



SAHLGRENSKA AKADEMIN

Institutionen för neurovetenskap och fysiologi  
Sektionen för hälsa och rehabilitering  
Enheten för logopedi

**331**

## **Röstkvalitet och prosodiska aspekter hos postlinguallt döva vuxna med cochleaimplantat**

Amanda Danielsson  
Johanna Mörck

Examensarbete i logopedi  
30 högskolepoäng  
Vårterminen 2019

Handledare  
Lena Hartelius  
Marja Öller Darelid



# **Röstkvalitet och prosodiska aspekter hos postlinguellt döva vuxna med cochleaimplantat**

Amanda Danielsson  
Johanna Mörck

*Sammanfattning.* Syftet med föreliggande studie var att undersöka om det fanns någon skillnad i röstkvalitet och vissa prosodiska aspekter hos en grupp postlinguellt döva vuxna med cochleaimplantat jämfört med en normalhörande kontrollgrupp. Studien innefattade totalt 42 deltagare, som var jämnt fördelade i en experimentgrupp och en matchad kontrollgrupp. Deltagarnas röstkvalitet studerades med bedömningsprotokollet Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V) i en perceptuell bedömning med professionella lyssnare, samt i en akustisk analys i Praat. Talmaterialet bestod av uthållen fonation av en vokal samt textläsning. Resultaten visade att experimentgruppen i högre grad skattades som avvikande avseende röstkvalitet än kontrollgruppen vid perceptuell bedömning. Även i den akustiska analysen sågs viss skillnad mellan grupperna, där experimentgruppen uppvisade mer fonatorisk instabilitet än kontrollgruppen. Inga prosodiska avvikelser observerades. Resultaten tyder på att subtila röstavvikelser kan förekomma hos postlinguellt döva vuxna med cochleaimplantat.

Nyckelord: cochleaimplantat, postlingual dövhet, röstkvalitet, prosodiska aspekter, vuxna.

## **Voice quality and prosodic aspects of postlingually deaf adults with cochlear implants**

*Abstract.* The aim of this study was to investigate whether there was any difference in voice quality and some prosodic aspects in a group of postlingually deaf adults with cochlear implants compared to a control group with normal hearing. A total of 42 participants, evenly distributed in a matched experimental and control group, was included. The voice quality was assessed perceptually by professional listeners with the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V) assessment protocol, as well as acoustically using Praat. The speech material consisted of a sustained vowel and text reading. The results from the perceptual assessment showed that the experimental group was assessed as more deviant in voice quality than the control group. The acoustic analysis showed more phonatory instability within the experimental group compared to the control group. No prosodic deviations were observed. The results imply that subtle voice abnormalities may occur in postlingually deaf adults with cochlear implants.

Key words: cochlear implants, postlingual deafness, voice quality, prosodic aspects, adults.

Det är känt att auditiv återkoppling spelar en stor roll för förmågan att kontrollera den egna röstproduktionen. Den auditiva återkopplingen fungerar som en kontrollmekanism, som möjliggör för individen att jämföra den faktiska röstproduktionen med hur rösten var avsedd att låta. Individen kan kompensera och förändra sin röstproduktion när fonationen inte matchar den avsedda fonationen, exempelvis avseende röstläge, röststyrka eller röstkvalitet. Röstproduktionen kan alltså med hjälp av auditiv återkoppling förändras för att bättre matcha målbilden. En konsekvens av detta blir följaktligen att förmågan att kontrollera och anpassa den egna röstproduktionen kan påverkas om den auditiva återkopplingen är bristande eller saknas helt (Arbeiter et al., 2018). Tidigare forskning gällande personer med hörselnedsättningar har visat hur begränsad auditiv återkoppling, som naturlig följd av en hörselnedsättning, kan påverka förmågan till adekvat röstproduktion. Subtelny et al. (refererad till i Whitehead & Whitehead, 1985) menar att negativa förändringar ofta kan ses i ett flertal röstparametrar vid dövhet eller mycket svår hörselnedsättning, såsom laryngeal spänning samt pressad och/eller läckande röstkvalitet. Även högre röstläge och minskad variation i grundton (F0) (Mahshie, Hasegawa, Mars, & Herbert, 1984) samt avvikande resonans kan förekomma (Selleck & Sataloff, 2014).

Hörselnedsättningar beskrivs ofta utifrån svårighetsgrad och orsak till hörselnedsättningen. Svårighetsgraden beskriver nivån för individens hörtrösklar och delas ofta in i lätt (26–40 dB HL), måttlig (41–60 dB HL), svår (61–80 dB HL) och mycket svår hörselnedsättning/dövhet ( $\geq 80$  dB HL) (Andersson & Arlinger, 2007). Hörtrösklarna kan mätas med en mängd olika hörseltester, exempelvis med meningar i Hearing In Noise Test (HINT) (Hällgren, Larsby, & Arlinger, 2006) och med en- och tvåstaviga ord i fonemiskt balanserade ordlistor (FB) (Andersson & Arlinger, 2007). Vidare delas hörselnedsättningar vanligtvis in i tre huvudtyper beroende på orsak: konduktiv, sensorineural eller kombinerad hörselnedsättning. Konduktiva hörselnedsättningar innebär att ljudet inte når innerörat på grund av ett hinder i ytter- eller mellanörat, medan sensorineurala hörselnedsättningar oftast orsakas av en störning i innerörat. En kombinerad hörselnedsättning har både en konduktiv och en sensorineural komponent. Utöver detta kan hörselnedsättningar även kategoriseras in i “prelingual”, “perilingual” och “postlingual” för att beskriva när individen fått sin hörselnedsättning i förhållande till tillägnet av talat språk. En prelingual hörselnedsättning innebär att individen inte har hunnit tillägna sig talat språk innan individen fick sin hörselnedsättning, alltså innan cirka två års ålder. Begreppet perilingual används om individen har börjat tillägna sig talat språk innan hen fick hörselnedsättningen, alltså efter två års ålder. Om individen har tillägnat sig talat språk innan hörselnedsättningen används istället begreppet postlingual hörselnedsättning. Det finns ingen specifik ålder som markerar gränsen mellan perilingual och postlingual hörselnedsättning, men en ungefärlig gräns brukas dras vid cirka 5 års ålder (Tye-Murray, 2015). Ubrig et al. (2011) menar att de röstrelaterade förändringar som kan ses hos döva individer ofta är mer markanta hos prelingualt döva individer jämfört med postlingualt döva individer. Detta då postlingual dövhet innebär att individen tidigare har exponerats för talad kommunikation och olika hörselerfarenheter, vilket anses vara positivt för mognaden i den neuromuskulära kontrollen av röstrelaterad muskulatur. Prelingualt döva individer har i motsats till de postlingualt döva inte exponerats för talad kommunikation och hörselrelaterade erfarenheter tidigt i livet, vilket påverkar både tal- och röstutvecklingen negativt. Hocevar-Boltezar et al. (2006) förklarar liknande fynd med att postlingualt döva individer, till skillnad från prelingualt döva individer, har hunnit utveckla stabila fonationsmönster innan de fått försämrad hörsel. Trots denna grundläggande skillnad mellan pre- och postlingualt döva individer kan båda grupperna uppvisa likartade röstavvikelser (Hassan et al., 2011).

För personer med mycket svår sensorineural hörselnedsättning, där cochleans hårceller är påverkade men hörselnerven är intakt, kan hörseln förbättras genom att operera in ett cochleaimplantat (CI). Ett CI möjliggör direkt stimulering av den intakta hörselnerven på elektronisk väg. Ljudet fångas då upp av en mikrofon, som konverterar ljudet till digitala signaler. Signalerna skickas vidare via en sändare till talprocessorn. Därefter skickas signalen via en transmittor och en mottagare till elektroder som stimulerar hörselnerven elektriskt (Tye-Murray, 2015). Ett CI kan på så sätt möjliggöra auditiv återkoppling för personer med mycket svår hörselnedsättning eller dövhet (Ubrig et al., 2011). Tidigare studier har visat att CI ökar den auditiva kontrollen av röstproduktionen och därmed anses tidig insättning vara viktig (Hassan et al., 2011; Hocevar-Boltezar, Vatovec, Gros & Zargi, 2005). I Sverige är det som vuxen kandidat till CI möjligt att erhålla både unilateralt (ensidigt) och bilateralt (dubbelsidigt) CI (Cochlear, 2015). Statistiken visar dock på att det tidigare har varit vanligast att vuxna kandidater till CI endast erbjudits ett unilateralt CI; under en period från 1991 fram till 1 januari 2018 har totalt 2624 vuxna erhållit unilateralt CI i Sverige, medan endast totalt 207 vuxna har erhållit bilateralt CI. I Sverige genomförs CI-operationer idag av sju cochleateam, belägna i Göteborg, Linköping, Lund, Stockholm, Umeå, Uppsala och Örebro. Under 2017 CI-opererades totalt 171 vuxna med ett unilateralt CI samt 25 vuxna med ett bilateralt CI i Sverige (Barnplantorna, u.å.).

Hörselnedsättningar är vanligt förekommande hos den äldre populationen. Cirka 30 procent av personer mellan 60–70 år och 45 procent av personer över 70 års ålder har en hörselnedsättning av lindrig grad (25–45 dB HL). Ytterligare 20 procent av personer mellan 70–80 år och 44 procent av personer över 80 års ålder har en hörselnedsättning av måttlig-mycket svår grad ( $\geq 45$  dB HL i talområdet på det bästa örat) (Rosenhall, 2001). Att hörselnedsättningar är så vanligt förekommande hos den äldre populationen beror på att hörseln gradvis försämras med stigande ålder. Åldersrelaterad hörselnedsättning, så kallad presbycusis, beror på degenerativa förändringar som resulterar i förlust av hårceller i cochlean och neuron i hörselnerven (Rosenhall, 2001). Utöver hörseln kan även röstproduktionen förändras i samband med stigande ålder. Vid åldrande ses ofta strukturella och funktionella förändringar i stämband och andra laryngeala strukturer. Sådana förändringar kan exempelvis inkludera minskad elasticitet och viskositet i stämbandets vävnader, förtunnade slemhinnor, förkalkning i laryngeala brosk, försämrad neuromuskulär kontroll, samt atrofi i vocalismuskeln och annan laryngeal muskulatur. Många äldre kan på grund av detta exempelvis uppleva viss rösttrötthet, svagare röststyrka och heshet. Även grundtonsfrekvensen kan förändras, då den tenderar att sjunka hos kvinnor och stiga hos män. Även ökad grad av läckage, skrovel, instabilitet och hypernasal klang kan förekomma (Martins, Gonçalvez, Pessin & Branco, 2014).

Röstproduktion kan analyseras både perceptuellt och akustiskt. Ett bedömningsprotokoll som kan användas vid perceptuell bedömning är Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). Detta bedömningsprotokoll har visat sig ha både god validitet och reliabilitet, samt kan visa på subtila förändringar eller avvikelser i rösten (Karnell et al., 2007). I akustiska analyser kan flertalet aspekter i ljudvågen studeras, exempelvis grundtonen (F0), som är den akustiska motsvarigheten till röstläge. F0 definieras som antalet stämbandssvängningar per sekund, eller antal cykler med öppning och stängning/slutning i glottis (Teixeira, Oliveira, & Lopes, 2013). Den genomsnittliga grundtonsfrekvensen är hos kvinnor cirka 200 Hz och hos män omkring 110 Hz, men stor individuell variation förekommer (Lindblad, 1992). Vidare kan även spridningen i F0 analyseras genom att beräkna variationskoefficienten (CV) för F0, som är kvoten av standardavvikelsen och medelvärdet (Borg & Westerlund, 2012). Beräkning av CV för F0 i uthållen fonation av en vokal har bland annat tidigare använts för att studera fonatorisk stabilitet (Norrlinder & Olsson, 2009), men CVF0 kan även beräknas för att studera

grundtonsvariationen och röstomfånget i löpande tal. Ett flertal prosodiska komponenter såsom betoning och intonation är relaterade till tonhöjd och variationer i tonhöjd (Nettelbladt, 2007) och därmed skulle CVF0 i löpande tal kunna ge viss information om prosodiska drag i röstproduktionen. Vidare kan prosodiska drag även studeras genom beräkningar av talhastigheten (antal ord/minut), då begreppet prosodi inte bara innefattar talets melodiska aspekter utan även rytmiska och dynamiska aspekter (Sjöström, 2006). Andra akustiska mått som kan användas för analys av röstkvalitet är Noise-to-harmonic ratio (NHR) och Harmonics-to-noise ratio (HNR). Dessa mått undersöker och kvantifierar förhållandet mellan periodiska och aperiodiska komponenter i talsignalen. Ett högt HNR-värde respektive ett lågt NHR-värde tyder på en stor andel harmonisk signal i förhållande till mängden brus i signalen, medan ett lågt HNR-värde respektive ett högt NHR-värde associeras med det omvända förhållandet och en dysfonisk röst (Colton, Casper, & Leonard, 2011).

