

Äänen ja sukupuolen yhteys

Siiri Pääkkönen

Pro gradu -tutkielma

Logopedia

Käyttäytymistieteiden laitos

Helsingin yliopisto

Maaliskuu 2015

Ohjaajat: Jaana Sellman ja

Seija Pekkala

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Käyttäytymistieteellinen tiedekunta	Laitos – Institution – Department Käyttäytymistieteiden laitos
Tekijä – Författare – Author Siiri Pääkkönen	
Työn nimi – Arbetets titel – Title Äänen ja sukupuolen yhteys	
Oppiaine – Läroämne – Subject Logopedia	
Työn ohjaajat – Arbetets handledare – Supervisors Jaana Sellman, Seija Pekkala	Vuosi – År – Year 2015
<p><i>Tavoitteet.</i> Puheen perustaajuus (f0), perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot (f0min-f0max) sekä vokaalien formanttitaajuudet (F1, F2 ja F3) ovat akustisia ominaisuuksia, jotka ovat erisuuruisia naisilla ja miehillä. Sukupuoliarvion tekeminen äänen perusteella ei ole helppoa, mutta edellä mainittujen puheen akustisten ominaisuuksien perusteella se voidaan arvioida kuitenkin melko luotettavasti. Perustaajuutta pidetään formanttitaajuuksia parempana sukupuolen erottavana tekijänä, mutta myös perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen sekä formanttitaajuuksien on osoitettu olevan tärkeitä. Suomalaista tutkimusta aiheesta ei ole. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia suomalaisten miesten, naisten ja transsukupuolisten miesten ja transsukupuolisten naisten äänen akustisia ominaisuuksia (f0, f0min-f0max, F1-F3) ja niiden eroja sekä tutkia niiden yhteyttä sukupuoli- ja feminiinisyyden maskuliinisyyden tekoon. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin, erosivatko tutkittavien subjektiiviset arviot omasta äänestä ja kuuntelijoiden arviot toisistaan.</p> <p><i>Menetelmät.</i> Tutkimukseen osallistui puhujiksi 24 tutkittavaa, joista 10 oli naisia, 9 miehiä, kolme transsukupuolisuus-diagnoosin saaneita naisia ja kaksi transsukupuolisuus-diagnoosin saaneita miehiä. Heiltä kerättiin subjektiiviset arviot siitä, kuulostiko oma ääni naisen vai miehen ääneltä ja kuinka feminiiniseltä tai maskuliiniseltä se kuulosti VAS-janalla arvioituna. Lisäksi heiltä äänitettiin vokaali-, luku- ja spontaanipuhennytykset, jotka analysoitiin akustisesti. Vokaalit /a/, /i/ ja /u/ sekä kaksi luettua virkettä koottiin kuuntelukokeeksi, johon osallistui 25 kuuntelijaa. Kuuntelijat arvioivat erilliselle lomakkeelle, kuulostiko ääni naisen vai miehen tuottamalta ja arvioivat VAS-janalla, kuinka feminiiniseltä tai maskuliiniseltä ääni kuulosti.</p> <p><i>Tulokset.</i> Tutkimuksen miehillä oli kaikista matalimmat äänen akustiset (f0, f0min-max, F1-F3) ominaisuudet ja naisilla korkeimmat. Kaikkien äänen akustisten ominaisuuksien (paitsi /i/ F2) ja sukupuoli- ja feminiinisyyden maskuliinisyyden arvioiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä tai erittäin merkitsevä voimakas tai erittäin voimakas yhteys. Kun perustaajuus oli 153–244 Hz, perustaajuuden minimiarvo 68–137 Hz ja maksimiarvo 233–359 Hz, ääni arvioitiin useammin (yli 50 % arvioista) naisen ääneksi ja feminiiniseksi. Lisäksi mitä korkeammat vokaalien formanttitaajuudet olivat, sitä useammin ääni arvioitiin naisen ääneksi ja feminiiniseksi. Kuuntelijat arvioivat lukupuheäänän hyvin eri tavalla kuin puhujat itse arvioivat oman äänensä. Naisten ja miesten oman äänen sukupuoliarvioiden kanssa kuuntelijat olivat lähes 100 % samaa mieltä, mutta transsukupuolisten henkilöiden kanssa oli enemmän eroavaisuuksia. Kuuntelijoiden arviot äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisyydestä erosivat suurimmaksi osaksi (75 %) tilastollisesti merkitsevästi puhujien omista arvioista.</p>	
Avainsanat – Nyckelord – Keywords äänen perustaajuus, perustaajuuden minimi ja maksimi, vokaalien formanttitaajuudet, ääni, sukupuoli, äänen feminiinisyyden, äänen maskuliinisyyden	
Säilytyspaikka – Förvaringsställe – Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteen)	
<i>ethesis.helsinki.fi</i>	

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Behavioural Sciences	Laitos – Institution – Department Department of Behavioural Sciences
Tekijä – Författare – Author Siiri Pääkkönen	
Työn nimi – Arbetets titel – Title The correlation of gender and voice	
Oppiaine – Läroämne – Subject Logopedics	
Työn ohjaajat – Arbetets handledare – Supervisors Jaana Sellman, Seija Pekkala	Vuosi – År – Year 2015
<p><i>Aim of the study.</i> The fundamental frequency of speech (f0), the fundamental frequency minimum and maximum (f0min-f0max) and the vowel formant frequencies (F1-F3) are acoustical elements that make the difference between the voice of a man and a woman. Making a solid judgment of ones gender based on his/hers voice is not easy, but based on the acoustical elements mentioned above it can be judged quite reliably. F0 is considered to be the best acoustical element in making gender judgments, but also F1-F3 and f0max-f0min have been proven to be important. No Finnish research has been made. The aim of this study was to gather data about acoustical properties (f0, f0min-f0max, F1-F3) of voice and investigate the correlation between the acoustical properties and perceived gender and voice femininity or masculinity. This study investigated also did the subjective evaluations and the listeners evaluations differ from each other.</p> <p><i>Methods.</i> Ten female, nine men, three male-to-female transgender people and two female-to-male transgender people participated as speakers in this study. They evaluated subjectively did their voice sound like male or female and how feminine or masculine it sounded on a VAS scale. They also gave prolonged vowel, reading and spontaneous speech samples that were acoustically analysed. The vowels /a/, /i/ and /u/ and two read sentences were collected into a listening test that was held for 25 people performing as listeners. They evaluated on a separate forms did the voice sound like male or female and how feminine or masculine it sounded on a VAS scale.</p> <p><i>Results.</i> The men of this research had the lowest and the women the highest acoustical properties of voice (f0, f0min-max, F1-F3). Between all of the acoustical properties (except /i/ F2) of voice and evaluation of gender and voice masculinity or femininity there were statistically significant or very significant strong or very strong correlation. When the fundamental frequency was 153–244 Hz, the fundamental frequency minimum was 68–137 Hz and maximum was 233–359 Hz the voice was evaluated more often (over 50 % of the evaluations) as female voice and feminine. Also the higher the vowel formant frequencies were the more often the voice was evaluated as female and feminine. The listeners evaluated the reading speech very differently than the speakers evaluated their own speech. With the women’s and men’s gender judgments there was almost a 100 % agreement, but this was not the case with the transgender people. The listeners evaluations of the voice femininity or masculinity differed most of the time (75 %) statistically significantly from the speakers own evaluations.</p>	
Keywords - fundamental frequency, fundamental frequency minimum and maximum, vowel formant frequencies, voice, gender, voice femininity, voice masculinity	
Säilytyspaikka – Förvaringsställe – Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet) ethesis.helsinki.fi	

Sisällysluettelo

1 Johdanto	1
2 Ääni ja sukupuoli	3
2.1 Äänestä syntyvät vaikutelmat.....	3
2.2 Sukupuolen käsite.....	5
2.3 Ihmisen ääntöelimistön rakenne ja siihen vaikuttavat hormonaaliset tekijät	6
2.4 Naisen ja miehen äänen akustiset ominaisuudet	9
2.4.1 Naisen ja miehen äänen perustaajuuden erot.....	9
2.4.2 Transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuus.....	12
2.4.3 Naisen ja miehen äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen erot	13
2.4.4 Naisen ja miehen vokaalien formanttitaajuuksien erot.....	14
2.5 Sukupuolen, feminiinisuuden ja maskuliinisuuden havaitseminen äänestä	18
3 Tutkimuksen tarkoitus	20
3.1 Tutkimuskysymykset.....	20
4 Aineisto ja menetelmät	21
4.1 Tutkittavat	21
4.2 Kuuntelijat	22
4.3 Aineiston keruu	22
4.3.1 Taustatietolomake	22
4.3.2 Tehtävät ja äänityksen kulku	23
4.4 Akustinen analyysi	24
4.5 Kuuntelukoe	26
4.6 Tilastolliset menetelmät	27
5 Tulokset.....	29
5.1 Äänen akustiset ominaisuudet	29
5.1.1 Äänen perustaajuus.....	29
5.1.2 Perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot luku- ja spontaanipuheessa	30
5.1.3 Vokaalien formanttitaajuudet	31
5.2. Akustisten ominaisuuksien yhteys sukupuoli- ja maskuliinisuus-feminiinisyysarvioihin	32
5.2.1 Äänen perustaajuuden ja sukupuoliarvion yhteys	32
5.2.2 Äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen ja sukupuoliarvion yhteys.....	33
5.2.3 Vokaalien formanttitaajuuksien ja sukupuoliarvion yhteys	34
5.2.4 Äänen perustaajuuden ja feminiinisyys-maskuliinisuusarvion yhteys	35
5.2.5 Äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen ja feminiinisyys-maskuliinisuusarvion yhteys	37

5.2.6 Vokaalien formanttitaajuuksien ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioiden yhteys	38
5.3 Puhujan subjektiivisen sukupuoli- ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion ja kuuntelijoiden arvioiden erot.....	39
5.3.1 Puhujien subjektiiviset sukupuoliarviot äänestään	39
5.3.2 Puhujan subjektiivisen sukupuoliarvion ja kuuntelijoiden sukupuoliarvioiden ero	40
5.3.3 Puhujien subjektiiviset feminiinisyyss-maskuliinisuusarviot äänestään.....	41
5.3.4 Puhujan subjektiivisen ja kuuntelijoiden keskiarvoisten feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioiden ero.....	42
5.4 Tulosten yhteenvedo	45
6 Pohdinta.....	46
6.1 Miehillä matalin äänen perustaajuus, naisilla korkein.....	46
6.2 Miesten ja naisten perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvot eroavat kirjallisuudesta	49
6.3 Vokaalien formanttitaajuuksissa paljon yksilöllisiä eroja	51
6.4 Äänen akustiset ominaisuudet vaikuttavat voimakkaasti sukupuolen arviointiin	53
6.5 Mitä korkeammat taajuudet sitä feminiinisempi ääni.....	56
6.6 Kuuntelijat arvioivat puhujan äänen eri tavalla kuin puhuja itse	57
6.7 Tutkimuksen toteutuksen ja luotettavuuden arviointi	59
6.8 Tulosten sovellettavuus tutkimus- ja puheterapiatyöhön	61
6.9 Jatkotutkimustarpeet.....	61
Kiitokset	62
Lähteet.....	63

LIITTEET

1 Johdanto

Ääni on hyvin tärkeä osa ihmisen minäkuva (Mathieson, 2000). Äänen ja puhutavan kautta ihmiset erottuvat toisistaan ja välittävät tietoa itsestään muille (Laukkanen & Leino, 1999; Lavner, Rosenhouse & Gath, 2001; Dellwo, Huckvale & Ashby, 2007). Äänen perusteella kuulija voi muodostaa erilaisia mielikuvia puhujan anatomiasta, persoonallisuudesta ja identiteetistä, ja saada äänestä vihjeitä myös tämän iästä ja terveydentilasta (Titze, 1994; Rose, 2002). Äänestä voimme kuulla myös puhujan tunnetilan, sillä äänen kautta välittyvät helposti pelon, vihan, surun, ilon ja inhon tunteet (Titze, 1994). Sukupuolikin voi olla mahdollista arvioida äänen perusteella (Kent, 1997), mutta luotettavan arvion teko ei ole helppoa (Dellwo ym. 2007). Ihminen jaotellaan länsimaisessa kulttuurissa joko nais- tai miessukupuoliseksi (Huuska, 2005; Mattila, 2008). Käsite ”sukupuoli” kätkee sisäänsä erilaisia merkityksiä; sukupuoli voi olla biologista (biologiset ja ruumiilliset sukupuoliominaisuudet) ja sosiaalista (sukupuoli-identiteetti) (Hannuksela & Tölli, 1998; Kimmel, 2001; Juvonen, Rossi & Saresma, 2010). Toisin kuin yleisesti uskotaan, eivät ihmisen biologinen ja sosiaalinen sukupuoli aina vastaa toisiaan (Mattila, 2008). Tällöin on kyse transsukupuolisuudesta (Pimenoff, 2006).

Ihmisillä on tyypillisiä mielikuvia naisen ja miehen äänestä (Laukkanen & Leino, 1999). Naisäänen ajatellaan usein olevan korkea ja feminiininen ja miesäänen matala ja maskuliininen (Coleman, 1971; Spencer, 1988; Titze, 1994; Carew, Dacakis & Oates, 2007; McNeill, Wilson, Clark & Deakin, 2008). Äänen feminiinisyys ei kuitenkaan aina näytä liittyvän vain naisen ääneen eikä maskuliinisuus aina miehen ääneen (Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000). Naisen ja miehen äänet eroavat toisistaan, koska naisilla ja miehillä on erilaiset anatomiset rakenteet (mm. Titze, 1994; Kent, 1997; Laukkanen & Leino, 1999). Puheen perustaajuus (f_0), perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvot (f_{0min} - f_{0max}) ja formanttitaajuudet (F1, F2 ja F3) ovat keskeisiä akustisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat äänen perusteella tehtyyn sukupuoliarvioon (Davies & Goldberg, 2006). Pelkkää perustaajuutta pidetään kuitenkin formanttitaajuuksia parempana sukupuolen erottavana tekijänä (Lass, Hughes, Bowyer, Waters & Bourne, 1975; Pausewang-Gelfer & Clark, 2009). Perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvon vaikutusta sukupuolen havaitsemiseen on tutkittu vähiten, mutta Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimuksessa naisiksi havaituilla tutkittavilla oli korkeampi puheen perustaajuuden maksimi-arvo kuin miehiksi havaituilla koehenkilöillä.

Näihin puheen akustisiin ominaisuuksiin kiinnitetään huomiota erityisesti transsukupuolisten naisten puheterapiassa, jossa tavoitteena on saavuttaa sukupuoleen soveltuvampi ääni (Dacacis, 2002; Adler, Constansis & Van Borsel, 2012).

On tehty vain vähän tutkimuksia siitä, minkä taajuinen ääni arvioidaan naisen tai miehen ääneksi, ja tuloksetkin ovat ristiriitaisia. Kahden tutkimuksen mukaan perustaajuudeltaan yli 155 hertsin ääni kuullaan naisen äänenä ja alle 155–145 hertsin ääni miehen äänenä (Spencer, 1988; Wolfe, Ratusnik, Smith & Northrop, 1990). Ja yhden tutkimuksen mukaan 164–199 hertsin äänet kuullaan naisen äänenä ja 112–181 hertsin äänet miehen äänenä (Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000). Heidän tutkimuksensa mukaan on siis olemassa 164–181 hertsin välinen sukupuolineutraalialue, jolla puhuja voidaan arvioida joko mieheksi tai naiseksi. Näiden aiempien tutkimusten perusteella Davies ja Goldberg (2006) suosittelevat, että transsukupuolisten naisten puheterapiassa tavoiteltavan äänen perustaajuus olisi 155–160 Hz. Tämä tutkimus pyrkii tuomaan suomalaista tietoa äänen ja sukupuolen yhteydestä, koska aikaisempaa tutkimusta aiheesta ei ole tehty Suomessa.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin suomalaisten miesten, naisten ja transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuutta, perustaajuuden minimi- ja maksimiarvoja sekä vokaalien formanttitaajuuksia. Tutkimuksessa selvitettiin, ovatko nämä äänen akustiset ominaisuudet yhteydessä sukupuolen sekä äänen feminiinisyyden tai maskuliinisuuden havaitsemiseen. Tutkimuksen aineisto koostui yhteensä 24 suomalaisen naisen, miehen ja transsukupuolisen naisen ja miehen erilaisissa tehtävissä tuottamista ääninäytteistä.

2 Ääni ja sukupuoli

Ääni on olennainen osa ihmisen elämää, sillä ihminen käyttää ääntään joka päivä muun muassa tarpeidensa ja tunteidensa ilmaisemiseen (Titze, 1994; Laukkanen & Leino, 1999). Ihminen päästää ensimmäisen äänensä heti synnyttyään maailmaan, ja osaa jo silloin ilmaista esimerkiksi nälkää itkemällä (Titze, 1994; Aronson & Bless, 2009). Ihmisen ääni ja ääntöelimistön kehittyminen ovat mahdollistaneet kommunikoinnin puheella, ja vain puhuva ihmislaji onkin evoluution myötä selviytynyt hengissä (Titze, 1994; Aaltonen, 2009). Ääni ja puhe yhdistävät ihmisiä, mutta kaikki ihmiset eivät suinkaan kuulosta samalta tai puhu samalla tavalla. Jokaisella meistä on yksilöllinen ääni ja puhetapa, joiden perusteella erotamme toisistamme ja joiden kautta välitämme tietoa itsestämme muille (Laukkanen & Leino, 1999; Lavner ym. 2001; Dellwo ym. 2007). Ääni onkin hyvin tärkeä osa yksilöä ja siksi myös tärkeä osa yksilön minäkuvaa (Mathieson, 2000). Ihmisillä on erinomainen kyky tunnistaa tuttuja ihmisiä pelkän äänen perusteella, sillä äänen yksilölliset piirteet jäävät muistiin ja toimivat ikään kuin tunnistimena sormenjäljen tapaan (Kent, 1997; Lavner ym. 2001).

2.1 Äänestä syntyvät vaikutelmat

Kuulija muodostaa omien kokemustensa, mieltymystensä ja arvojensa pohjalta erilaisia käsityksiä ja vaikutelmia puhujasta tämän äänen perusteella (Valo, 1994; Laukkanen & Leino, 1999; Dellwo ym. 2007). Äänen perusteella kuulija voi muodostaa erilaisia mielikuvia esimerkiksi puhujan persoonallisuudesta ja identiteetistä (Titze, 1994; Rose, 2002). Kuulija voi lisäksi tehdä äänen perusteella tarkan arvion puhujan anatomisesta rakenteesta, koska puhujan ruumiinrakenne sekä ääntöelimistön koko ja muoto vaikuttavat akustiseen signaaliin (Titze, 1994; Rose, 2002). Ihminen voi tehdä päätelmiä puhujan persoonallisuudesta muun muassa äänen voimakkuuden, korkeuden sekä puhuneisuuden perusteella, mutta tällä tavoin tehdyt päätelmät voivat kuitenkin mennä pieleen (Titze, 1994). Ääni voi synnyttää kuulijalle myös monia muitakin kiinnostavia ajatuksia, kuten esimerkiksi mielikuvia puhujan feminiinisyydestä tai maskuliinisyydestä, auktoriteettiasemasta, dominoivuudesta, viehättävyydestä ja jopa seksikkyydestä (Titze, 1994; Rose, 2002; Borkowska & Pawlowski, 2011). Äänen perusteella syntyneet vaikutelmat riippuvat paljon kuulijan kulttuuritaustasta (Laukkanen & Leino, 1999). Esimerkiksi japanilaisessa kulttuurissa, jossa käytetään korkeampaa ääntä, suomalainen matala ääni voi aiheuttaa

mielikuvia kouluttamattomasta ja epäkohteliaasta ihmisestä (Isei-Jaakkola, 2006). Suomalaisessa kulttuurissa matalalla äänellä on taas aivan erilainen asema; matalaa ääntä tavoitellaan ja pidetään miellyttävänä (Valo, 1994).

Äänestä voi saada vihjeitä myös puhujan iästä ja terveydentilasta (Titze, 1994; Rose, 2002). Pystymme helposti erottamaan, onko puhuja lapsi vai aikuinen (Müller, 2007) ja melko luotettavasti arvioimaan myös hänen keskimääräisen ikänsä (Titze, 1994; Lavner ym. 2001). Tarkkaa ikää voi olla hyvinkin hankala määrittää (Dellwo ym. 2007). Ihmisen fyysinen ja psyykkinen terveydentilakin heijastuvat ääneen, sillä äänen perusteella kuulija voi arvioida muun muassa, onko puhuja päihtynyt, stressaantunut, väsynyt, flunssainen tai onko hänellä jokin ääneen vaikuttava sairaus (Titze, 1994; Rose, 2002). Äänihäiriöiden parissa työskentelevät puheterapeutit ja lääkärit luottavatkin paljon kuulonvaraiseen äänenlaadun arviointiin yrittäessään selvittää asiakkaan äänihäiriön aiheuttajaa tai äänielimistön terveydentilaa (Aronson & Bless, 2009). Tunteiden ilmaiseminen äänen kautta liittyy myös vahvasti ihmisten jokapäiväiseen kommunikointiin ja on samanlaista monissa kulttuureissa (Aronson & Bless, 2009). Äänen sävelkulun vaihtelun kautta ihminen voi välittää muun muassa pelon, vihan, surun, ilon ja inhon tunteita (Titze, 1994; Rose, 2002).

