni jezik i neverbalna sposobnost predvidjeti naknadne sposobnosti izvršnih sposobnosti tijekom vremena. Rezultati su pokazali kako neverbalna sposobnost nije predvidjela niti jednu varijablu izvršnih funkcija, dok je mjera rječnika (PPVT-4) predvidjela rezultate govorno-slušne radne memorije. Jezik nije značajno predviđao pet mjerenih varijabli izvršnih funkcija. Ovi rezultati ukazuju da jezik može bolje predviđati buduće izvršne funkcije u područjima koja su mjerena govornim testovima, umjesto vizualnim mjerama ili upitnicima koje ispunjavaju roditelji.

Četvrta hipoteza bila je da će izvršne funkcije predviđati naknadne jezične vještine tijekom predškolske dobi. Implantirana djeca koja su bila otvorenija, fleksibilnija i tolerantnija na promjene imala su bolji rječnik na kasnijoj godišnjoj procjeni, možda kao rezultat te otvorenosti i izloženosti novom rječniku kao i sticanja iskustva. Ovaj podatak slaže se s istraživanjem koje je pokazalo da su djeca koja su imala obitelji koje su ih manje kontrolirale imala jači receptivni rječnik (Holt i sur., 2013). Radno pamćenje značajno je predvidjelo rezultate na mjerama globalnog jezika (PLS-4) na naknadnim godišnjim procjenama.

Otkrića koja se odnose na predviđanje budućih jezičnih vještina na temelju izvršnih funkcija u skladu su sa suvremenim modelima koji navode kako izvršne funkcije utječu na jezični razvoj i jezično funkcioniranje, kako na osnovni rječnik, tako i na globalne jezične vještine (Kronenberger & Pisoni, 2018). Djeca koja pokazuju veću fleksibilnost, odnosno otvorenija su i tolerantnija kada dođe do promjene s jednog problema ili situacije na drugi, imala su bolji rječnik na kasnijim godišnji procjenama, možda kao rezultat te otvorenosti i izloženosti novom rječniku i iskustvima. Iako su se fleksibilnost, odnosno preusmjeravanje i verbalno radno pamćenje pokazali najjačim čimbenicima za predviđanje jezičnih ishoda, moguće je da su i ostale varijable izvršnih funkcija statistički značajne, stoga je potrebno dodatno istraživanje na većem broju ispitanika.

## 6. ZAKLJUČAK

Ovim pregledom postojeće literature o govornim i jezičnim ishodima rano implantirane djece vidljiva je velika varijabilnost, no i nezanemariv utjecaj dobi implantacije. Obzirom na sve raniju dob implantiranja, važno je spomenuti potencijalne rizike same operacije. Moguće su komplikacije koje se dijele na velike, koje zahtijevaju ponovnu operaciju, i na manje, poput infekcije kože. Veliki pregled institucionalnih i nacionalnih podataka, pokazao je da nema značajnih razlika između mogućih komplikacija operacije ili anestezije nakon implantacije djece mlađe od 12 mjeseci, i one implantirane između 12 i 18 mjeseci (O'Connel i sur., 2016).

Pozitivan utjecaj rane kohlearne implantacije vidljiv je u području govornih vještina. Unatoč nemogućnosti procjene artikulacije i govorne razumljivosti dok djeca nisu starija (Dettman i sur., 2016), te posljedično usporedbe govorne produkcije ranije i kasnije implantiranih, ipak je vidljiva prednost ranije implantiranih. Istraživanja pokazuju raniju pojavu brbljanja, iznimno bitnu za preleksički razvoj, kod ranije implantirane djece. Također, vidljivo je kako su djeca implantirana prije 12. mjeseca života razumljiva prosječnim slušačima. Što se tiče govorne percepcije, pokazalo se kako je nužno pratiti njen razvoj kroz dulji vremenski period. Naime, istraživanja navode pojavu bolje govorne percepcije kod ranije implantirane djece, pogotovo u dobi neposredno nakon implantacije. Nadalje, ističe se slabljenje utjecaja dobi implantacije na govornu percepciju s vremenom te sposobnost starije implantirane djece da dostignu djecu implantiranu ranije zbog više iskustva s implantom. Unatoč vidljivom utjecaju dobi implantacije na govornu percepciju, i dalje je prisutna velika varijabilnost koja se objašnjava različitim čimbenicima, poput audioloških i okolinskih

Jezični ishodi, odnosno rječnička i morfosintaktička znanja implantirane djece također su vrlo varijabilni. Točna upotreba pomoćnih glagola, množine, prošlosti, priloga, prijedloga i članova može biti problematična implantiranoj djeci, što je bitno istaknuti za planiranje intervencije i terapijskih ciljeva. Implantirana djeca imaju viši postotak pogrešaka na svim podvještinama sintakse, u odnosu na čujuće vršnjake. Nadalje, njihove greške češće su značajnije nego kod čujućih. Općenito, implantirana djeca pokazuju značajan manjak znanja o morfološkim i sintaktičkim pravilima i zakonitostima.

Kad uspoređujemo rječnik rano implantirane djece i njihovih čujućih vršnjaka, implantirana djeca postižu niže rezultate na ispitivanju ekspresivnog i receptivnog rječnika. Iako nisu

pronađene značajne razlike između receptivnog i ekspresivnog rječnika kod implantirane djece, pokazalo se kako je moguće da receptivni rječnik kasni više od ekspresivnog kod implantirane djece u odnosu na čujuću djecu, a kako čujuća djeca, barem u početku, teže razvitku opširnijeg receptivnog rječnika nego ekspresivnog, vjerojatno je da implantirana djeca u usporedbi s njima djeluju mnogo užeg rječnik. Pokazalo se kako postoji prednost u receptivnom jeziku kada se djeca implantiraju prije 12. mjeseca. Nadalje, dugogodišnja procjena pokazuje značajnu povezanost između dobi prve implantacije i receptivnog rječnika, odnosno, jedna godina odgađanja operacije u prosjeku uzrokuje kašnjenje od godine i 3 mjeseca u receptivnom rječniku u dobi od 6 godina. Također, bitno je istaknuti i nelinearni utjecaj dobi na razvoj rječnika, odnosno da su najveće razlike u receptivnom rječniku implantirane i čujuće djece u dobi polaska u školu (Busch i sur., 2022), stoga se naglašava važnost praćenja takve djece i usmjeravanje bolje intervencije u godinama kada djeca kreću u školu.

Kad govorimo o govornim i jezičnim ishodima, nezanemarujući su čimbenici koji na njih utječu, a to su slušni, čimbenici koji se odnose na dijete i okolinski čimbenici.