Tidigare forskning gällande röstproduktion hos postlinguellt döva vuxna med CI har framför allt fokuserat på att analysera rösterna före och efter att ett CI har opererats in. Sådana studier har visat varierande resultat. Hamzavi, Deutsch, Baumgartner, Bigenzahn och Gstoettner (2000) såg exempelvis i sin studie att ett CI kan leda till en sänkning av F0 efter operation, medan Hocevar-Boltezar et al. (2006) inte såg samma tendens. I en studie av Ubrig et al. (2011) jämfördes röstproduktionen hos postlinguellt döva vuxna före och efter att de hade erhållit ett CI. En akustisk analys visade skillnad i F0 för både män och kvinnor, dock var skillnaden endast signifikant för männen. I samma studie visade en perceptuell bedömning även en signifikant skillnad före och efter CI gällande parametrarna röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad, press, röststyrka och instabilitet. Vidare sågs i en studie av Hocevar-Boltezar et al. (2005) en signifikant förbättring hos prelinguellt döva personer med CI avseende de akustiska parametrarna jitter, shimmer och Noise-to-Harmonic Ratio (NHR), som alla mäter olika typer av oregelbundenheter i talsignalen. Fortsättningsvis har en studie av Arnold och Bargsten (2014) visat att det finns en viss skillnad avseende prosodi mellan postlinguellt döva vuxna med CI och normalhörande vuxna. Denna skillnad var framförallt kopplad till talhastighet, då en grupp postlinguellt döva vuxna i genomsnitt uppvisade lägre talhastighet än en grupp normalhörande vuxna.

Cysneiros, Leal, Lucena och Muniz (2016) har gjort en systematisk översikt av den forskning som finns tillgänglig gällande relationen mellan hörseln och rösten hos personer med CI. Författarna menar att forskningen i dagsläget tyder på att det finns ett positivt samband mellan röstproduktion och auditiv perception hos personer med CI. Detta samband sågs i en studie med prelinguellt döva barn med CI, där bättre auditiv talperception var förknippat med mindre perceptuellt märkbara avvikelser i röstkvalitet. Författarna beskriver dock vidare att det ändå finns en kunskapslucka gällande relationen mellan auditiv perception och tal- och röstproduktion, särskilt för den vuxna postlinguellt döva patientgruppen med CI. Huvudsyftet med föreliggande studie var därför att försöka fylla en del av denna kunskapslucka genom att jämföra röstproduktionen hos en grupp postlinguellt döva vuxna med CI med en grupp normalhörande vuxna. Ytterligare syfte var att undersöka dels korrelationen mellan perceptuellt och akustiskt identifierade röstavvikelser, samt dels eventuella korrelationer mellan röstproduktion och individuella bakgrundsfaktorer hos den studerade populationen. Studien ämnade därmed att besvara följande frågeställningar:

#### *Frågeställningar*

1. Finns det en perceptuellt identifierbar skillnad avseende röstkvalitet hos en grupp postlinguellt döva vuxna med cochleaimplantat jämfört med en grupp normalhörande vuxna, i textläsning och uthållen vokal?

2. Finns det en akustiskt identifierbar skillnad hos en grupp postlingvalt döva vuxna med cochleaimplantat jämfört med en grupp normalhörande vuxna, avseende:
  - a. Röstkvalitet i textläsning och uthållen vokal?
  - b. Talhastighet och röstomfång i textläsning?
3. Finns det en korrelation mellan perceptuellt och akustiskt identifierade fynd avseende röstkvalitet hos en grupp postlingvalt döva vuxna med cochleaimplantat, i textläsning och uthållen vokal?
4. Finns det en korrelation mellan röstproduktion och individuella bakgrundsfaktorer hos en grupp postlingvalt döva vuxna med cochleaimplantat, avseende:
  - a. Ålder?
  - b. Hörselstatus?
  - c. Tidsperiod från debut av grav hörselnedsättning till CI-operation?

## Metod

Föreliggande studie gjordes som en vidareutveckling utifrån data som har samlats in i ett större forskningsprojekt på Enheten för logopedi vid Göteborgs universitet. Detta forskningsprojekt har godkänts av etikprövningsnämnden i Göteborg och omfattar även föreliggande studie. I föreliggande studie gjordes bedömningar och analyser utifrån data som samlats in från två olika deltagargrupper vid tidigare magisterarbeten inom detta större projekt: data från en grupp postlingvalt döva vuxna med unilateralt CI (Arnold & Bargsten, 2014) samt normdata från en grupp vuxna personer utan känd talstörning (Johansson & Samuelsson, 2012; Jönsson & Winnerstam, 2012; Nygren, 2012). Data för båda dessa deltagargrupper består av ljudinspelningar från testning med Dysartritestet (Hartelius, 2015). För vidare information om testförfarandet och rekryteringsprocessen, se ovan nämnda magisteruppsatser.

### *Deltagare*

Inom det större forskningsprojektet som föreliggande studie ingår i finns data insamlad från totalt 23 vuxna deltagare med CI. Ett urval av dessa deltagare gjordes utifrån följande inklusionskriterier: minst 20 år, postlingval dövhet/mycket svår hörselnedsättning, samt har erhållit unilateralt CI. Exklusionskriterier för deltagande var: känd neurologisk sjukdom eller skada, samt känd tal- eller språkstörning. En deltagare exkluderades på grund av prelingval dövhet. Ytterligare en deltagare exkluderades på grund av avsaknad av köns- och åldersmatchad kontrollgruppsdeltagare. En deltagare upptäcktes vara perilingvalt döv, men inkluderades trots detta då individens resultat i studien inte ansågs vara avvikande gentemot övriga deltagare. Urvalet resulterade i en experimentgrupp bestående av 21 postlingvalt döva vuxna med unilateralt CI (se tabell 1), med varierande bakomliggande etiologi. Av dessa var 7 män och 14 kvinnor. Åldersspannet sträckte sig mellan 29–86 år ( $M = 66$  år,  $Md = 72$  år).

Tabell 1

*Demografiska variabler hos experimentgruppsdeltagarna, avseende: kön, ålder vid datainsamling, uppskattad ålder vid konstaterande av grav hörselnedsättning (HNS), tidsperiod mellan konstaterande av grav HNS till CI-operation, samt resultat från hörseltest Hearing In Noise Test (HINT i tyst) och fonemiskt balanserade ordlistor (FB i tyst) vid senaste kontroll.*

Deltagare	Kön	Ålder	Ålder grav HNS	Tid från grav HNS till CI-operation (år)	HINT i tyst (%)	FB i tyst (%)
1	k	50	32	16	80	76
2	k	64	14	33	90	68
3	m	84	77	8	100*	76*
4	k	66	60	4	70	64
5	m	67	50	13	100*	78*
6	k	49	43	4	85	70
7	k	86	80	2	70	60
8	k	54	49	1	35	48
9	k	76	60	14	60*	66*
10	k	84	50	29	85*	62*
11	k	42	5	34	100*	88*
12	k	82	75	4	100*	82*
13	k	75	55	16	95	58
14	k	47	3	43	15*	28*
15	m	72	69	1	40*	34*
16	k	75	53	20	80*	66*
17	m	29	19	10	65*	72*
18	m	78	73	5	85	74
19	k	79	75	4	95*	76*
20	m	60	46	14	90*	78*
21	m	75	68	7	90*	76*

*Notering:* k = kvinna, m = man, \*) deltagaren använder både CI och hörapparat till vardags och hade därmed bådadera vid testning

Vidare finns inom det större forskningsprojektet även data insamlad från totalt 100 vuxna deltagare utan känd talstörning. I föreliggande studie gjordes ett urval av dessa deltagare utifrån följande inklusionskriterier: minst 20 år, samt normal hörsel (25 dB HL eller bättre) eller lätt hörselnedsättning (26–40 dB HL) (Tye-Murray, 2015). Exklusionskriterier för deltagande var känd neurologisk sjukdom eller skada, samt känd tal- eller språkstörning. Deltagare med lätt hörselnedsättning inkluderades då flertalet av deltagarna var äldre. Då lätta hörselnedsättningar är vanligt förekommande hos den äldre populationen kan det valda hörselspannet anses vara representativt för den population som studeras. Vidare har deltagarna köns- och åldersmatchats på gruppnivå med deltagarna i experimentgruppen i syfte att undvika att resultatet påverkas av dessa två faktorer. I åldersmatchningen eftersträvades jämn medelålder i båda grupper. Maximalt fyra års åldersskillnad tilläts mellan matchad experiment- och kontrollgruppsdeltagare. I de fall då det fanns mer än en potentiell matchning användes en datorbaserad slumpgenerator. Urvalet resulterade i en kontrollgrupp bestående av 21 normalhörande vuxna personer. Åldersspannet för kontrollgruppen sträckte sig mellan 28–88 år ( $M = 66$  år,  $Md = 73$  år).

## Material

### CAPE-V

Bedömningsprotokollet Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V) är ett validerat och reliabelt material för perceptuell bedömning av röstkvalitet (Karnell et al., 2007; Nemr et al., 2012) som utvecklades år 2002 av American Speech-Language-Hearing



Association (ASHA) (Kempster, Gerratt, Abbott, Barkmeier-Kraemer & Hillman, 2009). Protokollet innefattar sex parametrar: röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad, skrovel, läckage, press, röstläge och röststyrka. Parametrarna skattas med 100 mm visuell analog skala (VAS), från inte alls avvikande till mycket avvikande. På varje VA-skala finns tre markörer utsatta för att hjälpa bedömaren avgöra vad som är lite avvikande (LI), måttligt avvikande (MÅ) samt mycket avvikande (MY) på skalan. För dessa parametrar anges även om avvikelsen är konstant (K) eller intermitterant (I). Protokollet innefattar även en bedömning av resonans/klang, som endast anges som normal eller avvikande, samt med beskrivning av eventuell uppvisad avvikelse. Vidare har bedömaren möjlighet att lägga till ytterligare två valfria parametrar, exempelvis diplofoni, knarr, hypofunktion och afoni, beroende på vad bedömaren uppfattar i den röst som bedöms (Karnell et al., 2007). Förutom det beskrivna bedömningsprotokollet innefattar CAPE-V även tre taluppgifter. Bedömaren uppmanas att göra sin bedömning under tiden som patienten utför dessa uppgifter. Taluppgifterna består av uthållen fonation av vokalerna /a/ och /i/ tre repetitioner vardera, högläsning av sex meningar med olika fonetiska kontexter, samt spontantal som svar på “berätta om ditt röstproblem” eller “berätta hur din röst fungerar” (Kempster et al., 2009). Vidare har CAPE-V beskrivits som ett mer finkänsligt protokoll med större potential att upptäcka subtila röstavvikelser än andra bedömningsprotokoll som kan användas vid perceptuell bedömning av röstkvalitet (Karnell et al., 2007). Eftersom det sedan tidigare är känt att den population som studerades i föreliggande studie kan uppvisa subtila röstrelaterade avvikelser (Ubrig et al., 2011) ansågs det beskriva protokollet därmed vara lämpligt för den perceptuella bedömningen.

