

2014-05-26



**Karolinska
Institutet**

**Institutionen för klinisk vetenskap,
intervention och teknik, CLINTEC
Enheten för logopedi
Logopedprogrammet
Examensarbete i logopedi**

**Referensvärden för röst användning hos röstfriska
kvinnor över 67 år inhämtade genom
långtidsmätning med röstackumulatorn VoxLog**

Johanna Dahlbäck
Elisabet Renklint

Examensarbete i logopedi,
30 högskolepoäng
Vårterminen 2014

Handledare
Joakim Gustafsson
Ellika Schalling

Referensvärden för röst användning hos röstfriska kvinnor över 67 år inhämtade genom långtidsmätning med röstackumulatorn VoxLog

Johanna Dahlbäck
Elisabet Renklint

Sammanfattning. Studien syftade till att ta fram referensvärden för röst användning hos röstfriska talare över 67 år, undersöka hur röst användningen varierar under dagen och med olika nivåer av omgivningsbuller, hur röst användning skiljer sig mellan vardags- och studiomiljö, hur sambanden ser ut mellan subjektiva skattningar och objektiv mätdata samt att utvärdera röstackumulatorn VoxLogs användarvänlighet. Åtta kvinnor med en medelålder på 71,4 år deltog. Under sju dagar registrerades deltagarnas fonationstid, grundtonsfrekvens, röststyrka och omgivningsbuller. En röst dagbok med visuella analoga skalor fylldes i tre gånger dagligen gällande uppskattad röst användning. Resultaten visade en medelfonationstid på 6,7 %, medelgrundtonsfrekvensen var 230,3 Hz och medelröststyrkan var 85 dB SPL. Deltagarna använde en starkare röststyrka i vardagen än vid studioinspelningarna. Röststyrka, fonationstid och grundtonsfrekvens höjdes med ökat omgivningsbuller. Mer forskning krävs inom området.

Reference values for voice use of healthy women over 67 years of age collected by longterm-registration with the voice accumulator VoxLog

Johanna Dahlbäck
Elisabet Renklint

Abstract. The study aimed to obtain reference values for voice use in vocally healthy speakers over 67 years, examine how voice use differs during different periods of the day and with different levels of ambient noise, if there is a difference in voice use between everyday and studio environments, the relationship between subjective estimates and objective measurement and evaluate the voice accumulator VoxLog in regards to userfriendliness. Eight women with a mean age of 71,4 years participated. Phonation time, fundamental frequency, voice intensity and ambient noise were registered during seven days. A diary, using visual analogue scales for estimation of voice use was filled out three times a day. Results showed a mean phonation time of 6,7 %, mean fundamental frequency of 230,3 Hz and mean voice intensity of 85 dB SPL. Participants used higher voice intensity in everyday settings compared to studio environment. Fundamental frequency, phonation time and voice intensity increased with rising level of ambient noise. More research is needed in this area.

Logopedisk röstbehandling planeras och utvärderas idag framförallt utifrån anamnesupptagning, subjektiva skattningsformulär som fylls i av patienten, akustisk analys och logopedens perceptuella bedömning. Ofta spelas patienten in på kliniken som underlag för perceptuell bedömning och akustisk analys. Från inspelningen kan man ta fram akustiska röstmått såsom röststyrka, medelgrundtonsfrekvens och röstomfång. Objektiva mått på patienters röst användning i vardagsmiljö utanför kliniken är ett fördelaktigt komplement till studioinspelningar för att öka tillförlitligheten i den bedömning som ligger till grund för behandling och utvärdering (Airo, Olkinuora & Sala, 2000; Buekers, Bierens, Kingma & Marres, 1995; Rantala, Haataja, Vilkmán & Körkkö, 1994; Rantala, Lindholm & Vilkmán, 1998).

De objektiva mått som används idag baseras på inspelningar i behandlingsrum eller studiomiljö och kan därför inte antas vara representativa för hur man använder sin röst i vardagen (Graca & Öhlin, 2013; Lindström, Ohlsson, Sjöholm & Persson Waye, 2008; Rantala et al., 1994; Rantala et al., 1998; Södersten, Granqvist, Hammarberg & Szabo, 2002). Vid inspelningar används i regel en standardtext och/eller standardfraser som läses av patienten. Ett vardagligt tal innebär en större variation i röst användningen (Lindström et al., 2008). Dessutom är förutsättningarna för god röstproduktion optimala i en inspelningsstudio med minimala störningsmoment, ljudisolering och mikrofon. Thorsdotter (2011) studerade tre patienter och tre kontrollpersoner, samtliga kvinnor, med funktionell eller funktionell organisk röststörning med trolig yrkesrelaterad orsak. Resultatet visade att alla försökspersonerna både talade med en lägre röststyrka och grundtonsfrekvens i studion jämfört med i vardagen. Graca och Öhlin (2013) undersökte nio kvinnliga patienter diagnostiserade med yrkesrelaterad röststörning och nio matchade kontrollpersoner. Resultatet visade även här att samtliga deltagare talade med en lägre röststyrka och grundtonsfrekvens i studion jämfört med i vardagen, i denna studie var båda resultaten statistiskt signifikanta. Vid inspelningssituationen läggs fokus på rösten vilket gör att medvetenheten kring hur man använder sin röst ökar. Detta kan göra att patienten medvetet eller omedvetet förändrar sitt röstbeteende vilket kan påverka bedömningen och utvärderingen. Det har även visat sig att självskattningar, som ofta används i logopediskt arbete, och objektiv data inte alltid överensstämmer med varandra (Ohlsson, Brink & Löfqvist, 1989). Szabo Portela, Hammarberg och Södersten (2013) lät tolv röstfriska kvinnor skatta hur mycket de talade under en arbetsdag. Medelvärde av skattningarna var 76 % vilket kan jämföras med det objektiva måttet som i den studien var 12 % fonationstid. Detta är ytterligare en motivering till insamlandet av referensvärden av rösten från vardagsmiljö.

Rösten är något högst individuellt och har för de flesta en stark anknytning till identitet och personlighet (Lindblad, 1992). Förutsättningarna för röstens funktion är även de olika och påverkas både av miljömässiga och genetiska faktorer. Tvillingstudier har visat att det finns viss genetisk sårbarhet för att utveckla röststörningar men att det är de miljömässiga faktorerna som har störst inverkan (Nybacka, Simberg, Santtila, Sala & Sandnabba, 2012; Simberg, Santtila, Soveri, Varjonen, Sala & Sandnabba, 2009). Studier som undersökt röst användning i miljöer utanför kliniken har hittills mestadels gjorts på kvinnor eftersom de i större utsträckning arbetar inom röstkrävande yrken. Detta är en miljöfaktor som bidrar till att kvinnor är överrepresenterade bland patienter med fonasteni (Fritzell, 1996). En annan faktor som gör att kvinnor lättare drabbas av röstproblem är den anatomiska uppbyggnaden i larynx och ansatsrör. Kvinnan har tunnare och kortare stämband jämfört med mannen som har längre och tjockare. Detta gör att kvinnors stämband svänger fler gånger per sekund och att de därmed utsätts för fler kollisioner vilket ger

en större stämbandsbelastning (Hartelius, Nettelbladt & Hammarberg, 2008). Dessa anatomiska olikheter gör att kvinnan och mannen har olika röstlägen. Kvinnan har ett ljusare röstläge omkring 200 Hertz (Hz), och mannen ett mörkare röstläge omkring 110 Hz (Lindblad, 1992).

Ytterligare en faktor som påverkar röstens funktion är ålder. I en studie av Pegoraro Krook (1988) där kvinnor i åldrarna 20-89 år studerades kunde man se att medelgrundtonsfrekvensen för en kvinna mellan 20-29 år var 196 Hz ($s = 24,53$). Medelvärden för kvinnor i gruppen 60-69 år var 178,3 Hz ($s = 24,6$), kvinnor i åldrarna 70-79 år hade ett medelvärde på 184,2 Hz ($s = 27,2$) och 80-89 åringar hade ett medel på 185,4 Hz ($s = 20,4$). Medelvärdet för dessa tre grupper, kvinnor 60-89 år, blev 182,6 Hz ($s = 24$). Hela studien baserades på 467 röstfriska kvinnor.

Den generella nervkontrollen och stämbandens fysiologi förändras liksom resten av kroppen när vi åldras. Muskler blir stelare och slemhinnor torrare vilket ger sämre elasticitet i stämbanden, detta bidrar till att rösten förändras (Lindblad, 1992; Linville, 1995; Pegoraro Krook, 1988). Kahane (1987) skriver att åldersförändringar i larynx uppträder tidigare och i större utsträckning hos män än hos kvinnor. Vid åldrande av talapparaten sker vanligtvis en naturlig höjning av grundtonen hos män medan man hos kvinnor kan se antingen en höjning eller sänkning (Lindblad, 1992). En orsak till sänkning av grundtonsfrekvensen hos kvinnor är menopaus då mängden östrogen som utsöndras i kroppen minskar, vilket gör att stämbandens massa förändras och grundtonsfrekvensen kan sjunka med ca 10-15 Hz (Linville, 1995). I en studie av Stoicheff (1981) undersökte man en grupp kvinnor mellan 50-59 år där man kunde se en sådan sänkning jämfört med kvinnor i övriga åldrar. Studien baserades på 111 kvinnor mellan 20-82 år som var icke rökare. Med stigande ålder kan det bli svårare att gå upp i röststyrka då lungornas elasticitet försämras och andningsmuskulaturen försvagas (Lindblad, 1992). Enligt Arlinger (1999) är den genomsnittliga ljudtrycksnivån från en typisk talare ca 55-60 dB SPL, mätt på en meters avstånd. Dock poängterar Arlinger att ljudtrycksnivån i naturligt tal varierar mycket.

Då röst användning påverkas av vardagliga aktiviteter kan detta vara ytterligare en faktor till varför röstbeteendet skiljer sig mellan olika miljöer. En vardaglig faktor som har betydelse för individers röst användning är omgivningsbuller. Fenomenet att individer höjer röststyrkan i förhållande till omgivningsbuller kallas Lombardeffekten (Amazi & Garber, 1982). För att en talare skall kunna höras bra bör talarens röst vara 15 dB starkare än bullret. När nivån på bakgrundsbullret ökar med 10 dB ökar en talare sin egen röststyrka med cirka 5 dB. Vid ett bakgrundsbuller på 55 dB kan en individ tala med normal röststyrka men behöver däremot använda sig av en hög röststyrka vid ett bakgrundsbuller på 70 dB. Vid ett bakgrundsbuller på 80-85 dB krävs det att en talare skall skrika för att höras (Södersten, Lindhe, 2011; Arbetsmiljöverket, 2005). Södersten, Ternström och Bohman (2005) studerade röst användning genom högläsning i fem olika nivåer av omgivningsbuller. Tolv kvinnor och elva män deltog i studien och resultaten visade att både kvinnor och män höjer sin grundtonsfrekvens och sin röststyrka i bullriga miljöer. I samma studie visade man även att kvinnor hade längre fonationstid i miljöer med starkare omgivningsbuller. Författarna diskuterade att detta verkar vara en strategi hos kvinnor för att få en starkare röst och att detta i sin tur kan vara en av anledningarna till att kvinnor är mer mottagliga för funktionella röststörningar än män.