Kuullessamme ihmisääntä pyrimme heti selvittämään, onko ääni naisen vai miehen tuottama (Simpson, 2009). Puhujan sukupuolen arviointi äänen perusteella ei kuitenkaan ole niin yksinkertaista. Kentin (1997) mukaan äänen perusteella on mahdollista arvioida tuntemattoman aikuisen ihmisen sukupuoli nopeasti. Toista mieltä ovat kuitenkin Dellwo ym. (2007), joiden mukaan puhujan sukupuolen arvioiminen pelkän äänen perusteella voi olla hyvinkin hankalaa ja johtaa väärinkäsityksiin. Ihmisillä on tyypillisiä mielikuvia naisen ja miehen äänestä, joiden perusteella ensimmäiset päätelmät puhujan sukupuolesta tehdäänkin (Laukkanen & Leino, 1999; Simpson, 2009). Naisäänen oletetaan olevan taajuudeltaan korkea ja miesäänen matala (Laukkanen & Leino, 1999). Koska suurin osa miehistä ja naisista puhuu sukupuolelleen tyypilliseksi mielletyllä äänellä, voi ympäristön olla vaikea suhtautua ääneen, joka ei vastaakaan tätä mielikuvaa. Esimerkiksi transsukupuoliset naiset voivat kohdata kiusallisia tilanteita muun muassa puhelimesta, jossa väärinkäsityksiä sukupuolesta voi tapahtua visuaalisten vihjeiden puuttuessa täysin (Van Borsel, De Cuypere & Van den Berghe, 2001; Dacakis, 2012). Kiusallisia tilanteita voi kuitenkin tapahtua kasvokkainkin, sillä on tutkittu, että ihmiset kiinnittävät enemmän huomiota puhujan ääneen kuin tämän ulkonäköön (Aronson & Bless, 2009).

2.2 Sukupuolen käsite

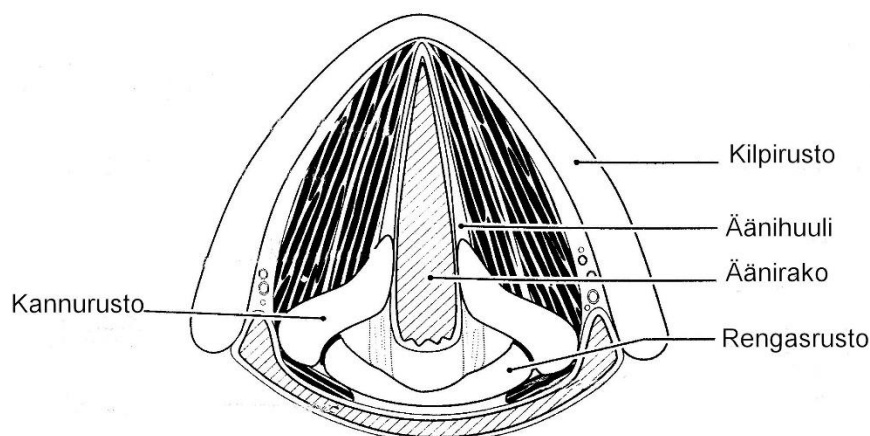
Ihminen jaotellaan länsimaisessa kulttuurissa joko naiseksi tai mieheksi heti syntymän hetkellä ulkoisten sukuelinten perusteella (Huuska, 2005; Mattila, 2008). Länsimaisessa kulttuurissa nainen ja mies nähdään niin tiukasti erillisinä, että ne sulkevat toisensa pois; nainen ei voi olla mies eikä mies voi olla nainen (Huuska, 2005). Länsimaisen kulttuurin kahta sukupuoliluokkaa voidaan pitää riittämättömänä, sillä sukupuoli on muutakin kuin vain biologiaa, ja monissa muissa kulttuureissa hyväksytään sukupuolen muutkin variaatiot (Huuska, 2010; Hannuksela & Tölli, 1998; Huuska, 2010). Käsite ”sukupuoli” kätkee sisäänsä erilaisia merkityksiä, joiden pohtimisessa auttavat englanninkieliset termit *sex* ja *gender* (Juvonen ym. 2010). Termi *sex* kuvaa ihmisen biologista sukupuolta eli niitä sukupuoliominaisuuksia, jotka tekevät meistä biologisesti ja ruumiillisesti miehen tai naisen (Kimmel, 2001). Termi *gender* kuvaa ihmisen sosiaalista sukupuolta eli sukupuoli-identiteettiä, joka on ihmisen sisäinen tunne omasta sukupuolesta ja jota hän voi ilmaista käyttäytymisensä kautta (Hannuksela & Tölli, 1998; Kimmel, 2001). Suomenkielessä käytetään vain termiä ”sukupuoli” kuvaamaan sekä biologista että sosiaalista sukupuolta. Se tukee yleistä uskomusta, että biologinen sukupuoli määrittelee automaattisesti myös ihmisen sukupuoli-identiteetin (Kimmel, 2001; Pimenoff, 2006; Juvonen ym. 2010).

Aina ihmisen biologinen sukupuoli ja sukupuoli-identiteetti eivät kuitenkaan vastaa toisiaan, vaan biologisesti miessukupuolinen henkilö voi tuntea olevansa nainen tai voi tuntea molemmat sukupuolet itselleen vieraiksi (Pimenoff, 2006; Mattila, 2008). Transsukupuolisuudesta on kyse silloin, kun ihmisen biologinen sukupuoli ja sukupuoli-identiteetti eivät vastaa toisiaan (Pimenoff, 2006). Transsukupuolisuus on harvinainen (1:500–1000 ihmisestä) ja syntyperältään tuntematon ilmiö (Mattila, 2008; Huttunen, 2013). Kirjallisuudessa transsukupuolisiin henkilöihin viitataan erilaisin käsittein. Kun puhutaan naisesta mieheksi sukupuolensa korjanneesta henkilöstä, voidaan käyttää käsitteitä *FtoM* – *transsukupuolinen (female to male)*, *naisesta mieheksi –transsukupuolinen*, *transsukupuolinen mies*, *transmies* tai *TS-mies* (Aarnipuu, 2008). Kun puhutaan miehestä naiseksi sukupuolensa korjanneesta henkilöstä, voidaan käyttää käsitteitä *MtoF* – *transsukupuolinen (male to female)*, *miehestä naiseksi –transsukupuolinen*, *transsukupuolinen nainen*, *transnainen* tai *TS-nainen*. Tässä pro gradu tutkimuksessa käytetään käsitteitä transsukupuolinen nainen tai mies sekä TS-nainen tai TS-mies.

Transsukupuolinen henkilö voi hakeutua sukupuolenkorjaushoitoihin sopiakseen omaksi kokemaansa sukupuoliluokkaan (Aarnipuu, 2008). Suomessa sukupuolen korjausprosessi aloitetaan lääkärikäynnillä, josta transsukupuolinen henkilö saa lähetteen Helsingin tai Tampereen transtutkimusyksikköön. Diagnostinen vaihe kestää noin puoli vuotta, jonka jälkeen transsukupuolisuus-diagnoosin saanut henkilö aloittaa noin vuoden mittaisen tosielämän kokeen (Mattila, 2008). Tosielämän kokeen aikana transsukupuolinen henkilö elää oikeaksi kokemansa sukupuolen edustajana, ja voi hakeutua hormonihoidoihin (Aarnipuu, 2008). Transsukupuolinen henkilö voi hakeutua korjausprosessin aikana erilaisiin kirurgisiin toimenpiteisiin ja ääniterapiaan sekä muuttaa myös henkilötunnuksensa ja nimensä vastaamaan oikeaa sukupuolta.

2.3 Ihmisen ääntöelimistön rakenne ja siihen vaikuttavat hormonaaliset tekijät

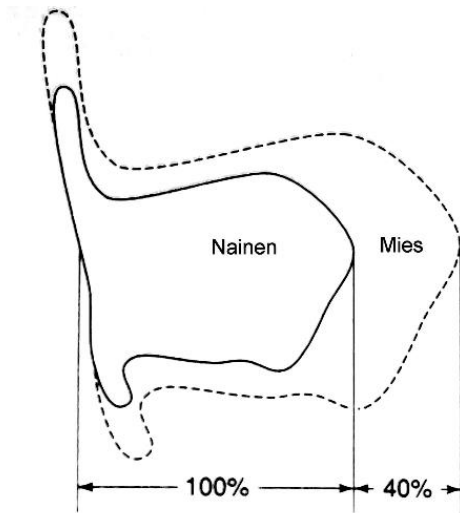
Noin viidennen selkänikaman kohdalla sijaitsevat ihmisen kurkunpää ja äänihuulet (Boone, McFarlane & Von Berg, 2004). Kurkunpää on tärkeä osa ihmistä, sillä siellä hengityksen ja äänihuulivärähtelyn tuloksena muodostuu ääni. Äänihuulet koostuvat epiteelin ja kolmikerroksisen limakalvon ympäröimästä äänihuulilihaksesta (Mathieson, 2000) ja niitä ympäröivät ja suojaavat sidekudoksin ja kalvoin toisissaan kiinni olevat rustoiset osat (Raphael, Borden & Harris, 2011). Näistä rustoista äänen tuotossa tärkeimmät ovat kilpirusto, rengasrusto, kurkunkannenrusto ja kannurusto, joista kilpirusto on suurin (kuva 1).



Kuva 1. Ihmisen kurkunpään rustoiset osat ja äänihuulet Titzeä mukailen (1994, 5).

Murrosiässä, kun sukupuolikohtaiset fyysiset ominaisuudet alkavat kehittyä, myös kurkunpää, äänihuulet ja ääntöväylä alkavat kasvaa (Abitbol ym. 1999). Tällöin poikien ja tyttöjen äänet alkavat erilaistua poikien äänen muutoksen ollessa kuitenkin tyttöjä selkeämpi (Aronson & Bless, 2009). Murrosikä alkaa tyypillisesti tytöillä ikävuosien 8-15 välillä ja pojilla ikävuosien 9-14 välillä, ja on ohi tytöillä noin 16 ikävuoteen ja pojilla noin 18 ikävuoteen mennessä (Sataloff, 1991). Äänihuulien kasvuun vaikuttavia hormoneja ovat estrogeenit, progesteronit ja testosteronit (Abitbol ym. 1999). Testosteronihormonit saavat aikaan miesäänen ja estrogeeni- ja progesteronihormonit naisäänen. Naissukupuolisilla estrogeenit ja progesteronit vastustavat yhdessä testosteronin erittymistä. Poikien puheen perustaaajuus laskee testosteronihormonien vaikutuksesta noin oktaavin verran tyttöjen äänen perustaaajuutta matalammaksi (Laukkanen & Leino, 1999). Jos testosteronihormonia ei erity murrosiässä, ei ääni ala madaltua eikä miehisiä muutoksia tapahdu kehoon tai ääneen.

Murrosiän aikana pojilla äänihuulet kasvavat pituutta yhden senttimetrin verran, mutta tytöillä vain kolmesta neljään millimetriä (Laukkanen & Leino, 1999). Äänihuulien pituuskasvu voi kuitenkin jatkua jopa 17–20 –vuotiaaksi asti (Abitbol ym. 1999; Laukkanen & Leino, 1999). Eri tutkimusten mukaan äänihuulten lopullinen pituus miehillä vaihtelee 16–29 millimetrin ja naisilla 10–21 millimetrin välillä (Kent, 1997; Abitbol ym. 1999; Laukkanen & Leino, 1999; Boone ym. 2004). Murrosiän hormonit paksuntavat myös äänihuulien limakalvoa, mikä on jälleen pojilla runsaampaa kuin tytöillä (Abitbol ym. 1999). Äänihuulten paksuus puhetta tuottaessa on miehellä 7-8 millimetriä ja naisella 5-6 millimetriä (Laukkanen & Leino, 1999). Äänen perustaaajuus on pojilla tyttöjä matalampi, koska pidemmät ja paksummat äänihuulet värähtelevät hitaammin. Pojille kehittyä murrosiässä myös kilpiruston ulokkeesta kaulan ihon läpi näkyvä aataminomena ja heidän kurkunpään lihaksensa vahvistuvat tyttöjen kurkunpään lihaksia enemmän (Abitbol ym. 1999). Miehen ääntöväylänkin pituus kurkunpäästä suuaukkoon on noin 17,5–18 senttimetriä, kun se naisella on 14–15 senttimetriä (Kent, 1997; Simpson, 2009). Aikuisen miehen kurkunpää on siis noin 40 prosenttia suurempi kuin naisen (kuva 2) (Titze, 1994).



Kuva 2. Naisen ja miehen kurkunpään kokoero Titzeä mukaillen (1994, 171).

Naisen hormonoitinnassa tapahtuu muutoksia myös keski-iässä, jolloin on kyse menopausista (Linville, 1996). Menopausin myötä naisen kuukautiset loppuvat, estrogeenituotanto hiipuu, ja progesteronia alkaa erittyä. Estrogeenin hiipumisen myötä testosteronia alkaa erittyä, mikä johtaa äänen madaltumiseen ellei testosteronin erittymistä estetä ajoissa. Nishion ja Niimin (2008) tekemän tutkimuksen mukaan naisilla äänen perustaaajuus alkoi laskea 40 ikävuoden jälkeen. Keski-ikäisten miesten äänen perustaaajuus sen sijaan voi nousta, mikä voi johtua äänihuulten surkastumisesta, atrofiasta (Hollien & Shipp, 1972; Abitbol ym. 1999; Boone ym. 2004).

Koska hormonit ovat olennainen osa naiseutta ja mieheyttä, voivat hormonikorvaushoidot kuulua myös transsukupuolisten henkilöiden sukupuolenkorjausprosessiin (Aarnipuu, 2008). Transsukupuolisten miesten ääni saadaan madaltumaan testosteronihormonin aiheuttaman äänenmurroksen avulla (de Bruin, Coerts & Greven, 2000; Mattila, 2008). Testosteronit aiheuttavat peruuttamattomia miehisiä muutoksia äänielimistöön lisäksi myös muualle kehoon (Abitbol ym. 1999). Transsukupuolisen naisen hormonihoitoon kuuluvat taas estrogeenihormonit sekä androgeenireseptorisalpaajat (Pimenoff, 2006), jotka tuovat naisellisia muutoksia kehoon (Aarnipuu, 2008), mutta eivät kuitenkaan vaikuta mitenkään ääneen eivätkä ääntöelimistön rakenteeseen (Wiltshire, 1995).

2.4 Naisen ja miehen äänen akustiset ominaisuudet

Kurkunpään koko, äänihuulten pituus sekä ääntöväylän koko ja muoto vaikuttavat äänemme ominaisuuksiin ja aikaansaavat jokaiselle ihmiselle yksilöllisen äänen (Boone, ym. 2004). Äänihuulten värähtelyliike saa aikaan periodisen ääniaallon, jota kutsutaan fonaatioksi ja joka havaitaan äänenä (Raphael ym. 2011). Äänen perustaajuus (f_0) ilmoitetaan hertseinä (Hz) ja se tarkoittaa äänihuulten värähtelyn määrää yhden sekunnin aikana (Simpson, 2009). Esimerkiksi 130 hertsin perustaajuudella puhuvan ihmisen äänihuulet värähtelevät yhden sekunnin aikana 130 kertaa. Äänen perustaajuus havaitaan äänen korkeutena (engl. pitch) Ihmiskorva havaitsee paremmin äänentaajuseroja matalimmilla taajuuksilla kuin korkeilla taajuuksilla (Behrman, 2013). Kuulemme esimerkiksi helposti 100 hertsin eron tavanomaisen nais- ja miesäänien välillä, mutta meillä on vaikeuksia erottaa 100 hertsin ero 1000 hertsin ja 1100 hertsin välillä.

2.4.1 Naisen ja miehen äänen perustaajuuden erot

Miehen äänihuulet värähtelevät sekunnissa noin 100 kertaa naisen äänihuulia hitaammin (Laukkanen & Leino, 1999). Taulukkoon 1 on koottu eri tutkimuksista 17–40-vuotiaiden miesten äänen perustaajuusarvoja, jotka on mitattu joko lukupuhe- tai vokaaliääntönäytteistä. Tutkimuksista suurin osa on tehty äidinkielenään englantia puhuvien miesten äänestä, mutta tutkittavien määrä on suhteellisen suuri myös suomen-, japanin- ja puolankielisissä tutkimuksissa, ja kohtalainen myös hollanninkielisissä tutkimuksissa.

Taulukko 1. Miesäänien perustaajuudet (f_0) eri puhetehtävissä

Tutkijat	Tutkittavien äidinkieli	Tehtävätyyppi	Miesten määrä (n)	ikä (v)	f_0 (Hz)
Brown, Morris, Hollien & Howell (1991)	englanti	lukupuhe	15	20-35	118
Debryune & Decoster (1999)	hollanti	/a/ -vokaali	20	21–29	112
Fitch & Holbrook (1970)	englanti	lukupuhe	100	19-25	117
Higgins & Saxman (1991)	englanti	/æ/ -vokaali, tavu: /bæp/	10	20–31	/bæp/ = 122 /æ/= 122

Higgins, Netsell, & Schulte (1998)	englanti	tavut: /pa/, /pi/ luetut lauseet: /buy pip again/ /buy pap again/	11	19-37	/pa/=120 /pi/=125 /buy pap again/=121 /buy pip again/=126
Hollien & Shipp (1972)	englanti	lukupuhe	25 25	20-29 30-39	120 112
Lass, Hughes, Bowyer, Waters & Bourne (1975)	englanti	/i/, /ɛ/, /ɛ/, /æ/, /a/ ja /u/ - vokaalit	10	19-24	ka. 111
Laukkanen & Leino (1999)	suomi	lukupuhe	58	ka. 26	110
Majewski, Hollien, Zalewski (1972)	puola	lukupuhe	103	17-28	138
Nishio & Niimi (2008)	japani	lukupuhe	77	19-34	122
Nittrouer, McGowan, Milenkovic & Beehler (1990)	englanti	/a/, /i/ ja /u/ - vokaalit	4	20-40	/a/=132 /i/=138 /u/=139
Sussman & Sapienza (1994)	englanti	/a/, /i/ ja /u/ - vokaalit	10	19-28	/a/= 115 /i/= 122 /u/= 128

Taulukkoon 1 koottujen tutkimusten mukaan 17–40-vuotiaiden miesten luku- ja vokaalinäytteiden perustaajuus vaihteli 110–139 hertsin välillä, joka sävelkorkeutena vastaa A-c[#]. Puolankielisten miesten (Majewski ym. 1972) äänen perustaajuus lukupuheessa on korkein ja suomenkielisten (Laukkanen & Leino, 1999) matalin. On huomioitava, että Majewskin ym. (1972) tutkimuksen tulokseen voi vaikuttaa valittu puolalaisten koehenkilöiden ikäjakauma, joka alkaa jo 17 ikävuodesta. 17-vuotiaiden miesten puhe voi nostaa perustaajuuden keskiarvoa, sillä heidän äänensä ei välttämättä vielä ole ehtinyt vakiintua äänihuulien pituuskasvun ollessa yhä kesken (Laukkanen & Leino, 1999). Lisäksi Majewski ym. (1972) totesivat, että puolalaisessa kulttuurissa miesäänen perustaajuus voi olla muiden kulttuurien miesääntä korkeampi. Suomalaisten miesten matala äänen perustaajuustulos (110 Hz) (Laukkanen & Leino, 1999) on suomalaiselle kulttuurille ominainen, sillä suomalaiset käyttävät matalaa ääntä (Valo, 1994).

Taulukkoon 2 on koottu eri tutkimuksista 19–40-vuotiaiden naisten äänen perustaajuusarvoja, jotka on mitattu joko lukupuhe- tai vokaaliääntönäytteistä. Myös naisten kohdalla suurin osa äänen perustaajuustutkimuksesta on tehty englantia äidinkielenään puhuvien naisten äänestä, mutta myös suomen- ja japaninkielistä tutkimusta on tehty suhteellisen suurilla tutkittavamäärillä, ja hollanninkielisistä tutkimusta kohtalaisella tutkittavamäärällä.

Taulukko 2. Naisäänen perustaajuudet (f0) eri puhetehtävissä

Tutkijat	Tutkittavien äidinkieli	Tehtävätyyppi	Naisten määrä (n)	ikä (v)	f0 (Hz)
Brown ym. (1991)	englanti	lukupuhe	20	20-35	192
Debryune & Decoster (1999)	hollanti	/a/ vokaali	20	22–28	197
Fitch & Holbrook (1970)	englanti	lukupuhe	100	17-23	217
Higgins & Saxman (1991)	englanti	/æ/-vokaali ja tavu /bæp/	10	20–31	/bæp/ = 231 /æ/ = 235
Higgins ym. (1998)	englanti	tavut: /pa/, /pi/ luetut lauseet: /buy pip again/, /buy pap again/	10	19-37	/pa/ = 196 /pi/ = 206 /buy pap again/ = 212 /buy pip again/ = 194
Lass ym. (1975)	englanti	/i/, /ɛ/, /ɛ/, /æ/, /a/ ja /u/-vokaalit	10	19–24	ka 224
Laukkanen & Leino (1999)	suomi	lukupuhe	100	ka. 23	194
Mäenniemi (2000)	suomi	/a/- vokaali	46 9	20–29 30–39	211 199
Nishio & Niimi (2008)	japani	lukupuhe	77	19–34	225 Hz
Nittrouer ym. (1990)	englanti	/a/, /i/ ja /u/- vokaalit	4	20–40	/a/ = 197 /i/ = 210 /u/ = 215
Sellman (2000)	suomi	/a/-vokaali	7	20–38	/a/ = 233 Hz
Stoicheff (1981)	englanti	lukupuhe	Ei tiedossa	20–29 30-39	224 213
Sussman & Sapienza (1994)	englanti	/a/, /i/ ja /u/- vokaalit	10	22–34	/a/ = 215 /i/ = 228 /u/ = 231

Taulukoon koottujen tutkimusten mukaan 19–40-vuotiailla naisten luku- ja vokaalinäytteiden perustaajuus vaihteli 192–235 hertsin välillä, joka sävelkorkeutena vastaa g-a[#]. Japaninkielisten naisten perustaajuus lukupuheessa oli korkein (225 Hz, a[#]) ja englannin kielisten matalin (192 Hz, g). Japanilaisessa kulttuurissa on ominaista puhua korkealta perustaajuudelta (Isei-Jaakkola, 2006), mutta Brownin ym. (1991) saivat muista englanninkielisistä tutkimuksista poiketen selvästi matalamman perustaajuustuloksen.