I föreliggande studie användes en anpassad version av CAPE-V. Parametern “röststyrka” uteslöts, då bedömningar och analyser av röststyrka kan påverkas av exempelvis inspelningens kvalitet eller mikrofonavståndet vid inspelning. Därmed ansågs det svårt att göra tillförlitliga bedömningar och jämförelser utifrån denna parameter. Vidare ansågs det relevant att undersöka mängden knarr i de två deltagargruppernas röstproduktion, då knarr är vanligt förekommande även i friska röster. Därför lades parametern “knarr” till som fast parameter, i syfte att säkerställa att mängden knarr bedömdes i samtliga deltagares röster. Denna parametern skattades liksom övriga parametrar med en 100 mm VA-skala, samt med angivelse om avvikelsen var konstant eller intermitterant. Vidare tilläts ej användning av tilläggsparametrar i föreliggande studie, i syfte att avgränsa arbetets storlek och underlätta analysarbetet. Den anpassade versionen av CAPE-V som användes i föreliggande studie innefattade därmed följande sju aspekter i röstproduktionen: röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad, skrovel, läckage, press, knarr, röstläge och resonans/klang. Analys av avvikelsens förekomst, dvs. konstant eller intermitterant, uteslöts under senare del i projektet då vissa data för detta inte hade registrerats under bedömningarna. Då talmaterialet som användes som grund för bedömningar bestod av redan inspelat material användes inte de tre taluppgifter som vanligtvis utförs vid bedömning med CAPE-V. Slutligen användes inte det traditionella pappersformatet av protokollet, utan istället skapades ett digitalt protokoll i programmet PsychoPy. Detta i syfte att göra bedömningarna lättadministrerade och direkt samla all data i Excel-filer.

### *PsychoPy*

PsychoPy är ett open-sourceprogram som utvecklades 2003 (Peirce, 2008) vid universitetet i Nottingham. Programmet är utformat för att möjliggöra för användaren att skapa en rad olika neurovetenskapliga och psykologiska experiment, med möjlighet att presentera både auditiva och visuella stimuli. Programmet innehåller både ett programmeringsfönster, för den som är van vid programmering, samt en byggvy som möjliggör grafisk utformning av experiment. I byggvyn skapar användaren sitt experiment genom att välja olika typer av stimuli (t.ex. text, bild, ljud, film) och responser (t.ex. tangenttryckning, skattningsskalor, musklickning). För att

användaren ska få en översikt över sitt experiment visas det i ett flödesschema, där experimentets olika delar ses på en tidslinje. Byggvyn ställer inte några krav på användaren i form av förkunskap i programmering (Ruisoto, Bellido, Ruiz, & Juanes, 2016).

PsychoPys byggvy användes för att skapa ett experiment innehållande ett digitalt CAPE-V-protokoll för perceptuella bedömningar. Experimentet bestod av totalt sex delar i flödesschemat: tre instruktionssidor för utförandet av experimentet, en återkommande bedömningssida med en ljudloop som spelade upp deltagarnas ljudfiler en i taget i slumpmässig ordning, en sida för insamling av bakgrundsinformation om bedömarens hörselstatus och kliniska erfarenhet, samt en avslutningssida. Bedömningssidan (se figur 1) utformades för att i största möjliga mån efterlikna strukturen i det ursprungliga CAPE-V-protokollet. I syfte att kontrollera intrabedömarreliabilitet repeterades slumpmässigt 20% av deltagarnas ljudfiler. Med dessa repetitioner inräknade fanns totalt 101 ljudklipp inlagda i bedömningsprogrammet.

(Tryck på 'a' för att spela upp ljudet igen)  
(Tryck på 'enter' när du är klar med skattningen)

Röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad	<input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/> Må <input type="checkbox"/> My	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> I
Skrovel	<input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/> Må <input type="checkbox"/> My	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> I
Läckage	<input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/> Må <input type="checkbox"/> My	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> I
Press	<input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/> Må <input type="checkbox"/> My	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> I
Knarr	<input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/> Må <input type="checkbox"/> My	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> I
Röstläge	<input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/> Må <input type="checkbox"/> My	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> I
Ange arten för avvikelsen:	<input type="checkbox"/> Förhöjt läge <input type="checkbox"/> Sänkt läge	
Resonans	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Annan	Om "annan", ange avvikelse:
		<input type="checkbox"/> Hyponasalitet <input type="checkbox"/> Hypo- & Hypernasalitet <input type="checkbox"/> Hypernasalitet

Figur 1. Bedömningssidan för perceptuell bedömning i PsychoPy.

### Praat

I föreliggande studie användes datorprogrammet Praat, version 6.0.46 (Boersma & Weenink, 2018) för den akustiska analysen. Programmet erbjuder både möjlighet att använda redan befintliga ljudfiler och att spela in egna ljud direkt i programmet. Det valda ljudet presenteras i ett "ljudfönster", där både en visuell representation av ljudvågen och ett spektrogram visas. Programmet innefattar olika funktioner såsom möjlighet att markera och välja ut en specifik del i ljudklippet, in- och utzoomning, samt en rad olika verktyg för att göra akustiska analyser (Boersma & van Heuven, 2001).

### Talmaterialet

Talmaterialet som användes för akustisk analys och perceptuell bedömning bestod av sedan tidigare insamlade individuella ljudinspelningar från samtliga deltagare vid testning med Dysartritestet (Hartelius, 2015). Ett urval av deltagarnas inspelade material gjordes, då två uppgifter från Dysartritestet valdes ut: uthållen fonation av vokalen /a/, samt högläsning av texten "Trapetskonstnären" (Gauding & Wesselhoff, 2014; Morris & Zetterman, 2011). Det ansågs vara av intresse att inkludera båda dessa taluppgifter, då uthållen vokal har använts mer

frekvent vid akustisk analys av röst, medan löpande tal ofta anses vara mer representativt för vardaglig röst användning (Parsa & Jamieson, 2001). Vidare kan den bedömda graden av dysfoni variera beroende på taluppgift, då högre skattningar oftare förekommer vid uthållen vokal än vid löpande tal som taluppgift (Maryn & Roy, 2012). Deltagarnas individuella ljudinspelningar editerades i datorprogrammet Praat i syfte att separera de två valda testuppgifterna från övrigt ljudmaterial. För varje deltagare gjordes två nya separata ljudfiler som sparades i filformatet Waveform Audio File Format (WAV): en bestående av uthållen fonation av vokalen /a/ samt en bestående av följande textstycke från texten Trapetskonstnären:

”Höjdpunkten kom när cirkusdirektören presenterade trapetskonstnärens nummer. Utan säkerhetslina skulle hon göra en trippelvolt högt uppe under taket. Hon tog fart och kastade sig ut. Graciöst voltade hon genom luften men när hon greppade den andra trapetsen trodde vi allihop att hon skulle tappa taget” (Morris & Zetterman, 2011, s. 33).

Vid editering av uthållen vokal klipptes den första sekunden i vokalen bort, då fonationen kan vara mindre stabil vid fonationsstart (Yu, Ouaknine, Revis, & Giovanni, 2001). Med start en sekund in i vokalen extraherades därefter fem sekunders fonation. Allt ljudmaterial lagrades därefter tillsammans med deltagarnas anamnestiska uppgifter på en extern hårddisk, som förvarades i ett låst skåp på Enheten för logopedi vid Göteborgs universitet.

### *Tillvägagångssätt*

#### *Perceptuell bedömning*

Inför den perceptuella bedömningen gjordes en pilotstudie i syfte att kontrollera att det konstruerade experimentet i PsychoPy var funktionellt samt att instruktionerna var tillräckligt utförliga. Två logopedstudenter vid Göteborgs universitet rekryterades genom bekvämlighetsurval för att genomföra en förkortad version av den perceptuella bedömningen. Pilotstudien resulterade i smärre ändringar av instruktionerna för genomförandet av bedömningen.

Tre legitimerade logopeder verksamma inom olika områden och med lång klinisk rekryterades för att genomföra den perceptuella bedömningen. Ingen av logopederna rapporterade känd icke-korrigerad hörselnedsättning. Samtliga professionella lyssnare deltog initialt i ett introduktionsmöte för genomgång av det aktuella bedömningsprotokollet i PsychoPy och praktisk information om de individuella bedömningarna. I samträningssyfte gjordes under mötet även konsensusbedömningar av fyra röstexempel: två uthållna vokaler och två höglästa textstycken. Efter detta introducerande möte genomfördes de individuella bedömningarna. De professionella lyssnarna fick själva välja dag och tid för genomförande av sin individuella bedömning. Vid bedömningarna användes en bärbar dator (Asus ZenBook UX305F) och hörlurar (Sony MDR-CD580). Bedömningarna genomfördes i en tyst miljö. Bedömarna erhöll muntliga och skriftliga instruktioner innan bedömningen genomfördes. Instruktionerna innefattade följande: varje ljudklipp fick spelas upp obegränsat antal gånger, volymen fick regleras fritt, det var inte möjligt att gå tillbaka till ett redan bedömt ljudklipp för att exempelvis ändra sin skattning och det var tillåtet att ta pauser under bedömningen. Bedömarna hade tillgång till information om kön för varje ljudklipp, skriftliga beskrivningar av bedömningsparametrarna, samt var blindade för vilken ljudfil som tillhörde vilken deltagargrupp. Författarna till föreliggande studie närvarade vid samtliga bedömningar för att starta upp det digitala bedömningsprotokollet i PsychoPy, ge instruktioner samt för att besvara

eventuella frågor innan eller under bedömningens gång. Tidsåtgången var mellan 2 timmar och 30 minuter till 3 timmar och 20 minuter, inklusive pauser.

### *Akustisk analys*

Akustiska analyser gjordes i datorprogrammet Praat. Analyserna gjordes manuellt av författarna, då samtliga värden och analyser kontrollerades och vid behov korrigerades. Detta i syfte att säkerställa att analyserna inte påverkades av automatiska felläsningar såsom oktavhopp i datorprogrammet. Vid inhämtning av akustiska data sattes frekvensgränsvärdena till 75 och 300 Hz för män, respektive 100 och 500 Hz för kvinnor. Vid förekomst av knarr i rösten sattes det lägre gränsvärdet till 40 Hz, enligt standardrekommendationerna i Praatmanualen. I syfte att analysera deltagarnas röstkvalitet vid uthållen fonation av vokal inhämtades respektive beräknades värden för följande akustiska mätningar: F0-medelvärde, NHR och HNR, samt CVF0. Vidare inhämtades respektive beräknades värden för följande akustiska mätningar i syfte att analysera deltagarnas röstkvalitet i textläsning: F0-medelvärde både för hela textläsningen och för en enskild vokal i texten, samt NHR, HNR och CVF0 för en enskild vokal i texten. Den utvalda vokalen var /a/ i ordet "fart". I ett enstaka fall kunde Praat inte identifiera F0 i /a/ i "fart" på grund av aperiodicitet i ljudvägen. I detta fall uteblev insamling av akustiska data relaterat till den utvalda vokalen för denna kontrollgruppsdeltagare. Även data för den matchade experimentgruppsdeltagaren ströks för att kompensera för detta. I syfte att analysera de prosodiska dragen talhastighet och röstomfång i deltagarnas röstproduktion vid textläsning beräknades även talhastighet vid textläsning (ord/minut) samt CVF0 för hela textläsningen.