Det är troligt att personer i pensionsåldern inte vistas i samma ljudmiljöer som en yrkesverksam person och därför har ett annat röstbeteende. Eftersom röstens funktion och röst användning påverkas av en mängd faktorer som beskrivits ovan och varierar

mellan individer är det viktigt att de mått logopederna baserar sin intervention på är representativa för patientens röst och röst användning i vardagen.

Långtidsregistrering av rösten med någon typ av bärbar utrustning är en bra metod för att få denna typ av objektiva data från vardagsmiljö. Genom att registrera röst användning under en längre period kan man få mått på en individs röst beteende och dess variation över tid. För att kunna använda dessa objektiva mått i behandlings- och utvärderingssyfte krävs referensdata som tagits fram på motsvarande sätt från friska individer. Genom att ta fram denna typ av data kan patienter jämföras mot en röstfrisk referensgrupp. Utifrån dessa jämförelser kan riktlinjer för vad som är typiskt respektive avvikande röst användning arbetas fram. Exempelvis skulle detta kunna användas för att identifiera individer vars röst beteende ökar risken för dem att utveckla stämbandsskador.

Det har funnits flera olika metoder för att göra långtidsregistreringar av röst användning i vardagsmiljö. Exempel på mätinstrument som använts är bl.a. DAT-bandspelare i kombination med olika typer av mikrofoner samt bärbara röstackumulatörer. Det som skiljer metoderna åt är främst att DAT-bandspelaren spelar in hela ljudsignalen, dvs. även innehållet i det som sägs, medan dagens accelerometerbaserade röstackumulatörer inte spelar in ljudsignalen utan endast registrerar röstparametrar som till exempel röststyrka (dB SPL) och grundtonsfrekvens (Hz). DAT-bandspelaren riskerar att inkräkta på deltagarnas integritet eftersom den spelar in vad de säger, vilket även kan påverka deras vardagliga kommunikation under mätperioden (Cheyne, Hanson, Genereux, Stevens & Hillman, 2003). I dagsläget använder man sig därför oftast av accelerometer tekniken vilket har visat sig vara en tillförlitlig mätmetod (Buekers et al., 1995; Cheyne et al., 2003; Lindström, Ren, Li & Wayne, 2009; Szabo, Hammarberg, Håkansson & Södersten, 2001).

Det finns idag tre kommersiellt tillgängliga röstackumulatörer som använder sig av accelerometer tekniken: APM (Ambulatory Phonation Monitor), VocaLog och VoxLog. Accelerometern registrerar de vibrationer som uppstår av stämbandets svängningar för att räkna ut olika röstmått. Dessa ackumulatörer kan även ge feedback till bäraren när ett bestämt gränsvärde överstigs eller inte uppnås. APM, (KayPentax, Lincoln Park, New Jersey) registrerar fonationstid, grundtonsfrekvens och estimerar röststyrka samt har en feedbackfunktion för grundtonsfrekvens eller röststyrka. VocaLog (Griffin Laboratories, Temecula, CA) är utvecklad för att registrera röststyrka och ge taktill feedback till bäraren. VoxLog (Sonvox AB, Umeå) registrerar fonationstid, grundtonsfrekvens, röststyrka och omgivningsbuller. Den kan även ge taktill feedback relaterat till röstläge och/eller röststyrka. Vid en jämförande studie av APM och VoxLog visade resultaten att båda ackumulatörerna är pålitliga mätinstrument men att VoxLog är mer tillförlitlig vad gäller registrering av röststyrka (Bulukin Wilén, Gustafsson, Södersten & Schalling, 2013).

Flera studier har i samband med långtidsregistrering av rösten utvärderat VoxLog och dess användarvänlighet. Detta har gjorts genom frågeformulär eller öppet ställda frågor till deltagarna. Ett fåtal deltagare upplevde problem med att dosan var otympligt stor, att sladden lätt lossnade från dosan samt att det var svårt att hitta ett bra sätt att bära dosan. De flesta deltagare hade dock haft en positiv upplevelse av att använda VoxLog och kunde tänka sig att använda den igen (Bulukin Wilén & Gustafsson, 2011; Fhärm & Wigelius Skoglund, 2012; Thorsdotter, 2011).

En gemensam slutsats som kan dras utifrån flera studier där man undersökt röst användning i miljöer utanför kliniken är att variationen är stor. Grundtonsfrekvens, röststyrka och fonationstid varierar mellan individer, över tid och

kan relateras till aktiviteter i vardagen (Graca & Öhlin, 2013; Rantala et al., 1994; Szabo Portela et al., 2013; Thorsdotter, 2011). I flera studier där man har studerat individer med röstkrävande yrken har man visat att grundtonsfrekvensen stiger under dagen (Hunter & Titze, 2010; Lehto, Laaksonen, Vilkmán & Alku, 2008; Laukkanen, Ilomäki, Leppänen & Vilkmán, 2008; Rantala, Vilkmán & Bloigu, 2002) I en studie av Lindström et al. (2008) där man studerade förskolelärare och elevers röst användning under en arbetsdag kunde man se en ökning av lärarens grundtonsfrekvens på morgonen, en sänkning mitt på dagen och sedan en ökning under eftermiddagen. Det har föreslagits att grundtonsfrekvensen höjs som en naturlig effekt av ökat subglottiskt tryck i samband med ökning av röststyrka (Gramming, Sundberg, Ternström, Leanderson & Perkins, 1987).

De studier som mätt fonationstid har studerat personer med röstkrävande yrken eller jämfört röstkrävande med icke-röstkrävande yrken. Södersten et al. (2002) har visat att tio röstfriska kvinnliga förskolelärare hade en medelfonationstid på 17 % med en variation på 11,7-21,7 % under en arbetsdag, vilket klassades som högt. Szabo Portela et al. (2013) studerade fonationstid hos tolv förskolelärare under två dagar och fick ett något lägre resultat; en medelfonationstid på 12 % ($s = 3,9$) under arbetstid jämfört med fritid där medelfonationstiden var 5,5 % ($s = 3,3$). Masuda, Ikeda, Manako och Komiyama (1993) studerade fyra olika grupper talare under åtta till tolv dagar. En av dessa grupper var kontorsarbetare som hade en medelfonationstid på 6,9 % ($s = 3$) under arbetstid.

I ett tidigare examensarbete av Fhärm och Wigelius Skoglund (2012) användes VoxLog för att ta fram referensdata på taltid hos en grupp röstfriska pensionärer. Taltid innefattar, till skillnad från fonationstid även de stunder av paus och tystnad som ingår i vardagligt tal. Taltiden skattades utifrån den registrerade fonationstiden från långtidsmätningar under tre dagar. Skattningen baserades på tidigare forskning som visat att ca 50 % av taltiden består av tystnad och pauser. Deltagarna hade en medelfonationstid på 9,9 % ($s = 6$) och medeltaltiden var 19,9 %. Det bör beaktas att resultaten från ovan nämnda studier är svåra att jämföra med varandra då de skiljer sig åt vad gäller metod, vilka grupper som studeras samt total mättid.

Människans medellivslängd i Sverige har ökat sedan 1980- talet och beräknas idag vara 83,7 år för en kvinna och 80,1 år för en man (Statistiska Centralbyrån, 2014). Av naturliga skäl utgör därmed den äldre populationen en växande patientgrupp inom sjukvården (Hälso- och sjukvårdsnämndens förvaltning, 2011). En växande grupp äldre patienter inom vården innebär även en växande patientgrupp för logopedier. Många av de neurologiska sjukdomar som orsakar röst- och talstörningar drabbar främst personer över 60 år. Det finns därför ett behov av studier som tar fram referensvärden för röst användning hos den röstfriska populationen i denna åldersgrupp för att kunna bedriva patientsäker vård på logopedmottagningar runtom i landet.

Studiens syfte var att samla in referensdata för röst användning hos röstfriska talare över 60 år och undersöka om röst användning varierar mellan olika perioder av dagen. Begreppet röst användning inbegrep i denna studie fonationstid (%), grundtonsfrekvens (Hz), och röststyrka (dB SPL). Studien syftade även till att undersöka om dessa aspekter av röstfunktionen skiljer sig åt i studiomiljö och vardagsmiljöer i olika nivåer av omgivningsbuller. Slutligen syftade studien även till att jämföra deltagarnas subjektiva skattningar av sin röst användning med objektiv data samt utvärdera röstackumulatorn VoxLogs användarvänlighet. Följande frågeställningar formulerades:

1. Vad är medelvärdena för grundtonsfrekvens, röststyrka och fonationstid vid långtidsregistrering under 7 dagar hos en grupp röstfriska talare över 60 år? Finns det skillnader vad gäller dessa röstparametrar mellan förmiddag, eftermiddag och kväll?
2. Finns det skillnader i medelvärden av grundtonsfrekvens och röststyrka mellan registrering i studiomiljö och registrering i vardagsmiljöer samt i olika nivåer av omgivningsbuller?
3. Finns det några samband mellan deltagarnas subjektiva skattningar av röst användning i vardagen och objektiv mätdata avseende röststyrka, fonationstid och omgivningsbuller?
4. Vad är deltagarnas upplevelse av att bära VoxLog?

Metod

Deltagare och rekrytering

Ett informationsbrev skickades ut via mail till pensionärsföreningar i Stockholm. Rekryteringen riktade sig till män och kvinnor över 60 år utan någon känd röst- eller talstörning och gjordes via pensionärsföreningen SPF (Sveriges pensionärsförbund) i Kungsholmen och Huddinge samt genom projektledarnas personliga nätverk. Intresseanmälningar gjordes via mail och samtliga intresserade blev sedan uppringda för att bekräfta deltagande och få möjlighet att ställa eventuella frågor.