Taulukkoihin 1 ja 2 kootut miesten ja naisten äänitutkimukset on tehty 70–90-luvulla lukuun ottamatta Mäenniemen ja Nishion ja Niimin 2000-luvulla tekemiä tutkimuksia. Äänitys- ja äänenanalysointilaitteet ovat olleet melko vanhoja 70–90-luvuilla tehdyissä tutkimuksissa, mikä on voinut vaikuttaa näiden tulosten mittaustarkkuuteen. Uudet sukupolvet voivat myös käyttää ääntään eri tavalla kuin 70–90-luvun ihmiset, joten uusia tutkimuksia nykyaikaisilla laitteilla tarvitaan päivittämään nais- ja miesäänien perustaajuustietoja.

2.4.2 Transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuus

Koska matala ääni haittaa usein transsukupuolisen naisen sopeutumista naiseksi, saavat he lähetteen foniatrille ja sitä kautta ääniterapiaan puheterapeutille (Mattila, 2008). Puheterapiassa on tavoitteena saavuttaa sukupuoleen soveltuvampi ääni (Dacakis, 2002; Adler ym. 2012). Ei ole tarkkaa näyttöä siitä, kuinka monta puheterapiakertaa olisi riittävä määrä transsukupuolisen henkilön äänen muuttamiseksi (Dacakis, 2002). Davies ja Goldberg (2006) suosittelevat puheterapiaa minimissään 15 tuntia ja maksimissaan kerran viikossa vuoden ajan. Äänihuulikirurgia on myös yksi mahdollinen keino nostaa äänen perustaajuutta (de Bruin ym. 2000). Äänihuulikirurgisia toimenpiteitä ovat äänihuulten kiristäminen niitä venyttämällä (cricothyreoidean approksimaatio) ja äänihuulien lyhentäminen ompelemalla niitä yhteen (reduction) (Becklund-Freidenberg, 2002; Aronson & Bless, 2009).

Puheterapiassa keskitytään muun muassa äänen perustaajuuden ja formanttitaajuuksien nostoon sekä perustaajuuden vaihtelun alueen laajentamiseen (Dacakis, 2002; Adler ym. 2012). Puheen perustaajuuden korkeuden nostaminen tapahtuu venyttämällä äänihuulia, jolloin äänihuulet jäykistyvät ja niiden värähtelyn nopeus kasvaa (Laukkanen & Leino, 1999; Freidenberg, 2002). Puheen perustaajuuden nostaminen on sitä hankalampaa mitä matalampi alkuperäinen ääni on (Dacakis, 2012). Puheterapiajaksoa pidetään onnistuneena, jos transsukupuolisen naisen äänen perustaajuus on noussut jaksolla (McNeill ym. 2008). Transsukupuolisten naisten puheterapian vaikuttavuudesta on tehty jonkin verran tutkimusta, mutta tieteellistä näyttöä on vähän. Liitteessä 1 on eri tutkimuksista koottuja transsukupuolisten

naisten äänen perustaajuusarvoja ennen puheterapiaa, puheterapian jälkeen ja seuranta-ajan jälkeen. Transsukupuolisten naisten äänen perustaajuus eri puhetehtävissä ennen puheterapiaa vaihteli tutkimuksissa keskimäärin 110–151 hertsin välillä. Kun sitä vertaa taulukkoon 1 koottujen biologisten miesten perustaajuusarvoihin (110–139 Hz), vaihteli perustaajuus jo alkutilanteessa biologisten miesten perustaajuusarvoja laajemmalla alueella. Transsukupuolisten naisten äänen perustaajuudet eri tehtävissä nousivat jokaisen tutkimuksen puheterapiajaksoilla, joten kaikkia puheterapiajaksoja voidaan pitää onnistuneina.

2.4.3 Naisen ja miehen äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen erot

Puheäänemme koostuu monista taajuuksista, koska taajuutta vaihtelemalla saamme puheeseen erilaiset sävelkulut (Vainio, Palo, Aalto & Laine, 2009; Raphael ym. 2011). Aluetta, jolla ihmisen puheäänen perustaajuus vaihtelee (f0min-f0max), kutsutaan perustaajuuden vaihteluväliksi (Davies & Goldberg, 2006), jota voidaan havainnollistaa puolisävelaskelin (psa) (Baken & Orlikoff, 2000). Puolisävelaskelia voidaan laskea helposti esimerkiksi pianon koskettimien avulla, missä jokainen pianon kosketin vastaa yhtä puolisävelaskelta (kuva 3).



Kuva 3. Sävelnimet ja niitä vastaavat hertsilukemat (hertsilukemat: Laukkanen & Leino (1999, liite 2)).

Taulukossa 3 on kirjallisuudesta kootut suomen- ja englanninkielisten miesten ja naisten puheäänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot hertseinä ja puolisävelaskelina. Taulukossa esitetyt perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot kuvaavat kaikenikäisiä miehiä ja naisia. Mies ja naisäänen perustaajuuden minimin ja maksimin välinen ero puolisävelaskelina on lähes sama (12 psa) (Laukkanen & Leino, 1999; Davies & Goldberg, 2006).

Taulukko 3. Naisten ja miesten puheäänien perustaajuuden vaihteluvälit hertseinä (Hz) ja puolisävelaskelina (psa) ilmoitettuna

Tutkijat	Äidinkieli	Miehet F0min-f0max	Naiset F0min-f0max
Laukkanen ja Leino (1999)	suomi	65–123 Hz, 12 psa	131–247 Hz, 12 psa
Davies ja Goldberg (2006)	englanti	80–165 Hz, 13 psa	145–275 Hz, 12 psa

Transsukupuolisten naisten puheterapiassa puheen perustaajuuden vaihteluvälin laajentaminen ja sen nostaminen naisäänelle tyypilliselle taajuusalueelle on yksi puheterapian päätavoitteista (Dacakis, 2002). Liitteeseen 2 on koottu kaksi tutkimusta, joissa on transsukupuolisten naisten lukupuheen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot ennen puheterapiaa ja puheterapian jälkeen. Tutkimuksen mukaan transsukupuolisten naisten lukupuheen perustaajuuden minimin ja maksimin välinen ero oli puheterapian jälkeen sama tai hieman laajempi (Mészáros ym. 2005; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013). Koska tutkimuksissa tutkittiin vain muutaman transsukupuolisen naisen ääntä, ovat tulokset vain suuntaa-antavia.

2.4.4 Naisen ja miehen vokaalien formanttitaajuuksien erot

Perustaajuuden lisäksi ihmisen äänessä on formanttitaajuuksia, joita voidaan nimittää myös ääntöväylän resonansseiksi (Kent, 1997). Formanttitaajuudet syntyvät äänen resonoidessa ääntöväylän nielu-, nenä- ja suuonteloissa ja niiden taajuudet riippuvat ääntöväylän onteloiden muodosta ja koosta. Suuremmissa ja pidemmissä onteloissa ääni resonoi matalammilla taajuuksilla kuin pienemmissä ja lyhyemmissä onteloissa (Titze, 1994; Raphael ym. 2011). Formanttitaajuuksiltaan matala ääni kuulostaa tummalta ja vastaavasti formanttitaajuuksiltaan korkea ääni kirkkaalta (Titze, 1994). Naisten formanttitaajuudet ovat 15–20 prosenttia korkeammat kuin miehillä, koska naisilla on tyypillisesti miehiä lyhyempi ja kooltaan pienempi ääntöväylä (Coleman, 1971; Raimo & Ojala, 2009; Hillenbrandt & Clark, 2009).

Tärkeimpinä formanttitaajuuksina pidetään kolmea ensimmäistä taajuutta, jotka voidaan merkitä kirjain-numeroyhdistelmillä F1, F2 ja F3 (Raimo & Ojala, 2009). Ihminen voi muuttaa ääntöväylänsä onteloiden kokoa ja muotoa esimerkiksi tuottaessaan eri vokaaleja

(Kent, 1997; Raphael ym. 2011). Kun ääntöväylän koko ja muoto muuttuvat vokaalia tuottaessa (liite 3), muuttuvat myös formanttitaajuudet, minkä takia jokaisella vokaalilla on omat formanttitaajuutensa (Kent, 1997). Vokaalit erottuvat toisistaan ensimmäisen kahden formantin perusteella (Raimo & Ojala, 2009). Vokaalilla /a/ on korkeat F1-taajuudet ja matalat F2- taajuudet, koska /a/-vokaalia äännettäessä kieli on suun takaosassa matalalla suulakeen nähden (Kent, 1997; Raimo & Ojala, 2009; Vainio ym. 2009). /a/-vokaalilla on lisäksi korkeat F3-taajuudet, koska /a/-vokaalia ääntäessä huulet ovat laveat. Vokaalilla /i/ on matalat F1-taajuudet, koska /i/-vokaalia äännettäessä kieli on suun etuosassa ja korkealla suulakeen nähden. /i/-vokaalilla on lisäksi korkeat F2- ja F3-taajuudet /i/-vokaalia äännettäessä huulet ovat laveat (Kent, 1997; Vainio ym. 2009). /u/-vokaalin F1-taajuudet ovat matalat, koska /u/-vokaalia ääntäessä kieli on suun takaosassa ja korkealla suulakeen nähden. /u/-vokaalin F2- ja F3-taajuudet ovat matalat, koska /u/-vokaali ääntäessä huulet ovat pyöreät ja suipistuneet (Kent, 1997; Raimo & Ojala, 2009; Vainio ym. 2009).

Liitteestä 4 voi nähdä naisten ja miesten erot vokaalien /a/, /i/ ja /u/ F1- ja F2-taajuuksissa. Kielten väliset erot täytyy ottaa huomioon vokaalien formanttitaajuuksia tarkastellessa, sillä englannin- ja suomenkielellä samoja vokaaleja ei äännetä samalla tavalla. Liitteessä 5 on havainnollistettu suomen ja englannin kielellä äännettyjen vokaalien sijoittuminen formanttikarttaan. Kun tarkastellaan suomen ja englannin kielellä äännettyjä vokaaleja /a/, /i/ ja /u/, niiden formanttitaajuudet sijoittuvat hieman eri kohtiin formanttikartassa. Taulukkoon 4 on koottu miesten ja naisten /a/-, /i/- ja /u/-vokaalien formanttitaajuusarvot.

Taulukko 4. Naisten ja miesten /a/-, /i/- ja /u/-vokaalien formanttitaajuusarvot (F) hertseinä (Hz)

Tutkijat	Tutkittavien äidinkieli	n	Tutkittavien sukupuoli	Tutkittavien			
				F	a	i	u
Hillenbrandt, Getty, Clark & Wheeler, 1995	englanti	45	Miehet	F1	768	342	378
				F2	1333	2322	997
				F3	2522	3000	2343
	48	Naiset	F1	936	437	519	
			F2	1551	2761	1225	
			F3	2815	3372	2827	
Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013	englanti	15	Miehet	F1	803	273	-
				F2	1373	2318	-
				F3	2578	3048	-
	15	Naiset	F1	1025	375	-	
			F2	1524	2689	-	
			F3	2886	3367	-	
Pausewang-Gelfer & Tice, 2013	englanti	5	Miehet	F1	761	253	288
				F2	1297	2205	902
				F3	2578	2974	2353
	5	Naiset	F1	990	367	355	
			F2	1493	2569	1045	
			F3	2901	2974	2626	
Peterson & Barney, 1952	englanti	33	Miehet	F1	730	270	300
				F2	1090	2290	870
				F3	2440	3010	2240
	28	Naiset	F1	850	310	370	
			F2	1220	2790	950	
			F3	2810	3310	2670	
Raimo & Ojala, 2009	suomi	-	Miehet	F1	700	300	300
				F2	1000	2300	650
				F3	-	-	-
	-	Naiset	F1	750–900	400	400	
			F2	1100	2500	750	
			F3	-	-	-	
Wiik, 1965	suomi	5	Miehet	F1	720	275	340
				F2	1240	2495	605
				F3	2455	3200	2615

Taulukon 4 mukaan vokaalilla /a/ on vokaaleista korkeimmat F1-taajuudet, matalat F2-taajuudet ja korkeat F3-taajuudet, koska /a/-vokaalia ääntäessä kieli on matalalla suun takaosassa ja huulet laveat (Kent, 1997; Raimo & Ojala, 2009; Vainio ym. 2009). Vokaalilla /i/ on vokaaleista lähes matalimmat F1-taajuudet ja korkeat F2- ja F3-taajuudet, koska /i/-vokaalia ääntäessä kieli on korkealla suun etuosassa ja huulet laveat (Kent, 1997; Vainio ym. 2009). /u/-vokaalia ääntäessä kieli on korkealla suun takaosassa ja huulet pyöreät, joten sen kaikki kolme formanttitaajuutta ovat matalat (Kent, 1997; Raimo & Ojala, 2009; Vainio ym. 2009). Miesten kaikki formanttitaajuudet /a/-vokaalissa ovat 7–23 %, /i/-vokaalissa 8–31 % ja /u/-vokaalissa 8–27 % naisten formanttitaajuuksia matalammat.

Koska miehillä ja naisilla on erikokoiset ääntöväylät ja siten eritaajuiset formanttitaajuudet, on formanttitaajuuksiin kiinnitettävä huomiota myös transsukupuolisten naisten puheterapiassa. Formanttitaajuuksien oletetaan antavan kuulijalle vihjeitä puhujan ääntöväylän koosta tai pituudesta, joiden perusteella kuulija voi tehdä päätelmän puhujan sukupuolesta (Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013). Vokaalien formanttitaajuudet nousevat, kun ääntöväylä lyhenee (Titze, 1994), joten puheterapiassa voidaan harjoitella keinoja nostaa formanttitaajuuksia lyhentämällä nieluonteloa kurkunpäästä nostamalla, ja lyhentämällä suuonteloa leventämällä huulia.

Liitteeseen 6 on koottu tutkimuksia transsukupuolisten naisten puheterapian vaikuttavuudesta formanttitaajuuksiin. Carewin ym. (2007) ja Pausewang-Gelferin ja Ticen (2013) tutkimuksissa transsukupuolisten naisten vokaalien /a/, /i/ ja /u/ formanttitaajuudet ennen puheterapiajaksoa olivat suurimmaksi osaksi miehen formanttitaajuuksien tyypillisissä rajoissa. Mountin ja Salmonin (1988) tutkimuksessa sen sijaan yhden transsukupuolisen naisen miltei kaikki formanttitaajuudet olivat miehelle tyypillisiä arvoja matalammat ennen puheterapiaa. Näyttää siltä, että pienelläkin määrällä puheterapiaa voidaan nostaa miesäänän formanttitaajuusarvot naisäänelle tyypillisiin formanttitaajuusarvoihin (Carew ym. 2007). Tutkimusten tulosten mukaan näyttää olevan niin, että saavutettujen formanttitaajuuksien pysyvyyden kannalta pitkäkestoinen puheterapia tuottaa lyhytkestoisempaa parempia tuloksia (Mount & Salmon, 1988).

2.5 Sukupuolen, feminiisyyden ja maskuliinisuuden havaitseminen äänestä

Puheen perustaajuus (f_0), perustaajuuden minimi ja maksimiarvo ($f_{0\min}$ - $f_{0\max}$) ja formanttitaajuudet (F1, F2 ja F3) ovat keskeisiä akustisia ominaisuuksia, joiden perusteella puhujan sukupuoli kyetään arvioimaan melko tarkasti (Davies & Goldberg, 2006). Joidenkin mukaan puheen perustaajuus ja formanttitaajuudet erottavat tarkasti nais- ja miesäänien toisistaan (Hillenbrandt ja Clark, 2009). Pelkkää perustaajuutta pidetään kuitenkin formanttitaajuuksia parempana sukupuolen erottavana tekijänä (Lass, Hughes, Bowyer, Waters & Bourne, 1975; Pausewang-Gelfer & Clark, 2009). Perustaajuuden minimi- ja maksimiarvon vaikutusta sukupuolen havaitsemiseen on tutkittu vähiten, mutta Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimuksessa naisiksi havaituilla puhujilla oli korkeampi puheen perustaajuuden vaihteluvälin yläraja kuin miehiksi havaituilla koehenkilöillä.

On ristiriitaisia tuloksia siitä, minkä taajuinen ääni arvioidaan naisen tai miehen ääneksi. Spencerin (1988) tutkimuksen mukaan alle 160 Hz:n ääni kuullaan miehen äänenä ja yli 160 Hz:n naisen äänenä. Wolfen ym. (1990) tutkimuksen mukaan perustaajuudeltaan yli 155 hertsin ääni kuullaan naisen äänenä ja alle 145 hertsin ääni miehen äänenä. Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimuksen mukaan kuulijat arvioivat naisen ääneksi perustaajuudeltaan 164–199 hertsin äänet ja miehen ääneksi 112–181 hertsin äänet. Heidän tutkimuksensa mukaan on siis olemassa 164–181 hertsin välinen sukupuolineutraalialue, jossa puhuja voidaan arvioida joko mieheksi tai naiseksi. Näiden tutkimusten perusteella Davies ja Goldberg (2006) suosittelivat, että transsukupuolisten naisten puheterapiassa tavoiteltava perustaajuus äänelle tulisi olla yli 155–160 Hz, jotta puhuja havaittaisiin naiseksi. Aronsonin ja Blessin (2009) mukaan on todennäköistä, että alle 180 hertsin perustaajuudella puhuva arvioidaan mieheksi ja yli 195 hertsin perustaajuudella puhuva naiseksi.

Vokaalien formanttitaajuuksien on todettu olevan sukupuolen havaitsemisessa tärkeitä erityisesti silloin, kun puhujan perustaajuus on 145–165 Hz, 116 Hz tai 207 Hz (Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013). Tutkimuksen mukaan kaikki kolme ensimmäistä formanttitaajuutta (F1, F2 ja F3) olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p=0,000$ - $0,001$) yhteydessä sukupuolen havaitsemiseen. /a/- ja /i/-vokaalien F1-taajuudet olivat erittäin voimakkaasti ($r=-0,0795$ - $(-0,836)$) ja F2- ja F3-taajuudet voimakkaasti ($r=-0,569$ - $(-0,673)$) yhteydessä sukupuoliarvioon. Kun formanttitaajuudet nousivat, puhuja arvioitiin useammin naiseksi.

Nimitämme matalataajuisia ääntä yleensä maskuliiniseksi ja korkeataajuisia ääntä feminiiniseksi ääneksi (Coleman, 1971; Titze, 1994; Spencer, 1988; Carew ym. 2007;

McNeill ym. 2008). Feminiinisyyden on tulkittu joissain tutkimuksissa tarkoittavan automaattisesti naissukupuolta ja liittyvän vain naiseen, ja maskuliinisuuden tarkoittavan miessukupuolta ja liittyvän vain mieheen (Andrews & Smith, 1997; McNeill ym. 2008). Feminiinisyyden ei kuitenkaan Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimuksen mukaan näytä liittyvän aina vain naisen ääneen eikä maskuliinisuus vain miehen ääneen. Heidän tutkimuksessaan kuuntelijaraadin tuli kuunnella transsukupuolisten henkilöiden vokaalituottoja ja lukupuhennytyksiä ja arvioida, kuulostiko ääni miehen vai naisen ääneltä, ja kuinka feminiiniseltä tai maskuliiniselta se kuulosti. Feminiinisyyttä ja maskuliinisuutta kuuntelijat arvioivat asteikolla 1-7, jossa 1 tarkoitti erittäin feminiinistä ja 7 erittäin maskuliinista ääntä. Tulosten mukaan naisiksi arvioitujen henkilöiden ääni arvioitiin feminiinisyyden-maskuliinisuus-asteikolla keskimäärin arvolla 4 ja miehiksi arvioitujen ääni vain hieman maskuliinisemmäksi arvolla 4,5.

Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimuksen mukaan äänen perustaajuuden maksimiarvon ja feminiinisyyden-maskuliinisuusarvion välillä oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$) voimakas ($r = 0,61$) yhteys. Ääni arvioitiin sitä feminiinisemmäksi mitä korkeampi äänen perustaajuuden maksimiarvo oli. Myös muissa tutkimuksissa puheen perustaajuuden suurempi vaihtelu ja lauseen lopun nouseva intonaatio ovat olleet voimakkaasti yhteydessä feminiinisemmäksi havaittuun ääneen (Addington, 1968; de Bruin ym. 2000). Lisäksi äänenlaadullisten piirteiden, kuten vuotoisuuden, on havaittu olevan yhteydessä kuuntelijoiden tekemään feminiinisyydenarvioon (van Borsel, Janssens & de Bodt, 2007).