### *Statistisk analys*

Statistiska analyser av insamlade data gjordes i Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 25. Icke-parametriska tester användes i de fall där detta var möjligt, eftersom deltagargruppen var liten. Signifikansvärdet sattes till  $p < ,05$ . Data var på intervall- och nominalskalenivå. Vid en analys av insamlade data i den perceptuella bedömningen användes ett medelvärde av de tre professionella lyssnarnas individuella skattningar. För jämförelser av data på intervallskalenivå mellan experiment- och kontrollgrupp användes Mann Whitney U-Test. Vid jämförelser av data på nominalskalenivå mellan grupperna användes istället Fisher's exakta test. Eventuella förekomster av korrelationer undersöktes med Spearmans rangkorrelation. Tolkningar av korrelationsberäkningar gjordes enligt Mukaka (2012), som klassificerar grad av korrelation enligt följande: mycket svag korrelation ( $r_s = 0,0 - 0,3$ ), svag korrelation ( $r_s = 0,3 - 0,5$ ), måttlig korrelation ( $r_s = 0,5 - 0,7$ ), stark korrelation ( $r_s = 0,7 - 0,9$ ) och mycket stark korrelation ( $r_s = 0,9 - 1,0$ ). För kontroll av inter- och intrabedömarreliabilitet i perceptuell bedömning användes det parametriska testet Interclass Correlation Coefficient (ICC), med inställningarna Two-Way Mixed-Effects och consistency. Detta parametriska test användes då det inte ansågs finnas någon icke-parametrisk motsvarighet. Följande tolkning av ICC-värden användes för att avgöra graden av reliabilitet:  $< 0,5$  ansågs vara dålig,  $0,5 - 0,75$  ansågs vara måttlig,  $0,75 - 0,9$  ansågs vara god och  $> 0,9$  ansågs vara utmärkt reliabilitet (Koo & Li, 2016).

### *Inter- och intrabedömarreliabilitet*

Överlag sågs relativt låga värden i både inter- och intrabedömarreliabilitet (se tabell 2). Interbedömarreliabiliteten var i genomsnitt måttlig vid bedömning av uthållen fonation av vokal ( $SM = 0,51$ ,  $AM = 0,73$ ), samt dålig - måttlig vid bedömning av textläsning ( $SM = 0,41$ ,  $AM = 0,66$ ). Samstämmigheten mellan bedömarna föreföll därmed vara något bättre vid bedömning av uthållen fonation av vokal än vid löpande tal som talmaterial. Högst grad av samstämmighet

sågs för parametern röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad, medan lägst grad av samstämmighet sågs för parametern röstläge. Intrabedömarreliabiliteten var vid bedömning av uthållen fonation av vokal i genomsnitt dålig för bedömare 2 ( $SM = 0,43$ ,  $AM = 0,35$ ) samt måttlig för bedömare 1 ( $SM = 0,64$ ,  $AM = 0,74$ ) och bedömare 3 ( $SM = 0,57$ ,  $AM = 0,60$ ). Vid bedömning av textläsning var intrabedömarreliabiliteten måttlig för bedömare 1 ( $SM = 0,60$ ,  $AM = 0,70$ ) och bedömare 3 ( $SM = 0,63$ ,  $AM = 0,71$ ) samt måttlig - god för bedömare 2 ( $SM = 0,65$ ,  $AM = 0,76$ ). Överlag noterades stora individuella variationer i grad av samstämmighet för de olika bedömarna i olika parametrar. Intrabedömarreliabiliteten föreföll dock vara något bättre vid bedömning av textläsning än uthållen fonation av vokal.

Tabell 2

*ICC-medelvärden och spridning för single measurement (SM) och average measurement (AM) för interbedömarreliabilitet (inter) och intrabedömarreliabilitet (intra) för de tre professionella lyssarna (1, 2 och 3) vid bedömning av uthållen fonation av vokal och textläsning*

	Vokal				Text			
	SM	Spridning	AM	Spridning	SM	Spridning	AM	Spridning
Inter	0,51	0,20 - 0,69	0,73	0,43 - 0,87	0,41	0,17 - 0,60	0,66	0,38 - 0,82
Intra 1	0,64	0,10 - 0,93	0,74	0,18 - 0,96	0,60	0,01 - 0,86	0,70	0,03 - 0,93
Intra 2	0,43	-0,31 - 0,95	0,35	-0,89 - 0,98	0,65	0,27 - 0,86	0,76	0,43 - 0,93
Intra 3	0,57	-0,17 - 0,99	0,60	-0,40 - 0,99	0,63	0 - 0,95	0,71	0 - 0,97

I syfte att vidare kontrollera och analysera interbedömarreliabiliteten gjordes även analyser med Spearmans rangkorrelation. I dessa analyser sågs signifikanta korrelationer mellan de tre bedömarernas skattningar i majoriteten av parametrarna (se tabell 3). Korrelationerna var överlag av svag - måttlig grad. Bedömarernas skattningar föreföll alltså följa varandra någorlunda parallellt, trots att det enligt utlästa ICC-värden fanns stor varians mellan bedömarerna i bedömd grad av avvikelse.

Tabell 3

*Korrelationsanalyser med Spearmans rangkorrelation mellan de tre professionella lyssarna (1, 2 och 3) i den perceptuella bedömningen*

Parameter	Vokal						Text					
	1+2		1+3		2+3		1+2		1+3		2+3	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
RÖS	,80	,000**	,69	,000**	,69	,000**	,49	,001*	,64	,000**	,53	,000**
Skrovel	,67	,000**	,49	,001*	,68	,000**	,18	,25	,41	,007*	,23	,15
Läckage	,65	,000**	,18	,26	,49	,001*	,42	,006*	,36	,02*	,48	,001*
Press	,46	,002*	,36	,021*	,29	,07	,31	,044*	,46	,002*	,51	,001*
Knarr	,04	,81	,18	,26	,05	,77	,34	,027*	,58	,000**	,21	,19
Röstläge	,26	,10	,09	,58	,33	,033*	,02	,89	,38	,013*	,15	,36

*Notering: \*)  $p < ,05$ , \*\*)  $p < ,001$ , RÖS = röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad*

## Resultat

Resultaten redovisas i relation till studiens forskningsfrågor och presenteras därmed i följande ordning: perceptuell bedömning, akustisk analys, korrelationsanalyser mellan perceptuella och akustiska fynd samt till sist korrelationsanalyser mellan röstproduktion och deltagarnas individuella bakgrundsfaktorer.

### *Perceptuell bedömning*

Resultaten från den perceptuella bedömningen visade statistiskt signifikanta skillnader mellan experiment- och kontrollgruppen i tre av sju perceptuellt bedömda parametrar vid uthållen fonation av vokal (se tabell 4). En statistiskt signifikant skillnad sågs avseende grad av avvikelse i skrovel, där experimentgruppen ( $M = 41,5$ ,  $SD = 27,6$ ) i genomsnitt erhöll högre skattningar än kontrollgruppen ( $M = 26,0$ ,  $SD = 27,0$ ),  $p < ,05$ . Liknande signifikanta resultat sågs även avseende grad av avvikelse i press, där experimentgruppen ( $M = 25,7$ ,  $SD = 27,4$ ) i genomsnitt erhöll högre skattningar än kontrollgruppen ( $M = 10,1$ ,  $SD = 12,7$ ),  $p < ,05$ . En statistiskt signifikant skillnad sågs även avseende grad av avvikelse i knarr, där experimentgruppen ( $M = 7,4$ ,  $SD = 8,9$ ) i genomsnitt erhöll högre skattningar än kontrollgruppen ( $M = 4,4$ ,  $SD = 11,6$ ),  $p < ,05$ . Även i parametrarna röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad, läckage och röstläge sågs viss skillnad i gruppernas medelvärden vid uthållen fonation av vokal, dock inte på statistiskt signifikant nivå. Experimentgruppen erhöll då i genomsnitt högre skattningar än kontrollgruppen avseende röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad ( $p = ,42$ ), samt lägre skattningar avseende läckage ( $p = ,66$ ) och röstläge ( $p = ,74$ ). Vid vidare analys av avvikelse i röstläge sågs ingen statistiskt signifikant skillnad ( $p = ,47$ ) i förekomst av förhöjt respektive sänkt röstläge mellan experimentgruppen ( $n = 6$ ;  $n = 2$ ) och kontrollgruppen ( $n = 8$ ;  $n = 0$ ). Vid jämförelse av förekomst av avvikande resonans mellan experimentgruppen ( $n = 1$ ) och kontrollgruppen ( $n = 1$ ) sågs inte heller någon skillnad ( $p = 1,00$ ).

Vid perceptuell bedömning av textläsning sågs viss skillnad mellan grupperna i samtliga av de bedömda parametrarna, dock inte av statistiskt signifikanta nivåer (se tabell 4). Experimentgruppen erhöll i genomsnitt högre skattningar än kontrollgruppen avseende grad av avvikelse i röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad ( $p = ,35$ ), skrovel ( $p = ,37$ ), press ( $p = ,12$ ) och röstläge ( $p = ,41$ ), samt lägre skattningar avseende läckage ( $p = ,88$ ) och knarr ( $p = ,12$ ). Vid vidare analys av avvikelse i röstläge sågs ingen statistiskt signifikant skillnad ( $p = ,36$ ) i förekomst av förhöjt respektive sänkt röstläge mellan experimentgruppen ( $n = 6$ ;  $n = 5$ ) och kontrollgruppen ( $n = 8$ ;  $n = 2$ ). Vid jämförelse av förekomst av avvikande resonans mellan experimentgruppen ( $n = 3$ ) och kontrollgruppen ( $n = 3$ ) sågs inte heller någon skillnad ( $p = 1,00$ ). Utöver detta kommenterade samtliga professionella lyssnare viss förekomst av röstavvikelse avseende instabilitet och tremor i ett fåtal av ljudinspelningarna under den perceptuella bedömningen.

Tabell 4

Medelvärden, standardavvikelser och signifikansnivåer för perceptuell bedömning av experimentgruppen (Exp.) och kontrollgruppen (Kon.) vid uthållen fonation av vokal och textläsning. Bedömningarna skattades på en 100 mm VA-skala.

Parameter	Vokal					Text				
	Exp.	Kon.	U	Signifikans		Exp.	Kon.	U	Signifikans	
	M (SD)	M (SD)		z	p	M (SD)	M (SD)		z	p
RÖS	46,0 (26,6)	39,4 (24,5)	189	-0,81	,42	22,2 (19,1)	16,7 (14,6)	183	-0,94	,35
Skrovel	41,5 (27,6)	26,0 (27,0)	137	-2,10	,036*	17,4 (19,5)	12,7 (15,1)	185	-0,91	,37
Läckage	17,1 (20,9)	20,0 (23,2)	238	0,44	,66	7,3 (13,4)	7,7 (13,6)	227	0,15	,88
Press	25,7 (27,4)	10,1 (12,7)	132	-2,23	,026*	15,0 (15,4)	9,3 (13,2)	159	-1,55	,12
Knarr	7,4 (8,9)	4,4 (11,6)	95	-3,18	,001*	11,0 (12,0)	14,7 (10,9)	282	1,55	,12
Röstläge	10,7 (7,8)	11,8 (13,6)	208	-0,33	,74	10,4 (11,2)	5,8 (5,9)	188	-0,82	,41

Notering: \*)  $p < ,05$ , RÖS = Röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad

#### Akustisk analys

Resultaten från den akustiska analysen vid uthållen fonation av vokal visade statistiskt signifikanta resultat i två av fyra akustiska mätningar (se tabell 5). En statistiskt signifikant skillnad sågs i F0-medelvärde vid uthållen fonation av vokal, både för kvinnor ( $p < ,05$ ) och män ( $p < ,05$ ). Kvinnorna i experimentgruppen ( $M = 196,9$ ,  $SD = 30,7$ ) uppvisade då i genomsnitt högre medelvärde än kvinnorna i kontrollgruppen ( $M = 170,0$ ,  $SD = 33,5$ ), medan männen i experimentgruppen ( $M = 117,1$ ,  $SD = 20,7$ ) i genomsnitt uppvisade lägre medelvärde än männen i kontrollgruppen ( $M = 175,7$ ,  $SD = 44,9$ ). Vidare sågs även en statistiskt signifikant skillnad i CVF0 vid uthållen fonation av vokal, där experimentgruppen ( $M = 0,05$ ,  $SD = 0,04$ ) i genomsnitt uppvisade större variation i F0 än kontrollgruppen ( $M = 0,03$ ,  $SD = 0,03$ ),  $p < ,05$ . I övrigt sågs inga statistiskt signifikanta skillnader i experiment- och kontrollgruppens medelvärden vid mätningar av NHR och HNR vid uthållen fonation av vokal. Experimentgruppen genererade dock ett lägre medelvärde i NHR än kontrollgruppen ( $p = ,99$ ) samt ett högre medelvärde i HNR ( $p = ,62$ ).