Inledningsvis deltog 13 personer i studien, 11 kvinnor och 2 män. En av deltagarna valde att avbryta studien under registreringsperioden. På grund av registreringsfel som innebar att VoxLog registrerat röststyrka och omgivningsbuller på en nivå av 25 dB SPL under större delen av registreringstiden uteslöts en av de manliga deltagarna. En deltagare uteslöts då det endast registrerats data tre dagar av de åtta hon burit VoxLog. Ytterligare en deltagare uteslöts då all data registrerats i 100 ms och inte gick att bearbeta i VoxLog Connect trots omvandling till lägre upplösning. Vid analys av resultaten upptäcktes att en av deltagarna hade lägre röststyrka i starkt omgivningsbuller jämfört med de svagare nivåerna av omgivningsbuller. Deltagaren hade en genomsnittlig röststyrka på 76 dB SPL under den period hon vistats i starkt omgivningsbuller som låg mellan 70 - 90 dB SPL. Enligt befästa teorier krävs det att man har en röststyrka på 15 dB SPL över det omgivningsbuller man befinner sig i för att kunna göra sig hörd. Det är alltså inte troligt att VoxLog kunde registrera reliabla mätvärden när denna deltagare befann sig i starkt omgivningsbuller då hon i snitt talade endast 6 dB SPL starkare än den lägsta uppmätta bullernivån under perioden. På grund av detta uteslöts denna deltagare från beräkningarna som gällde röststyrka i studio- och vardagsmiljö. De fysiologiska skillnader i röstproduktion som förekommer mellan män och kvinnor leder till stora skillnader i grundtonsfrekvens och röststyrka. Detta motiverade att den enda manliga deltagaren uteslöts ur analysen och åtta kvinnor kvarstod som studiedeltagare. De 8 kvinnor som slutligen var med i studien var mellan 68-81 år med en medelålder på 71,4 år ($s = 7,4$). Fem av deltagarna sjöng i kör en till två gånger i veckan. Vid jämförelse av data med och utan körsång inkluderad upptäcktes att medelvärden för grundtonsfrekvens och fonationstid förändrades. På grund av körsångens påverkan på medelvärdena uteslöts data från körrepetitioner för fyra av dessa deltagare. En av deltagarna sjöng i kör men hade

ingen repetition under registreringsperioden. I tabell 1 redovisas översiktlig information om deltagarna.

Tabell 1
Översikt över deltagarnas ålder, totala RHI poäng, civilstånd samt sysselsättning

Deltagare	Ålder	RHI	Civilstånd	Sysselsättning
1	68	5	sambo	deltidspensionär
2	75	18	singel	heltidspensionär
3	78	0	singel	heltidspensionär
4*	72	0	sambo	heltidspensionär
5*	81	0	singel	heltidspensionär
6*	76	5	singel	heltidspensionär
7*	71	9	singel	heltidspensionär
8*	68	8	sambo	heltidspensionär

*=körsångare

Exklusionskriterier för studien var deltagande i logopedisk behandling för tal-, språk- eller röststörning vid tiden för rekrytering eller under de senaste fem åren. Grav hörselnedsättning hos en deltagare eller deltagares nära anhörig ansågs kunna påverka röst användning, framför allt vad gäller röststyrka, därför var detta ett exklusionskriterium. Personer med neurologiska sjukdomar med påverkan på tal, språk eller röst exkluderades då röst användning hos dessa personer inte kan ses som representativ för den röstfriska populationen. Informationen inhämtades via ett frågeformulär som utformats för att belysa samtliga exklusionskriterier. Deltagarna fick även fylla i RHI (Rösthandikappindex) för att kontrollera för eventuella röstproblem. RHI är ett formulär som används både i klinik och forskning för skattning av röstproblem. Formuläret består av 30 påståenden som skattas på en skala från 0-4, där 0 motsvarar aldrig och 4 motsvarar alltid. Skattade poäng räknas ihop och ger ett total RHI poäng där 20 poäng används som cut-off gräns för röstbesvär (Ohlsson & Dotevall, 2009). Ingen av deltagarna uppnådde gränsen för exkludering som var 20 poäng.

Material

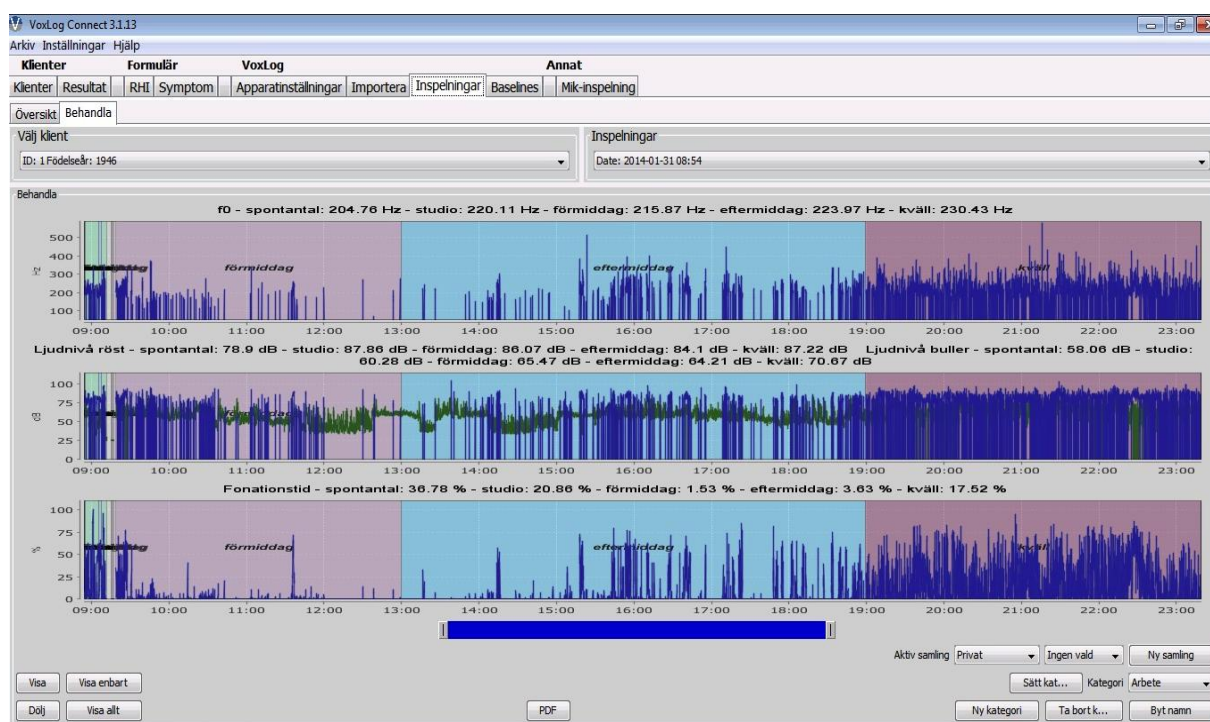
VoxLog (Sonvox AB, Umeå), firmware 2.2.3, är en röstackumulator som registrerar bärarens fonationstid (%), grundtonsfrekvens (Hz), röststyrka (dB SPL) samt omgivningsbuller (dB SPL) utan att spela in bärarens tal. VoxLog består av en bärbar dosa som kan fästas i kläder med hjälp av en hake samt en halskrage som kopplas till dosan med en sladd, se figur 1. Framtill i halskragen, som placeras intill struphuvudet i höjd med stämbanden, sitter en accelerometer och en mikrofon. Mikrofonen är kalibrerad med en 1kHz ton med en styrka på 94 dB SPL. Accelerometern i halskragen registrerar de vibrationer som uppstår när stämbandets svängningar fortplantas i huden på halsen.

Fonationstiden, d.v.s. den totala tiden som stämbanden vibrerar, estimeras utifrån accelerometers registrering. Accelerometern aktiveras när energin i stämbandsvibrationerna överstiger ett av tillverkarna definierat tröskelvärde. Genom accelerometers registrering av stämbandsvibrationer beräknas även medelgrundtonsfrekvensen. VoxLogs mikroprocessor omvandlar informationen till Hz genom att använda en FFT-algoritm (Fast Fourier Transform).

Röststyrkan beräknas med hjälp av information från både mikrofon och accelerometer. När accelerometern registrerar fonation antas den signal som mikrofonen tar upp vara bärarens röststyrka, övrig tid registreras nivå på omgivningsbuller. Avståndet mellan mun och mikrofon varierar något mellan deltagarna på grund av anatomiska skillnader men är ca 10 cm för genomsnittet. Sonvox har föreslagit att ett avdrag på 7 dB från VoxLogs dB-mätning ger en dB-nivå motsvarande en mätning på 30 cm avstånd från munnen. VoxLog mäter A-viktad dB SPL och i denna uppsats avser ”dB SPL” A-viktad dB SPL om inget annat anges.



Fig.1. Demonstration av VoxLog



Figur 2. Exempel på fönster i VoxLog Connect, registrering under en dag visas med kategorier markerade. Ovanför respektive diagram presenteras medelvärden för den aktuella parametern. Medelvärden för varje parameter beräknas automatiskt utifrån dagens totala registrerade tid samt för varje enskild kategori.

VoxLog Connect 3.1.13 (Sonvox, Umeå) är den mjukvara som huvudsakligen har använts för att bearbeta data från VoxLog. VoxLog Connect visar data i tre diagram där grundtonsfrekvens (Hz), röststyrka (dB SPL) och fonationstid (%) presenteras separat, se figur 2. I diagrammet för röststyrka visas även nivån på omgivningsbuller (dB SPL). Genom att dela in diagrammet i kategorier kan data märkas upp efter olika

aktiviteter eller tidsintervall på dygnet. På detta sätt kan sedan medelvärden räknas ut för en specifik aktivitet eller period under dagen. I VoxLog Connect finns möjlighet att ändra ett antal inställningar i VoxLog. I denna studie användes endast en av dessa inställningar – Time Window. Denna inställning bestämmer hur ofta VoxLog skall beräkna medelvärden av röstparametrarna. Vid kortare registrering är ett mindre tidsfönster fördelaktigt då små förändringar syns tydligare medan ett större tidsfönster ger översiktlig information och lämpar sig bra för längre registreringsperioder.

Under registreringsperioden fick deltagarna fylla i en röstdagbok. Den bestod av en tabell med timvis tidsintervall där deltagarna kunde ange vilken typ av talaktivitet de ägnat sig åt under dagen; telefonsamtal, samtal eller annat. Exempel på vad som kunde anges under rubriken ”annat” var om deltagaren vistats i en annan miljö än i hemmet, t.ex. ute på ett café eller på ett möte. Dagen var indelad i tre perioder; förmiddag (06.00-13.00), eftermiddag (13.00-19.00) och kväll (19.00-00.00). Efter varje period skattade deltagarna sin upplevelse av röststyrka, taltid och omgivningsbuller på 100 mm Visuella Analoga Skalor (VAS) med följande påståenden:

1. Under den här perioden har jag upplevt att jag talat med en röststyrka som var.
Ändpunkter på VAS: Väldigt svag/Väldigt stark.
2. Under den här perioden har jag upplevt att jag talat.
Ändpunkter på VAS: Väldigt lite/Väldigt mycket.
3. Under den här perioden har jag upplevt att ljudnivån runt omkring mig varit.
Ändpunkter på VAS: Väldigt tyst/Väldigt högljudd.

Tillvägagångssätt

Deltagarna besökte logopedkliniken vid Karolinska universitetssjukhuset i Huddinge tre gånger under en elva-dagars period, i början, i mitten och i slutet av datainsamlingen för respektive deltagare. Skriftligt samtycke till deltagande i studien inhämtades vid det inledande besöket då de även fick fylla i RHI och ett formulär med bakgrundsinformation kopplat till exklusionskriterierna. Deltagarna fick instruktioner angående hantering av VoxLog, dessa instruktioner lämnades även ut skriftligt. Deltagarna instruerades att bära VoxLog från att de klev upp på morgonen till att de gick och la sig på kvällen, varje dag under hela registreringsperioden. I övrigt uppmanades deltagarna att utföra sina aktiviteter som vanligt. Projektledarna lät deltagarna prova VoxLog på plats för att se att de hanterade utrustningen korrekt och att den fungerade. Om tekniska problem skulle uppstå under registreringsperioden uppmanades deltagarna att kontakta projektledarna via telefon eller mail.