Zaključno, uz dob implantacije, svi ovi čimbenici u većoj ili manjoj mjeri utječu na govorne i jezične ishode imlantirane djece. Vidljivo je kako ne postoji garancija da će ranijom implantacijom dijete doći do čujuće vršnjake u govornim i jezičnim ishodima obzirom da su pod utjecajem brojnih čimbenika, no svakako postoje dokazi koji ukazuju na njenu prednost. Ovaj rad daje pregled različitih čimbenika koji utječu na govorne i jezične ishode implantirane djece te ih se mora uzimati u obzir prilikom planiranja intervencije. Nadalje, ističe se važnost dugoročnog praćenja implantirane djece, kao i na prilagodbu intervencije u različitim vremenskim točkama, obzirom na nelinearni utjecaj dobi u razvoju rječnika, koji je bitan za kasniji akademski uspjeh djeteta. Svakako je važno istaknuti i neizbježan utjecaj perioda slušne deprivacije na jezični razvoj, te skrenuti pažnju roditelju gluhog djeteta na uporabu znakovnog jezika tijekom perioda prije implantacije, obzirom da rana izloženost jeziku, bez obzira na modalitet, poboljšava jezične ishode (Davidson, i sur., 2014; Hassanzadeh, 2012).



## 7. LITERATURA

1. Alderson-Day, B., & Fernyhough, C. (2015). Inner speech: Development, cognitive functions, phenomenology, and neurobiology. *Psychological Bulletin*, *141*(5), 931–965. doi: 10.1037/bul0000021.
2. Allen, C., Nikolopoulos, T. P., Dyar, D., & O'Donoghue, G. M. (2001). Reliability of a rating scale for measuring speech intelligibility after pediatric cochlear implantation. *Otol Neurotol.*, *22*(5), 631-633. doi: 10.1097/00129492-200109000-00012.
3. American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th edn.* Washington, DC: American Psychiatric Association.
4. American Psychological Association, Task Force on Socioeconomic Status (2007). *Report of the APA Task Force on Socioeconomic Status.* Washington, DC: American Psychological Association.
5. American Speech-Language-Hearing Association. Cochlear Implants. Preuzeto 19.11.2021. s <https://www.asha.org/public/hearing/cochlear-implant/>
6. Archbold, S., Harris, M., O'Donoghue, G., Nikolopoulos, T., White, A., & Richmond, H. L. (2008). Reading abilities after cochlear implantation: the effect of age at implantation on outcomes at 5 and 7 years after implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, *72*(10), 1471-8. doi: 10.1016/j.ijporl.2008.06.016.
7. Beer J., Pisoni D. B., Kronenberger, W. G., & Geers, A. E. (2010). New Research Findings: Executive Functions of Adolescents Who Use Cochlear Implants. *ASHA Lead.*, *15*(15), 12-15.
8. Belsky, J. (1981). Early human experience: A family perspective. *Developmental Psychology*, *17*, 3–23. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.17.1.3>
9. Bergeson, T. R., Houston, D. M., & Miyamoto, R. T. (2010). Effects of congenital hearing loss and cochlear implantation on audiovisual speech perception in infants and children. *Restorative Neurology and Neuroscience*, *28*, 157–165. doi: 10.3233/RNN-2010-0522.
10. Bhatia, K., Gibbin, K. P., Nikolopoulos, T. P., & O'Donoghue, G. M. (2004). Surgical complications and their management in a series of 300 consecutive pediatric cochlear implantations. *Otology & Neurotology*, *25*(5), 730-739. doi: 10.1097/00129492-200409000-00015.

11. Black, J., Hickson, L., Black, B., & Khan, A. (2014). Paediatric cochlear implantation: adverse prognostic factors and trends from a review of 174 cases. *Cochlear Implants International*, 15(2), 62-77. <https://doi.org/10.1179/1754762813Y.0000000045>
12. Blamey, P. J., Sarant, J. Z., Paatsch, L. E., Barry, J. G., Bow, C. P., Wales, R. J., Wright, M., Psarros, C., Rattigan, K., & Tooher, R. (2001). Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *J Speech Lang Hear Res.*, 44(2), 264-85. doi: 10.1044/1092-4388(2001/022).
13. Boderé, A., & Jaspaert, K. (2017). Six-year-olds' learning of novel words through addressed and overheard speech. *J Child Lang*, 44, 1163–1191. doi: 10.1017/S0305000916000465.
14. Boons, T., Brokx, J. P., Dhooge, I., Frijns, J. H., Peeraer, L., Vermeulen, A., Wouters, J., & van Wieringen, A. (2012). Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear Hear.*, 33(5), 617-39. doi: 10.1097/AUD.0b013e3182503e47.
15. Boons, T., Brokx, J. P., Frijns, J. H., Peeraer, L., Philips, B., Vermeulen, A., Wouters, J., & van Wieringen, A. (2012). Effect of pediatric bilateral cochlear implantation on language development. *Arch Pediatr Adolesc Med.*, 166(1), 28-34. doi: 10.1001/archpediatrics.2011.748.
16. Boons, T., De Raeve, L., Langereis, M., Peeraer, L., Wouters, J., & van Wieringen, A. (2013). Expressive vocabulary, morphology, syntax and narrative skills in profoundly deaf children after early cochlear implantation. *Res Dev Disabil.*, 34(6), 2008-22. doi: 10.1016/j.ridd.2013.03.003.
17. Bovo, R., Trevisi, P., Ghiselli, S., Benatti, A., & Martini, A. (2015). Is very early hearing assessment always reliable in selecting patients for cochlear implants? A case series study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 79(5), 725-31. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.02.033.
18. Busch, T., Brinchmann, E. I., Braeken, J., & Wie, O. B. (2022) Receptive Vocabulary of Children With Bilateral Cochlear Implants From 3 to 16 Years of Age. *Ear Hear.* doi: 10.1097/AUD.0000000000001220.
19. Busch, T., Vanpoucke, F., & van Wieringen, A. (2017). Auditory Environment Across the Life Span of Cochlear Implant Users: Insights From Data Logging. *J Speech Lang Hear Res.*, 60(5), 1362-1377. doi: 10.1044/2016\_JSLHR-H-16-0162.