Tabell 5

Medelvärden, standardavvikelser och signifikansnivåer från akustiska mätningar av experimentgruppen (Exp.) och kontrollgruppen (Kon.) vid uthållen fonation av vokal

Akustiskt mått	Exp.		Kon.		U	Signifikans		
	M	SD	M	SD		z	p	
F0 (♂)	117,1	20,7	175,7	44,9	41	2,11	,035*	
F0 (♀)	196,9	30,7	170,0	33,5	50	-2,21	,027*	
NHR	0,03	0,0	0,08	0,1	221	0,01	,99	
HNR	19,7	4,9	18,2	7,4	201	-0,49	,62	
CVF0	0,05	0,04	0,03	0,03	100	-3,03	,002*	

Notering: \*)  $p < ,05$

Vid akustisk analys av textläsning sågs statistiskt signifikant skillnad i två av nio akustiska mätningar (se tabell 6). En statistiskt signifikant skillnad sågs i F0-medelvärde för männen, både vid mätning av F0 i hela textstycket ( $p < ,05$ ) och vid mätning av F0 i utvald vokal /a/ i ordet "fart" ( $p < ,05$ ). Männen i experimentgruppen ( $M = 120,1$ ,  $SD = 17,4$ ) uppvisade då i genomsnitt lägre medelvärde än männen i kontrollgruppen ( $M = 172,5$ ,  $SD = 40,1$ ) vid mätning

av F0 i hela textstycket. Även vid mätning av F0 i utvald vokal /a/ i ordet “fart” uppvisade männen i experimentgruppen ( $M = 121,8$ ,  $SD = 26,2$ ) ett lägre medelvärde än männen i kontrollgruppen ( $M = 194,9$ ,  $SD = 57,5$ ). I övrigt sågs inga andra statistiskt signifikanta skillnader i de akustiska mätningarna vid textläsning. Däremot noterades att kvinnorna i experimentgruppen genererade ett högre medelvärde än kvinnorna i kontrollgruppen både vid mätning av F0 i hela textstycket ( $p = ,49$ ) och vid mätning av F0 i utvald vokal /a/ i ordet “fart” ( $p = ,77$ ). Vidare noterades även att experimentgruppen genererade ett lägre medelvärde i NHR än kontrollgruppen ( $p = ,88$ ) samt ett högre medelvärde i HNR ( $p = ,94$ ). Gällande variation i F0 genererade experimentgruppen ett högre värde i CV än kontrollgruppen för utvald vokal /a/ i ordet “fart” ( $p = ,36$ ). I analyserna av prosodiska aspekter sågs inga signifikanta skillnader mellan grupperna. Dock noterades en genomsnittligt lägre talhastighet i textläsning hos experimentgruppen ( $M = 106,9$ ,  $SD = 17,7$ ) än hos kontrollgruppen ( $M = 116,1$ ,  $SD = 14,9$ ).

Tabell 6

*Medelvärden, standardavvikelser och signifikansnivåer från akustiska mätningar av experimentgruppen (Exp.) och kontrollgruppen (Kon.) vid textläsning*

Akustiskt mått	Exp.		Kon.		U	Signifikans	
	M	SD	M	SD		z	p
F0 text (♂)	120,1	17,4	172,5	40,1	41	2,11	,035*
F0 text (♀)	189,9	26,7	177,0	41,5	83	-0,69	,49
F0 /a/ (♂)	121,8	26,2	194,9	57,5	38	2,43	,015*
F0 /a/ (♀)	193,5	46,3	192,1	60,5	85	-0,29	,77
NHR /a/	0,09	0,1	0,12	0,1	216	0,16	,88
HNR /a/	14,8	3,6	14,4	5,6	207	-0,08	,94
CVF0 /a/	0,09	0,05	0,07	0,05	165	0,34	,36
CVF0 text	0,15	0,03	0,15	0,04	225	0,11	,91
Talhastighet	106,9	17,7	116,1	14,9	290	1,75	,08

Notering: \*)  $p < ,05$

#### *Korrelationsanalyser mellan perceptuella och akustiska fynd*

Vid en korrelationsanalys mellan experimentgruppdeltagarnas individuella resultat från den perceptuella bedömningen respektive från de akustiska mätningarna sågs ett flertal signifikanta korrelationer för mätningar och bedömningar gjorda på både uthållen fonation av vokal och textläsning. Vid uthållen fonation av vokal sågs totalt 13 signifikanta korrelationer (se tabell 7). Svaga - måttliga korrelationer sågs då mellan uppmätta NHR- respektive HNR-värden och flertalet perceptuella parametrar. Ett högre NHR-värde associerades då med högre skattad avvikelse i röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad ( $r_s = ,64$ ,  $p < ,05$ ), skrovel ( $r_s = ,70$ ,  $p < ,05$ ), press ( $r_s = ,46$ ,  $p < ,05$ ), knarr ( $r_s = ,45$ ,  $p < ,05$ ) och röstläge ( $r_s = ,52$ ,  $p < ,05$ ). På liknande sätt var ett lägre HNR-värde associerat med högre skattad avvikelse i röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad ( $r_s = -,62$ ,  $p < ,05$ ), skrovel ( $r_s = -,63$ ,  $p < ,05$ ), press ( $r_s = -,39$ ,  $p < ,05$ ), knarr ( $r_s = -,39$ ,  $p < ,05$ ) och röstläge ( $r_s = -,62$ ,  $p < ,05$ ). Vidare sågs måttliga korrelationer mellan CVF0 och parametrarna röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad ( $r_s = ,66$ ,  $p < ,05$ ), skrovel ( $r_s = ,63$ ,  $p < ,05$ ) och press ( $r_s = ,51$ ,  $p < ,05$ ), där högre CVF0 var associerat med högre skattad avvikelse i dessa parametrar.



Tabell 7

*Korrelationsanalyser med Spearmans rangkorrelation mellan perceptuellt och akustiskt identifierade fynd vid uthållen fonation av vokal*

Akustiskt mått	Perceptuell parameter											
	RÖS		Skrovel		Läckage		Press		Knarr		Röstläge	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
F0 (♂)	,29	,54	,71	,07	,39	,38	,25	,59	-,23	,61	,43	,34
F0 (♀)	-,18	,54	-,12	,68	,35	,22	-,27	,35	,10	,74	-,07	,81
NHR	,64	,000**	,70	,000**	-,01	,96	,46	,002*	,45	,003*	,52	,015*
HNR	-,62	,000**	-,63	,000**	-,09	,57	-,39	,01*	-,39	,011*	-,62	,003*
CVF0	,66	,001*	,63	,002*	-,12	,60	,51	,018*	,38	,09	,26	,10

*Notering: \*)  $p < ,05$ , \*\*)  $p < ,001$ , RÖS = Röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad*

Vid textläsning sågs totalt fem signifikanta korrelationer (se tabell 8). Måttliga korrelationer sågs mellan CVF0 för hela textläsningen och parametrarna röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad ( $r_s = ,60$ ,  $p < ,05$ ) och knarr ( $r_s = ,58$ ,  $p < ,05$ ), där ett högre CVF0-värde var associerat med högre skattad avvikelse i dessa parametrar. Måttliga korrelationer sågs även mellan talhastighet vid textläsning och röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad ( $r_s = -,59$ ,  $p < ,05$ ), skrovel ( $r_s = -,63$ ,  $p < ,05$ ) och press ( $r_s = -,67$ ,  $p < ,05$ ).

Tabell 8

*Korrelationsanalyser med Spearmans rangkorrelation mellan perceptuellt och akustiskt identifierade fynd vid textläsning*

Akustiskt mått	Perceptuell parameter											
	RÖS		Skrovel		Läckage		Press		Knarr		Röstläge	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
F0 text (♂)	-,18	,70	-,25	,59	,04	,94	,21	,65	-,49	,27	-,61	,15
F0 text (♀)	,06	,84	,21	,47	,06	,85	,19	,51	,05	,86	,42	,14
F0 /a/ (♂)	-,04	,94	-,14	,76	,21	,65	,32	,48	-,58	,18	-,54	,22
F0 /a/ (♀)	-,12	,69	-,02	,96	,43	,12	-,05	,88	-,10	,73	,11	,71
NHR /a/	,31	,05	,28	,07	,13	,42	,29	,07	,26	,10	,12	,59
HNR /a/	-,30	,06	-,25	,12	-,17	,29	-,28	,08	-,22	,17	-,04	,87
CVF0 /a/	,09	,70	,06	,82	-,07	,76	,11	,64	-,04	,87	-,19	,42
CVF0 text	,60	,004*	,39	,08	,04	,85	,14	,55	,58	,006*	,15	,52
Talhastighet	-,59	,005*	-,63	,002*	-,22	,34	-,67	,001*	-,03	,91	-,39	,08

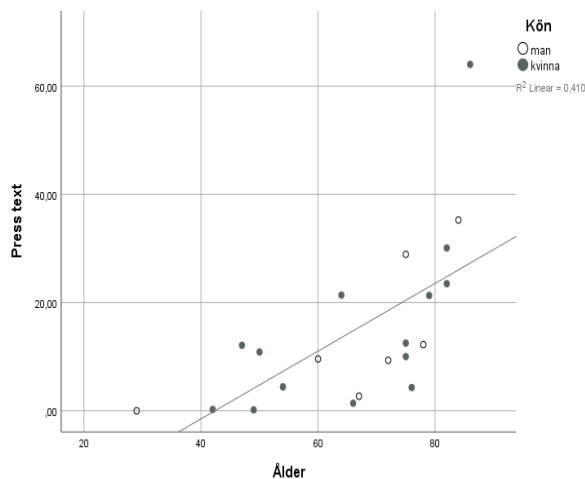
*Notering: \*)  $p < ,05$ , RÖS = Röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad*

Vid kvalitativ jämförelse av deltagare som akustiskt identifierats med avvikelser i F0 respektive perceptuellt identifierats med avvikelser i röstläge noterades en relativt låg överensstämmelse, då de två bedömningsmetoderna i relativt låg utsträckning identifierade samma individer. I övrigt noterades kvalitativt att deltagare med stora röstavvikelser i hög utsträckning kunde identifieras både perceptuellt och akustiskt.