Under det andra besöket på logopedkliniken kontrollerades den tekniska utrustningen och användandet av den genom följande frågor:

”Hur fungerar det att använda VoxLog?”

”Hur fungerar det att sätta VoxLog på laddning varje kväll?”

”Kommer du ihåg hur man kontrollerar att VoxLog registrerar din röst?”

”Har du kunnat bära VoxLog från morgon till kväll alla dagar hittills?”

Det tredje och sista besöket innehöll en utvärdering av VoxLogs användarvänlighet med frågor som täckte in flera aspekter av deltagarnas upplevelser. Följande frågor besvarades:

”Hur har du upplevt det att använda VoxLog?”

”Hur har du upplevt det att bära halskragen?”

”Skulle du kunna tänka dig att använda VoxLog igen?”

”Finns det något övrigt du skulle vilja kommentera?”

Samtliga frågor ställdes av projektledarna och besvarades muntligt vid respektive besök på kliniken.

Vid alla tre besöken gjordes en studioinspelning där deltagarna samtidigt hade på sig VoxLog. Projektledarna ställde manuellt in tidsfönstret på 100 ms inför studioinspelningarna för att underlätta en mer detaljerad analys. Övrig registreringstid var tidsfönstret inställt på 5 s. Studioinspelningarna genomfördes i en ljudbehandlad inspelningsstudio med ett omgivningsbuller på ca 35dB SPL. Inspelningarna genomfördes i enlighet med ordinarie protokoll för inspelning vid neuromotorisk talstörning som används på logopedkliniken vid Karolinska universitetssjukhuset, Huddinge. Protokollet innehöll högläsning, uthållen vokal, snabb stavelse-repetition, läsning i brus och spontantal. I denna studie användes endast spontantalsdelen av inspelningen för jämförelse med vardagsregistrering. Syftet med inspelningarna var att få VoxLog data från studiomiljö för att sedan jämföra denna med registreringar från vardagsmiljö. Ljudfilerna användes endast som referens för att kunna avgöra var i VoxLog-filen uppgiften med spontantal skulle markeras.

Databearbetning

Under registreringsperioden samlades totalt 831 timmar data in varav 701 timmar bearbetades och analyserades. Skillnaden i antal registrerade timmar och analyserade timmar berodde på att data från de sju första dagarna valdes ut för alla utom en deltagare som endast hade sex registrerade dagar. Detta gjordes för att analysen skulle genomföras på liknande mängd data från alla deltagare. Antal registrerade dagar per deltagare varierade mellan sex och tio dagar. Registrerade timmar per dag varierade mellan 5 och 24 timmar.

Tabell 2

Totalt antal registrerade respektive analyserade timmar för samtliga deltagare.

Deltagare	Registrerade timmar	Analyserade timmar
1	95,6	95,6
2	113,2	93,1
3	72,9	69,2
4	71,1	68,9
5	133,7	96,6
6	110,1	93
7	122,7	89,7
8	111,6	94,8
M (s)	103,9 (22,5)	87,6 (11,6)

Totalt antal registrerade timmar per deltagare samt medelvärde och standardavvikelse för gruppen redovisas i tabell 2. Variationen i totalt antal timmar mellan deltagarna och per dag berodde på att VoxLog inte registrerat alla dagar, inte stängts av under natten, aktiviteter som förhindrat bärande av VoxLog eller missförstånd av instruktioner om att bära VoxLog hela dagen. I de fall VoxLog inte

stängts av under natten klipptes data bort efter den tidpunkt deltagaren angivit att VoxLog tagits av.

Insamlad data extraherades till och analyserades i programmet VoxLog Connect 3.1.13 (Sonvox, Umeå). Filerna märktes upp i VoxLog Connect efter samma tidsindelning som använts i röstdagboken; förmiddag, eftermiddag och kväll. I de fall där studioinspelningen registrerats i samma upplösning som resten av registreringen (5 s) märktes denna upp med kategorin ”studio”. Spontantalsdelen i studioinspelningarna markerades med kategorin ”spontantal”. För att säkerställa att rätt tidsintervall markerades användes ljudfilerna som referens. Projektledarna lyssnade på var i ljudfilen spontantalet började och slutade för att sedan med hjälp av tidsangivelserna i diagrammet markera rätt del av VoxLog filen. Programmet beräknade automatiskt medelvärden för varje dag samt för de perioder som märktes upp.

Samtliga filer exporterades till Microsoft Excel 2011 för vidare analys. I Excel visades varje enskild registreringsintervall med medelvärden av grundtonsfrekvens, fonationstid, omgivningsbuller och röststyrka för den mätperioden (var 5:e sekund/100:e millisekund). Varje deltagares samtliga dagar lades samman i ett kalkylblad för beräkning av totala medelvärden och standardavvikelser. I detta kalkylblad genomfördes även en uppdelning av data utifrån olika nivåer av omgivningsbuller för att sedan kunna analysera om röstparametrar skiljde sig mellan olika nivåer av omgivningsbuller. Medelvärden för grundtonsfrekvens (Hz) omräknades från Hertz till semitoner, med 16.35 Hz (C₀) som referens innan statistiska beräkningar genomfördes. Formeln för omräkning av Hertz till semitoner som användes var $12 * \text{LN}(\text{Hz}/16.35) / \text{LN}(2)$.

Deltagarnas VAS skattningar mättes manuellt med linjal och fördes in i ett kalkylblad i Microsoft Excel. Efter att skattningar och objektiv data matchats mot varandra utifrån tidpunkt togs de mätpunkter som inte hade både en skattning och ett objektivt mått bort. Detta resulterade i att sammanlagt 107 mätpunkter av totalt 484 inte ingick i korrelationsanalysen. Deltagarna hade därmed mellan 13 och 20 mätpunkter var per parameter, med skattning och objektiva data, i den slutliga analysen. Deltagare 3 hade inte fyllt i VAS-skattningarna, vilket ledde till att endast sju av deltagarna inkluderades i beräkningen av korrelation mellan skattningar och objektiv data.

Utifrån Arbetsmiljöverkets riktlinjer delade vi in data i tre nivåer av omgivningsbuller; svagt omgivningsbuller (<55dB), måttligt omgivningsbuller (55-69dB) samt starkt omgivningsbuller (>70dB). Medelvärden av grundtonsfrekvens, fonationstid och röststyrka beräknades för varje bullernivå. Utifrån denna indelning genomfördes beräkningar på hur stor del av tiden (%) som deltagarna spenderade i de olika nivåerna av omgivningsbuller.

Statistiska beräkningar

Samtliga statistiska beräkningar genomfördes i IBM SPSS Statistics version 22.0. Kolmogorov-Smirnov test genomfördes för att undersöka om variablerna var normalfördelade. Samtliga variabler utom röststyrka i starkt omgivningsbuller visade sig vara normalfördelade. För att jämföra röstparametrarna under de olika perioderna av dagen samt i studion och olika nivåer av omgivningsbuller användes ANOVA för upprepade mätningar. Medelvärden för varje deltagares grundtonsfrekvens, fonationstid, röststyrka och omgivningsbuller under förmiddag, eftermiddag och kväll jämfördes med varandra. Medelvärden av grundtonsfrekvens och röststyrka från registrering i studion och registrering i svagt, måttligt och starkt omgivningsbuller

jämfördes med varandra. Vid resultat av ANOVA för upprepade mätningar som visade på statistiskt signifikanta skillnader mellan perioder/nivåer av omgivningsbuller genomfördes parvisa t-test som post-hoc test. Samtliga bullernivåer testades mot studio och varandra, sammanlagt genomfördes sex t-test för röstparametrarna röststyrka och grundtonsfrekvens. För röstparametern fonationstid genomfördes tre t-test då denna parameter endast studerades i vardagsmiljö. För att minska risken för falska signifikanta resultat i t-testen gjordes en Bonferroni korrektion vilket innebär att signifikansnivån delas med antal genomförda t-test. Detta innebär i denna studie att signifikansnivån 0,05 delades med samtliga utförda t-test för varje röstparameter (0,05/6 respektive 0,05/3). Detta resulterade i en signifikansnivå på 0,0083 för grundtonsfrekvens och röststyrka samt en signifikansnivå på 0,017 för fonationstid. Spearman's rangkorrelationskoefficient beräknades för att undersöka om deltagarnas skattningar av röststyrka, talmängd och omgivningsbuller korrelerade med VoxLog data från samma period av dagen. Korrelationsberäkningar gjordes både på grupp- och individnivå.

Etiska överväganden

Det var av stor vikt att deltagarna informerades om studiens syfte eftersom information om deras livssituation och röstvanor samlades in. Deltagandet var frivilligt och samtliga deltagare hade rätt att utan vidare förklaring avbryta sin medverkan. Viktigt var också att informera om att VoxLog inte spelade in innehållet i deltagarnas samtal vilket skyddade deras integritet. Data som samlades in sparades i oidentifierad form på en hårddisk som endast användes av projektledarna inom detta projekt. Deltagarnas godkännande av att delta i studien och att deras uppgifter lagras inhämtades skriftligt. Efter avslutad studie sparades data oidentifierat i låst arkivskåp på enheten för logopedi, CLINTEC, KI. Ansökan om etisk prövning har godkänts av Etikprövningsnämnden, diariernr: 2010/102331.

Resultat

Medelvärden av röstparametrar

Tabell 3 redovisar totala medelvärden av samtliga röstparametrar för varje deltagare och för gruppen. Fonationstid hos deltagarna hade en spridning från 2,9 % till 11,6 %. Spridningen i röststyrka och omgivningsbuller var 82 till 88,1 dB SPL respektive 66,3 till 70,1 dB SPL. Grundtonsfrekvensen hade en spridning från 218,9 till 257,3 Hz.

Tabell 3

Medelvärden av fonationstid (%), röststyrka (dB SPL), grundtonsfrekvens (Hz) och omgivningsbuller (dB SPL) för deltagarnas totala registreringstid. Medelvärde för gruppen nederst samt standardavvikelse inom parentes.