20. Carlson, M. L., Driscoll, C. L., Gifford, R. H., & McMenomey, S. O. (2012). Cochlear implantation: Current and future device options. *Otolaryngology Clinics of North America*, *45*, 221–248. doi: 10.1016/j.otc.2011.09.002.
21. Ceh, K. M., Bervinchak, D. M., & Francis, H. W. (2013). Early literacy gains in children with cochlear implants. *Otol Neurotol.*, *34*(3), 416-21. doi: 10.1097/MAO.0b013e31827b4b81.
22. Ching, T. Y., Dillon, H., Day, J., Crowe, K., Close, L., Chisholm, K., & Hopkins, T. (2009). Early language outcomes of children with cochlear implants: interim findings of the NAL study on longitudinal outcomes of children with hearing impairment. *Cochlear Implants Int.*, *10*(1), 28-32. doi: 10.1179/cim.2009.10.Supplement-1.28.
23. Ching, T. Y., Dillon, H., Marnane, V., Hou, S., Day, J., Seeto, M., Crowe, K., Street, L., Thomson, J., Van Buynder, P., Zhang, V., Wong, A., Burns, L., Flynn, C., Cupples, L., Cowan, R. S., Leigh, G., Sjahalam-King, J., & Yeh, A. (2013). Outcomes of early- and late-identified children at 3 years of age: findings from a prospective population-based study. *Ear Hear.*, *34*(5), 535-52. doi: 10.1097/AUD.0b013e3182857718.
24. Coene, M., Govaerts, P., Rooryck, J., & Daemers, K. (2010). The role of low-frequency hearing in the acquisition of morphology. *Cochlear Implants Int.*, *11*(1), 272-7. doi: 10.1179/146701010X12671177989156.
25. Colletti, L., Mandalà, M., Zoccante, L., Shannon, R. V., & Colletti, V. (2011). Infants versus older children fitted with cochlear implants: performance over 10 years. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, *75*(4), 504-9. doi: 10.1016/j.ijporl.2011.01.005.
26. Connor, C. M., Craig, H. K., Raudenbush, S. W., Heavner, K., & Zwolan, T. A. (2006). The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: is there an added value for early implantation? *Ear Hear.*, *27*(6), 628-44. doi: 10.1097/01.aud.0000240640.59205.42.
27. Connor, C. M., Hieber, S., Arts, H. A., & Zwolan, T. A. (2000). Speech, vocabulary, and the education of children using cochlear implants: oral or total communication? *J Speech Lang Hear Res.*, *43*(5), 1185-204. doi: 10.1044/jslhr.4305.1185.
28. Conway, C. M., & Pisoni, D. B. (2008). Neurocognitive basis of implicit learning of sequential structure and its relation to language processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1145*(1), 113–131. doi: 10.1196/annals.1416.009
29. Corazzi, V., Ciorba, A., Bianchini, C., Rosignoli, M., Negossi, L., Minazzi, F., Borin, M., Malagutti, N., Stomeo, F., & Pelucchi, S. (2020). Outcome of cochlear implantation in children with congenital Cytomegalovirus infection: A retrospective case control

- study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 138, 110364. doi: 10.1016/j.ijporl.2020.110364.
30. Cowan, R. S., DelDot, J., Barker, E. J., Sarant, J. Z., Pegg, P., Dettman, S., Galvin, K. L., Rance, G., Hollow, R., Dowell, R. C., Pyman, B., Gibson, W. P., & Clark, G. M. (1997). Speech perception results for children with implants with different levels of preoperative residual hearing. *Am J Otol.*, 18(6), 125-6.
31. Coyne, M. D., Simmons, D. C., Kame'enui, E. J., & Stoolmiller, M. (2004). Teaching vocabulary during shared storybook readings: An examination of differential effects. *Exceptionality*, 12, 145–162. [https://doi.org/10.1207/s15327035ex1203\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327035ex1203_3)
32. Cruz, I., Quittner, A. L., Marker, C., DesJardin, J. L., & Team C. (2013). Identification of effective strategies to promote language in deaf children with cochlear implants. *Child Dev.*, 84(2), 543-559. doi: 10.1111/j.1467-8624.2012.01863.x
33. Cruz, I., Vicaria, I., Wang, N.Y., Niparko, J., Quittner, A.L.; CDaCI Investigative Team. (2012). Language and behavioral outcomes in children with developmental disabilities using cochlear implants. *Otol Neurotol.*, 33(5), 751-60. doi: 10.1097/MAO.0b013e3182595309.
34. Da Silva, M. P., Comerlato Junior, A. A., Bevilacqua, M. C., & Lopes-Herrera, S. A. (2011). Instruments to assess the oral language of children fitted with a cochlear implant: A systematic review. *Journal of Applied Oral Science*, 19(6), 549–553. doi: 10.1590/s1678-77572011000600002.
35. Dale, P. S., Tosto, M. G., Hayiou-Thomas, M. E., & Plomin, R. (2015). Why does parental language input style predict child language development? A twin study of gene-environment correlation. *J Commun Disord.*, 57, 106-17. doi: 10.1016/j.jcomdis.2015.07.004.
36. Daneshi, A., & Hassanzadeh, S. (2007). Cochlear implantation in prelingually deaf persons with additional disability. *J Laryngol Otol.*, 121(7), 635-8. doi: 10.1017/S0022215107005051.
37. Daniels, A. M., & Mandell, D. S. (2014). Explaining differences in age at autism spectrum disorder diagnosis: A critical review. *Autism*, 18(5), 583–97. doi: 10.1177/1362361313480277.
38. Das Purkayastha, P.K., Jewell, S., James, A.L., Gordon, K., & Papsin, B. (2011). Soft tissue complications after pediatric cochlear implantation in children younger than 12 months. *Otology & Neurotology*, 32(5), 780-783. doi: 10.1097/MAO.0b013e318214ea88.

39. Davidson, K., Lillo-Martin, D., & Chen Pichler, D. (2014). Spoken english language development among native signing children with cochlear implants. *Journal of deaf studies and deaf education*, *19*(2), 238–250. doi: 10.1093/deafed/ent045
40. Davidson, L. S., Geers, A. E., & Nicholas, J. G. (2014). The effects of audibility and novel word learning ability on vocabulary level in children with cochlear implants. *Cochlear Implants Int.*, *15*(4), 211-21. doi: 10.1179/1754762813Y.00000000051.
41. Davidson, L. S., Geers, A. E., Blamey, P. J., Tobey, E. A., & Brenner, C. A. (2011). Factors contributing to speech perception scores in long-term pediatric cochlear implant users. *Ear Hear.*, *32*(1), 19-26. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181ffdb8b.
42. Dettman, S. J., Dowell, R. C., Choo, D., Arnott, W., Abrahams, Y., Davis, A., Dornan, D., Leigh, J., Constantinescu, G., Cowan, R., & Briggs, R. J. (2016) Long-term Communication Outcomes for Children Receiving Cochlear Implants Younger Than 12 Months: A Multicenter Study. *Otol Neurotol.*, *37*(2), 82-95. doi: 10.1097/MAO.0000000000000915.
43. Dettman, S. J., Pinder, D., Briggs, R. J., Dowell, R. C., & Leigh, J. R. (2007). Communication development in children who receive the cochlear implant younger than 12 months: risks versus benefits. *Ear Hear.*, *28*(2), 11-18. doi: 10.1097/AUD.0b013e31803153f8.
44. Doebel, S., Dickerson, J. P., Hoover, J. D., & Munakata, Y. (2018). Using language to get ready: Familiar labels help children engage proactive control. *Journal of Experimental Child Psychology*, *166*, 147–159. doi: 10.1016/j.jecp.2017.08.006.
45. Donaldson, A. I., Heavner, K. S., & Zwolan, T. A. (2004). Measuring progress in children with autism spectrum disorder who have cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.*, *130*(5), 666-71. doi: 10.1001/archotol.130.5.666.
46. Duchesne, L., & Marschark, M. (2019). Effects of Age at Cochlear Implantation on Vocabulary and Grammar: A Review of the Evidence. *Am J Speech Lang Pathol.*, *28*(4), 1673-1691. doi: 10.1044/2019\_AJSLP-18-0161.
47. Duchesne, L., Sutton, A., & Bergeron, F. (2009). Language achievement in children who received cochlear implants between 1 and 2 years of age: group trends and individual patterns. *J Deaf Stud Deaf Educ.*, *14*(4), 465-85. doi: 10.1093/deafed/enp010.
48. Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K.,

- & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Dev Psychol.*, *43*(6), 1428-1446. doi: 10.1037/0012-1649.43.6.1428.
49. Dunn, C. C., Walker, E. A., Oleson, J., Kenworthy, M., Van Voorst, T., Tomblin, J. B., Ji, H., Kirk, K. I., McMurray, B., Hanson, M., & Gantz, B. J. (2014). Longitudinal speech perception and language performance in pediatric cochlear implant users: the effect of age at implantation. *Ear and hearing*, *35*(2), 148–160. doi: 10.1097/AUD.0b013e3182a4a8f0.
50. Dunn, L. M., Dunn, D. M., Whetton, C., & Burley, J. (1997). *The British Picture Vocabulary Scale (2nd ed.)*. NFER Nelson Publishing Company.
51. Edwards, L. C. (2007). Children with cochlear implants and complex needs: a review of outcome research and psychological practice. *J Deaf Stud Deaf Educ.*, *12*(3), 258-68. doi: 10.1093/deafed/enm007.
52. Eggermont, J. J., & Ponton, C. W. (2003). Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. *Acta Otolaryngol*, *123*(2), 249-52. doi: 10.1080/0036554021000028098.
53. Eisenberg, L. S. (2017). *Clinical management of children with cochlear implants, 2nd edn*. San Diego: Plural Publishing Inc.
54. El-Hakim, H., Levasseur, J., Papsin, B. C., Panesar, J., Mount, R. J., Stevens, D., & Harrison, R. V. (2001). Assessment of vocabulary development in children after cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, *127*, 1053–1059. doi: 10.1093/deafed/env060
55. Ertmer, D. J., & Jung, J. (2012). Prelinguistic vocal development in young cochlear implant recipients and typically developing infants: year 1 of robust hearing experience. *J Deaf Stud Deaf Educ.*, *17*(1), 116-32. doi: 10.1093/deafed/enr021.
56. Ertmer, D., Young, N., & Nathani, S. (2007). Profiles of vocal development in young cochlear implant recipients. *Journal Of Speech, Language & Hearing Research*, *50*(2), 393-407. doi: 10.1044/1092-4388(2007/028).
57. Fagan, M. K. (2019). Exploring in silence: Hearing and deaf infants explore objects differently before cochlear implantation. *Infancy*, *24*(3), 338–355. doi: 10.1111/infa.12281
58. Gallaudet Research Institute (2013). *Regional and National Summary Report of Data from the 2011–2012 Annual Survey of Deaf and Hard of Hearing Children and Youth*.

[https://research.gallaudet.edu/Demographics/2012\\_National\\_Summary.pdf](https://research.gallaudet.edu/Demographics/2012_National_Summary.pdf)

59. Gates, G. A., & Miyamoto, R. T. (2003). Cochlear Implants. *New England Journal of Medicine*, 349(5), 421-423. doi: 10.1056/NEJMp038107.
60. Geers, A. E. (2006). Factors influencing spoken language outcomes in children following early cochlear implantation. *Adv Otorhinolaryngol.*, 64, 50-65. doi: 10.1159/000094644.
61. Geers, A. E., & Nicholas, J. G. (2013). Enduring advantages of early cochlear implantation for spoken language development. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 56(2), 643–655. doi: 10.1044/1092-4388(2012/11-0347).
62. Geers, A. E., & Sedey, A. L. (2011). Language and verbal reasoning skills in adolescents with 10 or more years of cochlear implant experience. *Ear Hear.*, 32(1), 39-48. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181fa41dc.
63. Geers, A. E., Moog, J. S., Biedenstein, J., Brenner, C., & Hayes, H. (2009). Spoken language scores of children using cochlear implants compared to hearing age-mates at school entry. *J Deaf Stud Deaf Educ.*, 14(3), 371-85. doi: 10.1093/deafed/enn046.
64. Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Moog, J. S. (2007). Estimating the Influence of Cochlear Implantation on Language Development in Children. *Audiological medicine*, 5(4), 262–273. doi: 10.1080/16513860701659404
65. Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear and Hearing*, 24, 46–58. doi: 10.1097/01.AUD.0000051689.57380.1B.
66. Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear Hear.*, 24(1), 46-58. doi: 10.1097/01.AUD.0000051689.57380.1B
67. Geers, A. E., Strube, M. J., Tobey, E. A, Pisoni, D. B., & Moog, J. S. (2011) Epilogue: factors contributing to long-term outcomes of cochlear implantation in early childhood. *Ear Hear.*, 32(1), 84-92. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181ffd5b5.
68. Geers, A. E., Tobey, E. A., Moog, J. S., & Brenner, C. (2008). Long-term outcomes of cochlear implantation in the preschool years: From elementary grades to high school. *International Journal of Audiology*, 47(1), 21–30. doi: 10.1080/14992020802339167.
69. Geers, A., & Brenner, C. (2003). Background and educational characteristics of prelingually deaf children implanted by five years of age. *Ear Hear.*, 24(1), 2-14. doi: 10.1097/01.AUD.0000051685.19171.BD.