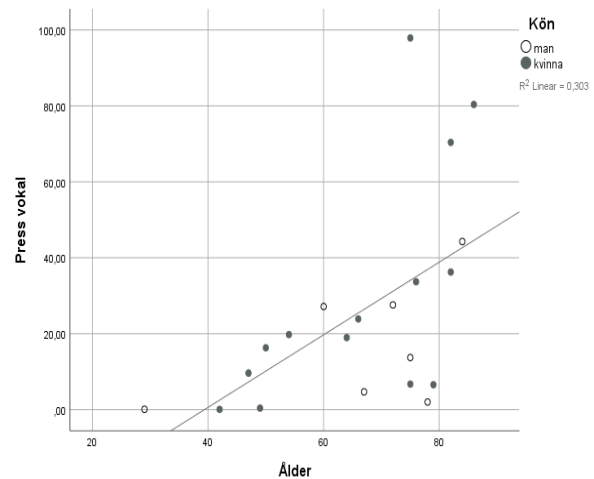
#### *Korrelationsanalyser mellan röstproduktion och deltagarnas individuella bakgrundsfaktorer*

En korrelationsanalys mellan experimentgruppsdeltagarnas bakgrundsfaktorer och deras individuella resultat i den perceptuella bedömningen visade ett flertal signifikanta korrelationer. För bakgrundsfaktorn ålder sågs bland annat en signifikant positiv korrelation med skattad avvikelse i press, där stigande ålder korrelerade starkt med ökad grad av avvikelse vid textläsning ( $r_s = ,75$ ,  $p < ,05$ ) (se figur 2) och måttligt vid uthållen fonation av vokal ( $r_s = ,61$ ,  $p < ,05$ ) (se figur 3). Analysen visade även en signifikant svag positiv korrelation mellan ålder och skattad avvikelse i skrovel, där stigande ålder var associerad med ökad grad av avvikelse

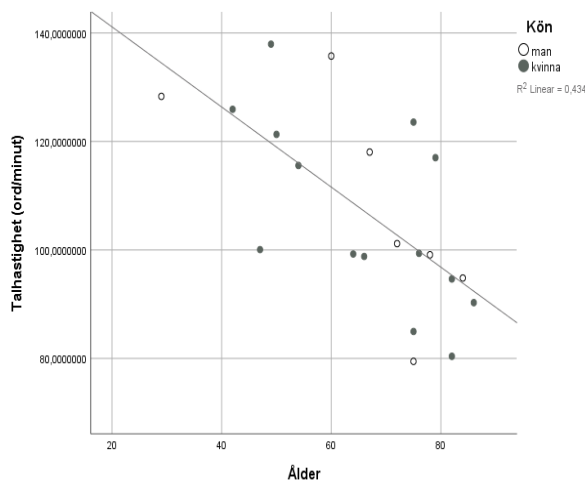
vid uthållen fonation av vokal ( $r_s = ,43, p < ,05$ ). Vidare visade en korrelationsanalys mellan bakgrundsfaktorer och individuella resultat i den akustiska analysen en statistiskt signifikant måttlig negativ korrelation mellan ålder och talhastighet, där talhastigheten vid textläsning sjönk med stigande ålder ( $r_s = -,69, p < ,05$ ) (se figur 4). Ålder korrelerade inte med skattade avvikelser i parametrarna röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad, läckage, knarr och röstläge samt inte heller med akustiska mätningar av F0, NHR, HNR och CVF0.



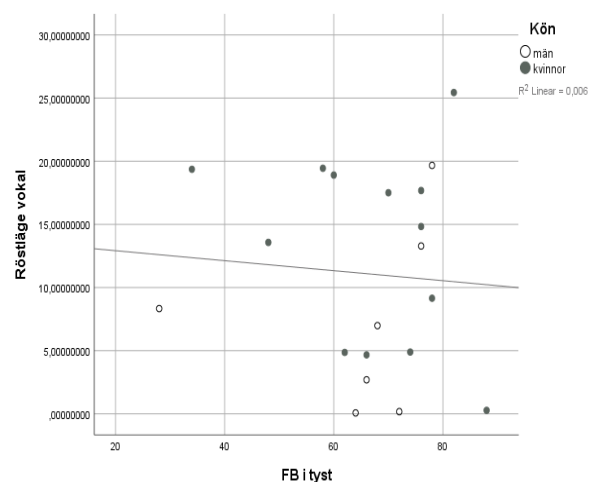
Figur 2. Korrelation mellan ålder och skattad avvikelse i press vid textläsning.



Figur 3. Korrelation mellan ålder och skattad avvikelse i press vid uthållen fonation av vokal



Figur 4. Korrelation mellan ålder och talhastighet vid textläsning.



Figur 5. Korrelation mellan FB i tyst och skattad avvikelse i röstläge vid uthållen fonation av vokal.

Vidare sågs även ett fåtal signifikanta korrelationer relaterade till deltagarnas hörselstatus. Analysen visade en signifikant måttlig negativ korrelation mellan FB i tyst och skattad avvikelse i röstläge ( $r_s = -,51, p < ,05$ ) (se figur 5). Bättre resultat i hörseltestet var då associerat med en minskad grad av avvikelse i röstläge. Kvalitativt noteras dock stor spridning vid kontroll av spridningsdiagram. En signifikant stark positiv korrelation sågs även mellan deltagarnas hörselstatus i FB i tyst och F0-medelvärde i textläsning, dock endast för männen ( $r_s = ,76 p < ,05$ ). Bättre resultat i hörseltestet var då associerat med högre F0-medelvärde. Slutligen sågs även en signifikant svag positiv korrelation mellan deltagarnas hörselstatus i HINT i tyst och skattad avvikelse i läckage, vid uthållen fonation av vokal ( $r_s = ,45, p < ,05$ ). Bättre resultat i

hörseltestet var då associerat med en ökad grad av avvikelse i läckage. Hörselstatus korrelerade inte med skattade avvikelser i parametrarna röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad, skrovel, press och knarr samt inte heller med akustiska mätningar av NHR, HNR, CVF0 och talhastighet.

Korrelationsanalysen visade även en signifikant positiv korrelation mellan bakgrundsfaktorn tidsperioden från debut av grav HNS till CI-operation och F0-medelvärde i utvald vokal /a/ i ordet "fart", dock endast för männen i experimentgruppen. En längre tidsperiod mellan debuten av HNS till CI-operation korrelerade då starkt med högre medelvärde för F0 ( $r_s = ,83, p < ,05$ ). Vidare visade analysen att denna bakgrundsfaktor hade potential till korrelation även med uppmätta F0-medelvärden i hela textstycket både för männen ( $r_s = ,75, p = ,052$ ) och kvinnorna ( $r_s = ,52, p = ,055$ ), samt med uppmätt F0-medelvärde i uthållen fonation av vokal för kvinnorna ( $r_s = ,47, p = ,094$ ). Dock var dessa korrelationer inte på signifikanta nivåer. Tidsperioden av dövhet innan CI korrelerade inte med skattade avvikelser i parametrarna röstavvikelsens övergripande svårighetsgrad, skrovel, läckage, press, knarr och röstläge samt inte heller med akustiska mätningar av NHR, HNR, CVF0 och talhastighet.

## Diskussion

Syftet med studien var att undersöka om det fanns någon skillnad i röstkvalitet och prosodi hos en grupp postlinguellt döva vuxna med CI jämfört med en normalhörande kontrollgrupp. Resultaten visade att experimentgruppen i högre grad skattades som avvikande än kontrollgruppen i röstkvalitet vid perceptuell bedömning. Signifikanta skillnader sågs avseende skrovel, press och knarr vid uthållen fonation av vokal, där experimentgruppen erhöll högre skattad avvikelse än kontrollgruppen. Vid perceptuell bedömning av textläsning sågs däremot ingen signifikant skillnad mellan experiment- och kontrollgruppen. Resultaten från de akustiska mätningarna vid uthållen fonation av vokal visade signifikanta skillnader mellan grupperna i F0 både för män och kvinnor. En signifikant skillnad sågs även i CVF0, då experimentgruppen visade en större variation i F0, och därmed även större tendens till fonatorisk instabilitet, än kontrollgruppen. Vid akustisk analys av textläsning sågs en signifikant skillnad i F0 både i utvald vokal /a/ i ordet "fart" och i hela texten, dock bara för männen. Sammanfattningsvis sågs alltså statistiskt signifikanta resultat mellan experiment- och kontrollgruppen i tre av sju perceptuellt bedömda parametrar samt i två av fyra akustiska mätningar vid uthållen fonation av vokal. Vid textläsning sågs inga signifikanta skillnader i perceptuellt bedömda parametrar, samt endast signifikanta skillnader i två av nio akustiska mätningar.

I de övriga parametrarna och mätningarna där inga signifikanta skillnader sågs fanns ändå subtila skillnader mellan grupperna. Experimentgruppen fick överlag högre skattningar än kontrollgruppen vid perceptuell bedömning. Resultaten skulle kunna förklaras i förhållande till tidigare forskning kring postlinguellt döva vuxna, då denna patientgrupp anses ha hunnit utveckla stabila fonationsmönster innan de fått en mycket svår hörselnedsättning eller dövhet (Hocevar-Boltezar et al. 2006). Det kan därmed anses vara förväntat att endast se ett fåtal eller mycket subtila avvikelser i röstproduktionen hos deltagarna i föreliggande studies experimentgrupp, då en större andel av deltagarna var i medelåldern eller äldre när de fick en hörselnedsättning av grav grad. Vidare sågs överlag fler signifikanta avvikelser vid bedömning av uthållen fonation av vokal än vid bedömning av textläsning. Även detta kan anses stämma in med tidigare forskning, då den bedömda graden av dysfoni ofta skattas högre vid uthållen vokal än vid löpande tal som taluppgift (Maryn & Roy, 2012).

Hocevar-Boltezar et al., (2006) har visat att högre röstläge kan förekomma som en negativ förändring i röstproduktionen vid dövhet eller mycket svår hörselnedsättning. Det är även känt att postlingvalt döva vuxna kan få en sänkning av F0 efter att individen erhållit ett CI (Hamzavi et al., 2000). I föreliggande studies resultat sågs signifikant lägre F0 vid både uthållen fonation av vokal och textläsning hos männen i experimentgruppen än i kontrollgruppen. Vidare sågs även signifikant högre F0 vid uthållen fonation av vokal för kvinnorna i experimentgruppen jämfört med kontrollgruppen. Vid kontroll av spridningsdiagram för män och kvinnor i respektive grupp noterades att experimentgruppen i högre utsträckning än kontrollgruppen hade F0-värden runt de normvärden som finns för röstfriska kvinnor (200 Hz) och män (110 Hz) (Lindblad, 1992). Flertalet deltagare i kontrollgruppen föreföll därmed ha mycket avvikande värden, och detta antas vara anledningen till den signifikanta skillnaden som sågs mellan grupperna. Resultatet tolkas därmed som att F0-medelvärdet hos postlingvalt döva vuxna med CI egentligen inte skiljer sig åt från F0-medelvärdet hos normalhörande vuxna. Kopplat till resultaten i från tidigare nämnda studier (Hamzavi et al., 2000; Hocevar-Boltezar et al., 2006) kan resultaten även tolkas enligt följande: röstavvikelse såsom förhöjt röstläge kan uppkomma vid mycket svår hörselnedsättning/dövhet. Postlingvalt döva vuxna kan dock få en sänkning i F0 när de erhållit ett CI. Denna sänkning av röstläget kan anses återställa röstläget till inom normalvariationen, då föreliggande studie visat att F0 inte skiljde sig signifikant åt mellan en grupp postlingvalt döva vuxna med CI och röstfriskas normvärden.

I syfte att undersöka eventuella skillnader i prosodiska aspekter hos experimentgruppen jämfört med kontrollgruppen gjordes akustiska mätningar och beräkningar av talhastigheten samt beräkningar av variationskoefficienten för F0 i textläsning. I dessa mätningar sågs inga signifikanta skillnader mellan grupperna, dock uppvisade experimentgruppen i genomsnitt lägre talhastighet vid textläsning än kontrollgruppen. Tidigare forskning kring produktion av prosodi hos den studerade populationen har visat att viss avvikelse avseende talhastighet kan förekomma. Detta då Arnold och Bargsten (2014) i sitt examensarbete såg en trend till lägre talhastighet hos en grupp postlingvalt döva vuxna jämfört med en grupp normalhörande vuxna. Dessa skillnader var dock inte på signifikant nivå. Då skillnaderna mellan grupperna i föreliggande studie var mycket subtila och inte på signifikant nivå ansågs resultaten inte ge någon indikation på avvikelser i de studerade prosodiska aspekterna hos postlingvalt döva vuxna med CI.