Deltagare	Fonationstid (%)	Röststyrka (dB SPL)	Grundtonsfrekvens (Hz)	Omgivningsbuller (dB SPL)
1	5,1	87,3	233,5	66,8
2	9,4	82	191	68,3
3	5,8	88,1	236,4	69,4
4	3,8	83,9	239,2	70,1
5	6,2	87,5	257,3	68,7
6	11,6	84,5	218,9	69,9
7	2,9	84,8	229,3	66,3
8	8,7	83,3	236,9	67,9
M (s)	6,7 (3)	85 (2,2)	230,3 (19,2)	68,4 (1,4)

Jämförelse mellan perioderna förmiddag, eftermiddag och kväll

På gruppnivå visades en tendens till att grundtonsfrekvensen sänktes under dagen. Medelvärdet var 228,6 Hz under förmiddagen och 214,5 Hz under kvällen. Vid beräkningar av ANOVA för upprepade mätningar visade resultatet inte någon statistiskt signifikant skillnad, $F(2, 14) = 3,29$, $p = 0,68$. Omgivningsbullret var lägre under kvällen jämfört med förmiddag och eftermiddag, dock ej statistiskt signifikant lägre, $F(2, 14) = 1,99$, $p = 0,17$. Gruppens medelvärden för röststyrka var 84,5 dB SPL på förmiddagen, 84,8 dB SPL på eftermiddagen och 84,7 dB SPL på kvällen. Ingen statistiskt signifikant skillnad förelåg vad gäller fonationstid mellan de olika perioderna av dagen, $F(2, 14) = 1,45$, $p = 0,27$.

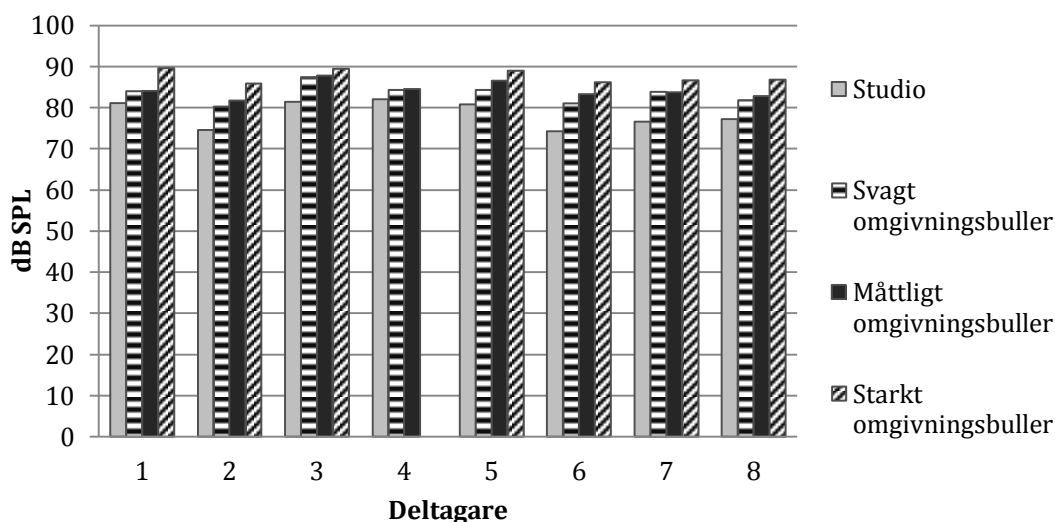
Röststyrka i studiomiljö jämfört med vardagsmiljö i olika nivåer av omgivningsbuller

Resultaten visade att deltagarna hade högre röststyrka i vardagsmiljö jämfört med studiomiljön, se figur 3. Genomsnittliga skillnader i röststyrka mellan studioinspelningar och vardagsmiljö var 4,3 dB SPL mellan studio och svagt, 5,2 dB SPL mellan studio och måttligt samt 7,1 dB SPL mellan studio och starkt omgivningsbuller. ANOVA för upprepade mätningar visade på statistiskt signifikanta skillnader i röststyrka mellan studion och samtliga nivåer av omgivningsbuller, $F(3, 18) = 99,52$, $p < 0,001$. Parvisa t-test visade efter Bonferroni korrektion statistiskt signifikanta skillnader i röststyrka mellan studio och svagt, $t(6) = -8,34$, $p < 0,0083$, mellan studio och måttligt, $t(6) = -8,75$, $p < 0,0083$ samt mellan studio och starkt omgivningsbuller, $t(6) = -16,52$, $p < 0,0083$.

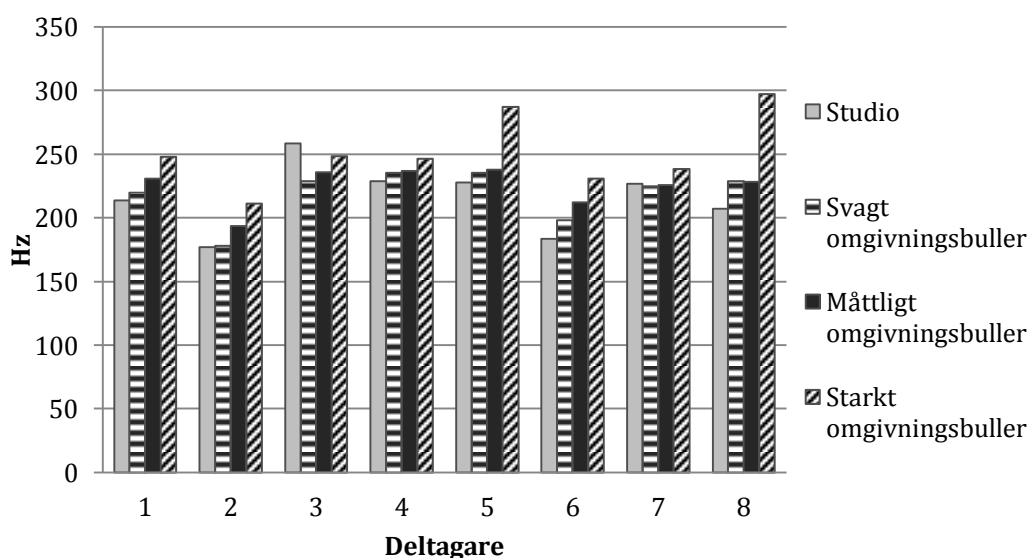
Röststyrka i olika nivåer av omgivningsbuller

Deltagarna höjde röststyrkan vid ökat omgivningsbuller, se figur 3. Deltagare 1, 3, 4 och 7 låg på samma nivå av röststyrka i svagt och måttligt omgivningsbuller. Den genomsnittliga skillnaden var 1 dB SPL mellan svagt och måttligt, 1,9 dB SPL mellan måttligt och starkt samt 2,9 dB SPL mellan svagt och starkt omgivningsbuller.

ANOVA för upprepade mätningar visade på en statistiskt signifikant skillnad i röststyrka mellan de olika nivåerna av omgivningsbuller, $F(2, 12) = 47,14$, $p < 0,001$. Parvisa t-test efter Bonferroni korrektion visar på statistiskt signifikanta skillnader mellan svagt och starkt omgivningsbuller, $t(6) = -8,24$, $p < 0,0083$ och mellan måttligt och starkt omgivningsbuller, $t(6) = -6,73$, $p < 0,0083$. Ingen statistiskt signifikant skillnad visades mellan svagt och måttligt omgivningsbuller, $t(6) = -2,89$, $p = 0,03$.



Figur 3. Medelvärden för röststyrka i studio- och vardagsmiljö; svagt omgivningsbuller (<55dB), måttligt omgivningsbuller (55-69 dB) och starkt omgivningsbuller (>70 dB). Deltagare 4 betraktades som en outlier vad gäller röststyrka i starkt omgivningsbuller, därför är data i starkt omgivningsbuller inte angivet.



Figur 4. Medelvärden för grundtonsfrekvens i studio- och vardagsmiljö; svagt omgivningsbuller (<55dB), måttligt omgivningsbuller (55-69 dB) och starkt omgivningsbuller (>70 dB).

Grundtonsfrekvens i studiomiljö jämfört med vardagsmiljö i olika nivåer av omgivningsbuller

Alla deltagare utom deltagare 3 och 7 hade en lägre medelgrundtonsfrekvens i studion jämfört med samtliga nivåer av omgivningsbuller, se figur 4. Deltagare 3 hade en medelgrundtonsfrekvens som var 29,6 Hz (2,1 semitoner) högre i studion jämfört med i svagt omgivningsbuller. Hennes medelgrundtonsfrekvens var också 10,1 Hz (0,7 semitoner) högre i studion jämfört med i starkt omgivningsbuller. De genomsnittliga skillnaderna i grundtonsfrekvens mellan studioinspelningen och de olika bullernivåerna var: 2 Hz (0,2 semitoner) mellan studio och svagt, 4,2 Hz (0,8 semitoner) mellan studio och måttligt samt 30,2 Hz (2,7 semitoner) mellan studio och starkt omgivningsbuller. Vid beräkning med medelvärden för gruppen i ANOVA för upprepade mätningar var det en statistiskt signifikant skillnad i medelgrundtonsfrekvens mellan studion och samtliga bullernivåer, $F(1, 7) = 11,98$, $p < 0,01$. Parvisa t-test visade efter Bonferroni korrektion inte någon statistiskt signifikant skillnad mellan studio och starkt omgivningsbuller, $t(7) = -3,49$, $p = 0,01$. Grundtonsfrekvensen i studion skiljde sig inte heller statistiskt signifikant från grundtonsfrekvensen i svagt eller måttligt omgivningsbuller, $t(7) = 0,79$, $p = 0,45$ respektive $t(7) = 1,89$, $p = 0,1$.

Grundtonsfrekvens i olika nivåer av omgivningsbuller

För samtliga deltagare steg grundtonsfrekvensen med stigande nivå av omgivningsbuller. I genomsnitt skiljde sig grundtonsfrekvensen med 6,3 Hz (0,5 semitoner) mellan svagt och måttligt, 26 Hz (1,9 semitoner) mellan måttligt och starkt samt 32,3 Hz (2,4 semitoner) mellan svagt och starkt omgivningsbuller. ANOVA för upprepade mätningar visade en statistiskt signifikant skillnad mellan olika nivåer av omgivningsbuller, $F(2, 14) = 19,19$, $p < 0,001$. Parvisa t-test visade efter Bonferroni korrektion på en statistiskt signifikant skillnad mellan svagt och starkt, $t(7) = -5,2$, $p < 0,0083$ samt mellan måttligt och starkt omgivningsbuller, $t(7) = -3,79$, $p = 0,0083$. Mellan svagt och måttligt omgivningsbuller förekom ingen statistiskt signifikant skillnad, $t(7) = -2,7$, $p = 0,032$.

Fonationstid i olika nivåer av omgivningsbuller

Resultaten visade på en ökning av fonationstid mellan svagt och starkt omgivningsbuller för samtliga deltagare utom deltagare 3, se tabell 4. Deltagare 3 och 4 minskade sin fonationstid mellan svagt och måttligt omgivningsbuller med 4,6 % respektive 2 %. Övriga deltagares fonationstid ökade med 1,3 % mellan svagt och måttligt, 4,9 % mellan måttligt och starkt samt med 6 % mellan svagt och starkt omgivningsbuller. ANOVA för upprepade mätningar visade på en statistiskt signifikant skillnad i fonationstid mellan de olika nivåerna av omgivningsbuller, $F(2, 14) = 7,75$, $p < 0,01$. Parvisa t-test visade efter Bonferroni korrektion inte någon statistiskt signifikant skillnad i fonationstid mellan måttligt och starkt $t(6) = -3,36$, $p = 0,012$, svagt och måttligt, $t(7) = -0,87$, $p = 0,41$ eller mellan svagt och starkt omgivningsbuller, $t(7) = -2,91$, $p = 0,23$.