70. Geers, A., Brenner, C., & Davidson, L. (2003). Factors associated with development of speech perception skills in children implanted by age five. *Ear Hear.*, *24*, 24–35. doi: 10.1097/01.AUD.0000051687.99218.0F.
71. Geers, A., Tobey, E., Moog, J., & Brenner, C. (2008). Long-term outcomes of cochlear implantation in the preschool years: from elementary grades to high school. *Int J Audiol.*, 21-30. doi: 10.1080/14992020802339167.
72. Gérard, J. M., Deggouj, N., Hupin, C., Buisson, A. L., Monteyne, V., Lavis, C., Dahan, K., & Gersdorff, M. (2010). Evolution of communication abilities after cochlear implantation in prelingually deaf children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, *74*(6), 642-648. doi: 10.1016/j.ijporl.2010.03.010.
73. Glaubitz, C., Liebscher, T., Hoppe, U. (2021). Age-related language performance and device use in children with very early bilateral cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* doi: 10.1016/j.ijporl.2021.110780.
74. Goodwin, C., Carrigan, E., Walker, K., & Coppola, M. (2021). Language not auditory experience is related to parent-reported executive functioning in preschool-aged deaf and hard-of-hearing children. *Child Development*, *93*(1), 209-224. doi: 10.1111/cdev.13677.
75. Hammer, A. (2010). *The acquisition of verbal morphology in cochlear-implanted and specific language impaired children* (Doktorska disertacija). University Leiden, The Netherlands, Utrecht:LOT.
76. Hansen P. (2017). What makes a word easy to acquire? The effects of word class, frequency, imageability and phonological neighbourhood density on lexical development. *First Language*, *37*(2), 205-225. <https://doi.org/10.1177/0142723716679956>
77. Harrison, M., Roush, J., & Wallace, J. (2003). Trends in age of identification and intervention in infants with hearing loss. *Ear Hear.*, *24*(1), 89-95. doi: 10.1097/01.AUD.0000051749.40991.1F.
78. Hart, B., & Risley, T. (1995). *Meaningful Differences in the Everyday Experience of Young American Children*. Paul H. Brookes Publishing.
79. Hart, B., & Risley, T.R. (1992). American parenting of language-learning children: Persisting differences in family-child interactions observed in natural home environments. *Developmental Psychology*, *28*(6), 1096–1105.



80. Hassanzadeh S. (2012). Outcomes of cochlear implantation in deaf children of deaf parents: comparative study. *J Laryngol Otol.*, *126*(10), 989-94. doi: 10.1017/S0022215112001909.
81. Hauser, P. C., & Marschark, M. (2008). What We Know and What We Don't Know about Cognition and Deaf Learners. U: M. Marschark, P. C. Hauser (Ur.). *Deaf Cognition: Foundations and Outcomes* (str. 439-454). New York: Oxford University Press. doi: 10.1093/acprof:oso/9780195368673.001.0001
82. Hayes, H., Geers, A., Treiman, R., & Moog, J. S. (2009). Receptive vocabulary development in deaf children with cochlear implants: Achievement in an intensive auditory-oral educational setting. *Ear and Hearing*, *30*, 128–135. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181926524.
83. Hiraumi, H., Yamamoto, N., Sakamoto, T., Yamaguchi, S., & Ito, J. (2013). The effect of pre-operative developmental delays on the speech perception of children with cochlear implants. *Auris Nasus Larynx*, *40*(1), 32-5. doi: 10.1016/j.anl.2012.05.009.
84. Hof, J.R., Stokroos, R.J., Wix, E., Chenault, M., Gelders, E., & Brokx, J. (2013). Auditory maturation in premature infants: a potential pitfall for early cochlear implantation. *Laryngoscope*, *123*(8), 2013-8. doi: 10.1002/lary.24054. Epub 2013 Apr 24.
85. Holt, R. F., Kirk, K. I., & Hay-McCutcheon, M. (2011). Assessing multimodal spoken word-in-sentence recognition in children with normal hearing and children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *54*, 632–657. doi: 10.1044/1092-4388(2010/09-0148).
86. Holt, R. F., Beer, J., Kronenberger, W. G., & Pisoni, D. B. (2013). Developmental effects of family environment on outcomes in pediatric cochlear implant recipients. *Otology & Neurotology*, *34*(3), 388–395. doi: 10.1097/MAO.0b013e318277a0af
87. Holt, R.F., & Kirk, K.I. (2005). Speech and language development in cognitively delayed children with cochlear implants. *Ear Hear.*, *26*(2), 132-48. doi: 10.1097/00003446-200504000-00003.
88. Holzinger, D., Dall, M., Sanduvete-Chaves, S., Saldaña, D., Chacón-Moscoso, S., & Fellingner, J. (2020). The Impact of Family Environment on Language Development of Children With Cochlear Implants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ear Hear.*, *41*(5), 1077-1091. doi: 10.1097/AUD.0000000000000852.

89. Houston, D. M., Stewart, J., Moberly, A., Hollich, G., & Miyamoto, R. T. (2012). Word learning in deaf children with cochlear implants: effects of early auditory experience. *Developmental science*, *15*(3), 448–461. doi: 10.1111/j.1467-7687.2012.01140.x
90. Hudry, K., Leadbitter, K., Temple, K., Slonims, V., McConachie, H., Aldred, C., Howlin, P., Charman, T., & PACT Consortium. (2010). Preschoolers with autism show greater impairment in receptive compared with expressive language abilities. *Int J Lang Commun Disord.*, *45*(6), 681-90. doi: 10.3109/13682820903461493.
91. Jatana, K. R., Thomas, D., Weber, L., Mets, M. B., Silverman, J. B., & Young, N. M. (2013). Usher syndrome: characteristics and outcomes of pediatric cochlear implant recipients. *Otol Neurotol.*, *34*(3), 484-9. doi: 10.1097/MAO.0b013e3182877ef2.
92. Johnson, C., & Goswami, U. (2010). Phonological awareness, vocabulary, and reading in deaf children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *53*, 237–261. doi: 10.1044/1092-4388(2009/08-0139).
93. Kalejaiye A., Ansari G., Ortega G., Davidson M., & Kim H. J. (2017). Low surgical complication rates in cochlear implantation for young children less than 1 year of age. *Laryngoscope*, *127*(3), 720-724. doi: 10.1002/lary.26135.
94. Kaplan, D. M., & Puterman, M. (2010). Pediatric cochlear implants in prelingual deafness: medium and long-term outcomes. *Isr Med Assoc J.*, *12*(2), 107-9.
95. Karltorp, E., Eklöf, M., Östlund, E., Asp, F., Tideholm, B., & Löfkvist, U. (2020). Cochlear implants before 9 months of age led to more natural spoken language development without increased surgical risks. *Acta Paediatr.*, *109*(2), 332-341. doi: 10.1111/apa.14954. Epub 2019 Sep 10.
96. Kemperman, M. H., Hoefsloot, L. H., & Cremers, C. W. (2002). Hearing loss and connexin 26. *Journal of the Royal Society of Medicine*, *95*(4), 171–177. doi: 10.1258/jrsm.95.4.171
97. Ketelaar, L., Wiefferink, C. H., Frijns, J. H. M., & Rieffe, C. (2017). Children With Cochlear Implants and Their Parents: Relations Between Parenting Style and Children's Social-Emotional Functioning. *Ear Hear.*, *38*(3), 321-331. doi: 10.1097/AUD.0000000000000387.
98. Kronenberger, W. G., & Pisoni, D. B. (2018). Neurocognitive functioning in deaf children with cochlear implants. U: H. Knoors i M. Marschark (Ur.). *Evidence-based practices in deaf education*. Oxford. doi: 10.1093/oso/9780190880545.001.0001
99. Kronenberger, W. G., Xu, H., & Pisoni, D. B. (2020). Longitudinal Development of Executive Functioning and Spoken Language Skills in Preschool-Aged Children With