Resultaten visade på viss korrelation mellan experimentgruppdeltagarnas individuella resultat i den perceptuella bedömningen och de akustiska mätningarna. Dessa korrelationer mellan metodernas identifierade röstfynd sågs både vid uthållen fonation av vokal och textläsning, dock sågs fler signifikanta korrelationer vid uthållen fonation av vokal. Då de flesta signifikansvärden i dessa analyser var en- till tvåstjärniga snarare än enbart tvåstjärniga, samt att korrelationerna var svaga till måttliga kan dock förekomst av slumpmässiga samband inte uteslutas. I en kvalitativ tolkning av resultaten noterades att stora avvikande röstfynd identifierades i både perceptuell bedömning och akustiska mätningar. Båda dessa metoder kunde alltså vid förekomst av stora röstavvikelser identifiera samma deltagare. Vidare noterades dock låg överensstämmelse mellan akustiskt identifierade avvikelser i F0 och perceptuellt identifierade avvikelser i röstläge. I flertalet fall uppmättes akustiskt avvikande F0-värden, som perceptuellt inte identifierades som avvikande röstläge, samt vice versa. Då det naturligt förekommer en stor individuell variation i F0 hos populationen (Lindblad, 1992) kan bedömarna ha olika egna erfarenheter av vad som perceptuellt upplevs vara ett röstläge inom normalvariationen. Detta kan eventuellt ha påverkat resultatet.

Vid korrelationsanalyser mellan experimentgruppsdeltagarnas bakgrundsfaktorer och deras individuella resultat sågs ett flertal samband. Bakgrundsfaktorn ålder korrelerade med parametern press vid både textläsning och uthållen fonation av vokal, samt med parametern skrovel vid uthållen fonation av vokal. Stigande ålder var då associerad med en högre skattad avvikelse i press och skrovel. Detta går i linje med tidigare forskning, då strukturella och funktionella förändringar i stämbanden kan förekomma och påverka röstproduktionen negativt vid stigande ålder (Martins, Gonçalves, Pessin & Branco, 2014). Vidare sågs även ett negativt samband mellan ålder och talhastighet vid textläsning, där stigande ålder associerades med långsammare talhastighet. Liknande korrelation mellan ålder och talhastighet har även setts i tidigare magisterarbeten (Johansson & Samuelsson, 2012). Resultaten i föreliggande studie visar alltså inte bara att röstavvikelse kan förekomma hos postlinguallt döva vuxna med CI, utan indikerar även att röstavvikelse är vanligare hos äldre individer inom denna grupp. Detta på grund av åldrandets naturliga påverkan på röstproduktionen.

Korrelationsanalyserna visade något tvetydiga resultat vid kontroll av samband mellan deltagarnas hörselstatus och deras individuella resultat. En signifikant korrelation sågs mellan resultat i FB i tyst och skattad avvikelse i rösläge, där bättre hörselstatus associerades med minskad grad av avvikelse i rösläge. Kvalitativt noterades dock stor spridning avseende deltagarnas resultat. I kontrast till detta sågs även en korrelation mellan resultat i HINT i tyst och skattad avvikelse i läckage, där bättre hörselstatus associerades med ökad grad av avvikelse i läckage. Kvalitativt noterades även att deltagarnas individuella resultat i de två nämnda hörseltesterna inte alltid överensstämde med varandra. Ett bra resultat i det ena hörseltestet innebar alltså inte nödvändigtvis att deltagaren också hade ett bra resultat i det andra testet. Resultaten tycks därmed ha påverkats av vilket hörseltest som använts för att kontrollera korrelationer mellan deltagarnas hörselstatus och röstproduktion. Utifrån dessa resultat är det därmed svårt att dra direkta slutsatser kring om det finns ett samband mellan hörselstatus och röstproduktion hos postlinguallt döva vuxna med CI.

Vidare visade resultaten från korrelationsanalyserna även ett enstaka positivt samband länkat till hur lång tidsperiod deltagaren har haft från debut av mycket svår hörselnedsättning till CI-operation. Detta samband sågs vid akustiska mätningar av F0 i textläsning, där en längre tidsperiod mellan debut av HNS och CI-operation var relaterat till ett högre F0-medelvärde, dock endast för männen i experimentgruppen. Tidigare forskning kring hur röstproduktionen kan påverkas av en lång period med dövhet innan insättning av CI är begränsad. Hassan et al. (2011) har dock sett att rösten kan påverkas negativt av långvarig hörselnedsättning innan CI avseende ett flertal akustiska parametrar, exempelvis F0. Perioden av dövhet innan CI har även setts ha betydelse för ett flertal andra funktioner, såsom talperception (Lundin, Stillesjö, & Rask-Andersen, 2014) och talförståelighet (Ruff et al., 2017). Det kan därmed anses finnas grund för att misstänka att även röstproduktionen kan påverkas av denna bakgrundsfaktor, utöver det som har setts i föreliggande studie.

Vid kontroll av inter- och intrabedömarreliabilitet i den perceptuella bedömningen sågs överlag relativt låg samstämmighet både mellan och inom respektive bedömare. Interbedömarreliabiliteten var i genomsnitt dålig - måttlig för textläsning, samt måttlig för uthållen fonation av vokal. Intrabedömarreliabiliteten var i textläsning måttlig för två bedömare samt måttlig - god för en bedömare. Vid uthållen fonation av vokal var intrabedömarreliabiliteten dålig för en bedömare och måttlig för två bedömare. Den låga inter- och intrabedömarreliabiliteten i föreliggande studie går emot tidigare forskning som har visat att bedömningsprotokoll som skattas med intervallskala oftare ger bättre reliabilitet än bedömningsprotokoll som skattas på ordinalskala (Karnell et al., 2007). Dock visade en

korrelationsanalys som komplement till tidigare nämnd kontroll av interbedömarreliabilitet signifikanta korrelationer mellan bedömarnas skattningar. Detta tyder på att trots att bedömarna hade stor varians i sina skattningar så fanns en viss samstämmighet.

Reliabiliteten kan ha påverkats av ett flertal faktorer, såsom att de professionella lyssnarna hade olika erfarenheter av att göra perceptuella bedömningar av röstkvalitet. Samtliga bedömare hade långvarig klinisk erfarenhet, men var yrkesverksamma inom olika områden och hade därmed olika erfarenhet av perceptuella bedömningar av röstkvalitet. En annan möjlig påverkande faktor kan ha varit att de professionella lyssnarna endast fick ett samträningstillfälle, vilket gavs under introduktionsmötet. För att uppnå en högre reliabilitet hade det eventuellt varit av värde att ha ett längre eller alternativt flera samträningstillfällen. Vidare hade ankarröster kunnat fungera som ytterligare ett komplement för att minska variansen mellan bedömarna och på så sätt stärka reliabiliteten. Ankarröster innebär att bedömaren får tillgång till röstexempel som tidigare skattats av någon annan, detta i syfte att bedömaren ska få en referensram att förhålla sig till vid sina egna bedömningar (Kreiman, Gerratt, Kempster, Erman, & Berke, 1993). Genom att använda ankarröster som redskap vid samträning och/eller under en perceptuell bedömning kan man bättre kalibrera olika bedömares skattningar. Vidare kan reliabiliteten ha påverkats av att hela bedömningen gjordes vid ett tillfälle, vilket kan ha påverkat bedömarnas koncentrationsförmåga negativt. Det är dock även möjligt att bedömarna blev säkrare i sina skattningar mot slutet av bedömningstillfället, då de fått en större referensram från tidigare bedömda ljudklipp. En annan möjlig bidragande faktor till den låga reliabiliteten kan ha varit ljudklippens varierande kvalitet, då några ljudklipp hade framförallt låg ljudvolym samt bakgrundsbuller.

Andra möjliga felkällor i föreliggande studie kan relateras till de datorprogram som användes. I samband med att de akustiska mätningarna gjordes noterade författarna att datorprogrammet Praat ibland var inkonsekvent i sina mätningar. Programmet hade vissa svårigheter att korrekt identifiera grundtonen, vilket kan ha påverkat resultatet. På grund av dessa automatiska felläsningar behövde författarna emellanåt manuellt korrigera programmets mätningar. Det kan därmed inte uteslutas att mänskliga faktorer kan ha påverkat resultatet, då även författarna kan ha varit inkonsekventa i sina korrigeringar. Vidare kan även datorprogrammet PsychoPy, som användes i den perceptuella bedömningen, ha påverkat resultatet. Detta då programmets utformning omöjliggjorde för de professionella lyssnarna att gå tillbaka till ett redan skattat ljudklipp och ändra sin bedömning. Detta resulterade i att om den professionella lyssnaren hade missat att skatta ett ljudklipp så fanns därmed ingen befintlig skattning att tillgå. Sådant fel förekom endast vid ett tillfälle, då ett ljudklipp inte hade skattats av en bedömare. Datorprogrammet underlättade dock för analysarbetet samt minskade risken för felmätningar, då manuella mätningar av VA-skalorna ej var nödvändigt eftersom samtliga skattningar registrerades direkt i en Excel-fil.

Sammanfattningsvis kan sägas att studien har bidragit med ökad kunskap om röstproduktionen för gruppen postlinguallt döva vuxna med CI i förhållande till normalhörande vuxna. Studien har visat på viss skillnad mellan grupperna, då både perceptuella och akustiska röstavvikelser har identifierats hos experimentgruppen. Perceptuellt sågs högre förekomst av skrovel, press och knarr i experimentgruppens röstproduktion vid uthållen fonation av vokal. Inga signifikanta perceptuella avvikelser sågs vid bedömning av textläsning. Akustiskt sågs större variation i F0 vid uthållen fonation av vokal, vilket tyder på en tendens till ökad fonatorisk instabilitet i experimentgruppens röstproduktion. Vid akustisk analys av textläsning sågs en signifikant skillnad mellan grupperna i grundtonsmedelvärden. Detta resultat ansågs dock bero på avvikande värden i kontrollgruppen. I övrigt sågs inga signifikanta akustiska avvikelser vid

analys av textläsning. Inga tecken på prosodiska avvikelser hos den aktuella patientgruppen kunde identifieras. Vid jämförelse av den perceptuella bedömningsmetoden och den akustiska analysmetoden kunde viss likhet ses mellan akustiskt och perceptuellt identifierade fynd. Avslutningsvis sågs även viss förekomst av korrelationer mellan deltagarnas bakgrundsfaktorer och deras individuella resultat, då stigande ålder var associerat med större röstavvikelse. Viss korrelation sågs även relaterat till bakgrundsfaktorn tidsperiod från debut av HNS till CI-operation.

Då det är svårt att säga i vilken grad resultaten påverkades av den låga inter- och intrabedömarreliabiliteten kan det i framtida studier vara av betydelse att vidta fler åtgärder för att säkerställa högre samstämmighet, exempelvis genom att ha fler och/eller längre samträningstillfällen samt ankarröster. Vidare hade det även varit av intresse att undersöka andra aspekter i röstproduktionen än de som analyserades. Under den perceptuella bedömningen kommenterade samtliga professionella lyssnare viss förekomst av avvikelser avseende tremor och instabilitet i röstproduktion för ett fåtal av ljudfilerna. Martins et al. (2014) menar att försämrad neuromuskulär kontroll och ökad grad av instabilitet kan förekomma vid stigande ålder, men då bedömningsprotokollet i föreliggande studie inte innefattade dessa aspekter går det inte att säkerställa huruvida avvikelserna var åldersbetingade eller eventuellt skulle kunna relateras till cochleaimplantatet. Detta kan därför med fördel undersökas i fortsatt forskning. Vidare har resultaten i föreliggande studie visat på en tendens till långsammare talhastighet hos den studerade populationen och därmed kan det även vara av intresse att göra fortsatta undersökningar av hur och varför talhastigheten kan påverkas av ett CI. Det kan även vara relevant att undersöka hur röstproduktionen hos den aktuella populationen påverkas av andra CI-relaterade bakgrundsfaktorer, exempelvis hur länge individen har använt CI. Vidare saknas kvalitativ forskning kring CI-användares subjektiva upplevelser av sin röstproduktion. Denna kunskapslucka skulle med fördel kunna fyllas genom kommande magisterarbeten i logopedi. Fortsatta jämförelser mellan dessa två grupper bör även göras på ett större deltagarantal för att öka resultatens tillförlitlighet och generaliserbarhet. Sammanfattningsvis har studien visat att det finns subtila skillnader mellan postlingvalt döva vuxna med CI och normalhörande vuxna, men då dessa skillnader är just subtila är det därmed också viktigt att belysa att postlingvalt döva vuxna CI-användares röstproduktion inte avviker avsevärt från normalhörande vuxna. Detta är kunskap som både nuvarande och blivande CI-användare samt logopeder och andra professioner som arbetar med personer med CI kan ha nytta av.