Medelvärden för gruppen visade att den miljö deltagarna främst vistades i var i måttligt omgivningsbuller (56,8 %) och att de spenderade minst tid i starkt omgivningsbuller (13,12 %). Svagt omgivningsbuller utgjorde 28,5 % av den totala

registreringstiden. De 1,6 % av tiden som inte inkluderats i någon av nivåerna av omgivningsbuller var den tid då VoxLog registrerat omgivningsbuller som 0 dB SPL.

Tabell 4

Medelvärde av fonationstid (%) i olika nivåer av omgivningsbuller. Medelvärde för gruppen nederst samt standardavvikelse inom parentes.

Deltagare	Svagt omgivningsbuller	Måttligt omgivningsbuller	Starkt omgivningsbuller
1	1,7	5,9	12,3
2	8,9	9,3	10,7
3	9	4,4	6,33
4	3,8	3,3	4,9
5	3,4	4,9	13
6	5,44	9,2	22
7	1,8	2,5	7,3
8	5,6	9,2	11
M (s)	5 (2,9)	6 (2,8)	10,9 (5,3)

Subjektiva VAS-skattningar jämfört med objektiv VoxLog data

Skattad taltid och objektivt registrerad fonationstid korrelerade svagt-medelstarkt på gruppnivå, $r = 0,28$, $p < 0,01$. En svag-medelstark korrelation förekom även mellan skattat omgivningsbuller och objektivt registrerat omgivningsbuller, $r = 0,25$, $p < 0,01$. Deltagarnas skattade röststyrka och objektivt registrerade röststyrka visade ingen signifikant korrelation, $r = 0,04$ $p = 0,68$. Vid korrelationsberäkning för varje individ visade endast resultaten för deltagare 6 och 7 på en signifikant korrelation mellan skattningar av taltid och objektiva mått av fonationstid, $r = 0,73$ respektive $r = 0,72$, $p < 0,01$. Ingen signifikant korrelation förekom på individnivå för omgivningsbuller.

Utvärdering av VoxLog

Samtliga deltagare uttryckte att det hade fungerat bra att använda VoxLog och att det hade varit en bra eller godtagbar upplevelse att bära halskragen. Samtliga uppgav även att de skulle kunna tänka sig att använda VoxLog igen i liknande sammanhang. Två deltagare tyckte att det var svårt att fästa dosan i kläderna och tre av deltagarna kommenterade att sladden var för lång. Två deltagare påpekade att dosan borde vara i ett mindre och smidigare format. Två deltagare angav att halskragen till en början kändes obehaglig men att den sedan inte gav några besvär. Två deltagare påpekade att det skulle vara fördelaktigt med en justerbar halskrage och en deltagare uppgav att hon fick kliande utslag på sin hals.

Diskussion

De övergripande resultaten i studien visade att deltagarna hade en medelfonationstid på 6,7 %, en medelgrundtönsfrekvens på 230,3 Hz och en medelröststyrka på 85 dB SPL vid registrering av vardagligt tal under sammanlagt sju dagar. Vid jämförelser av röst användning mellan förmiddag, eftermiddag och kväll framkom en tendens till att grundtönsfrekvensen sänktes under dagen på grupp nivå. Vid jämförelse av röst användning i vardagsmiljöer med studiomiljö visade resultaten att deltagarna använde en lägre medelgrundtönsfrekvens och röststyrka i studion än i vardagsmiljöer. Röststyrka och grundtönsfrekvens ökade med stigande nivå av omgivningsbuller. Korrelationsberäkningar mellan objektiv röstdata och subjektiva skattningar visade en svag-måttlig korrelation på grupp nivå mellan skattad taltid och objektivt mätt fonationstid. Korrelationen visade sig endast vara statistiskt signifikant för två deltagare vid beräkningar på individ nivå. Utvärderingen av VoxLog resulterade i överlag positiva omdömen.

Medelvärden av grundtönsfrekvens, röststyrka och fonationstid

Medelgrundtönsfrekvensen för gruppen var 230,3 Hz ($s = 19,2$) vilket var högre än motsvarande värden från andra studier. En jämförelse med Pegoraro Krook (1988) som studerade kvinnor i olika åldersgrupper visade att medelgrundtönsfrekvensen i denna studie var 47,7 Hz (4 semitoner) högre jämfört med gruppen kvinnor 60-89 år. Dock bör noteras att denna studie mätte spontantal i vardagsmiljö medan Pegoraro Krooks resultat baseras på högläsning i studiomiljö. Högläsning och spontantal skiljer sig åt då spontantal innehåller större variation av både röstläge och röststyrka. Röstläget påverkas av känslor, grad av engagemang i ett samtal samt många andra faktorer som är unika för individ och situation (Lindblad, 1992). Utöver faktorer inom individen påverkas röstläget troligtvis även av omgivande bullernivå som är starkare i vardagliga miljöer än i inspelningsstudion. Resultat från denna studie har likt Södersten et al. (2005) visat att grundtönsfrekvensen stiger med ökande nivå av omgivningsbuller. Detta kan vara en av anledningarna till att medelgrundtönsfrekvensen i vardagsmiljöer är högre än i studiomiljö. Dock visar Lindström, Wayne, Södersten, McAllister och Ternström (2009) att det finns en stor variation i hur talares röstbeteende påverkas av omgivningsbuller. Det medelvärde av grundtönsfrekvens som denna studie tagit fram är ett värde som bättre speglar röst användning i vardagsmiljö än tidigare resultat från studioinspelningar.

Deltagarna i denna studie hade en medelröststyrka på 85 dB SPL i vardagsmiljö. Arlinger (1999) anger nivån 50-66 dB som genomsnittlig röststyrka för en typisk talare men poängterar att det finns en stor variation på upp till 30 dB. Det värde han redovisar har mätts på en meters avstånd från munnen vilket är cirka tre fördubblingar av avståndet mellan VoxLogs mikrofon på halskragen och munnen. Detta gör att cirka 18 dB bör läggas till på Arlingers nivå för att den skall kunna jämföras med våra mätningar. Efter en sådan korrigering hamnar nivån på 68-84 dB. Vid en jämförelse ser man då att deltagarna i denna studie ligger i nivå med typiska talare, om än något högt. Vidare nämner Arlinger att hörseln och förmågan att uppfatta talets innehåll påverkas negativt av åldrande. I föreliggande studie kan det antas att deltagarna p.g.a. sin ålder i större utsträckning än yngre talare samtalar med individer som kräver att man höjer sin röststyrka för att uppfattas i vardagligt tal. En annan teori är att deltagarna har en åldersrelaterad hörsselförändring som ej diagnostiserats vilket kan resultera i en allmänt förhöjd röststyrka. Eftersom endast personer med grav

hörselnedsättning exkluderades är det troligt att någon av deltagarna hade en mild nedsatt hörsel. Medelvärde av omgivningsbuller för gruppen var närmare 70 dB SPL vilket kan vara ytterligare en orsak till den höga röststyrkan.

Deltagarnas medelfonationstid var 6,7 % ($s = 3$). Fhärm och Wigelius Skoglund (2012) visade att kvinnliga röstfriska pensionärer hade en medelfonationstid på 12,8 % ($s = 5,9$) vilket är ungefär dubbelt så mycket som i denna studie. Detta kan möjligtvis förklaras av att föreliggande studie baserades på övervägande heltidspensionerade kvinnor medan Fhärm och Wigelius Skoglund (2012) studie även inkluderade deltagare som deltidsarbetade. Av naturliga skäl har personer som arbetar troligtvis större andel röstaktivitet i vardagen. Vidare kan man ställa sig frågan hur mycket körsång påverkar den totala fonationstiden. I föreliggande studie, likt Rantala et al. (2002), klipptes körsång bort innan data analyserades p.g.a. att medelfonationstiden ökade nämnvärt när körsången var inkluderad. Hälften av deltagarna i studien av Fhärm och Wigelius Skoglund (2012) angav att de sjungit eller ägnat sig åt någon annan röstkrävande aktivitet under registreringsperioden. Författarna valde att inte utesluta sång, vilket de även diskuterar i sitt arbete. Masuda et al. (1993) såg att kontorsarbetare, vilka inte anses ha ett röstkrävande yrke, hade en medelfonationstid på 6,9 % under arbetstid. Medelfonationstiden för pensionärerna i denna studie skiljer med endast 0,2 % från kontorsarbetarnas medelfonationstid, vilket visar på att grupperna har en liknande talaktivitetsnivå. Dock bör det beaktas att deltagarna i föreliggande studie utgjorde en homogen grupp aktiva pensionärer med relativt få deltagare. Således bör försiktighet iaktas vid generaliseringar utanför den studerade gruppen.

Jämförelser mellan förmiddag, eftermiddag och kväll

Medelröststyrkan hos deltagarna varierade med 0,2-0,3 dB SPL under de olika perioderna av dagen. Omgivningsbullret varierade med ca 1,4 dB SPL mellan förmiddag och kväll. Enligt Södersten och Lindhe (2011) följer en talares röststyrka nivån på omgivningsbuller. Då det inte föreligger någon större variation i omgivningsbuller mellan perioderna under dagen är det också logiskt att röststyrkan håller sig relativt konstant. Föreliggande studie visade en tendens till sjunkande grundtonsfrekvens under dagen vilket kan relateras till att deltagarnas aktivitetsnivå ofta var lägre under kvällstid. Majoriteten av deltagarna bodde ensamma vilket är ytterligare en orsak till låg fonationstid, framför allt under kvällarna. Tidigare studier av personer med röstkrävande yrken visade på ett mönster där grundtonsfrekvensen steg under dagen (Hunter & Titze, 2010; Lehto et al., 2008; Laukkanen et al., 2008; Rantala et al., 2002). Till skillnad från personer med röstkrävande yrken har dessa deltagare inte samma röstbelastning under dagtid. Detta skulle alltså kunna tyda på att det är belastningen av rösten som leder till grundtonsfrekvensens höjning, vilket även diskuteras i Laukkanen et al. (2008). De pensionerade deltagarna har inte haft något rutinmässigt aktivitetsmönster under sina dagar vilket yrkesverksamma personer har i större grad. Röstdagboksanteckningar visade på en stor variation i typ och mängd aktiviteter under registreringsperioden. Detta kan vara en av anledningarna till att det inte framkom några tydliga mönster

Jämförelser mellan studiomiljö och vardagsmiljö i olika nivåer av omgivningsbuller

I enlighet med tidigare resultat av Graca och Öhlin (2013) samt Thorsdotter (2011) visade denna studie att röststyrkan var starkare i vardagsmiljöer än i studiomiljö.