3 Tutkimuksen tarkoitus

Suomalaisten miesten ja naisten ääntä on tutkittu vain vähän ja äänitutkimusta suomalaisten transsukupuolisten henkilöiden äänestä ei ole tehty lainkaan. Transsukupuolisten henkilöiden ääntä on kansainvälisestikin tutkittu hyvin vähän. Ääni on tärkeä osa identiteettiämme ja siksi erittäin tärkeä osa transsukupuolisten henkilöiden sukupuolen korjausprosessia (Mathieson, 2000; Dacakis, 2002). Puheterapian avulla transsukupuolisten henkilöiden ääntä voidaan muuttaa sukupuoleen paremmin sopivaksi (Dacakis, 2002; Adler ym. 2012), mutta lisätietoa miesten ja naisten äänestä sekä äänen ja sukupuolen yhteydestä tarvitaan puheterapian suunnittelua ja toteutusta varten. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, miten suomalaisten miesten, naisten ja transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuus, perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot ja vokaalien formanttitaajuudet eroavat toisistaan. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin äänen akustisten ominaisuuksien ja sukupuolen sekä akustisten ominaisuuksien ja äänen feminiinisyyden tai maskuliinisuuden välistä yhteyttä. Tutkimuksessa tutkittiin myös, erosiko puhujan subjektiivinen arvio omasta äänestä kuulijan arviosta.

3.1 Tutkimuskysymykset

1. Miten suomalaisten miesten, naisten ja transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuus, perustaajuuden minimi ja maksimiarvot ja vokaalien formanttitaajuudet eroavat toisistaan?
2. Ovatko puhujan äänen akustiset ominaisuudet yhteydessä kuulijan tekemään sukupuoli- tai feminiinisyys-maskuliinisuusarvioon?
3. Eroavatko puhujan oma äänen subjektiivinen arvio ja kuulijoiden arviot toisistaan?

Lisäksi tutkimuksessa pohditaan eri ääninäytteiden vaikutusta äänen akustisiin ominaisuuksiin sekä äänen arviointiin. Tutkimuskysymyksiin etsitään vastauksia tutkimalla naisten, miesten ja transsukupuolisten naisten ja miesten äänen akustisia ominaisuuksia, heidän subjektiivisia arvioitaan omasta äänestä sekä kuuntelijoiden arvioita.

4 Aineisto ja menetelmät

4.1 Tutkittavat

Tutkimukseen haettiin äidinkieleltään suomenkielisiä naisia ja miehiä puhujiksi. Tutkimukseen osallistumisen edellytyksenä oli tupakoimattomuus sekä terve ääni. Tutkimukseen haettiin lisäksi äidinkieleltään suomenkielisiä ja tupakoimattomia transsukupuolisuus-diagnoosin saaneita naisia ja miehiä. Tutkittavia haettiin ikäjakaumasta 19–40, koska 19-vuotiaiden henkilöiden ääni on jo ehtinyt vakiintua (Abitbol ym, 1999) ja 40-vuotiaiden henkilöiden ääneen mahdolliset hormonaaliset tai äänihuulia rappeuttavat tekijät eivät vielä ole vaikuttaneet (Hollien & Shipp, 1972; Abitbol ym. 1999; Boone ym. 2004; Nishio & Niimi, 2008). Nais- ja miestutkittavia haettiin Helsingin yliopiston Käyttäytymistieteellisen tiedekunnan sähköpostilistan kautta ja transsukupuolisuus-diagnoosin saaneita mies- ja naistutkittavia haettiin Trasek Ry:n ja Seta Ry:n kautta. Tutkittavia haettiin myös tiedottamalla tutkimuksesta suullisesti. Tutkimukseen osallistui 10 naista, 9 miestä, kolme transsukupuolisuus-diagnoosin saanutta naista ja kaksi transsukupuolisuus-diagnoosin saanutta miestä. Kaikki tutkittavat olivat äidinkieleltään suomenkielisiä ja iältään 20–39 -vuotiaita. Tarkemmat tiedot tutkittavien keskimääräisestä iästä ja ikäjakaumasta on koottu taulukkoon 5.

Taulukko 5. Tutkittavien määrä, keskimääräinen ikä ja ikäjakauma

Tutkittavat	n	ka. ikä (v)	ikäjakauma (v)
Naiset	10	25	20–39
Miehet	9	28	20–39
Transsukupuoliset naiset	3	33	21–39
Transsukupuoliset miehet	2	26	24–28

Tutkittavilta kerättiin kyselylomakkeella taustatietoa (liitteet 7 ja 8) heidän ääneensä vaikuttavista sairauksista ja yleisestä terveydentilasta tutkimushetkellä. Tutkittavien taustatietoja ääneen vaikuttavista sairauksista ja terveydentilasta on koottu liitteeseen 9. Transsukupuolisilta tutkittavilta kerättiin lisäksi tietoa muun muassa sukupuolen korjausprosessin vaiheista, kurkunpään ja äänihuulten kirurgisista toimenpiteistä sekä saadun puheterapian määrästä. Transsukupuolisten tutkittavien tiedot on koottu tarkemmin liitteeseen 10. Kaikki tutkittavat ilmoittivat olevansa täysin savuttomia tutkimuksen aikaan.

Yksi naistutkittava oli lopettanut tupakoinnin vuonna 2010, yksi transsukupuolinen nainen vuonna 2013 ja yksi transsukupuolinen mies alkuvuoden 2014 aikana.

4.2 Kuuntelijat

Kuuntelijoiksi haettiin 19–60 -vuotiaita miehiä ja naisia Helsingin yliopiston Käyttäytymistieteellisen tiedekunnan sähköpostilistojen ja Humanistisen tiedekunnan yleisen kielitieteen ja kieliteknologian sähköpostilistojen kautta. Tutkimuksesta tiedotettiin myös suullisesti. Kuuntelijaksi pääseminen edellytti normaalia kuuloa, normaalia tai normaaliksi korjattua näköä sekä suomea äidinkielenä. Edellytyksenä oli myös se, ettei henkilö ollut osallistunut tutkimukseen puhujaksi keväällä 2014 tai tiennyt etukäteen puhujaksi osallistuneita henkilöitä. Tutkimukseen osallistui yhteensä 25 kuuntelijaa, joista 23 oli naisia ja kaksi miehiä. He olivat iältään 19–47-vuotiaita (ka. 25-vuotiaita).

4.3 Aineiston keruu

Ääniaineisto kerättiin maaliskuu-kesäkuussa vuonna 2014 Helsingin Käyttäytymistieteellisen tiedekunnan Psychologicum -rakennuksen äänieristetyssä äänitysstudioissa. Äänieristetty studio valittiin äänitystilaksi, koska sitä suositellaan tarkkojen äänitysten tekoon (Weenink, 2014). Äänitykset toteutettiin käyttämällä ProTools 10.0.0 – äänitysohjelmaa, ulkoista Digidesign 6.7 – miksauspöytää sekä AKG C4000B condensator – mikrofonia. ProTools – äänitysohjelmassa käytettiin asetuksia: Audio file type: BWF (.wav), Bit depth: 24 bit ja Sample rate: 48 kHz. Tietokoneena oli käytössä Mac OS X 10.7.1. Kaikilta tutkittavilta pyydettiin kirjallinen lupa äänen tallentamiseen, arkistointiin ja tutkimuskäyttöön (liite 11). Kaikille tutkittaville jaettiin myös tutkimusta koskeva tiedote (liite 12).

4.3.1 Taustatietolomake

Puhujiksi osallistuneilta tutkittavilta kerättiin ennen äänitystä subjektiivinen arvio omasta äänestä taustatietolomakkeen (liite 7 ja 8) yhteydessä. Tutkittavat arvioivat, kuulostiko heidän äänensä miehen vai naisen ääneltä ja kuinka feminiiniseltä tai maskuliiniseltä se kuulosti 100 millimetrin mittaisella Visual Analog Scale-asteikolla (VAS). Asteikolla jokainen millimetri tarkoitti yhtä pistettä: 0 tarkoitti erittäin maskuliinista ja 100 erittäin feminiinistä ääntä.

4.3.2 Tehtävät ja äänityksen kulku

Taustatietolomakkeen täyttämisen jälkeen tutkittaville annettiin äänentuottotehtävien ohjeet sekä suullisesti että kirjallisesti (liite 13). Kaikki tehtävät ohjeineen asetettiin myös äänitysstudion nuottitelineeseen tutkittavan tueksi (liitteet 14, 15 ja 16). Tutkittavia ohjeistettiin tuottamaan tehtävät tavanomaiselta äänen korkeudelta ja normaalilla keskusteluvoimakkuudella. Tutkija antoi mallin normaalista keskusteluvoimakkuudesta, joka oli noin 60–70 dB (Laukkanen & Leino, 1999). Tutkittavien käyttämää äänen voimakkuutta ei kuitenkaan erikseen kontrolloitu desibelimitarilla. Tutkittavia pyydettiin tuottamaan tehtävät omassa tahdissaan, välttämään äänityksen aikana pään asennon muuttamista ja heilumista, tehtäväpapereihin koskemista, huutovoimakkuutta ja äänen narinaa. Tutkittavat seisoivat koko äänityksen ajan. Mikrofonit säädettiin jokaisen henkilön kohdalla sopivalle korkeudelle ja noin 10 senttimetrin päähän suusta.

Tutkittavia ohjeistettiin tuottamaan kaikki suomen vokaalit pidennettynä (noin viisi sekuntia) lyhyen epäsanan (/paappa paa/ jne.) jälkeen (liite 14). Lyhyt epäsana valittiin vokaalin alkuun, jotta tutkittavan olisi helpompi tuottaa tehtävä tavanomaiselta äänenkorkeudeltaan ja jotta vokaalituotosta ei tulisi laulunomaista. Konsonantti /p/ valittiin epäsanaan sen soinnittomuuden vuoksi, sillä soinnittomissa ääniteissä äänirako on auki eikä äänihuulivärähtelyä synny (Laukkanen & Leino, 1999). Näin konsonantti ei sekoittunut vokaaliin. Pidennettyjä vokaaleja on tutkittu monissa akustisissa tutkimuksissa, koska ne soveltuvat erinomaisesti äänen akustiseen analysointiin (Parsa & Jamieson, 2001; Walham, 2009). Vokaaliäännöstä kuuluvat ihmisen äänihuulien, ääntöväylän ja artikulaattoreiden ominaisuudet, joten siitä on helppo mitata äänen perustaajuus ja formanttitaajuudet (Parsa & Jamieson, 2001; Moon, Chung, Park & Kim, 2012). Pidennettyä vokaalituottoa on perusteltua käyttää äänitutkimuksessa myös siksi, että se on koehenkilölle helppo tuottaa (Zraick, Wendel & Smith-Olinde, 2005) eikä siihen sekoitu henkilön yksilöllisiä puhepiirteitä, kuten puhenopeutta tai murreta (de Krom, 1995). Huomattavaa on kuitenkin, että henkilön vokaaliääntö ei kuvaa hänen tavanomaista puheääntään, vaan enemmänkin hänen lauluääntään (Parsa & Jamieson, 2001). Tämän takia vokaaliääntöä ja puhenäytteitä ei voi luotettavasti vertailla keskenään (de Krom, 1995).

Vokaalituoton lisäksi tutkittavia ohjeistettiin lukemaan Pohjatuuli ja Aurinko – teksti (engl. The North Wind and the Sun) (The Principles of the International Phonetic Association, 1949), jota on käytetty muissakin äänitutkimuksissa (mm. Mészáros ym. 2005) (liite 15).

Lukupuhetehtävää käytetään usein äänitutkimuksissa, koska saman tekstin lukeminen mahdollistaa tutkittavien ääninäytteiden vertailun keskenään (Baken & Orlikoff, 2000). Spontaanipuhetehtävässä tutkittavia ohjeistettiin kertomaan noin 30–40 sekunnin ajan spontaanisti, mitä heille esitettyssä Helsingin Sanomien kuvassa tapahtui (liite 16). Vaikka spontaanipuhe kuvaisi tutkittavan yksilöllisiä äänen ominaisuuksia ja jokapäiväistä puhetyyliä parhaiten (Parsa & Jamieson, 2001), ei sitä käytetä niin yleisesti äänitutkimuksissa. Tutkittavien spontaanipuhenaytteet eroavat sisällöltään niin paljon toisistaan, että niitä on vaikea tai jopa mahdoton vertailla keskenään (Baken & Orlikoff, 2000).

Ennen varsinaista äänitystä tutkittavat saivat harjoitella vokaalituottoa ja lukutehtävää niin monta kertaa kuin tunsivat tarvitsevansa. Spontaanina puhetta ei erikseen harjoiteltu, jotta puhe äänityksessä säilyisi mahdollisimman spontaanina. Harjoitustuottojen aikana tutkija tarkisti ProTools -ohjelmasta, oliko äänitysohjelman voimakkuussäätö sopiva, ja kuunteli, tekikö tutkittava tehtävän oikein. Äänitysten ajaksi studion ilmastointilaite kytkettiin pois päältä ja studion ovi suljettiin. Tutkija istui oven toisella puolella tietokoneen äärellä seuraten äänen piirtymistä ProTools – ohjelmaan ja samalla kuunnellen kaiuttimen kautta tutkittavan tuotosta. Jos tutkittava tuotti jonkin tehtävän liian voimakkaalla tai hiljaisella äänellä, tutkija pystyi oman mikrofoninsa kautta pyytämään tutkittavaa tekemään tehtävän uudestaan. Jokaisen tehtävän jälkeen pidettiin tauko, jonka aikana tutkija kertasi seuraavan tehtävän ohjeet tutkittavan kanssa ja tutkittava sai juoda vettä. Vesilasi oli tutkittavan saatavilla koko äänityksen ajan. Jokaisen tutkittavan ääniaineisto tallennettiin peitenimen taakse muistitikulle, ja ääniaineistosta tehtiin myös varmuuskopio tutkijan omalle tietokoneelle. Tutkittavien taustatietolomakkeita säilytettiin tutkimuksen ajan asianmukaisesti lukitussa kaapissa.

4.4 Akustinen analyysi

Akustiseen analyysiin valittiin jokaiselta tutkittavalta vokaalit /a/, /i/ ja /u/, sillä nämä vokaalit edustavat kielen ja huulion eri asentoja ja maksimaalista formanttitaajuuksien vaihtelualuetta (Coleman, 1976; Davies & Goldberg, 2006). Tutkittavien vokaalituotosten pituudet vaihtelivat 2,6 sekunnista 8,7 sekuntiin. Koska lyhimmästä tuotoksesta vain kaksi sekuntia oli hyvälaatuista (0,6 sekuntia oli narinaa), päätettiin jokaisen tutkittavan vokaaleista tarkastella vain kahden sekunnin mittaista osaa. Lukupuheesta akustiseen analyysiin valittiin Pohjatuuli ja Aurinko – tekstin kolmas ja neljäs virke, koska Baken ja

Orlikoff (2000) suosittelevat, että akustiseen analyysiin tarvitaan enemmän kuin yksi luettu lause ja että lauseet tutkimuksia varten otettaisiin keskeltä tekstiä. Heidän mukaansa tutkittava voi lukea tekstin alku- ja loppuosan eri tavalla kuin tekstin keskiosan. Lukutekstin kolmannen virkkeen ajallinen kesto vaihteli 4.9–7.2 sekunnin välillä ja neljännen virkkeen 9.8–13.7 sekunnin välillä. Tutkittavien spontaanipuheesta valittiin akustiseen analyysiin ensimmäiset 19–22,5 sekuntia. Tähän päädyttiin, koska kokonaiskestoltaan lyhin spontaanipuhennyte oli vain 19,3 sekuntia. Kaikkien puhujien spontaanipuhennytteiden ajalliset kestot vaihtelivat 19,3 sekunnista 50,3 sekuntiin.

Ääniaineiston analysointiin käytettiin Praat-ohjelman versiota 5.3.81 (Boersma & Weenink, 1992–2014). Praat-ohjelma on tarkoitettu puheen analysoimiseen ja ohjelmaa päivitetään jatkuvasti uudempaan versioon. Sen voi ladata ilmaiseksi Internetistä Praatin kotisivuilta osoitteesta <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>. Praat-ohjelmassa toimivat Praat-skriptit, jotka nopeuttavat akustisten analyysien tekoa ja vähentävät virheitä (Lennes, 2004). Praat-skriptit ovat tekstitiedostoja, joissa on yksi tai useampi rivi, jotka toimivat komentolauseina. Praat-skripteillä voidaan kontrolloida yhtä tai useampaa toimintaa Praat-ohjelmassa (Weenink, 2014). Tässä tutkimuksessa käytettiin Mietta Lennesen praat-skriptejä, jotka haettiin osoitteesta <http://www.helsinki.fi/~lennes/praat-scripts/>. Skriptiä ”collect_pitch_data_from_files.praat” muokattiin laskemaan perustaajuuden maksimiarvon lisäksi myös perustaajuus ja perustaajuuden minimiarvo. Formanttitaajuuksien laskemiseen käytettiin skriptiä ”collect_formant_data_from_files.praat”. Narinaäänellä tai liian voimakkaalla äänellä (yli 90 dB) tuotetut osat vokaaleista tai sanat editoitiin manuaalisesti ja jätettiin tarkastelun ulkopuolelle.

Äänen akustista analyysiä varten Praat -ohjelman oletusasetuksena on perustaajuuden minimiarvona 75 ja maksimiarvona 500 Hz (Weenink, 2014). Oletusasetukset eivät kuitenkaan käy sekä miehille että naisille, vaan molemmille tulee asettaa eri perustaajuusasetukset. Matalaäänisille suomalaisille miehille suositellaan perustaajuuden alarajaksi 50–60 Hz ja naisille 75–100 Hz (Lennes, 2004). Jokaisen puhujan äänelle soveltuvat perustaajuusrajat asetettiin kuuntelemalla heidän ääntään ja tarkastelemalla Praat-ohjelmaan piirtynyttä perustaajuuskäyrää. Akustisen analyysin tekoon saatiin neuvoa Käyttäytymistieteellisen tiedekunnan fonetiikan jatko-opiskelija Mona Lehtiseltä ja analyysin teon aikana tutkija kävi myös fonetiikan akustisen analyysin tekoon keskittyvän kurssin. Mahdollisten virheiden varalta kaikki akustiset analyysit suoritettiin kahteen kertaan.

Tutkimuksen miestutkittaville asetettiin perustaajuuden alarajaksi 50–65 Hz ja ylärajaksi 150–200 Hz ja naistutkittaville alarajaksi 70–90 Hz ja ylärajaksi 300–500 Hz. Vain kahdelle miestutkittavalle asetettiin alarajaksi 50 Hz, koska heillä oli miehistä matalimmat äänet (toisella $f_0 = 76\text{--}90$ Hz ja toisella $f_0 = 88\text{--}101$ Hz). Vain yhdelle naistutkittavalle asetettiin alarajaksi 70 Hz, sillä hänen äänensä perustaajuus vaihteli hyvin laajalla alueella menemättä kuitenkaan narisevaksi. Transsukupuolisuus-diagnoosin saaneille miestutkittaville perustaajuuden alarajaksi asetettiin 70 Hz ja ylärajaksi 300 Hz ja transsukupuolisuus-diagnoosin saaneille naistutkittaville asetettiin perustaajuuden alarajaksi 70–80 Hz ja ylärajaksi 300–400 Hz. Myös formanttitaajuusasetuksen yläraja tuli asettaa erikseen naisille ja miehille (Weenink, 2014). Formanttitaajuusasetuksiksi asetettiin miestutkittaville ylärajaksi 3500 Hz ja naistutkittaville 5500 Hz. Transsukupuolisuus-diagnoosin saaneille miestutkittaville yläraja asetettiin 5000 Hz ja transsukupuolisuus-diagnoosin saaneille naistutkittaville 5500 Hz.

4.5 Kuuntelukoe

Arviot puhujien ääninäytteistä kerättiin kuuntelukokeiden muodossa syyskuun 2014 aikana. Kuuntelukokeeseen otettiin kahden sekunnin mittaiset vokaalit /a/, /i/ ja /u/ sekä kaksi luettua virkettä, joista oli tehty myös akustiset analyysit. Spontaanipuhenäytteitä ei sen sijaan valittu mukaan kuuntelukokeeseen, sillä spontaanipuhetuotoksia on vaikea verrata keskenään niiden sisällön erilaisuuden takia (Baken & Orlikoff, 2000). Kuuntelukoe koostui yhteensä 120 ääninäytteestä; kaikkien puhujien kolmesta vokaalituotosta ja kahdesta luetusta virkkeestä. Kuuntelijoiden tuli kunkin näytteen kuulemisen jälkeen vastata lomakkeelle, kuulostiko ääninäyte miehen vai naisen ääneltä ja kuinka maskuliiniselta tai feminiiniseltä se kuulosti 100 millimetrin VAS-janalla arvioituna (liite 17). Ennen varsinaisten kuuntelukokeiden järjestämistä tehtiin kuuntelukokeesta pilottikoe neljälle ihmiselle. Pilottikokeessa huomattiin, että vastauslomakkeen kysymykset olivat liian tiheässä, mikä vaikeutti oikealla rivillä pysymistä. Vastauslomakkeen kysymysten etäisyyttä laajennettiin varsinaiseen kuuntelukokeeseen, ja kuuntelijoille jaettiin viivoittimia oikealla rivillä pysymisen helpottamiseksi.