## Referenser

- Andersson, G., & Arlinger, S. (2007). *Nordisk lärobok i audiologi* (1. uppl.). Bromma: CA Tegnér.
- Arbeiter, M., Petermann, S., Hoppe, U., Bohr, C., Doellinger, M., & Ziethe, A. (2018). Analysis of the Auditory Feedback and Phonation in Normal Voices. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 127(2), 89-98. doi: 10.1177/0003489417744567
- Arnold, C., & Bargsten, S. (2014). *Undersökning av artikulation, prosodi, förståelighet och kommunikativ delaktighet hos vuxna postlingvalt döva personer med cochleaimplantat*. Logopedexamensuppsats, Göteborgs universitet: Institutionen för neurovetenskap och fysiologi, Göteborg. Hämtad från: <http://hdl.handle.net/2077/39900>
- Barnplantorna. (u.å.). Statistik. Hämtad: 2019-01-23 från <http://www.barnplantorna.se/horselteknik/statistik/>
- Boersma, P., & van Heuven, V. (2001). Speak and unSpeak with PRAAT. *Glott International*, 5(9/10), 341-347.

- Boersma, P., & Weenink, D. (2018): Praat: doing phonetics by computer (Version 6.0.46) [Datorprogram]. Hämtad från: <http://www.praat.org/>
- Borg, E., & Westerlund, J. (2012). *Statistik för beteendevetare* (3., [uppdaterad och omarb.] uppl.). Stockholm: Liber.
- Cochlear (2015). Att leva med cochleaimplantat - Information om CI för vuxna [Broschyr]. Hämtad från: [https://www.cochlear.com/906c2c2e-7627-4358-9021-c415f3cfe9d0/Att\\_leva\\_med\\_cochleaimplantat\\_2015.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-906c2c2e-7627-4358-9021-c415f3cfe9d0-kYnyqWI](https://www.cochlear.com/906c2c2e-7627-4358-9021-c415f3cfe9d0/Att_leva_med_cochleaimplantat_2015.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-906c2c2e-7627-4358-9021-c415f3cfe9d0-kYnyqWI)
- Colton, R., Casper, J., & Leonard, R. (2011). *Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment* (4. uppl.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Cysneiros, H., Leal, M., Lucena, J., & Muniz, L. (2016). Relationship between auditory perception and vocal production in cochlear implantees: A systematic review. *CoDAS*, 28(5), 634–639. doi: 10.1590/2317-1782/20162015165
- Gauding, J., & Wesselhoff, J. (2014). Validering av texten “Trapetskonstnären” - Analys av högläsning av personer med neuromotorisk talstörning och friska kontrollpersoner. Opublicerad logopedexamensuppsats, Karolinska Institutet, institutionen för klinisk vetenskap, intervention och teknik, CLINTEC, Stockholm.
- Hamzavi, J., Deutsch, W., Baumgartner, W. D., Bigenzahn, W., & Gstoettner, W. (2000). Short-term effect of auditory feedback on fundamental frequency after cochlear implantation. *Audiology*, 39(2), 102–5. doi: 10.3109/00206090009073060
- Hartelius, L. (2015) *Dysartri - bedömning och intervention*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Hassan, S. M., Malki, K. H., Mesallam, T. A., Farahat, M., Bukhari, M., & Murry, T. (2011). The effect of cochlear implantation and post-operative rehabilitation on acoustic voice analysis in post-lingual hearing impaired adults. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 268(10), 1437-1442. doi: 10.1007/s00405-011-1501-6
- Hocevar-Boltezar, I., Radsel, Z., Vatovec, J., Geczy, B., Cernelc, S., Gros, A., . . . Zargi, M. (2006). Change of Phonation Control After Cochlear Implantation. *Otology & Neurotology*, 27(4), 499-503. doi: 10.1097/01.mao.0000224083.70225.b7
- Hocevar-Boltezar, I., Vatovec, J. Gros, A., & Zargi, M. (2005). The influence of cochlear implantation on some voice parameters. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 69(12), 1635-1640. doi: 10.1016/j.ijporl.2005.03.045
- Hällgren, M., Larsby, B., & Arlinger, S. (2006). A Swedish version of the Hearing In Noise Test (HINT) for measurement of speech recognition. *International Journal of Audiology*, 45(4), 227-237. doi: 10.1080/14992020500429583
- Johansson, H., & Samuelsson, L. (2012). *Det typiska talets förståelighet och prosodi i relation till åldrande och kön*. Opublicerad logopedexamensuppsats, Göteborgs universitet: Institutionen för neurovetenskap och fysiologi, Göteborg.
- Jönsson, S., & Winnerstam, A. (2012). *Dysartribedömning av vuxna personer utan talstörning: uppgifter med fokus på funktion och struktur*. Opublicerad logopedexamensuppsats, Göteborgs universitet: Institutionen för neurovetenskap och fysiologi, Göteborg.
- Karnell, M. P., Melton, S. D., Childes, J. M., Coleman, T. C., Dailey, S. A., & Hoffman, H. T. (2007). Reliability of Clinician-Based (GRBAS and CAPE-V) and Patient-Based (V-RQOL and IPVI) Documentation of Voice Disorders. *Journal of Voice*, 21(5), 576-590. doi: 10.1016/j.jvoice.2006.05.001
- Kempster, G. B., Gerratt, B. R., Abbott, K. V., Barkmeier-Kraemer, J., & Hillman, R. E. (2009). Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: Development of a standardized clinical protocol. *American Journal of Speech - Language Pathology*, 18(2), 124-132.



- Kreiman, J., Gerratt, B. R., Kempster, G. B., Erman, A., & Berke, G. S. (1993). Perceptual Evaluation of Voice Quality: Review, Tutorial, and a Framework for Future Research. *Journal of Speech and Hearing Research, 36*(1), 21-40.
- Koo, & Li. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine, 15*(2), 155-163. doi: 10.1016/j.jcm.2016.02.012
- Lindblad, P. (1992). *Rösten*. Lund: Studentlitteratur.
- Lundin, K., Stillesjö, F., & Rask-Andersen, H. (2014). Experiences and Results from Cochlear Implantation in Patients with Long Duration of Deafness. *Audiology and Neurotology Extra, 4*(2), 46-55. doi: 10.1159/000365274
- Mahshie, J., Hasegawa, A., Mars, M., & Herbert, E. (1984). Fundamental frequency characteristics of deaf speakers. *The Journal of the Acoustical Society of America, 75*(S1), S9. doi:10.1121/1.2021694
- Martins, R., Gonçalves, T., Pessin, A., & Branco, A. (2014). Aging voice: Presbyphonia. *Aging Clinical and Experimental Research, 26*(1), 1-5. doi: 10.1007/s40520-013-0143-5
- Maryn, Y., & Roy, N. (2012). Sustained vowels and continuous speech in the auditory-perceptual evaluation of dysphonia severity. *Jornal Da Sociedade Brasileira De Fonoaudiologia, 24*(2), 107–112. doi: 10.1590/S2179-64912012000200003
- Morris, U., & Zetterman, H. (2011). *Från bondgård till cirkus. Konstruktion av en högläsningstext för bedömning av röst- och talfunktion och talandning*. Opublicerad logopedsexamensuppsats, Karolinska Institutet, institutionen för klinisk vetenskap, intervention och teknik, CLINTEC, Stockholm.
- Mukaka, M. (2012). Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal, 24*(3), 69-71.
- Nemr, K., Simões-Zenari, M., Cordeiro, G. F., Tsuji, D., Ogawa, A. I., Ubrig, M. T., & Menezes, M. H. M. (2012). GRBAS and Cape-V Scales: High Reliability and Consensus When Applied at Different Times. *Journal of Voice, 26*(6), 812.e17-812.e22. doi: 10.1016/j.jvoice.2012.03.005
- Nettelblatt, U. (2007). Fonologisk utveckling. I U. Nettelblatt & E-K. Salameh (red.), *Språkutveckling och språkstörning hos barn* (s. 57–94). Polen: Studentlitteratur.
- Norrlander, K., & Olsson, L. (2009). *Fonetogram som visuell feedback i intensiv röstterapi för tre patienter med Parkinsons sjukdom*. Logopedsexamensuppsats, Karolinska Institutet: Institutionen för klinisk vetenskap, Intervention och teknik, Stockholm. Hämtad från: [https://clintec.ki.se/Exam\\_logopedi/pdf/323.pdf](https://clintec.ki.se/Exam_logopedi/pdf/323.pdf)
- Nygren, K. (2012). *Förmågan att hålla takten med stavelserepetition eller fingertrumning hos friska vuxna*. Opublicerad logopedsexamensuppsats, Göteborgs universitet: Institutionen för neurovetenskap och fysiologi, Göteborg.
- Parsa, V. G., & Jamieson, D. (2001). Acoustic Discrimination of Pathological Voice: Sustained Vowels Versus Continuous Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*(2), 327-339. doi: 10.1044/1092-4388(2001/027)
- Peirce, J. (2008). Generating Stimuli for Neuroscience Using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics, 2*(10), 1–8. doi: 10.3389/neuro.11.010.2008
- Rosenhall, U. (2001). Presbycusis – hörselnedsättning på äldre dar. *Läkartidningen, 98*(23), 2802–2806.
- Ruff, S., Bocklet, T., Nöth, E., Müller, J., Hoster, E., & Schuster, M. (2017). Speech Production Quality of Cochlear Implant Users with Respect to Duration and Onset of Hearing Loss. *ORL - Journal For Oto-Rhino-Laryngology Head And Neck Surgery, 79*(5), 282–294. doi: 10.1159/000479819

- Ruisoto, P., Bellido, A., Ruiz, J., & Juanes, J. (2016). Building Computer-Based Experiments in Psychology without Programming Skills. *Journal of Medical Systems, 40*(6), 1-7. doi: 10.1007/s10916-016-0511-8
- Selleck, M. A., & Sataloff, R. T., (2014). The Impact of the Auditory System on Phonation: A Review. *Journal of Voice, 28*(6), 688–693. doi: 10.1016/j.jvoice.2014.03.018
- Sjöström, S. (2006). *Språkets struktur, betydelse och användning* (1. uppl.). Stockholm: Norstedts akademiska förlag.
- Teixeira, J. P., Oliveira, C., & Lopes, C. (2013). Vocal Acoustic Analysis – Jitter, Shimmer and HNR Parameters. *Procedia Technology, 9*, 1112-1122. doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.124
- Tye-Murray, N. (2015). *Foundations of aural rehabilitation: Children, adults, and their family members* (4. uppl.). Stamford, CT: Cengage Learning
- Ubrig, M. T., Goffi-Gomez, M. V. S., Weber, R., Menezes, M. H. M., Nemr, N. K., Tsuji, D. H., & Tsuji, R. K. (2011). Voice Analysis of Postlingually Deaf Adults Pre- and Postcochlear Implantation. *Journal of Voice, 25*(6), 692-699. doi: 10.1016/j.jvoice.2010.07.001
- Whitehead, R. L., & Whitehead, B. H. (1985). Acoustic Characteristics of Vocal Tension/Harshness in the Speech of the Hearing Impaired. *Journal of Communication Disorders, 18*(5), 351-61. doi: 10.1016/0021-9924(85)90025-5
- Yu, P., Ouaknine, M., Revis, J., & Giovanni, A. (2001). Objective Voice Analysis for Dysphonic Patients: A Multiparametric Protocol Including Acoustic and Aerodynamic Measurements. *Journal of Voice, 15*(4), 529–542. doi: 10.1016/S0892-1997(01)00053-4