Detta kan förklaras av att nivån på omgivningsbullret i vardagsmiljöer är starkare än i studion. Enligt arbetsmiljöverkets riktlinjer höjer en talare sin röststyrka med 5 dB SPL vid en ökning av omgivningsbuller på 10 dB SPL. Ett intressant fynd i denna studie var att deltagarna endast höjde sin röststyrka med 5,2 dB SPL mellan studio och måttligt omgivningsbuller. Skillnaden mellan dessa två miljöer var ca 20 dB SPL vilket borde ha genererat en ökning av röststyrka på ca 10 dB SPL. Även mellan studio och starkt omgivningsbuller (skillnad på 35 dB SPL) var deltagarnas ökning av röststyrka lägre än väntat (7,1 dB SPL). Åldersförändringar i stämbands- och andningsmuskulatur samt lungor kan försvåra en ökning av röststyrkan (Lindblad, 1992). Denna typ av åldersförändringar kan vara en orsak till deltagarnas begränsade ökning av röststyrka. Medan röststyrkan tycktes öka successivt med ökat omgivningsbuller skedde en nämnvärd höjning av grundtonsfrekvensen först när omgivningsbullret var 70 dB och starkare.

Grundtonsfrekvensen skiljde sig med endast 2-4 Hz (0,2-0,8 semitoner) mellan studion och de två första nivåerna av omgivningsbuller. Detta talar för att skillnaden mellan studio- och vardagsmiljö vad gäller grundtonsfrekvens inte är av betydelse vid en bedömning av röstläge. Skillnaden mellan studio och starkt omgivningsbuller var 30,2 Hz (2,7 semitoner) vilket var en mer betydande skillnad. Dock spenderade deltagarna endast ca 13 % av sin tid i denna miljö vilket gör att den kan anses mindre relevant vid en eventuell röstbedömning. Trots att dessa resultat pekar mot att det inte förekommer några större skillnader mellan studio- och vardagsmiljö bör det beaktas att ett medelvärde inte visar information om den stora variation som förekommer i vardagligt tal.

Röststyrka, grundtonsfrekvens och fonationstid i olika nivåer av omgivningsbuller i vardagsmiljö

Utöver det som ovan beskrivits kring skillnader mellan studiomiljö och olika nivåer av omgivningsbuller diskuteras här ytterligare fynd från jämförelser mellan de olika nivåerna av omgivningsbuller i vardagsmiljö. Hälften av deltagarna ökade röststyrkan successivt med ökande omgivningsbuller medan hälften endast ökade mellan måttligt och starkt omgivningsbuller. Enligt Södersten och Lindhe (2011) börjar talare öka sin röststyrka i förhållande till omgivningsbuller redan vid 40 dB. Svagt och måttligt omgivningsbuller utgör i föreliggande studie ett spann på 24-69 dB. Vid förändringar av omgivningsbuller som är så stora bör röststyrkan förändras enligt Lombardeffekten. Lindström et al. (2011) kunde i sin studie se att det fanns olika mönster för hur omgivningsbuller påverkade röst användningen. De observerade bland annat ett mönster av att talaren inte sänker sin röststyrka när omgivningsbullret sänks. Deltagarna i föreliggande studie befann sig till störst del i måttligt omgivningsbuller. En teori är att de personer vars röststyrka inte skiljde sig mellan måttligt och svagt omgivningsbuller hade ett röstbeteende liknande det som observerats i Lindströms studie. De studier som visat på ökad röststyrka i takt med ökat omgivningsbuller har ofta genomförts på yngre försökspersoner. För att en talare ska ändra sin röst enligt Lombardeffekten krävs det att talaren kan uppfatta nivåskillnader i omgivningsbuller. Eventuella åldersförändringar vad gäller hörsel skulle kunnat påverka förmågan att anpassa sig efter omgivande bullernivå.

Samtliga deltagare höjde sin grundtonsfrekvens med stigande omgivningsbuller. Dock kan man se en variation av hur stor ökningen var mellan deltagarna vilket kan kopplas till de individuella mönster som diskuterats enligt Lindström et al. (2011). Den största ökningen för samtliga deltagare visades mellan måttligt och starkt

omgivningsbuller vilket följde mönstret för röststyrka som även den ökade mest mellan måttligt och starkt omgivningsbuller.

Alla deltagare ökade sin fonationstid mellan svagt och starkt omgivningsbuller. Södersten et al. (2005) såg att kvinnliga deltagare hade en ökad fonationstid i starkt omgivningsbuller. Männerna i samma studie uppvisade inte denna tendens varpå det diskuterades att detta skulle kunna vara en strategi hos kvinnor för att göra sig hörda. Den långa fonationstiden skulle kunna bero på att kvinnliga talare sänker taltempot och förlänger tonande segment som en strategi för att lyssnare ska uppfatta vad de säger i bullriga miljöer.

Jämförelser mellan deltagarnas subjektiva VAS-skattningar och objektiva röstmått

Det fanns inga starka korrelationer mellan deltagarnas skattningar och objektiv data. Troligtvis krävs en viss nivå av röstmedvetenhet för att kunna bedöma och skatta sitt eget röst användande. De allra flesta människor reflekterar inte över sin röst och talförmåga då detta är en näst intill automatiserad funktion. Upplevd taltid visade signifikanta resultat vilket kan bero på att det kan vara lättare att skatta denna parameter då man kan relatera hur mycket man talat till vilka aktiviteter man gjort under dagen. Det krävs troligtvis en större röstmedvetenhet för att skatta sin röststyrka då man automatiskt anpassar den efter omgivande bullernivå. Utifrån dessa resultat kan man se att subjektiva skattningar troligtvis inte är ett bra mått för att ta reda på hur exempelvis patienter använder sin röst i vardagen. Dock kan skattningar av den egna rösten ge värdefull information om patientens egen upplevelse av sin röstfunktion. Registrering med röstackumulator i kombination med patientens skattningar kan vara en bra metod för att få en helhetsbild av röst användning i vardagsmiljö.

Utvärdering av VoxLogs användarvänlighet

Den sammanfattade utvärderingen av VoxLogs användarvänlighet visade på en överlag positiv upplevelse av att bära apparaten. Flera deltagare uttryckte att de inte lade märke till att de hade den på sig. Liknande kritik angående dosans storlek och sladdens längd som tidigare framkommit rapporterades även i föreliggande studie. Detta tyder på att användarvänligheten skulle kunna förbättras genom utveckling av apparaten. Den sammanvägt positiva utvärderingen stärker dock att VoxLog är ett bra instrument att använda för långtidsregistrering.

Metod och framtida forskning

Deltagarnas slutliga data begränsades till sju dagar för sju personer och sex dagar för en person. Enligt Thorsdotter (2011) som genomförde långtidsmätningar under 14 dagar kunde man inte se någon skillnad i vardaglig röst användning mellan veckorna. Detta talar för att sju dagar är en tillräckligt lång period för att få representativ data från vardagsmiljö.

Det kan diskuteras hur urval och rekrytering av deltagare har påverkat studiens generaliserbarhet till en större population. Då deltagarna själva fick anmäla sitt intresse är det troligt att de som anmält sig var personer med en aktiv livsstil och ett intresse för rösten. Detta kan påverka resultaten, framförallt vad gäller fonationstid, då personer som är mindre aktiva och talar mindre inte fångas upp i denna typ av rekrytering. Vidare kan ett intresse för den egna rösten, som uttryckts av flera

deltagare, möjligtvis påverka röstparametrar som t.ex. grundtonsfrekvens. Bland annat fanns en stor andel körsångare i detta urval vilket kan vara en orsak till den relativt höga medelgrundtonsfrekvensen hos deltagarna. Trots att körrepetitioner utelämnades från analysen kan det faktum att de sjöng i kör ha påverkat den allmänna grundtonsfrekvensen hos talarna. Studier har tidigare visat att grundtonsfrekvensen hos en del kvinnor stiger med ålder medan den för andra sjunker (Lindblad, 1992). Att hålla igång sin röst med sång eller annan röstträning skulle kunna bidra till att grundtonsfrekvensen inte sjunker med åldern. Muskler som underhålls och tränas behåller sin spänstighet bättre än de som ej aktiveras vilket skulle kunna vara en bidragande faktor till att rösläget inte förändras lika mycket hos den som är röstaktiv. Hos deltagarna i denna studie observerades dock inga större skillnader i grundtonsfrekvens mellan de som sjöng i kör och de övriga deltagarna. Dock fanns ingen information kring hur röstaktiva de övriga deltagarna varit tidigare under sina liv. De skulle exempelvis kunnat ha haft ett yrke där de använt sin röst mycket utan att det framkommit i studien. Röstdagböckerna gav inte heller heltäckande information om typ av röstaktiviteter för dessa deltagare. En deltagare låg nämnvärt lägre än de övriga med en medgrundtonsfrekvens på 191 Hz. Det skulle varit intressant att ha mer bakgrundsinformation om deltagarnas yrkesverksamma liv, röstvana och liknande för att kunna se vilka faktorer som kunnat ligga bakom denna skillnad. En faktor som inte togs med i denna studie var ifall deltagarna var eller hade varit rökare. Detta skulle ha varit intressant att veta då rökning påverkar rösten (Stoicheff, 1981). Ett formulär med frågor som tar upp sociodemografisk data och livsstil skulle ha tillfört värdefull information i en studie som denna. Röstdagboken skulle även kunnat ha tydligare tidsangivelser och instruktioner, detta skulle underlättat analysen av data i förhållande till aktiviteter.

Under datainsamlingen uppstod en del tekniska problem med VoxLog. En halskrage registrerade omgivningsbuller och röststyrka på en nivå av 25 dB under större delen av registreringstiden. Vid ändring av inställningen Time-window från 100ms till 5s visade VoxLog Connect att ändringen genomförts men sedan registrerades data ändå i 100ms. Detta innebar att filerna fick för hög upplösning för att kunna bearbetas och data gick förlorad. För att undvika denna typ av problem skulle en noggrann kontroll av VoxLog genomföras innan registreringen startar. Inför denna studie gjordes en kontroll av de VoxLogs som användes genom att projektledarna använde dem under ca 30 minuter. Data från kontrollregistreringen exporterades till VoxLog Connect för att upptäcka eventuella mätfel. Dock gjordes inget test av att ändra Time-window. Under datainsamlingsperioden byttes även en del utrustning ut till exempel p.g.a. fel storlek på halskragen. Denna utrustning kontrollerades endast genom att se att VoxLog registrerade bärarens röst samt att inget glapp förekom i sladden. Erfarenheterna från denna studie visar att det är nödvändigt att testa VoxLog genom att titta på data som registrerats då det är enda sättet att upptäcka felmätningar. En noggrannare kontroll av VoxLog inför denna studie skulle eventuellt kunna leda till att färre deltagare blivit exkluderade.