Varsinaiset kuuntelukokeet toteutettiin ryhmä- tai yksilökuunteluina Helsingin yliopiston Psychologicum -rakennuksen suhteellisen hiljaisessa terapiahuoneessa. Ennen kuuntelua kuuntelijat saivat harjoitella lomakkeelle vastaamista viiden harjoitusääninäytteen verran. Kuuntelijoita ohjeistettiin vastaamaan mahdollisimman nopeasti ääninäytteen jälkeen,

vastaamaan vain vastauslomakkeilla esiintyviin kysymyksiin ja välttämään ylimääräisten havaintojen kirjaamista vastauslomakkeille. Virheen sattuessa kuuntelijoita ohjeistettiin suttaamaan pieleen mennyt rasti ja tekemään uusi. Heitä pyydettiin kuitenkin luottamaan ensivaikutelmaan ja välttämään VAS-janalle tehtyjä pieniä millimetrin korjauksia. Kuuntelijoita ohjeistettiin toimimaan itsenäisesti ja mahdollisen puhujan tunnistamisen hetkellä pysyttelemään hiljaa, jotta puhujan henkilöllisyys ei paljastuisi muille. Kuuntelukokeet toteutettiin käyttämällä HP Elite desk – tietokonetta ja Labtec LCS 1070 – kaiuttimia. Ääninäytteet soitettiin Praat-ohjelman Experiment MFC:llä satunnaisessa järjestyksessä vain kerran eikä edelliseen ääninäytteeseen voinut palata. Kuuntelukokeen kesto oli kokonaisuudessaan noin 40 minuuttia. VAS-janalla tehdyt arviot mitattiin millimetriivoittimella.

4.6 Tilastolliset menetelmät

Miesten, naisten, transsukupuolisten miesten ja transsukupuolisten naisten äänen akustisista ominaisuuksista laskettiin keskiarvot tulosten vertailtavuutta varten. Tilastollisten analyysien tekoon käytettiin Windows 8.1 Pro -käyttöjärjestelmään sovitettua SPSS – ohjelmaa, versiota 22. Pearsonin tulomomenttikorrelaatiotestiä käytettiin puhujan vokaaliäännön perustaajuuden ja formanttitaajuuksien ja kuulijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välisen yhteyden tutkimiseen sekä puhujan lukupuheen perustaajuuden ja perustaajuuden minimin ja maksimin ja kuulijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välisen yhteyden tutkimiseen. Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin sopi näiden yhteyksien tutkimiseen, sillä sen avulla voidaan mitata kahden intervalli- tai suhdeasteikollisen muuttujan välistä riippuvuutta (Metsämuuronen, 2006).

Point-biserial -korrelaatiokerrointestiä käytettiin puhujan vokaaliäännön perustaajuuden ja formanttitaajuuksien ja kuulijan sukupuoliarvion välisen yhteyden tutkimiseen sekä puhujan lukupuheen perustaajuuden, perustaajuuden minimin ja maksimin ja kuulijan sukupuoliarvion välisen yhteyden tutkimiseen. Point-biserial -korrelaatiokerroin on Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroimen erityistapaus, joka voidaan laskea dikotomisista muuttujista, esimerkiksi juuri sukupuolimuuttujista, jotka voidaan merkitä arvoilla 0 tai 1 (Andrews University, 2005). Matemaattisesti point-biserial korrelaatiokerroin lasketaan ja tulkitaan samalla tavalla kuin Pearsoninkin

tulomomenttikorrelaatiokerroin. Muuttujien välillä ei ole lineaarista yhteyttä, jos Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin on lähellä nollaa (Holopainen & Pulkkinen, 2002).

Tässä tutkimuksessa laskettiin kuuntelijakohtaiset korrelaatiokertoimet sukupuoliarvion ja kunkin äänen akustisen muuttujan välille sekä kuuntelijakohtaiset korrelaatiokertoimet feminiinisyys-maskuliinisuusarvion ja kunkin akustisen muuttujan välille. Kaikista kuuntelijakohtaisista korrelaatiokertoimista laskettiin keskiarvoinen korrelaatiokerroin, jonka voimakkuus tulkittiin taulukon 6 mukaisesti (Quinnipiac University, 2014). Korrelaatiokertoimen lisäksi otettiin huomioon p-arvo, joka kertoi tilastollisen merkitsevyydestä (Taanila, 2013). Alle 0,001 p-arvo oli tilastollisesti erittäin merkitsevä, alle 0,01 p-arvo oli tilastollisesti merkitsevä ja alle 0,05 p-arvo oli tilastollisesti melkein merkitsevä (Kvantitatiivisten menetelmien tietovaranto, 2013).

Taulukko 6. Yhteyden voimakkuus Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimen mukaan (Quinnipiac University, 2014).

Korrelaatiokerroin r	Yhteyden voimakkuus
0,7 tai yli	Erittäin voimakas
0,4-0,69	Voimakas
0,3-0,39	Kohtalainen
0,2-0,29	Heikko
0,1-0,19	Ei yhteyttä

Puhujan oman feminiinisyys-maskuliinisuusarvion ja kuuntelijoiden keskiarvoisen arvion eroavaisuutta tutkittiin yhden otoksen t-testillä. Jos p-arvo on yhden otoksen t-testissä pienempi kuin 0,05, puhujan oma arvio ja kuulijoiden keskiarvoinen arvio eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Nummenmaa, 2004). Kuuntelijoiden ja puhujien sukupuoliarvion eroavaisuutta tutkittiin laskemalla prosentuaalisia lukuja. Tämän tutkimuksen aineistolle soveltuvien tilastollisten menetelmien valintaan ja käyttöön saatiin neuvoa Helsingin yliopiston Käyttäytymistieteellisen tiedekunnan tohtorikoulutettava Regina Garcia Velazquezilta.

5 Tulokset

5.1 Äänen akustiset ominaisuudet

Tutkittavilta mitattiin äänen perustaajuus (f_0) vokaalituotoista, kahdesta luetusta virkkeestä ja spontaanista puheesta. Kahdesta luetusta virkkeestä ja spontaanista puheesta mitattiin perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvot ($f_{0\min}$ ja $f_{0\max}$). Formanttitaajuudet (F_1 - F_3) mitattiin vokaalituotoista.

5.1.1 Äänen perustaajuus

Miesten äänen perustaajuusarvot olivat kaikista tutkittavaryhmien perustaajuusarvoista matalimmat ja naisten korkeimmat. Toiseksi matalimmat perustaajuusarvot olivat transsukupuolisilla miehillä ja toiseksi korkeimmat transsukupuolisilla naisilla. Transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuudet olivat lähempänä naisten kuin miesten keskiarvoisia perustaajuuksia. Miesten, naisten ja transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuuden keskiarvot on koottu taulukkoon 7. Keskiarvoisen perustaajuuslukeman lisäksi sulkujen sisälle on koottu vaihteluväli, jossa tutkittavien perustaajuusarvot vaihtelivat.

Taulukko 7. Tutkittavien äänen perustaajuuden (f_0) keskiarvo ja perustaajuuden vaihteluväli hertseinä.

Tehtävätyyppi	F0 Miehet n=9	F0 Naiset n=10	F0 Transsukupuoliset miehet n=2	F0 Transsukupuoliset naiset n=3
/a/	104 (86–119)	218 (198–253)	177 (176–177)	186 (162–220)
/i/	107 (87–121)	224 (200–257)	181 (180–182)	197 (172–242)
/u/	109 (90–122)	228 (203–259)	179 (176–181)	199 (172–248)
Luettu virke 1	110 (78–127)	191 (167–227)	171 (167–174)	181 (158–209)
Luettu virke 2	108 (76–126)	193 (161–232)	170 (167–172)	177 (153–208)
Spontaanipuhe	104 (81–121)	198 (187–221)	164 (163–166)	177 (158–205)

Miesäänen perustaajuus oli lähes samansuuruinen (104–110 Hz, G[#]-A) erilaisista tehtävistä huolimatta. Naisäänen perustaajuus sen sijaan oli vokaalituotoksissa hieman korkeampi (218–228 Hz, a-a[#]) kuin luetuissa virkkeissä tai spontaanissa puheessa (191–198 Hz, f[#]-g). Vokaalituotosten perustaajuudet olivat sekä transsukupuolisilla miehillä (177–179 Hz, f) että

naisilla (186–199 Hz, f[#]-g) hieman korkeampia kuin luetuissa virkkeissä tai spontaanipuheessa (TS-miehet: 164–171 Hz, e; TS-naiset: 177–181 Hz, f).

5.1.2 Perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot luku- ja spontaanipuheessa

Miesten perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot olivat kaikista tutkittavaryhmien perustaajuuden minimi- ja maksimiarvoista matalimmat. Toiseksi matalimmat perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot olivat transsukupuolisilla miehillä. Naisilla oli kaikista korkeimmat perustaajuuden maksimiarvot ja transsukupuolisilla naisilla toiseksi korkeimmat. Transsukupuolisilla naisilla oli sen sijaan kaikista korkeimmat perustaajuuden minimiarvot ja naisilla toiseksi korkeimmat. Ryhmien luku- ja spontaanipuheään keskiarvoiset perustaajuudet minimi- ja maksimiarvot on koottu taulukkoon 8. Keskiarvoisten minimi- ja maksimiarvojen lisäksi sulkujen sisälle on koottu minimi- ja maksimiarvot.

Taulukko 8. Ryhmien luku- ja spontaanipuheään keskiarvoiset perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot, (f₀min ja f₀max) ja niiden väliset etäisyydet puolisävelaskelin havainnollistettuna.

f₀min-max eri tehtävissä	Miehet n=9	Naiset n=10	Transsukupuoliset miehet n=2	Transsukupuoliset naiset n=3
Luettu virke 1				
f ₀ min	76 (51–100)	81 (69–92)	95 (77–112)	120 (94–162)
f ₀ max	161 (104–195)	303 (254–383)	231 (215–246)	276 (251–288)
psa	14	24	17	16
Luettu virke 2				
f ₀ min	67 (50–92)	89 (68–137)	74 (73–75)	103 (96–110)
f ₀ max	155 (104–191)	303 (261–359)	263 (233–292)	284 (268–309)
psa	16	23	23	19
Spontaanipuhe				
f ₀ min	62 (51–78)	81 (71–91)	68 (65–70)	75 (65–89)
f ₀ max	156 (112–198)	321 (255–389)	243 (223–263)	261 (220–291)
psa	17	25	23	23

Sekä luku- että spontaanipuheessa miesten keskiarvoiset perustaajuuden minimiarvot olivat lähes samansuuruiset. (62–76 Hz). Myöskään miesten luku- ja spontaanipuheen maksimiarvoissa (155–161 Hz) ei ollut juuri eroa. Perustaajuuden minimin ja maksimin välinen ero miehillä oli sekä luku- että spontaanipuheessa 14–17 puolisävelaskelta. Naisten perustaajuuden minimiarvot olivat luetuissa virkkeissä ja spontaanissa puheessa lähes samansuuruiset (81–89 Hz), ja niin myös maksimiarvot (303–321 Hz). Naisten perustaajuuden minimin ja maksimin välinen ero oli sekä luku- että spontaanipuheessa 23–

25 puolisävelaskelta. Transsukupuolisten miesten perustaajuuden minimiarvo spontaanissa puheessa ja lukupuheessa vaihteli 68–95 Hz:n välillä ja maksimiarvo 231–263 Hz:n välillä. Luku- ja spontaanipuheessa transsukupuolisten miesten perustaajuuden minimin ja maksimin välinen ero oli 17–25 puolisävelaskelta. Transsukupuolisten naisten perustaajuuden minimiarvo oli paljon matalampi spontaanissa puheessa (75 Hz) kuin luetuissa virkkeissä (103–120 Hz), mutta maksimiarvo oli lähes samansuuruinen eri tehtävissä (261–284 Hz). Spontaanin puheen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvon välinen ero oli 23 puolisävelaskelta ja lukupuheen 16–19 puolisävelaskelta.

5.1.3 Vokaalien formanttitaajuudet

Miesten kaikkien vokaalien keskiarvoiset formanttitaajuudet olivat naisten formanttitaajuuksia matalammat ja suurimmaksi osaksi myös transsukupuolisten henkilöiden formanttitaajuuksia matalammat. Miesten vokaalien keskiarvoiset F1-taajuudet olivat 21–25 %, F2-taajuudet 16–27 % ja F3-taajuudet 21–44 % naisten vokaalien formanttitaajuuksia matalammat. Miesten kaikkien vokaalien keskiarvoiset F1-taajuudet olivat 8–16 % ja F2-taajuudet 9–17 % transsukupuolisten miesten vokaalien formanttitaajuuksia matalammat. Miesten vokaaleista /u:/n ja /i:/n F3-taajuudet olivat 13–35 % transsukupuolisten miesten taajuuksia matalammat. Sen sijaan transsukupuolisten miesten /a/-vokaalin F3-taajuus oli 23 % miesten /a/-vokaalin F3-taajuutta matalampi. Miesten /a/- ja /u/- vokaalien keskiarvoiset F1-taajuudet olivat 6–14 % transsukupuolisten naisten taajuuksia matalammat, mutta /i/-vokaalin F1-taajuudet olivat samansuuruiset. Miesten vokaalien keskiarvoiset F2-taajuudet olivat 13–26 % ja F3-taajuudet 22–37 % transsukupuolisten naisten taajuuksia matalammat.

Transsukupuolisten henkilöiden vokaalien formanttitaajuudet olivat lähempänä keskiarvoisia naisten formanttitaajuuksia kuin miesten. Poikkeuksen tekivät transsukupuolisten miesten /a/-vokaalin keskiarvoinen F3-taajuus, joka oli naisten taajuutta 57 % matalampi ja /i/-vokaalin keskiarvoinen F2-taajuus, joka oli naisten taajuutta 21 % matalampi. Transsukupuolisten naisten formanttitaajuuksista taas /a/-vokaalin keskiarvoinen F1-taajuus oli 20 % naisten taajuutta matalampi ja /i/-vokaalin keskiarvoinen F1-taajuus oli 21 % naisten taajuutta matalampi. Vokaalien /a/, /i/ ja /u/ keskiarvoiset formanttitaajuusarvot on koottu taulukkoon 9. Keskiarvoisten formanttitaajuusarvojen lisäksi sulkujen sisälle on koottu vaihteluväli, jossa tutkittavien taajuusarvot vaihtelivat.

Taulukko 9. Vokaalien /a/, /i/ ja /u/ formanttitaajuuksien (F1-F3) keskiarvot ja niiden vaihteluvälit.

Vokaali ja formantti-taajuus	Miehet n=9	Naiset n=10	Transsukupuoliset miehet n=2	Transsukupuoliset naiset n=3
/a/				
F1	604 (436–734)	806 (652–880)	718 (583–852)	641 (468–813)
F2	920 (660–1103)	1254 (1062–1423)	1102 (905–1298)	1106 (1026–1191)
F3	1645 (1053–2570)	2929 (2788–3212)	1259 (1184–1334)	2620 (2468–2709)
/i/				
F1	315 (268–344)	397 (347–470)	341 (338–344)	314 (289–334)
F2	1822 (626–2217)	2382 (1063–2715)	1877 (1801–1952)	2449 (2314–2594)
F3	2386 (1868–2745)	3030 (2662–3291)	2743 (2610–2875)	3047 (2954–3136)
/u/				
F1	324 (261–351)	417 (373–465)	369 (329–409)	377 (351–392)
F2	641 (496–737)	767 (557–886)	707 (675–739)	739 (676–809)
F3	1795 (1035–2461)	2763 (2433–3124)	2757 (2744–2769)	2626 (2347–2985)

5.2. Akustisten ominaisuuksien yhteys sukupuoli- ja maskuliinisuus-feminiinisyyssarvioihin

Tutkittavien äänen akustisten ominaisuuksien ja kuulijoiden sukupuoliarvioiden välistä yhteyttä tutkittiin Point-biserial korrelaatiokertoimen avulla. Äänen akustisten ominaisuuksien ja kuulijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioiden välistä yhteyttä tutkittiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimen avulla.

5.2.1 Äänen perustaajuuden ja sukupuoliarvion yhteys

Kaikkien vokaalien sekä lukunäytteen perustaajuuksien ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p=0,000$) erittäin voimakas ($r=0,765-0,880$) yhteys. Kun äänen perustaajuus nousi, arvioitiin ääni useammin naisen ääneksi. Perustaajuudeltaan vain 253–259 Hz ääni arvioitiin aina naisen ääneksi ja 153–244 Hz ääni useammin naisen (yli 50 % arvioista) kuin miehen ääneksi. Poikkeuksen tekivät kahden transsukupuolisen naisen äänen perustaajuudet 169 Hz ja 208 Hz, jotka arvioitiin useammin miehen ääneksi. Perustaajuudeltaan 76–126 Hz ääni arvioitiin kuitenkin aina miehen ääneksi. Taulukkoon 10 on koottu vokaalien sekä lukunäytteen perustaajuuksien ja sukupuoliarvion välinen yhteys.

Taulukko 10. Äänen perustaajuuden f0 ja sukupuoliarvion välinen yhteys. Taulukkoon on myös merkitty korrelaatiokertoimen vaihteluväli.

F0 eri tehtävässä	r	r:n vaihteluväli	p-arvo
/a/	0,880	0,616–0,923	0,000
/i/	0,818	0,529–0,921	0,000
/u/	0,785	0,523–0,908	0,000
virke 2	0,765	0,695–0,896	0,000

Lukunäytteissä kaikki miehet arvioitiin 100 % miehiksi, naiset 96 % naisiksi ja transsukupuoliset miehet 100 % naisiksi. Transsukupuolisista naisista yksi arvioitiin 48 % naiseksi, toinen 96 % miehiksi ja kolmas 76 % naiseksi. Vokaalinäytteissä kaikki miehet arvioitiin jälleen 100 % miehiksi ja naiset 88–100 % naisiksi. Vain yhden naisen kaikki vokaalit arvioitiin 100 % naisen tuottamiksi. Vokaalinäytteissä transsukupuolisista miehistä toinen arvioitiin 88–100 % naiseksi ja toinen 92–100 % naiseksi. Transsukupuolisista naisista yksi arvioitiin vokaalinäytteissä 28–72 % naiseksi, toinen 24–84 % naiseksi ja kolmas 52–80 % naiseksi.

5.2.2 Äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen ja sukupuoliarvion yhteys

Äänen perustaajuuden minimiarvon ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välillä oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,008$) voimakas ($r=0,525$) yhteys. Kun äänen perustaajuuden minimiarvo nousi, ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi. Perustaajuuden minimiarvon ollessa 68–137 Hz ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi ja minimiarvon ollessa 50–67 Hz ääni arvioitiin aina miehen ääneksi. Äänen perustaajuuden maksimiarvon ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välillä oli erittäin merkitsevä ($p=0,000$) erittäin voimakas yhteys ($r=0,795$). Kun äänen perustaajuuden maksimiarvo nousi, ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi. Perustaajuuden maksimiarvon ollessa 233–359 Hz ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi ja maksimiarvon ollessa 104–191 Hz ääni arvioitiin aina miehen ääneksi. Taulukkoon 11 on koottu äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välinen yhteys lukunäytteessä.

Taulukko 11. Perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen ja sukupuoliarvion välinen yhteys lukunäytteissä. Taulukkoon on myös merkitty korrelaatiokertoimen vaihteluväli.

akustinen muuttuja lukunäytteessä	r	r:n vaihteluväli	p-arvo
f0min	0,525	0,525–0,525	0,008
f0max	0,795	0,681–0,918	0,000

5.2.3 Vokaalien formanttitaajuuksien ja sukupuoliarvion yhteys

/i/- ja /a/-vokaalin F1-taajuuden ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p=0,001$) voimakas ($r=0,655-0,672$) yhteys ja /u/-vokaalin F1-taajuuden ja sukupuoliarvion välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p=0,001$) erittäin voimakas ($r=0,716$) yhteys. Kun vokaalien F1-taajuudet nousivat, arvioitiin ääni useammin naisen ääneksi. Vokaalin /a/ F1-taajuuden ollessa 643–880 Hz, /i/ F1-taajuuden ollessa 347–470 Hz ja /u/ F1-taajuuden ollessa 370–465 Hz, ääni arvioitiin useammin naisen kuin miehen ääneksi. Miehen ääneksi ääni arvioitiin aina, jos F1-taajuus oli /a/-vokaalissa 436–637 Hz, /i/-vokaalissa 268–344 Hz ja /u/-vokaalissa 261–351 Hz. Vokaalin /a/ F2-taajuuden ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p=0,001$) voimakas ($r=0,645$) yhteys ja vokaalin /u/ F2-taajuuden ja sukupuoliarvion välillä oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,003$) voimakas ($r=0,583$) yhteys. Kun /a/- ja /u/-vokaalin F2-taajuudet nousivat, arvioitiin ääni useammin naisen ääneksi. Vokaalin /a/ F2-taajuuden ollessa 1062–1423 Hz ja vokaalin /u/ F2-taajuuden ollessa 557–886 Hz ääni arvioitiin useammin naisen kuin miehen ääneksi. Miehen ääneksi ääni arvioitiin aina, jos F2-taajuus oli /a/-vokaalissa 660–1041 Hz ja /u/-vokaalissa 496 Hz. Ainoastaan /i/-vokaalin F2-taajuuden ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä.

Kaikkien vokaalien F3-taajuuden ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä tai merkitsevä ($p=0,001-0,002$) voimakas ($r=0,618-0,687$) yhteys. Kun F3-taajuudet nousivat, arvioitiin ääni useammin naisen ääneksi. Vokaalin /a/ F3-taajuuden ollessa 2468–3212 Hz, vokaalin /i/ F3-taajuuden ollessa 2662–3291 Hz ja vokaalin /u/ ollessa 2347–3124 Hz, ääni arvioitiin useammin naisen kuin miehen ääneksi. Miehen ääneksi ääni arvioitiin aina, jos F3-taajuus oli /a/-vokaalissa 1053–2401 Hz, /i/-vokaalissa

1863–2624 Hz ja /u/-vokaalissa 1035 Hz. Taulukkoon 12 on koottu vokaalien formanttitaajuuksien ja kuuntelijoiden sukupuoliarvion välinen yhteys.