- Cochlear Implants. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 63(4), 1128–1147. doi: 10.1044/2019\_JSLHR-19-00247
100. Le Normand, M. T., Ouellet, C., & Cohen, H. (2003). Productivity of lexical categories in French-speaking children with cochlear implants. *Brain and Cognition*, 53(2), 257–262. doi: 10.1016/s0278-2626(03)00122-2.
  101. Leigh, J., Dettman, S., Dowell, R., & Briggs, R. (2013). Communication development in children who receive a cochlear implant by 12 months of age. *Otology & Neurotology*, 34(3), 443-450. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3182814d2c>
  102. Lesinski-Schiedat, A., Illg, A., Heermann, R., Bertram, B., & Lenarz, T. (2004). Paediatric cochlear implantation in the first and in the second year of life: a comparative study. *Cochlear Implants International*, 5(4), 146-159. doi: 10.1179/cim.2004.5.4.146.
  103. Liu, X. Z., Angeli, S. I., Rajput, K., Yan, D., Hodges, A. V., Eshraghi, A., Telischi, F. F., & Balkany, T. J. (2008) Cochlear implantation in individuals with usher type 1 syndrome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 72, 841–847. doi: 10.1016/j.ijporl.2008.02.013.
  104. Luckhurst, J. A., Lauback, C. W., & VanSkiver, A. P. U. (2013). Differences in spoken lexical skills: Preschool children with cochlear implants and children with typical hearing. *Volta Review*, 113, 29–42.
  105. Lund E. (2016). Vocabulary Knowledge of Children With Cochlear Implants: A Meta-Analysis. *J Deaf Stud Deaf Educ.*, 21(2), 107-21. <https://doi.org/10.1093/deafed/env060>
  106. Lund, E., & Douglas, W. M. (2016). Teaching Vocabulary to Preschool Children With Hearing Loss. *Exceptional Children*, 83(1), 26–41. <https://doi.org/10.1177/0014402916651848>
  107. Lund, E., & Schuele, C. M. (2015). Synchrony of maternal auditory and visual cues about unknown words to children with and without cochlear implants. *Ear & Hearing*, 36, 229–238. doi: 10.1097/AUD.0000000000000104
  108. MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES project: tools for analyzing talk (3rd ed.)*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
  109. Manrique, M., Cervera-Paz, F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004). Prospective long-term auditory results of cochlear implantation in prelinguistically deafened children: the importance of early implantation. *Acta Otolaryngol Suppl.*, (552), 55-63. doi: 10.1080/03655230410017148

110. Marchman, V. A., & Fernald, A. (2008). Speed of word recognition and vocabulary knowledge in infancy predict cognitive and language outcomes in later childhood. *Dev Sci.*, *11*(3), 9-16. doi: 10.1111/j.1467-7687.2008.00671.x.
111. Mathur, P., & Yang, J. (2015). Usher syndrome: Hearing loss, retinal degeneration and associated abnormalities. *Biochim Biophys Acta*, *1852*(3), 406-20. doi: 10.1016/j.bbadis.2014.11.020.
112. Matsui, T., Ogawa, H., Yamada, N., Baba, Y., Suzuki, Y., Nomoto, M., Suzutani, T., Inoue, N., & Omori, K. (2012). Outcome of cochlear implantation in cytomegalovirus infection or GJB2 mutation. *Acta Otolaryngol.*, *132*, 597-602. doi: 10.3109/00016489.2011.653445.
113. Mesallam, T.A., Yousef, M., & Almasaad, A. (2019). Auditory and language skills development after cochlear implantation in children with multiple disabilities. *Eur Arch Otorhinolaryngol.*, *276*(1), 49-55. doi: 10.1007/s00405-018-5184-0.
114. Mikić B., Mirić D., Nikolić-Mikić M., Ostojić S., & Asanović M. (2014). Age at implantation and auditory memory in cochlear implanted children. *Cochlear Implants International*, *1*, 33-35. doi: 10.1179/1467010014Z.000000000191.
115. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
116. Miyamoto, R. T., Hay-McCutcheon, M. J., Kirk, K. I., Houston, D. M., & Bergeson-Dana, T. (2008). Language skills of profoundly deaf children who received cochlear implants under 12 months of age: a preliminary study. *Acta Otolaryngol.*, *128*(4), 373-7. doi: 10.1080/00016480701785012.
117. Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Svirsky, M. A., & Sehgal, S. T. (1999). Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. *Acta Otolaryngol.*, *119*(2), 219-24. doi: 10.1080/00016489950181701.
118. Moog, J.S. (2002). Changing expectations for children with cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.*, *189*, 138-42. doi: 10.1177/00034894021110s527.
119. Morimoto, N., Taiji, H., Tsukamoto, K., Morimoto, Y., Nakamura, T., Hommura, T., & Ito, Y. (2010). Risk factors for elevation of ABR threshold in NICU-treated infants. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, *74*(7), 786-90. doi: 10.1016/j.ijporl.2010.04.001.

120. Muse, C., Harrison, J., Yoshinaga-Itano, C., Grimes, A., Brookhouser, P., & Epstein, S. (2013). Supplement to the JCIH 2007 position statement: Principles and guidelines for early intervention after confirmation that a child is deaf or hard of hearing. *Pediatrics*, *131*(4), 1324-1349. doi: 10.1542/peds.2013-0008.
121. Naik, A. N., Varadarajan, V. V., & Malhotra, P. S. (2021). Early pediatric Cochlear implantation: An update. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, *6*(3), 512-521. doi: 10.1002/lio2.574
122. Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2017). Sensitivity of expressive linguistic domains to surgery age and audibility of speech in preschoolers with cochlear implants. *Cochlear Implants Int.*, *19*(1), 26-37. doi: 10.1080/14670100.2017.1380114.
123. Nicholas, J., & Geers, A. (2007). Will they catch up? The role of age at cochlear implantation in the spoken language development of children with severe to profound hearing loss. *Journal Of Speech, Language & Hearing Research*, *50*(4), 1048-1062. doi: 10.1044/1092-4388(2007/073).
124. Nikolopoulos, T. P., O'Donoghue, G. M., & Archbold, S. (1999). Age at implantation: its importance in pediatric cochlear implantation. *Laryngoscope*, *109*(4), 595-599. doi: 10.1097/00005537-199904000-00014.
125. Niparko, J. K., Tobey, E. A., Thal, D. J., Eisenberg, L. S., Wang, N. Y., Quittner, A. L., Fink, N. E., & CDaCI Investigative Team (2010). Spoken language development in children following cochlear implantation. *JAMA*, *303*(15), 1498-506. doi: 10.1001/jama.2010.451.
126. Nittrouer, S., Muir, M., Tietgens, K., Moberly, A. C., & Lowenstein, J. H. (2018). Development of Phonological, Lexical, and Syntactic Abilities in Children With Cochlear Implants Across the Elementary Grades. *J Speech Lang Hear Res.*, *61*(10), 2561-2577. doi: 10.1044/2018\_JSLHR-H-18-0047.
127. Nott, P., Cowan, R., Brown, P. M., & Wigglesworth, G. (2009). Early language development in children with profound hearing loss fitted with a device at a young age: Part I- the time period taken to acquire first words and first word combinations. *Ear and Hearing*, *30*, 526-540. doi: 10.1097/aud.0b013e3181a9ea14.
128. O'Connell B. P., Holcomb M. A., Morrison D., Meyer T. A., & White D. R. (2016). Safety of cochlear implantation before 12 months of age: Medical University of South Carolina and Pediatric American College of Surgeons-National Surgical Quality improvement program outcomes. *Laryngoscope*, *126*(3), 707-712. <https://doi.org/10.1002/lary.25570>