Ytterligare ett problem som uppstod under studiens gång var att VoxLog inte tycktes registrera alla dagar hos några av deltagarna. Deltagarna angav i röstdagböckerna och vid besök på kliniken att de burit VoxLog även de dagar då inga data registrerats. Ett intressant observandum var att samma VoxLog användes av flera deltagare men att problem med utebliven registrering endast förekom för vissa deltagare. Det är svårt att uttala sig om vad detta problem med registreringen berodde på. Utöver ett eventuellt tekniskt fel skulle det kunna bero på att deltagarna exempelvis glömde att ladda VoxLog eller inte kollade att den var på och registrerade

rösten. Ett sätt för att få bättre kontroll över deltagarnas användning av VoxLog skulle vara att ha daglig kontakt under registreringsperioden. Genom att påminna dem via telefon eller sms skulle chansen att deltagarna hanterade VoxLog korrekt öka. Det kan dock diskuteras hur denna typ av kontroll skulle påverka deltagarna och den ekologiska validiteten. Att ständigt bli påmind om att man deltar i en studie skulle kunna göra att man förändrar sitt beteende i syfte att gynna studien och vara en ”god deltagare”. Även om VoxLog inte spelar in ljudsignalen skulle det faktum att man bär en röstackumulator kunna påverka bärarens talaktiviteter. Halskragen och dosan kan göra att man blir mer medveten om sin röst och sitt tal. Detta skulle kunna leda till att man talar mer eller mindre beroende på hur man som individ reagerar. Hur en deltagare eventuellt förändrar sin röst användning vid användandet av VoxLog är svårt att kontrollera. Inför framtida studier skulle man kunna fundera på om man kan fånga upp denna variabel med hjälp av till exempel någon form av frågeformulär.

Då det finns skillnader mellan kvinnors och mäns röstfunktion vore det i framtiden önskvärt att samla in referensdata angående röst användning från män i samma ålderskategori för att kunna säga något om variationen mellan kön. Det skulle även vara fördelaktigt att göra liknande studier på en större grupp röstfriska kvinnor då detta endast kan betraktas som en pilotstudie.

Slutsatser

Studien visade att kvinnliga röstfriska pensionärer har ett medelvärde av grundtonsfrekvens och röststyrka som ligger högre än vad som tidigare angetts som typiskt för kvinnliga talare. Gruppens medelfonationstid är jämförbar med värden för yrkesverksamma personer med icke röstkrävande yrken. Skillnader mellan studio- och vardagsmiljö framkom främst vad gällde röststyrkan som var starkare i vardagsmiljö. I olika nivåer av omgivningsbuller följde dessa åtta kvinnor liknande mönster som tidigare iakttagits nämligen att röststyrka och grundtonsfrekvens höjs med ökat omgivningsbuller. Jämförelsen av subjektiva skattningar och objektiva data visar på att skattningar av röst användning inte kan anses vara ett tillräckligt underlag för bedömning och utvärdering. Deltagarnas utvärdering av VoxLog visade att det är en användarvänlig utrustning för långtidsmätningar av röst användning. Fler studier behövs inom området för att kunna uttala sig om den undersökta gruppen..

Tack!

Sveriges pensionärsförbund (SPF) för hjälpen att rekrytera deltagare.
Samuel och Karl på Sonvox AB för hjälp med datahantering.

Referenser

- AFS. (2005). Buller. Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna. (AFS 2005:16). Stockholm: Maria Hagberg Forss
- Airo, E., Olkinuora, P., & Sala, E. (2000). A method to measure speaking time and speech sound pressure level. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 52, 275-288.
- Amazi, D.K., & Garber, S.R. (1982). The Lombard sign as a function of age and task. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25, 581-585.
- Arlinger, S. (1999). I Landström, U., Arlinger, S., Hygge, S., Johansson, Ö., Kjellberg, S.A., & Persson Wayne, K. (Red.). Störande buller. Kunskapsöversikt för kriteriedokumentation, *Arbete och Hälsa*, 27, 28-53.

- Buekers, R., Bierens, E., Kingma, H., & Marres, E.H.M.A. (1995). Vocal load as measured by the voice accumulator. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 47, 252-261.
- Bulukin Wilén, F., & Gustafsson, J. (2011). *Röst användning och effekt av taktill återkoppling hos patienter med Parkinsons sjukdom studerat med röstackumulatorn VoxLog*. Opublicerad examensarbete i logopedi, Karolinska Institutet: Institutionen för klinisk vetenskap, intervention och teknik, Enheten för logopedi, Stockholm.
- Bulukin Wilén, F., Gustafsson, J., Södersten, M., & Schalling, E. (2010). *Comparison of two equipments for voice accumulation: the ambulatory phonation monitor, APM and VoxLog*. Opublicerad projektrapport, Karolinska Institutet: Institutionen för klinisk vetenskap, intervention och teknik, Enheten för logopedi, Stockholm.
- Cheyne, H.A., Hanson, H.M., Genreux, R.P., Stevens, K.N., & Hillman, R.E. (2003). Development and testing of a portable vocal accumulator. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46, 1457-1467.
- Fhärm, N., & Wigelius Skoglund, F. (2012). *Taltid skattad från fonationstid hos pensionärer – en fältstudie med VoxLog*. Opublicerad examensarbete i logopedi, Umeå Universitet: Institutionen för klinisk vetenskap, Enheten för logopedi, Umeå.
- Fritzell, B. (1996). Röstproblem följer yrket. *Läkartidningen*, 93, 1325-1328.
- Graca, A., & Öhlin, L. (2013). *Långtidsmätningar med röstackumulator samt subjektivt skattade röstsymtom av patienter med arbetsrelaterad röststörning och röstfriska kontrollpersoner*. Opublicerad examensarbete i logopedi, Karolinska Institutet: Institutionen för klinisk vetenskap, intervention och teknik, Enheten för logopedi, Stockholm.
- Gramming, P., Sundberg, J., Ternström, S., Leanderson, R., & Perkins, W.H. (1987). Relationship between changes in voice pitch and loudness. *STL-QPSR*, 28, 039-055.
- Hartelius, L., Netteblatt, U., & Hammarberg, B. (2008). *Logopedi*. Stockholm, Studentlitteratur.
- Hunter, E.J., & Titze, I.R. (2010). Variations in intensity, fundamental frequency and voicing for teachers in occupational versus nonoccupational settings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 862-875.
- Kahane, J.C. (1987). Connective tissue changes in the larynx and their effects on voice. *Journal of Voice*, 1, 27-30.
- Laukkanen, A-M., Ilomäki, I., Leppänen, K., & Vilkmán, E. (2008). Acoustic measures and self-reports of vocal fatigue by female teachers. *Journal of Voice*, 2, 283-289.
- Lehto, L., Laaksonen, L., Vilkmán, E., & Alku, P. (2008). Changes in objective acoustic measurements and subjective voice complaints in call center customer-service advisors during one working day. *Journal of Voice*, 22, 164-177.
- Lindblad, P. (1992). *Rösten*. Lund, Studentlitteratur.
- Lindström, F., Ohlsson, A-C., Sjöholm, J., & Persson Waye, K. (2008). Mean F0 values obtained through standard phrasepronunciation compared with values obtained from the normal work environment: a study on teacher and child voices performed in a preschool environment. *Journal of Voice*, 24, 319-323.
- Lindström, F., Persson Waye, K., Södersten, M., McAllister, A., & Ternström, S. (2011). Observations of the relationship between noise exposure and preschool teacher voice usage in day-care center environments. *Journal of voice*, 25, 166-172.
- Lindström, F., Ren, K., Li, H., & Persson Waye, K. (2009). Comparison of two methods of voice activity detection in field studies. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 1658-1663.
- Linville, S-E. (1995). Vocal aging. *Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 3, 183-187.

- Masuda, T., Ikeda, Y., Manako, H., & Komiyama, S. (1993). Analysis of vocal abuse: fluctuations in phonation time and intensity in 4 groups of speakers. *Acta Oto-Laryngologica*, *113*, 547-552.
- Nybacka, I., Simberg, S., Santtila, P., Sala, E., & Sandnabba, N.K. (2012). Genetic and environmental effects on vocal symptoms and their intercorrelations. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *55*, 541-553.
- Ohlsson, A-C., Brink, O., & Löfqvist, A. (1989). A voice accumulator – validation and application. *Journal of Speech and Hearing Research*, *32*, 451-457.
- Ohlsson, A-C., & Dotevall, H. (2009). Voice handicap index in Swedish. *Logopedics Phoniatics Vocology*, *34*, 60-66.
- Pegoraro Krook, M.I. (1988). Speaking fundamental frequency characteristics of normal swedish subjects obtained by glottal frequency analysis. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, *40*, 82-90.
- Rantala, L., Haataja, K., Vilkmán, E., & Körkkö, P. (1994). Practical arrangements and methods in the field examination and speaking style analysis of professional voice users. *Logopedics Phoniatics Vocology*, *19*, 43-54.
- Rantala, L., Lindholm, P., & Vilkmán E. (1998). F0 change due to voice loading under laboratory and field conditions. A pilot study. *Logopedics Phoniatics Vocology*, *23*, 164-168.
- Rantala, L., Vilkmán, E., & Bloigu, R. (2002). Voice changes during work: subjective complaints and objective measurements for female primary and secondary schoolteachers. *Journal of Voice*, *16*, 344-355.
- SCB, enheten för befolkningsstatistik. (2014). *Mäns medellivslängd för första gången över 80 år*. (Statistiska Centralbyrån 2014:16).
- Simberg, S., Santtila, P., Soveri, A., Varjonen, M., Sala, E., & Sandnabba, N.K. (2009). Exploring genetic and environmental effects in dysphonia: A twin study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *52*, 153-163.
- Stoicheff, M.L. (1981) Speaking fundamental frequency characteristics of nonsmoking female adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, *24*, 437-441.
- Szabo, A., Hammarberg, B., Håkansson, A., & Södersten, M. (2001). A voice accumulator device: evaluation based on studio and field recordings. *Logopedics Phoniatics Vocology*, *26*, 102-117.
- Szabo Portela, A., Hammarberg, B., & Södersten, M. (2013). Speaking fundamental frequency and phonation time during work and leisure time in vocally healthy preschool teachers measured with a voice accumulator. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, *65*, 84-90.
- Södersten, M., Granqvist, S., Hammarberg, B., & Szabo, A. (2002). Vocal behaviour and vocal loading factors for preschool teachers at work studied with binaural DAT recordings. *Journal of Voice*, *16*, 356-371.
- Södersten, M., & Lindhe, C. (2011). *Kunskapsöversikt. Yrkesrelaterade röststörningar och röstergonomi*. (Rapport 2011:6) Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Södersten, M., Ternström, S., & Bohman, M. (2005). Loud speech in realistic environmental noise: Phonetogram data, perceptual voice quality, subjective ratings, and gender differences in healthy speakers. *Journal of Voice*, *19*, 29-46
- Thorsdotter, M. (2011). *Långtidsmätning av patienters röst användning med den bärbara röstackumulatören VoxLog och subjektiva skattningar; En pilotstudie för att kvantifiera riskfaktorer för röststörning*. Opublicerad examensarbete i logopedi, Karolinska Institutet: Institutionen för klinisk vetenskap, intervention och teknik, Enheten för logopedi, Stockholm.