Taulukko 12. Vokaalien formanttitaajuuksien ja sukupuoliarvion yhteys. Taulukkoon on myös merkitty korrelaatiokertoimen vaihteluväli.

Akustinen muuttuja ja vokaali	r	r:n vaihteluväli	p-arvo
F1 /a/	0,655	0,579–0,756	0,001
F2 /a/	0,645	0,532–0,701	0,001
F3 /a/	0,618	0,565–0,653	0,002
F1 /i/	0,672	0,585–0,759	0,001
F2 /i/	0,382	0,115–0,494	0,093
F3 /i/	0,641	0,525–0,756	0,002
F1 /u/	0,716	0,539–0,821	0,001
F2 /u/	0,583	0,500–0,722	0,003
F3 /u/	0,687	0,462–0,762	0,001

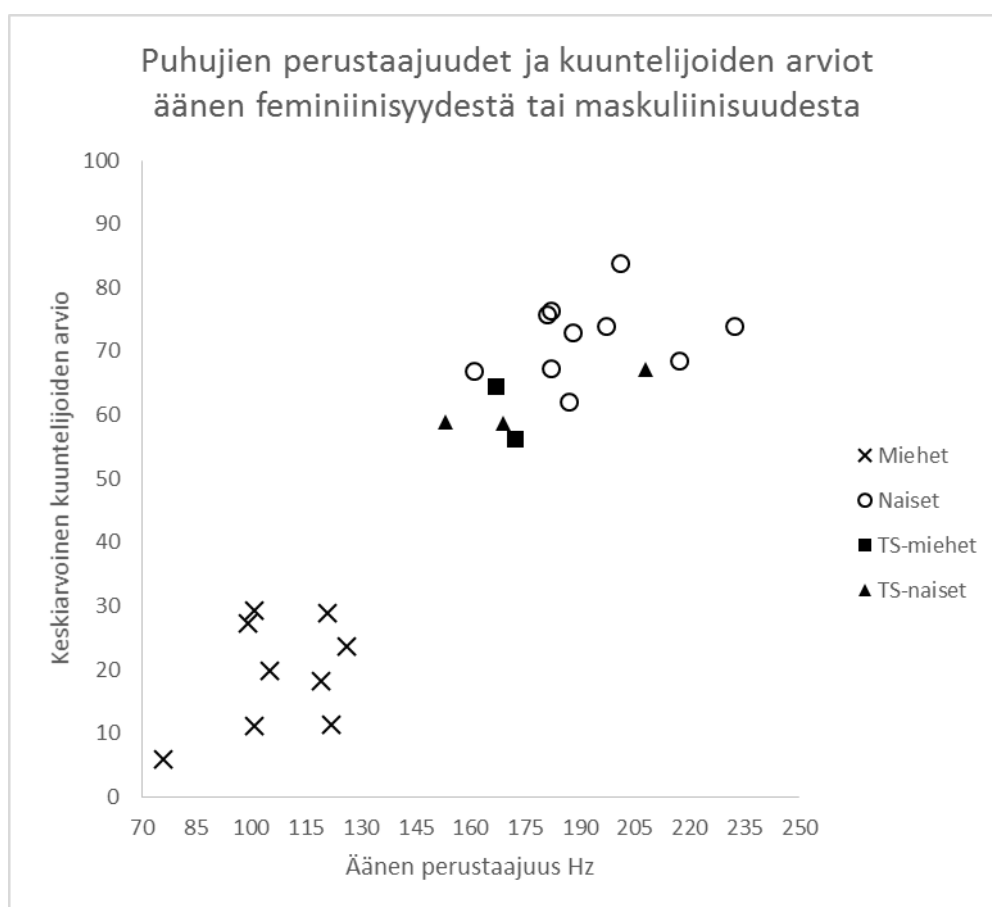
5.2.4 Äänen perustaajuuden ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion yhteys

Kaikkien vokaalien sekä lukunäytteiden perustaajuuksien ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p=0,000$) erittäin voimakas ($r=0,845-0,885$) yhteys. Kun äänen perustaajuus nousi, arvioitiin se feminiinisemmäksi. Perustaajuudeltaan 153–259 Hz äänet arvioitiin VAS-janalla pistein 45–84. Poikkeuksen teki perustaajuus 182 Hz (/i/-vokaalissa), joka arvioitiin pistein 21. Korkein taajuus 259 Hz ei saanut kuitenkaan korkeinta feminiinisyyssarviota eikä matalin 161 Hz matalinta feminiinisyyssarviota. Korkeimman feminiinisyyssarvion sai taajuus 201 Hz ja matalimmat arviot taajuudet 162 Hz ja 176 Hz. Perustaajuudeltaan 76–126 Hz äänet arvioitiin VAS-janalla pistein 6-29. Myöskään tällä taajuusvälillä kaikista korkein perustaajuus 126 Hz ei saanut korkeinta maskuliinisyyssarviota, vaan korkeimman sai taajuus 104 Hz. Kaikista matalin taajuus 76 Hz sen sijaan sai kaikista matalimman maskuliinisyyssarvion. Taulukkoon 13 on koottu äänen perustaajuuden ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisyyssarvion välinen yhteys.

Taulukko 13. Äänen perustaajuuden ja feminiinisyyys-maskuliinisuusarvion yhteys. Taulukkoon on myös merkitty korrelaatiokerroimen vaihteluväli.

akustinen muuttuja	r	r:n vaihteluväli	p-arvo
f0 /a/	0,885	0,664–0,963	0,000
f0 /i/	0,867	0,536–0,956	0,000
f0 /u/	0,866	0,549–0,955	0,000
f0 virke2	0,845	0,549–933	0,000

Lukupuheäänen perustaajuuden ja feminiinisyyys-maskuliinisuusarvion välistä yhteyttä on havainnollistettu kuvassa 4. Kuvassa on tutkittavien lukunäytteiden (virke 2) perustaajuudet ja kuuntelijoiden keskiarvoiset kullekin lukunäytteelle antamat feminiinisyyys-maskuliinisuusarviot.



Kuva 4. Puhujien äänen perustaajuudet ja kuuntelijoiden feminiinisyyys-maskuliinisuusarviot VAS-janalla arvioituna. VAS-janalla 0 pistettä tarkoittaa erittäin maskuliinista ja 100 pistettä erittäin feminiinistä ääntä.

5.2.5 Äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvojen ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion yhteys

Äänen perustaajuuden minimiarvon ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välillä oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,005$) voimakas ($r=0,549$) yhteys. Kun perustaajuuden minimiarvo nousi, ääni arvioitiin feminiinisemmäksi. Perustaajuuden minimiarvon ollessa 68–137 Hz ääni arvioitiin VAS-janalla pistein 56–84. Poikkeuksen tekivät seuraavat perustaajuuden minimiarvot: 71 Hz (VAS-pisteet: 24), 77 Hz (VAS-pisteet: 18), 82 Hz (VAS-pisteet: 11) ja 92 Hz (VAS-pisteet: 29). Kaikista matalin taajuus ei saanut matalinta feminiinisyyssarviota eikä korkein korkeinta. Matalimman feminiinisyyssarvion sai taajuus 73 Hz. ja korkeimman taajuus 94 Hz. Perustaajuuden minimiarvon ollessa 50–63 Hz ääni arvioitiin VAS-janalla pistein 6–29. Tällöin matalin taajuus sai matalimman maskuliinisuusarvion ja korkein taajuus korkeimman arvion.

Äänen perustaajuuden maksimiarvon ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välinen yhteys oli erittäin merkitsevä ($p=0,000$) ja erittäin voimakas ($r=0,848$). Perustaajuuden maksimiarvon ollessa 233–359 Hz ääni arvioitiin VAS-janalla pistein 56–84. Korkein taajuus 359 Hz ei kuitenkaan saanut korkeinta feminiinisyyssarviota, vaan sen sai taajuus 310 Hz. Sen sijaan taajuus 233 Hz sai matalimman feminiinisyyssarvion. Perustaajuuden maksimiarvon ollessa 104–191 Hz ääni arvioitiin VAS-janalla pistein 6–29. Korkein taajuus ei kuitenkaan saanut korkeinta maskuliinisuusarviota, vaan korkeimman arvion sai taajuus 143 Hz. Matalin taajuus sai kuitenkin matalimman maskuliinisuusarvion. Taulukkoon 14 on koottu äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvon ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välinen yhteys.

Taulukko 14. Äänen perustaajuuden minimi- ja maksimiarvon ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välinen yhteys. Taulukkoon on myös merkitty korrelaatiokertoimen vaihteluväli.

akustinen muuttuja lukunäytteessä	r	r:n vaihteluväli	p-arvo
f0min	0,549	0,521–586	0,005
f0max	0,848	0,585–0,913	0,000

5.2.6 Vokaalien formanttitaajuuksien ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioiden yhteys

Vokaalin /u/ F1-taajuuden ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p=0,001$) erittäin voimakas ($r=0,727$) yhteys. Kun /u/-vokaalin F1-taajuus nousi, ääni arvioitiin feminiinisemmäksi. /u/-vokaalin F1-taajuus 465 Hz sai VAS-janalla arvioituna korkeimman arvion (75 p) ja F1-taajuus 337 Hz matalimman (8 p). Myös /a/- ja /i/- vokaalien F1-taajuuksien ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p=0,001$) voimakas ($r=0,658-0,675$) yhteys. Kun vokaalien /a/ ja /i/ F1-taajuudet nousivat, ääni arvioitiin feminiinisemmäksi. /a/-vokaalin F1-taajuus 796 Hz sai VAS-janalla arvioituna korkeimman arvion (78 p) ja F1-taajuus 637 Hz matalimman (8 p). /i/-vokaalin F1-taajuus 470 Hz sai VAS-janalla arvioituna korkeimman arvion (79 p) ja F1-taajuus 344 Hz matalimman (7 p).

Vokaalin /a/ F2-taajuuden ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välinen yhteys oli erittäin merkitsevä ($p=0,001$) ja voimakas ($r=0,651$) ja vokaalin /u/ F2-taajuuden ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välinen yhteys oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,004$) ja voimakas ($r=0,572$). Kun /a/- ja /u/-vokaalin F2-taajuudet nousivat, ääni arvioitiin feminiinisemmäksi. /a/-vokaalin F2-taajuus 1062 Hz sai VAS-janalla arvioituna korkeimman arvion (78 p) ja F2-taajuus 1041 Hz matalimman (8 p). /u/-vokaalin F2-taajuus 774 Hz sai VAS-janalla arvioituna korkeimman arvion (75 p) ja F2-taajuus 652 Hz matalimman (8 p). Kaikkien vokaalien F3-taajuuksien ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioiden välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä tai merkitsevä ($p=0,001-0,002$) voimakas ($r=0,620-0,673$) yhteys. Kun vokaalien F3-taajuudet nousivat, ääni arvioitiin feminiinisemmäksi. /a/-vokaalin F3-taajuus 2788 Hz sai VAS-janalla arvioituna korkeimman arvion (78 p) ja F3-taajuus 2570 Hz matalimman (8 p). /i/-vokaalin F3-taajuus 3291 Hz sai VAS-janalla arvioituna korkeimman arvion (79 p) ja F3-taajuus 2619 Hz matalimman (7 p). /u/-vokaalin F3-taajuus 2941 Hz sai VAS-janalla arvioituna korkeimman arvion (75 p) ja F3-taajuus 2393 Hz matalimman (8 p). /i/-vokaalin F2-taajuuden ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Taulukkoon 15 on koottu vokaalien formanttitaajuuksien ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välinen yhteys.

Taulukko 15. Vokaalien formanttitaajuuksien ja kuuntelijoiden feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion välinen yhteys. Taulukkoon on myös merkitty korrelaatiokertoimen vaihteluväli.

akustinen muuttuja	r	r:n vaihteluväli	p-arvo
F1 /a/	0,658	0,521–0,764	0,001
F2 /a/	0,651	0,524–0,730	0,001
F3 /a/	0,620	0,525–0,708	0,002
F1 /i/	0,675	0,528–0,766	0,001
F2 /i/	0,402	0,091–0,514	0,052
F3 /i/	0,643	0,545–0,724	0,001
F1 /u/	0,727	0,530–0,839	0,001
F2 /u/	0,572	0,527–0,662	0,004
F3 /u/	0,673	0,555–0,770	0,001

5.3 Puhujan subjektiivisen sukupuoli- ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion ja kuuntelijoiden arvioiden erot

Tutkittavien omia sukupuoli- ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioita verrattiin kuuntelijoiden arvioihin. Puhujan oman sukupuoliarvion ja kuuntelijoiden sukupuoliarvioiden yhteneväisyyttä tutkittiin prosentuaalisesti ja puhujan oman feminiinisyyss-maskuliinisuusarvion ja kuuntelijoiden keskiarvoisen arvion eroavaisuutta tutkittiin yhden otoksen t-testillä.

5.3.1 Puhujien subjektiiviset sukupuoliarviot äänestään

Kaikki naiset arvioivat itse oman äänensä kuulostavan naisen ääneltä ja kaikki miehet arvioivat oman äänensä kuulostavan miehen ääneltä. Molemmat transsukupuoliset miehet arvioivat itse kuulostavansa miehiltä, mutta vain yksi transsukupuolinen nainen arvioi oman äänensä kuulostavan naisen ääneltä. Taulukkoon 16 on koottu tutkittavaryhmien omat arviot äänen sukupuolesta.

Taulukko 16. Tutkittavaryhmien omat arviot äänen sukupuolesta.

Ryhmä	Miehen ääneltä	Naisen ääneltä
Miehet (n=9)	9/9	-
Naiset (n=10)	-	10/10
Transsukupuoliset miehet (n=2)	2/2	-
Transsukupuoliset naiset (n=3)	2/3	1/3

5.3.2 Puhujan subjektiivisen sukupuoliarvion ja kuuntelijoiden sukupuoliarvioiden ero

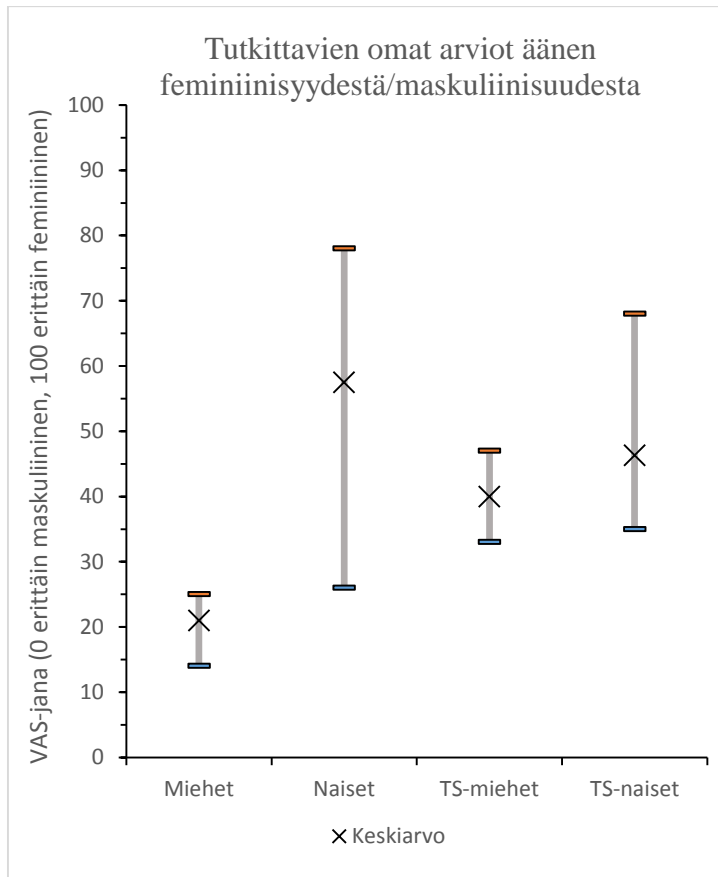
Kuuntelijat olivat täysin samaa mieltä miestutkittavien kanssa siitä, että miestutkittavien lukupuheääni kuulosti miehen ääneltä. Kuuntelijat arvioivat kuitenkin yhden naisen lukupuheäänen kuulostavan miehen ääneltä. Tämän naisen äänen perustaajuus oli 187 Hz, perustaajuuden minimiarvo oli 73 Hz ja maksimiarvo 298 Hz. Kaikki kuuntelijat olivat eri mieltä transsukupuolisten miesten kanssa, sillä he arvioivat molempien transsukupuolisten miesten lukupuheääni kuulostavan naisen ääneltä. Transsukupuolisista miehistä toisen äänen perustaajuus oli 167 Hz, perustaajuuden minimi 75 Hz ja maksimi 292 Hz, ja toisen äänen perustaajuus oli 172 Hz, perustaajuuden minimi 73 Hz ja maksimi 233 Hz. Kolmesta transsukupuolisesta naisesta vain yksi arvioi oman äänensä kuulostavan naisen ääneltä, minkä kanssa 12 kuuntelijaa oli samaa mieltä (48 %). Tämän transsukupuolisen naisen lukupuheäänen perustaajuus oli 169 Hz, perustaajuuden minimiarvo oli 96 Hz ja maksimiarvo 268 Hz. Kaksi muuta transsukupuolista naista arvioivat äänensä kuulostavan miehen ääneltä, joista toisen kanssa 24 kuuntelijaa oli samaa mieltä (96 %). Tämän transsukupuolisen naisen lukupuheäänen perustaajuus oli 208 Hz, perustaajuuden minimiarvo oli 110 Hz ja maksimiarvo 309 Hz. Sen sijaan toisen transsukupuolisen naisen oman arvion kanssa 19 kuuntelijaa oli eri mieltä (76 %). Tämän transsukupuolisen naisen lukupuheäänen perustaajuus oli 153 Hz, perustaajuuden minimiarvo oli 102 Hz ja maksimiarvo 276 Hz. Taulukkoon 17 on koottu tutkittavien oman äänen sukupuoliarvio ja kuuntelijoiden sukupuoliarviot. Kuuntelijoiden sukupuoliarviot ovat puhujien lukunäytteestä (virke 2).

Taulukko 17. Puhujien subjektiivisen sukupuoliarvion ja kuuntelijoiden sukupuoliarvioiden yhteneväisyys prosentteina.

Tutkittavat	Oma arvio äänen sukupuolesta	Kuuntelijoiden arvioiden ja oman arvion yhteneväisyys %
Miehet (n=9)	mies	100
Naiset (n=10)	nainen	96
Transsukupuoliset miehet (n=2)	mies	0
Transsukupuolinen nainen	nainen	48
Transsukupuolinen nainen	mies	96
Transsukupuolinen nainen	mies	24

5.3.3 Puhujien subjektiiviset feminiinisyyden-maskuliinisuusarviot äänestään

Naisten keskiarvoinen arvio oman äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta VAS-janalla arvioituna oli 58 pistettä (vaihteli 26–78 pisteen välillä). Miesten keskiarvoinen arvio oman äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta VAS-janalla arvioituna oli 21 pistettä (vaihteli 14–25 pisteen välillä). Transsukupuolisten miesten keskiarvoinen arvio oman äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta VAS-janalla arvioituna oli 40 pistettä (vaihteli 33–47 pisteen välillä). Transsukupuolisten naisten keskiarvoinen arvio oman äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta VAS-janalla arvioituna oli 46 pistettä (vaihteli 35–68 pisteen välillä). Liitteeseen 18 on koottu tarkat jokaisen tutkittavan omat VAS-arviot. Kuvaan 5 on koottu puhujien subjektiiviset arviot oman äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta VAS-janalla arvioituna (0 = erittäin maskuliininen, 100 = erittäin feminiininen). Kuvassa on esitelty feminiinisyyden-maskuliinisuusarvioiden keskiarvoinen arvio sekä vaihteluvälit tutkittavaryhmittäin.