129. Oller, D. K., & Eilers, R.E. (1988). The role of audition in infant babbling. *Child Dev.*, 59(2), 441-9.
130. Pasman, J. W., Rotteveel, J. J., de Graaf, R., Maassen, B., & Visco, Y. M. (1996). The effects of early and late preterm birth on brainstem and middle-latency auditory evoked responses in children with normal neurodevelopment. *J Clin Neurophysiol*, 13(3), 234-41. doi: 10.1097/00004691-199605000-00007.
131. Percy-Smith, L., Busch, G., Sandahl, M., Nissen, L., Josvassen, J. L., Lange, T., Rusch, E., & Cayé-Thomasen, P. (2013). Language understanding and vocabulary of early cochlear implanted children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 77(2), 184-8. doi: 10.1016/j.ijporl.2012.10.014.
132. Petitto, L. A., Katerelos, M., Levy, B. G., Gauna, K., Tétreault, K., & Ferraro, V. (2001). Bilingual signed and spoken language acquisition from birth: Implications for the mechanisms underlying early bilingual language acquisition. *Journal of Child Language*, 28(2), 453–496. doi: 10.1017/s0305000901004718.
133. Pisoni, D. B., Conway, C. M., Kronenberger, W., Henning, S., & Anaya, E. (2010). Executive function and cognitive control in deaf children with cochlear implants. U: M. S. Marschark (Ur.). *Oxford Handbook of Deaf Studies, Language, and Education*. New York: Oxford University Press.
134. Psarros, C. E., Plant, K. L., Lee, K., Decker, J. A., Whitford, L. A., & Cowan, R. S. (2002). Conversion from the SPEAK to the ACE strategy in children using the nucleus 24 cochlear implant system: speech perception and speech production outcomes. *Ear Hear.*, 23, 18–27. doi: 10.1097/00003446-200202001-00003.
135. Pyman, B., Blamey, P., Lacy, P., Clark, G., & Dowell, R. (2000). The development of speech perception in children using cochlear implants: effects of etiologic factors and delayed milestones. *Am J Otol.*, 21(1), 57-61.
136. Quittner, A. L., Cruz, I., Barker, D. H., Tobey, E., Eisenberg, L. S., & Niparko, J. K. (2013). Childhood Development after Cochlear Implantation Investigative Team. Effects of maternal sensitivity and cognitive and linguistic stimulation on cochlear implant users' language development over four years. *J Pediatr.*, 162(2), 343-8. doi: 10.1016/j.jpeds.2012.08.003.
137. Rinaldi, P., Baruffaldi, F., Burdo, S., & Caselli, M. C. (2013). Linguistic and pragmatic skills in toddlers with cochlear implant. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(6), 715-725. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12046>

138. Roche, J. P., Huang, B. Y., Castillo, M., Bassim, M. K., Adunka, O. F., & Buchman, C. A. (2010). Imaging characteristics of children with auditory neuropathy spectrum disorder. *Otology & Neurotology*, *31*(5), 780-788. doi: 10.1097/mao.0b013e3181d8d528.
139. Roland, J. T., Cosetti, M., Wang, K. H., Immerman, S., & Waltzman, S. B. (2009). Cochlear implantation in the very young child: long-term safety and efficacy. *Laryngoscope*, *119*(11), 2205-2210. doi: 10.1002/lary.20489.
140. Ruder, C. C. (2004). Grammatical morpheme development in young cochlear implant users. *International Congress Series*, *1273*, 320-323.
141. Sarant, J. (2012). Cochlear Implants in Children: A Review. U S. Naz (Ur.) *Hearing Loss* (str. 331-382). London: IntechOpen. doi: 10.5772/32762
142. Sarant, J. Z., Blamey, P. J., Dowell, R. C., Clark, G. M., & Gibson, W. P. (2001). Variation in speech perception scores among children with cochlear implants. *Ear Hear.*, *22*(1), 18-28. doi: 10.1097/00003446-200102000-00003.
143. Sarant, J., & Garrard, P. (2014). Parenting stress in parents of children with cochlear implants: relationships among parent stress, child language, and unilateral versus bilateral implants. *J Deaf Stud Deaf Educ.*, *19*(1), 85-106. doi: 10.1093/deafed/ent032.
144. Sarant, J., Harris, D., Bennet, L., & Bant, S. (2014). Bilateral versus unilateral cochlear implants in children: a study of spoken language outcomes. *Ear Hear.*, *35*(4), 396-409. doi: 10.1097/AUD.0000000000000022.
145. Schauwers, K., Gillis, S., Daemers, K., De Beukelaer, C., & Govaerts, P. J. (2004). Cochlear implantation between 5 and 20 months of age: the onset of babbling and the audiologic outcome. *Otol Neurotol.*, *25*(3), 263-70. doi: 10.1097/00129492-200405000-00011.
146. Sharma, A., Dorman M. F., & Spahr, A. J. (2002). A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear.*, *23*(6), 532-539. doi: 10.1097/00003446-200212000-00004.
147. Silva, M. P., Comerlatto Junior, A. A., Bevilacqua, M. C., & Lopes-Herrera, S. A. (2011). Instruments to assess the oral language of children fitted with a cochlear implant: a systematic review. *J Appl Oral Sci*, *19*(6), 549-553. doi: 10.1590/s1678-77572011000600002.