Kuva 5. Tutkittavien omat arviot äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta

5.3.4 Puhujan subjektiivisen ja kuuntelijoiden keskiarvoisten feminiinisyydens- maskuliinisuusarvioiden ero

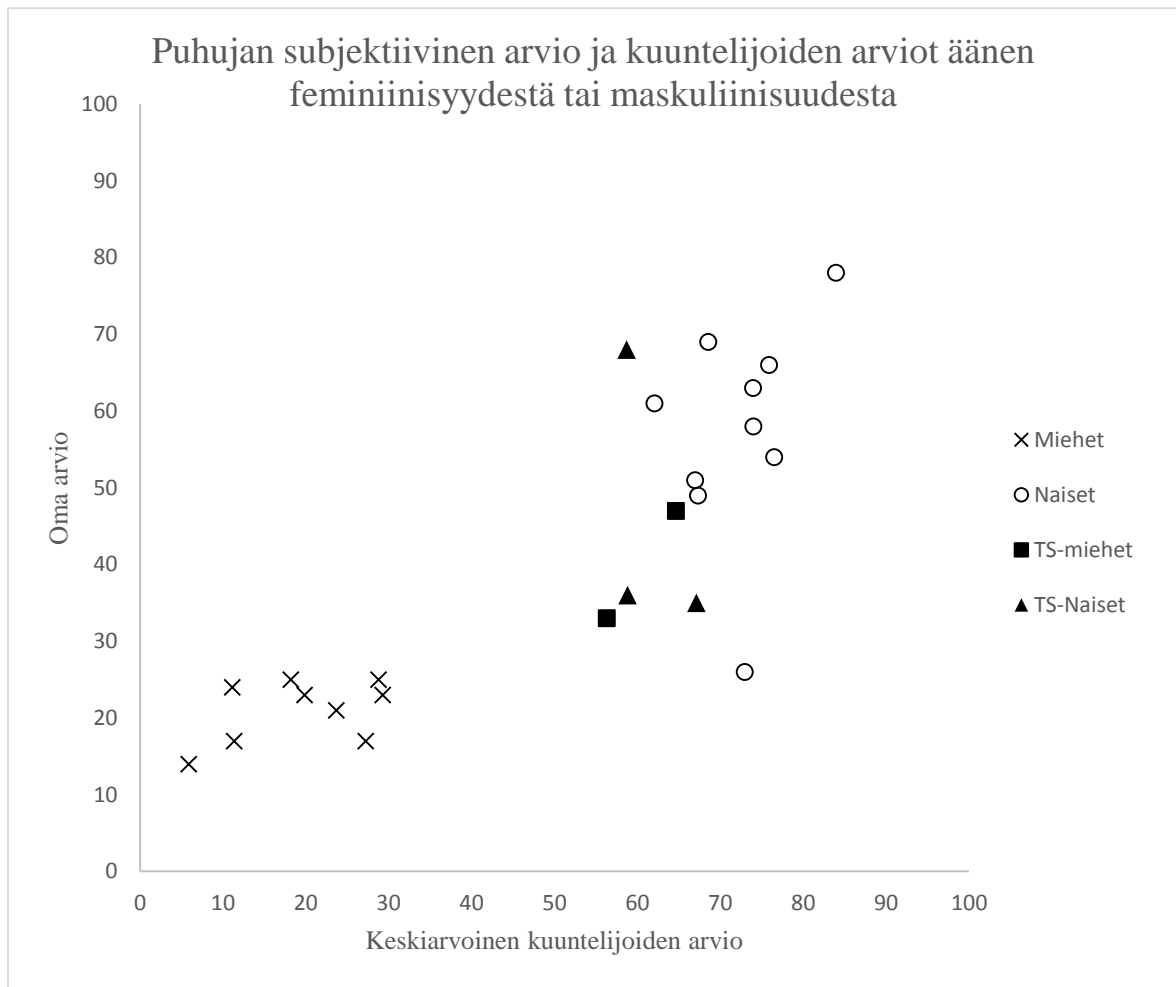
Kuuntelijoiden arviot lukupuheäänien feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta ja tutkittavien omat arviot erosivat suurimmaksi osaksi (75 %) tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Kuuntelijat arvioivat viiden tutkittavan (tutkittavat: 1, 8, 11, 15 ja 23) lukupuheäänien tilastollisesti merkitsevästi ($p=0,000-0,019$) maskuliinisemmiksi kuin tutkittavat itse. Lisäksi kuuntelijat arvioivat kolmentoista tutkittavan (tutkittavat: 2-6, 9, 10, 12, 13, 16, 19, 22 ja 24) lukupuheäänien tilastollisesti merkitsevästi ($p=0,000-0,023$) feminiinisemmiksi kuin tutkittavat itse. Vain kuuden tutkittavan (7, 14, 17, 18, 20 ja 21) oma arvio äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta ja kuulijoiden keskiarvoinen arvio eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Tutkittavien oman arvion ja kuuntelijoiden keskiarvoisen arvion ero äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta on koottu taulukkoon 18.

Taulukko 18. Tutkittavan oma arvio äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta sekä kuuntelijoiden keskiarvoinen arvio.

nro	Tutkittava	Oma arvio	Ka. kuuntelijoiden arvio	t	p-arvo sig. (2- tailed)
1	mies	14	5.880	-7.536	0.000
2	nainen	54	76.520	9.168	0.000
3	nainen	78	83.960	2.420	0.023
4	nainen	51	66.960	5.340	0.000
5	nainen	49	67.320	6.194	0.000
6	nainen	58	74.000	5.387	0.000
7	nainen	69	68.560	-0.127	0.900
8	Ts-nainen	68	58.720	-2.526	0.019
9	nainen	66	75.880	3.100	0.005
10	Ts-nainen	35	67.120	9.138	0.000
11	mies	25	18.200	-2.672	0.013
12	nainen	63	73.960	3.153	0.004
13	nainen	26	72.960	16.166	0.000
14	mies	23	29.280	1.474	0.153
15	mies	17	11.360	-3.722	0.001
16	mies	17	27.240	3.399	0.002
17	nainen	61	62.080	0.400	0.692
18	mies	23	19.880	-1.294	0.208
19	Ts-mies	47	64.640	4.933	0.000
20	mies	25	28.800	1.525	0.140
21	mies	21	23.680	0.833	0.413
22	Ts-mies	33	56.320	6.144	0.000
23	mies	24	11.120	-8.166	0.000
24	Ts-nainen	36	58.840	7.688	0.000

Kuuntelijat arvioivat naisten lukupuheäänien feminiinisemmäksi (ka. 72 p) kuin naiset itse (ka. 58 p). Kuuntelijat arvioivat miesten lukupuheäänistä viisi lähes samalla tavoin kuin miehet itse, mutta neljän miehen äänet he arvioivat maskuliinisemmiksi kuin miehet itse. Yhden miehen ääni (f0=76 Hz, oma VAS: 14p) arvioitiin maskuliinisemmalla arviolla pistein 6, toisen ääni (f0=119 Hz, oma VAS: 25p) arvioitiin pistein 11, kolmannen miehen ääni (f0=122, oma VAS:17p) arvioitiin pistein 11 ja neljännen miehen ääni (f0=101 Hz, oma VAS: 24 p) arvioitiin pistein 11. Transsukupuolisille miehille arvioitiin paljon feminiinisemmät äänet kuin he itse olivat arvioineet. Toisen transsukupuolisen miehen ääni (f0=167 Hz, oma VAS: 47p) arvioitiin pistein 65 ja toisen ääni (f0=172 Hz, oma VAS: 33p) arvioitiin pistein 56. Yhdelle transsukupuoliselle naiselle (f0=169 Hz, oma VAS: 68 p) kuuntelijat arvioivat maskuliinisemmän arvion (59 p) kuin tämä itse, ja kahdelle muulle

paljon feminiisemmät arviot. Toisen transsukupuolisen naisen äänen (f0=153 Hz, oma VAS: 36 p) kuuntelijat arvioivat pistein 59 ja toisen äänen (f0=208 Hz, oma VAS: 35) pistein 67. Tutkittavien ja kuuntelijoiden arvioiden eroavaisuutta on havainnollistettu kuvassa 6.



Kuva 6. Puhujan subjektiivinen arvio omasta äänestään ja kuuntelijoiden keskiarvoinen arvio lukupuheäänä feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta VAS-janalla arvioituna. VAS-janalla 0 pistettä tarkoittaa erittäin maskuliinista ja 100 pistettä erittäin feminiinistä.

5.4 Tulosten yhteenveto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, miten suomalaisten miesten, naisten ja transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuus, perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot ja vokaalien formanttitaajuudet eroavat toisistaan. Tutkimuksen tarkoituksena oli myös selvittää, onko äänen akustisten ominaisuuksien ja sukupuolen välillä tai akustisten ominaisuuksien ja äänen feminiinisyyden tai maskuliinisuuden välillä yhteyttä. Lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin, miten puhujan subjektiivinen arvio omasta äänestä erosi kuulijan arviosta.

Miesten äänen perustaajuus sekä perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot olivat kaikista tutkittavaryhmistä matalimmat ja naisten äänen perustaajuus ja perustaajuuden maksimiarvo korkeimmat. Kaikista korkeimmat perustaajuuden minimiarvot olivat kuitenkin transsukupuolisilla naisilla. Miesten kaikkien vokaalien formanttitaajuudet olivat naisten formanttitaajuuksia 16–44 % matalammat ja suurimmaksi osaksi myös transsukupuolisten henkilöiden formanttitaajuuksia 6–37 % matalammat.

Äänen perustaajuuden, perustaajuuden minimin ja maksimin sekä vokaalien formanttitaajuuksien (mutta ei /i:n F2) ja sukupuoliarvion välillä oli tilastollisesti merkitsevä tai erittäin merkitsevä voimakas tai erittäin voimakas yhteys. Äänen perustaajuuden, perustaajuuden minimin ja maksimin sekä vokaalien formanttitaajuuksien (mutta ei /i:n F2) ja äänen feminiinisyyden-maskuliinisuusarvion välillä oli tilastollisesti merkitsevä tai erittäin merkitsevä voimakas tai erittäin voimakas yhteys. Kun taajuudet nousivat, ääni arvioitiin useammin (yli 50 % arvioista) naisen ääneksi ja feminiiniseksi. Perustaajuuden ollessa 153–244 Hz, perustaajuuden minimin ollessa 68–137 Hz ja maksimiarvon ollessa 233–359 Hz ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi ja feminiiniseksi. Vokaalin /a/ F1-taajuuden ollessa 643–880 Hz, /i/ F1-taajuuden ollessa 347–470 Hz ja /u/ F1-taajuuden ollessa 370–465 Hz, ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi ja feminiiniseksi. Vokaalin /a/ F2-taajuuden ollessa 1062–1423 Hz ja vokaalin /u/ F2-taajuuden ollessa 557–886 Hz ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi ja feminiiniseksi. Vokaalin /a/ F3-taajuuden ollessa 2468–3212 Hz, vokaalin /i/ F3-taajuuden ollessa 2662–3291 Hz ja vokaalin /u/ ollessa 2347–3124 Hz, ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi ja feminiiniseksi.

Kuuntelijat arvioivat äänen eri tavalla kuin puhujat itse. Kaikki naiset arvioivat itse oman äänensä kuulostavan naisen ääneltä ja kaikki miehet arvioivat oman äänensä kuulostavan

miehen ääneltä. Molemmat transsukupuoliset miehet arvioivat itse kuulostavansa miehiltä, mutta vain yksi transsukupuolinen nainen arvioi oman äänensä kuulostavan naisen ääneltä. Kuuntelijat olivat 96 % samaa mieltä naisten, 100 % samaa mieltä miesten ja 100 % eri mieltä transsukupuolisten miesten kanssa. Transsukupuolisen naisen kanssa, joka arvioi oman äänensä kuulostavan naisen ääneltä, 48 % kuuntelijoista oli samaa mieltä. Transsukupuolisista naisista, jotka arvioivat oman äänensä kuulostavan miehen ääneltä, toisen kanssa 96 % kuuntelijoista oli samaa mieltä ja toisen kanssa 76 % kuuntelijoista oli eri mieltä.

Naisten keskiarvoinen oman äänen feminiinisyyden-maskuliinisuusarvio VAS-janalla arvioituna oli 58 pistettä ja miesten 21 pistettä (vaihteli 14–25 pisteen välillä). Transsukupuolisten miesten keskiarvoinen arvio oli 40 pistettä ja transsukupuolisten naisten keskiarvoinen arvio oli 46 pistettä. Kuuntelijoiden arviot äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta ja erosivat suurimmaksi osaksi (75 %) tutkittavien omista arvioista.

6 Pohdinta

Tässä tutkimuksessa tutkittiin suomalaisten henkilöiden äänen akustisia ominaisuuksia ja niiden eroavaisuuksia. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin sukupuolen ja äänen akustisten ominaisuuksien sekä äänen feminiinisyyden tai maskuliinisuuden ja akustisten ominaisuuksien välistä yhteyttä. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös, miten subjektiivinen kokemus omasta äänestä ja kuulijan arvio erosivat toisistaan.

6.1 Miehillä matalin äänen perustaajuus, naisilla korkein

Tässä tutkimuksessa miesten äänen perustaajuus lukunäytteissä oli 108–110 Hz, mikä vastasi Laukkasen ja Leinon (1999) raportoimaa suomalaisten miesten lukupuheäänen perustaajuutta (110 Hz) sekä lähes Brownin ym. (1991) tutkimuksessa mitattua (118 Hz), Hollienin ja Shippin (1975) tutkimuksessa mitattua (112–120 Hz) ja Fitchin ja Holbrookin (1970) tutkimuksessa mitattua (117 Hz) miesten lukupuheäänen perustaajuutta. Muissa tutkimuksissa miesten lukupuheen perustaajuudeksi oli saatu tätä tutkimusta hieman korkeampi tulos (121–138 Hz) (Higgins ym. 1998; Majewski ym. 1972; Nishio & Niimi, 2004). Tämän tutkimuksen miesten vokaalituottojen perustaajuus (104–109 Hz) vastasi Lassin ym. (1975) raportoimaa keskiarvoista miesten vokaalien perustaajuutta (111 Hz), Debryunen ja Decosterin (1999) tutkimuksessa mitattua miesten /a/-vokaalin perustaajuutta

(112 Hz) ja Sussmanin ja Sapienzan (1994) tutkimuksessa mitattua miesten /a/-vokaalin perustaajuutta (115 Hz). Muissa tutkimuksissa vokaalien perustaajuudeksi oli saatu tätä tutkimusta korkeampi tulos (122–139 Hz) (Nittroyer ym. 1990; Sussman & Sapienza, 1994). Tämän tutkimuksen kaksi miestutkittavaa raportoi allergiaoireista ja kaksi flunssaoireista tutkimushetkellä, mitkä ovat voineet vaikuttaa äänen perustaajuuteen madaltavasti. Flunssa tai allergia voi aiheuttaa äänihuulien limakalvon turvotusta, minkä seurauksena äänihuulet ovat paksummat. Paksummat äänihuulet värähtelevät hitaammin, jolloin äänen perustaajuus on matalampi (Laukkanen & Leino, 1999). Näillä tutkimuksen kahdella miehellä voi siis olla hieman matalampi äänen perustaajuus kuin heillä olisi yleensä, mikä on voinut vaikuttaa hieman keskiarvoiseen perustaajuustulokseen.

Tutkimuksen naisten äänen perustaajuus lukunäytteissä oli 191–193 Hz, mikä vastasi Laukkasen ja Leinon (1999) raportoimaa suomalaisten naisten lukupuheäänen perustaajuutta (194 Hz) sekä Brownin ym. (1991) tutkimuksessa mitattua (192 Hz) ja Higginsin ym. (1998) tutkimuksessa mitattua (194–212 Hz) naisten lukupuheäänen perustaajuutta. Muissa tutkimuksissa naisten lukupuheen perustaajuus oli tämän tutkimuksen tulosta hieman korkeampi (213–225 Hz) (Fitch & Holbrook, 1970; Stoicheff, 1981; Nishio & Niimi, 2004). Vokaalituottojen perustaajuus oli tämän tutkimuksen naisilla 218–228 Hz, mikä vastasi Mäenniemen (2000) tutkimuksessa mitattua suomalaisten naisten /a/-vokaalin keskiarvoista perustaajuutta (225 Hz) sekä lähes Sellmanin tutkimuksessa mitattua suomalaisten naisten /a/-vokaalin perustaajuutta (233 Hz). Naisten vokaalituottojen perustaajuudet vastasivat myös Lassin ym. (1975) tutkimuksessa mitattuja (224 Hz) sekä Sussmanin ja Sapienzan (1994) tutkimuksessa mitattuja (215–231 Hz) naisten äänen perustaajuuksia. Debryunen ja Decosterin (1999) tutkimuksessa mitattu (197 Hz) ja Nittroyerin ym. (1990) tutkimuksessa mitattu naisten vokaalien perustaajuus (197–215 Hz) oli sen sijaan hieman tämän tutkimuksen tulosta hieman matalampi. Tämän tutkimuksen naisista yksi raportoi flunssaoireista, kaksi allergiaoireista sekä yksi stressistä tutkimushetkellä. Ne ovat voineet vaikuttaa äänen perustaajuuteen madaltavasti ja vaikuttaa hieman keskiarvoiseen perustaajuustulokseen.

Vertaamalla tämän tutkimuksen äänen perustaajuustuloksia aikaisempiin tutkimuksiin voi huomata, että naisten ja miesten äänen perustaajuudet ovat kansainvälisesti lähes samansuuruisia. Tuloksia tarkastellessa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että tässä tutkimuksessa tutkittujen naisten ja miesten määrä oli vähäinen ja tulokset ovat vain suuntaa-

antavia. Tutkimuksessani miesten äänen perustaajuus oli kuitenkin noin 100 Hz naisten äänen perustaajuutta matalampi, mikä tukee hyvin kirjallisuutta (Laukkanen & Leino, 1999).

Tämän tutkimuksen kahden transsukupuolisen miehen perustaajuudet (170–181 Hz) vokaalituotoissa ja lukupuheessa olivat paljon korkeammat kuin mitatut miesäänien perustaajuudet (110–139 Hz) aikaisemmissa tutkimuksissa (Brown ym. 1991; Debryune & Decoster, 1999; Fitch & Holbrook, 1970; Higgins & Saxman, 1991; Higgins ym. 1998; Hollien & Shipp, 1972; Lass ym. 1975; Laukkanen & Leino, 1999; Majewski ym. 1972; Nishio & Niimi, 2008; Nittrouer ym. 1990; Sussman & Sapienza, 1994). Transsukupuolisten miesten äänen perustaajuus oli kuitenkin matalampi kuin mitatut naisäänien perustaajuudet (192–233 Hz) aikaisemmissa tutkimuksissa (Brown ym. 1991; Debryune & Decoster, 1999; Fitch & Holbrook, 1970; Higgins & Saxman, 1991; Higgins ym. 1998; Lass ym. 1975; Laukkanen & Leino, 1999; Mäenniemi, 2000; Nishio & Niimi, 2008; Nittrouer ym. 1990; Sellman, 2000; Stoicheff, 1981; Sussman & Sapienza, 1994). Tutkimukseen osallistuneiden transsukupuolisten miesten äänen perustaajuutta tarkastelemalla on selvää, että perustaajuus ei ollut vielä madaltunut tyypilliselle miesäänien perustaajuusalueelle. Heidän äänensä perustaajuudet vaihtelivat kuitenkin juuri Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) nimeämällä sukupuolineutraalilla taajuusalueella 164–181 Hz.

Molemmat transsukupuoliset miehet olivat aloittaneet hormonihoitot vasta vähän aikaa ennen tutkimukseen osallistumista: toinen noin kuukautta ja toinen neljä ja puoli kuukautta ennen. Tämä selittää sen, miksei ääni ollut vielä madaltunut miesäänien taajuudelle. Hormonihoitojen aloittamisen jälkeen transsukupuolisten miesten ääni ei nimittäin madallu hetkessä, vaan madaltumista tapahtuu asteittain useiden kuukausien aikana (Adler ym, 2012). Toinen transsukupuolisista miehistä raportoi harjoitelleensa miehelle soveltuvampaa ääntä myös itsenäisesti. Transsukupuolisista miehistä toinen eli 100 prosenttisesti ja toinen 60 prosenttisesti miehenä. Uuden äänen käyttöönottoa voi hidastaa myös se, ettei elä 100 prosenttisesti oikeaksi kokemansa sukupuolen edustajana (Dacakis, 2002).

Transsukupuolisten naisten äänen perustaajuus vokaalituotoissa ja lukupuheessa (177–199 Hz) oli jo osittain aikaisemmissa tutkimuksissa mitatulla naisten perustaajuuden (192–233 Hz) alueella (Brown ym. 1991; Debryune & Decoster, 1999; Fitch & Holbrook, 1970; Higgins & Saxman, 1991; Higgins ym. 1998; Lass ym. 1975; Laukkanen & Leino, 1999; Mäenniemi, 2000; Nishio & Niimi, 2008; Nittrouer ym. 1990; Sellman, 2000; Stoicheff, 1981; Sussman & Sapienza, 1994). Transsukupuolisten naisten ääni oli osittain myös

Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) nimeämän sukupuolineutraalin taajuusalueen (164–181 Hz) sisällä. Kaksi kolmesta transsukupuolisesta naisesta oli harjoitellut sukupuoleen sopivampaa ääntä itsenäisesti ja kaikki kolme olivat saaneet puheterapiaa. Yksi transsukupuolisista naisista oli saanut puheterapiaa vain kerran vuoden 2014 aikana, toinen 10 kertaa vuoden 2014 aikana ja kolmas 10 kertaa vuoden 2009 aikana. Kolmannelle tutkittavalle oli myös tehty äänihuulileikkaus 11 vuotta sitten. Vaikka saatu puheterapian määrä oli vähäinen verrattuna Daviesin ja Goldbergin (2006) suositteluun minimimäärään (noin 15 h), jokaisen tähän tutkimukseen osallistuneen transsukupuolisen naisen ääni oli silti selkeästi korkeampi kuin aikaisemmissa tutkimuksissa mitattujen miesten äänen perustaajuus (110–139 Hz) (Brown ym. 1991; Debryune & Decoster, 1999; Fitch & Holbrook, 1970; Higgins & Saxman, 1991; Higgins ym. 1998; Hollien & Shipp, 1972; Lass ym. 1975; Laukkanen & Leino, 1999; Majewski ym. 1972; Nishio & Niimi, 2008; Nittrouer ym. 1990; Sussman & Sapienza, 1994). Tarkkaa näyttöä ei kuitenkaan ole siitä, kuinka monta puheterapiakertaa olisi riittävä määrä transsukupuolisen henkilön äänen muuttamiseksi naisäänen kaltaiseksi (Dacacis, 2002). Transsukupuolisista naisista yksi raportoi flunssaoireista tutkimushetkellä, mikä on voinut vaikuttaa ääneen madaltavasti. Yksi tähän tutkimukseen osallistuneista transsukupuolisista naisista eli 100 prosenttisesti naisena, toinen 90 prosenttisesti naisena ja yksi 100 prosenttisesti miehenä. Dacacisin (2002) mukaan transsukupuolisen naisen eläminen miehen roolissa puheterapiajakson aikana voi hidastaa naisäänen ottamista arkikäyttöön.