148. Snik, A. F., Vermeulen, A. M., Geelen, C. P., Brokx, J. P., & van der Broek, P. (1997). Speech perception performance of congenitally deaf patients with a cochlear implant: the effect of age at implantation. *Am J Otol.*, *18*(6), 138-9.
149. Spencer, L. J., & Oleson, J. J. (2008). Early listening and speaking skills predict later reading proficiency in pediatric cochlear implant users. *Ear Hear.*, *29*(2), 270-80. doi: 10.1097/01.aud.0000305158.84403.f7.
150. Staller, S. J., Beiter, A. L., Brimacombe, J. A., Mecklenburg, D. J., & Arndt P. (1991). Pediatric performance with the Nucleus 22-channel cochlear implant system. *Am J Otol.*, *12*, 26-36.
151. Svirsky, M. A., Stallings, L. M., Lento, C. L., Ying, E. A., & Leonard, L. B. (2002). Grammatical morphologic development in pediatric cochlear implant users may be affected by the perceptual prominence of the relevant markers. *Annals of Otolology, Rhinology and Laryngology*, *111*, 109–112.
152. Svirsky, M. A., Teoh, S., & Neuburger, H. (2004). Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at cochlear implantation. *Audiology and Nuero-Otology*, *9*, 224–233. doi: 10.1159/000078392.
153. Szagun G., & Stumper B. (2012). Age or experience? The influence of age at implantation and social and linguistic environment on language development in children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *55*, 1640–1654. doi: 10.1044/1092-4388(2012/11-0119).
154. Szagun, G. (2004). Learning by ear: On the acquisition of case and gender marking by German-speaking children with normal hearing and with cochlear implants. *Journal of Child Language*, *31*, 1–30.
155. Szymanski, C. A., Brice, P. J., Lam, K. H., & Hotto, S. A. (2012). Deaf children with autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord.*, *42*(10), 2027-37. doi: 10.1007/s10803-012-1452-9.
156. Tait, M. E., Nikolopoulos, T. P., & Lutman, M. E. (2007). Age at implantation and development of vocal and auditory preverbal skills in implanted deaf children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *71*(4), 603–610. doi: 10.1016/j.ijporl.2006.12.010.
157. Tajudeen, B. A., Waltzman, S. B., Jethanamest, D., & Svirsky, M. A. (2010). Speech perception in congenitally deaf children receiving cochlear implants in the first year of life. *Otol Neurotol.*, *31*(8), 1254-60. doi: 10.1097/MAO.0b013e3181f2f475.



158. Teagle, H. F. B., Park, L. R., Brown, K. D., Zdanski, C., & Pillsbury, H. C. (2019). Pediatric cochlear implantation: A quarter century in review. *Cochlear Implants Int.*, *20*(6), 288-298. doi: 10.1080/14670100.2019.1655868.
159. 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 Hear.*, *24*(1), 36-45. doi: 10.1097/01.AUD.0000051688.48224.A6.
160. Tomblin, J. B., Barker, B. A., Spencer, L. J., Zhang, X., & Gantz, B. J. (2005). The effect of age at cochlear implant initial stimulation on expressive language growth in infants and toddlers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *48*(4), 853-867. doi: 10.1044/1092-4388(2005/059)
161. Tomblin, J. B., Harrison, M., Ambrose, S. E., Walker, E. A., Oleson, J. J., & Moeller, M. P. (2015). Language Outcomes in Young Children with Mild to Severe Hearing Loss. *Ear Hear.*, *36*(1), 76-91. doi: 10.1097/AUD.0000000000000219.
162. Tomblin, J. B., Peng, S. C., Spencer, L. J., & Lu, N. (2008). Long-term trajectories of the development of speech sound production in pediatric cochlear implant recipients. *J Speech Lang Hear Res.*, *51*(5), 1353-68. doi: 10.1044/1092-4388(2008/07-0083).
163. Uhler, K., Yoshinaga-Itano, C., Gabbard, S. A., Rothpletz, A. M., & Jenkins, H. (2011). Longitudinal infant speech perception in young cochlear implant users. *J Am Acad Audiol.*, *22*(3), 129-42. doi: 10.3766/jaaa.22.3.2.
164. Valero, J., Blaser, S., Papsin, B. C., James, A. L., & Gordon, K. A. (2012). Electrophysiologic and behavioral outcomes of cochlear implantation in children with auditory nerve hypoplasia. *Ear Hear.*, *33*(1), 3-18. doi: 10.1097/AUD.0b013e3182263460.
165. Vermeulen, A., De Raeve, L., Langereis, M., & Snik, A. (2012). Changing realities in the classroom for hearing-impaired children with cochlear implant. *Deafness Educ Int.*, *14*, 36-47. <https://doi.org/10.1179/1557069X12Y.0000000004>
166. Viccaro, M., Filipo, R., Bosco, E., Nicastrì, M., & Mancini, P. (2012). Long-Term Follow-Up of Implanted Children with Cytomegalovirus-Related Deafness. *Audiol Neurotol*, *17*, 395-399. doi: 10.1159/000341160.
167. Walker, E. A., & Tomblin, J. B. (2014). The Influence of Communication Mode on Language Development in Children with Cochlear Implants. U: M. M. Marschark, G. Tang, H. Knoors (Ur.). *Bilingualism and Bilingual Deaf Education* (str. 134-149).

New York: Oxford University Press. doi:  
10.1093/acprof:oso/9780199371815.001.0001

168. Waltzman, S. B., & Cohen, N. L. (1998). Cochlear implantation in children younger than 2 years old. *Am J Otol.*, *19*(2), 158-62.
169. Waltzman, S. B., & Roland, J. T. Jr. (2005). Cochlear implantation in children younger than 12 months. *Pediatrics*, *116*(4), 487-93. doi: 10.1542/peds.2005-0282.
170. Watson, L. M., Archbold, S. M., & Nikolopoulos, T. P. (2006). Children's communication mode five years after cochlear implantation: changes over time according to age at implant. *Cochlear Implants Int.*, *7*(2), 77-91. doi: 10.1179/146701006807508061.
171. Wie, O. B., Torkildsen, J. V. K., Schaubert, S., Busch, T., & Litovsky, R. (2020). Long-Term Language Development in Children With Early Simultaneous Bilateral Cochlear Implants. *Ear Hear.*, *41*(5), 1294-1305. doi: 10.1097/AUD.0000000000000851.
172. Wilson, B. S., & Dorman, M. F. (2008). Cochlear implants: Current designs and future possibilities. *Journal of Rehabilitation Research Development*, *45*, 695–730. doi: 10.1682/jrrd.2007.10.0173.
173. Wolf, M. J., Koldewijn, K., Beelen, A., Smit, B., Hedlund, R., & de Groot, I. J. (2002). Neurobehavioral and developmental profile of very low birthweight preterm infants in early infancy. *Acta Paediatr.*, *91*(8), 930-8. doi: 10.1080/080352502760148667.
174. Yoshida, H., Kanda, Y., Takahashi, H., Miyamoto, I., Yamamoto, T., & Kumagami, H. (2009). Cochlear implantation in children with congenital cytomegalovirus infection. *Otol Neurotol.*, *30*, 725–730. doi: 10.1097/MAO.0b013e3181b1212e.
175. Zhao, P., Ding, H., Lv, H., Li, J., Liu, X., Yang, Z., & Wang, Z. (2019). Growth pattern of temporal bone pneumatization: a computed tomography study with consecutive age groups. *Surgical and Radiologic Anatomy*, *41*(2), 221-225. doi: 10.1007/s00276-018-2113-2.