6.2 Miesten ja naisten perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvot eroavat kirjallisuudesta

Tämän tutkimuksen miesten luku- ja spontaanipuheen perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvot olivat aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna tyypillisiä, sillä miesten perustaajuuden minimiarvo (62–76 Hz) vastasi Laukkasen ja Leinon (1999) esittämää suomalaisten miesten perustaajuuden minimiarvoa (65 Hz), ja oli vain hieman matalampi kuin Daviesin ja Goldbergin (2006) esittämä miesten perustaajuuden minimiarvo (80 Hz). Miesten keskiarvoinen maksimi-arvo (155–161 Hz) sen sijaan oli korkeampi kuin Laukkasen ja Leinon (1999) esittämä suomalaisten miesten perustaajuuden maksimi-arvo (123 Hz), mutta vastasi kuitenkin Daviesin ja Goldbergin (2006) esittämää miesten perustaajuuden maksimi-arvoa (165 Hz). Puolisävelaskelina mitattuna minimin ja maksimin välinen etäisyys vaihteli luku- ja spontaanipuheessa miehillä 14–17 puolisävelaskeleen välillä, mikä on

kirjallisuudessa esitettyä etäisyyttä (12–13 psa) hieman laajempi (Laukkanen & Leino, 1999; Davies & Goldber, 2006).

Tutkimukseen osallistuneiden naisten luku- ja spontaanipuheen perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvot eivät sen sijaan vastanneet aikaisempien tutkimusten tuloksia lainkaan. Naisten perustaajuuden minimiarvo (81–89 Hz) vastasi paremmin Daviesin ja Goldbergin miehille (80 Hz) kuin naisille (145 Hz) esittämää minimiarvoa. Naisten perustaajuuden maksimi-arvokin (303–321 Hz) oli Daviesin ja Goldbergin (2006) esittämää naisten perustaajuuden maksimi-arvoa (275 Hz) korkeampi. Laukkasen ja Leinon (1999) esittämiä suomalaisten naisten perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvoja (131–247 Hz) naisten arvot eivät vastanneet lainkaan. Puolisävelaskelina mitattuna naisten perustaajuuden minimin ja maksimi-arvon välinen etäisyys oli 23–24 puolisävelaskelta, mikä on 9–10 puolisävelaskelta laajempi kuin kirjallisuudessa (Laukkanen & Leino, 1999; Davies & Goldberg, 2006) esitetty laajuus.

Se, miksi tämän tutkimuksen naisilla ja miehillä oli kirjallisuudessa (Laukkanen & Leino, 1999; Davies & Goldberg, 2006) esitettyjä arvoja laajempi perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvon etäisyys, voi johtua tutkimuksissa käytetyistä erilaisista akustisen analyysin minimi- ja maksimirajoista. Tässä tutkimuksessa perustaajuuden minimi- ja maksimirajat asetettiin Praat-ohjelmaan niin, että ne soveltuivat suomalaisille henkilöille. Perustaajuuden minimin alaraja tuli Praat-ohjelmaan asettaa matalaääniselle suomalaiselle miehelle 50–60 Hz ja naiselle 75–100 Hz korkeudelle (Lennes, 2004). Erilaisia tutkimustuloksia voi selittää myös se, että tässä tutkimuksessa tutkittavia oli niin vähäinen määrä. Vähäisen tutkittavamäärän vuoksi ihmisten yksilölliset erot voivat vääristää tuloksia jonkin verran. On huomioitava, että tämän tutkimuksen tulokset ovat vain suuntaa-antavia.

Transsukupuolisten henkilöiden mitatut luku- ja spontaanin puheen perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvot vastasivat sekä aikaisempien tutkimusten naisten että miesten arvoja. Transsukupuolisten miesten perustaajuuden minimiarvot (68–95 Hz) olivat lähellä Daviesin ja Goldbergin miehille (80 Hz) esittämää minimiarvoa ja perustaajuuden maksimi-arvot (231–263 Hz) olivat lähellä Laukkasen ja Leinon (1999) esittämää naisten maksimi-arvoa (247 Hz). Transsukupuolisten naisten lukupuheen perustaajuuden minimiarvot (103–120 Hz) olivat lähellä Laukkasen ja Leinon (1999) esittämää naisten minimiarvoa (131 Hz), mutta spontaanin puheen minimiarvo (75 Hz) oli lähellä Daviesin ja Goldbergin (2006) esittämää miesten minimiarvoa (80 Hz). Transsukupuolisten naisten luku- ja

spontaanipuheen perustaajuuden maksimi-arvot (261–284 Hz) vastasivat sen sijaan Daviesin ja Goldbergin (2006) esittämää naisten maksimi-arvoa (275 Hz). Puolisävelaskelina mitattuna transsukupuolisten henkilöiden perustaajuuden minimi- ja maksimi-arvon välinen etäisyys oli 16–23 puolisävelaskelta, mikä oli jälleen kirjallisuudessa esitettyjä miesten (12 psa) ja naisten (12–13 psa) perustaajuuden minimin ja maksimin välistä etäisyyttä laajempi.

6.3 Vokaalien formanttitaajuuksissa paljon yksilöllisiä eroja

Tutkimukseen osallistuneiden miesten formanttitaajuusarvot eivät täysin vastanneet aikaisempien tutkimusten miesten formanttitaajuuksia. Tämän tutkimuksen miesten kaikki keskiarvoiset /a/-vokaalin formanttitaajuusarvot (F1: 604 Hz, F2: 920 Hz ja F3: 1645 Hz) olivat matalampia kuin aikaisempien tutkimusten miesten formanttitaajuusarvot (F1: 700–803 Hz, F2: 1000–1333 Hz ja F3: 2440–2522 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009; Wiik, 1965). Myös miesten /i/-vokaalin keskiarvoisista formanttitaajuuksista F2-taajuus (1822 Hz) oli matalampi kuin aikaisempien tutkimusten miesten /i/-vokaalin F2-taajuudet (2205–2495 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009; Wiik, 1965). Lisäksi miesten /u/-vokaalin keskiarvoisista formanttitaajuuksista F3-taajuus (1795 Hz) oli matalampi kuin aikaisempien tutkimusten miesten /u/-vokaalin F3-taajuus (2240–2615 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009; Wiik, 1965).

Tämän tutkimuksen miesten ja aikaisempien tutkimusten miesten formanttitaajuuksien eroja voi selittää erityisesti ääntöväylän muoto ja kielen asento suussa vokaaleja äännettäessä. Suurin osa aikaisemmista formanttitaajuustutkimuksista on englannin kielisiä ja englannin kielellä /a/-, /i/- ja /u/-vokaalit äännetään eri tavalla kuin suomen kielellä. Englannin kielellä äännettyjen vokaalien formanttitaajuudet ovat hieman suomen kielellä äännettyjä vokaaleja korkeammat, minkä voi nähdä liitteestä 5. Lisäksi eroja voi selittää se, että osa aikaisemmista tutkimuksista on jo hyvin vanhoja. Äänitys- ja äänenanalysointilaitteet ovat olleet melko vanhoja 50–90-luvuilla tehdyissä tutkimuksissa, mikä on voinut vaikuttaa tutkimusten tulosten mittaustarkkuuteen.

Tämän tutkimuksen naisten formanttitaajuuksien kohdalla kielten väliset erot vokaalien ääntämisessä eivät erottuneet niin selkeästi kuin miesten formanttitaajuuksien kohdalla. Tämän tutkimuksen naisten formanttitaajuusarvot vastasivat kahta formanttitaajuutta lukuun

ottamatta aikaisemmissa tutkimuksissa mitattuja naisten vokaalien keskiarvoisia formanttitaajuuksia. Vain /a/-vokaalin keskiarvoinen F3-taajuus (2929 Hz) oli hieman korkeampi kuin aikaisempien tutkimusten naisten F3-taajuus (2810–2901 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952) sekä /i/-vokaalin F2-taajuus matalampi (2382 Hz) kuin aikaisempien tutkimusten naisten F2-taajuudet (2500–2790 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009).

Tyypillisesti naisten formanttitaajuudet ovat 15–20 prosenttia korkeammat kuin miehillä, koska naisilla on miehiä lyhyempi ja kooltaan 40 % pienempi ääntöväylä (Coleman, 1971; Titze, 1994; Raimo & Ojala, 2009; Hillenbrandt & Clark, 2009). Tämän tutkimuksen mukaan miesten /a/-, /i/- ja /u/-vokaalien keskiarvoiset formanttitaajuudet olivat 16–44 % naisten vokaalien formanttitaajuuksia matalammat. Tämän tutkimuksen tulos poikkeaa myös aikaisemmista tutkimuksista, joissa miehillä on naisia 7-31 % matalammat /a/-, /i/- ja /u/-vokaalin formanttitaajuudet (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009). Tutkimukseen osallistuneilla miehillä oli suurimmaksi osaksi myös transsukupuolisia miehiä ja naisia 6-37 % matalammat formanttitaajuudet.

Tarkastellessamme tämän tutkimuksen miesten ja naisten formanttitaajuuksien vaihtelualueita voi huomata, että miehellä voi olla samansuuruiset tai jopa korkeammat formanttitaajuusarvot kuin naisella. Esimerkiksi /a/-vokaalin F1-taajuuden vaihtelualuetta tarkastellessa miesten korkein F1-taajuus (734 Hz) oli naisten /a/-vokaalin F1-taajuuden vaihtelualueen (652–880 Hz) sisällä ja naisten matalin /a/-vokaalin F1-taajuus (652 Hz) miesten formanttitaajuuksien vaihtelualueen (436–734 Hz) sisällä. Tästä voidaan päätellä, että vokaalien formanttitaajuuksissa on paljon yksilöllisiä eroja. Tarkkaa rajaa naisten ja miesten formanttitaajuuksien välille voi olla tämän takia mahdotonta asettaa.

Transsukupuolisten miesten vokaalien formanttitaajuudet olivat lähempänä aikaisempien tutkimusten naisten formanttitaajuusarvoja kuin miesten (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009; Wiik, 1965). Poikkeuksena olivat transsukupuolisten miesten /a/-vokaalin keskiarvoinen F1-taajuus (718 Hz), joka oli hieman matalampi kuin aikaisempien tutkimusten naisten F1-taajuudet (750–990 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995;

Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952). Myös transsukupuolisten miesten /a/-vokaalin F3-taajuus (1259 Hz) ja /i/-vokaalin F2-taajuus (1877 Hz) olivat paljon matalampia kuin aikaisempien tutkimusten miesten formanttitaajuudet (/a/ F3: 2440–2522 Hz, /i/ F2: 2205–2495 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009; Wiik, 1965). /u/-vokaalin F2-taajuus (707 Hz) oli hieman matalampi kuin aikaisempien tutkimusten naisten F2-taajuus (750–1225 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952). Vokaalien formanttitaajuudet eivät myöskään olleet vielä täysin madaltuneet tyypillisille miehen formanttitaajuuksien alueelle, koska transsukupuolisten miesten hormonihoidon aloittamisesta oli kulunut tutkimushetkellä vasta niin vähän aikaa (1–4,5 kk).

Transsukupuolisten naisten vokaalien formanttitaajuusarvot olivat lähempänä aikaisempien tutkimusten naisten formanttitaajuusarvoja (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009; Wiik, 1965). Ainoastaan vokaalin /a/ F3-taajuus (2620 Hz) oli lähempänä aikaisempien tutkimusten miesten F3-taajuusarvoja (2440–2522 Hz) kuin naisten (2810–2901 Hz) (Hillenbrandt ym. 1995; Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013; Peterson & Barney, 1952; Raimo & Ojala, 2009; Wiik, 1965). Nämä transsukupuolisten naisten formanttitaajuustulokset tukevat väitettä, että pienelläkin määrällä puheterapiaa voidaan nostaa formanttitaajuuksia nostaa naisäänelle tyypillisempiin formanttitaajuuksiin (Carew ym. 2007).

6.4 Äänen akustiset ominaisuudet vaikuttavat voimakkaasti sukupuolen arviointiin

Äänen perustaajuus, perustaajuuden minimi- ja maksimiarvo sekä vokaalien formanttitaajuudet (paitsi /i/-vokaalin F2-taajuus) vaikuttivat tässä tutkimuksessa voimakkaasti sukupuolen arviointiin. Näiden onkin todettu olevan keskeisiä akustisia ominaisuuksia, joihin sukupuolen arviointi perustetaan (Lass ym. 1975; Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000; Davies & Goldberg, 2006; Hillenbrandt & Clark, 2009; Pausewang-Gelfer & Clark, 2009). Tämän tutkimuksen perusteella vaikuttaa olevan totta, että puhujan ruumiinrakenne sekä ääntöelimistön koko ja muoto vaikuttavat akustiseen signaaliin (Titze, 1994; Rose, 2002). Akustinen signaali toimii siten hyvänä, joskaan ei täysin luotettavimpana

vihjeenä sukupuolen arvioinnissa. Tämän tutkimuksen tulos tuki myös Dellwon ym. (2007) väitettä, jonka mukaan puhujan sukupuolen arvioiminen pelkän äänen perusteella voi johtaa väärinkäsityksiin. Tämän tutkimuksen tulosten tulkinnassa tulee ottaa huomioon, että koehenkilö- ja kuuntelijamäärät olivat melko pieniä ja tulokset ovat vain suuntaa-antavia.

Kuten muissakin tutkimuksissa (Spencer, 1988; Wolfe ym. 1990; Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000) myös tässä tutkimuksessa ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi, kun äänen perustaajuus nousi. Tässä tutkimuksessa perustaajuudeltaan 253–259 Hz ääni arvioitiin aina naisen ääneksi ja 153–244 Hz ääni useammin naisen kuin miehen ääneksi. Poikkeuksen tekivät kahden transskupuolisen naisen äänen perustaajuudet 169 Hz ja 208 Hz, jotka arvioitiin useammin miehen ääneksi. Näissä poikkeustapauksissa formanttitaajuuksien vaikutus sukupuolen arviointiin on voinut olla merkittävä, mutta se jää tämän tutkimuksen osalta epäselväksi. Taajuudet 169 Hz ja 208 Hz olivat transsukupuolisten naisten lukupuheen perustaajuuksia, joista formanttitaajuuksia ei tässä tutkimuksessa tarkasteltu. Perustaajuudeltaan 76–126 Hz ääni arvioitiin tässä tutkimuksessa aina miehen ääneksi.

Tutkimuksessa saatu tulos useammin naisen ääneksi arvioidusta perustaajuusalueesta (153–244 Hz) tukee osittain aikaisempia tutkimuksia. Spencerin (1988) tutkimuksessa kaikki äänet perustaajuudeltaan alle 160 Hz arvioitiin miehen ja kaikki äänet perustaajuudeltaan yli 160 Hz naisen ääneksi. Wolfen ym. (1990) tutkimuksessa kaikki äänet perustaajuudeltaan alle 145 Hz arvioitiin miehen ääneksi ja kaikki äänet perustaajuudeltaan yli 155 Hz arvioitiin naisen ääneksi. Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimuksessa sen sijaan kuuntelijat arvioivat miehen ääneksi perustaajuudeltaan 112–181 Hz:n äänet ja naisen ääneksi perustaajuudeltaan 164–199 Hz:n äänet. Heidän tutkimuksessaan sukupuolineutraalitaajuusalue oli 164–181 Hz, mikä on suppeampi kuin tässä tutkimuksessa havaittu taajuusalue (153–244 Hz). Tämän tutkimuksen myötä jää kuitenkin vielä epäselväksi, kumman sukupuolen edustajaksi arvioitaisiin äänet perustaajuudeltaan 127–152 Hz, sillä tuon perustaajuuden alueelta puhuvia ei tässä tutkimuksessa ollut yhtään.

Äänen perustaajuuden minimiarvon noustessa ääni arvioitiin tässä tutkimuksessa useammin naisen ääneksi. Perustaajuuden minimiarvon ollessa 68–137 Hz ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi ja minimiarvon ollessa 50–67 Hz ääni arvioitiin aina miehen ääneksi. Tutkimuksessa havaittiin lisäksi, että äänen perustaajuuden maksimiarvon noustessa ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi. Perustaajuuden maksimiarvon ollessa 233–359 Hz ääni

arvioitiin useammin naisen ääneksi ja maksimiarvon ollessa 104–191 Hz ääni arvioitiin aina miehen ääneksi. Tutkimuksen tuloksesta voidaan kuitenkin päätellä, että perustaajuuden maksimiarvo vaikuttaa perustaajuuden minimiarvoa hieman enemmän sukupuoliarvion tekoon. Tämä tulos tukee Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tulosta, jonka mukaan perustaajuuden maksimiarvon ollessa 276–320 Hz ääni arvioitiin naisen ääneksi ja perustaajuuden maksimiarvon ollessa 150–279 Hz ääni arvioitiin miehen ääneksi. Perustaajuuden minimiarvon ja sukupuolen arvioinnin välillä heidän tutkimuksessaan ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä.

Tämän tutkimuksen mukaan vokaalien /a/, /i/ ja /u/ F1-taajuuksien noustessa ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi. Tulos tuki aikaisempaa tutkimusta, jossa havaittiin, että /a/ ja /i/-vokaalien F1-taajuuden noustessa ääni arvioidaan useammin naisen ääneksi (Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013). Tutkimuksessa havaittiin myös, että kolmesta vokaalista vain /a/- ja /u/-vokaalin F2-taajuuksien noustessa ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi. Tulos poikkesi hieman Pausewang-Gelferin ja Bennetin (2013) tutkimuksesta, jonka mukaan /a/-vokaalin F2-taajuuden lisäksi myös /i/-vokaalin F2-taajuuden noustessa ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi. Kun kaikkien vokaalien F3-taajuudet nousivat, arvioitiin ääni useammin naisen ääneksi. Tämä tuki Pausewang-Gelferin ja Bennetin (2013) tutkimusta, jonka mukaan /a/- ja /i/-vokaalien F3-taajuuksien noustessa ääni arvioitiin useammin naisen ääneksi. Näiden tulosten perusteella voidaan päätellä, että kielen asento suuontelossa, huulien asento ja ääntöväylän pituus vaikuttavat sukupuolen arviointiin vahvasti. Kielen korkea asento suuontelossa pienentää suuonteloa ja huulien leventäminen lyhentää ääntöväylää, mitkä nostavat formanttitaajuuksia. Tämä tukee kirjallisuudessa Titzen (1994) ja Raphaelin ym. (2011) esittämää väitettä, että suuremmissa ja pidemmissä onteloissa ääni resonoi matalammilla taajuuksilla kuin pienemmissä ja lyhyemmissä onteloissa.

Yhdenkään tehtävän kohdalla miestutkittavia ei arvioitu naisiksi tässä tutkimuksessa. Sen sijaan naiset, transsukupuoliset miehet ja transsukupuoliset naiset saivat sekä mies- että naisarvioita. On havaittu, että mieheksi arvioiminen on kuuntelijoille helpompaa, mutta aikaisemmissa tutkimuksissa miehiä on kuitenkin arvioitu myös naisiksi (mm. Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013). Tässä tutkimuksessa sukupuolen arvioiminen vokaalien perusteella näytti olevan vaikeampaa kuin sukupuolen arvioiminen lukunäytteiden perusteella. Lukunäytteestä kuuntelija saakin enemmän informaatiota sukupuolen arviointia varten kuin vokaaleista. Lukunäytteistä kuuntelija kuulee äänen perustaajuuden, perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot ja formanttitaajuudet, mutta vokaaleista kuuntelija kuulee vain

perustaajuuden ja formanttitaajuudet. Formanttitaajuuksia ei tässä tutkimuksessa tarkasteltu lukunäytteistä, mutta se olisi ollut järkevää, sillä luku- tai spontaanipuheessa juuri formanttitaajuuksien oletetaan olevan perustaajuutta tärkeämpiä vihjeitä (Pausewang-Gelfer & Bennet, 2013).

6.5 Mitä korkeammat taajuudet sitä feminiinisempi ääni

Äänen perustaajuus, perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot sekä formanttitaajuudet (paitsi /i/-vokaalin F2-taajuus) vaikuttivat tässä tutkimuksessa voimakkaasti äänen feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioon. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että äänen perustaajuuden noustessa ääni arvioitiin feminiinisemmäksi. Tulos tukee väittämää, että matalataajuinen ääni mielletään tavanomaisesti maskuliiniseksi ja korkeataajuinen ääni feminiiniseksi (Coleman, 1971; Titze, 1994; Spencer, 1988; Carew ym. 2007; McNeill ym. 2008). Tässä tutkimuksessa kaikista korkein perustaajuus ei kuitenkaan saanut kaikista korkeinta feminiinisyyssarviota. Tästä voidaan päätellä, että äänen feminiinisuuden arviointiin vaikuttavat muutkin seikat kuin pelkkä äänen perustaajuus. Formanttitaajuuksien vaikutusta ei voitu kuitenkaan määrittää, koska tässä tutkimuksessa lukunäytteistä ei tarkasteltu formanttitaajuuksia.

Mielenkiintoista tässä tutkimuksessa oli se, että ne äänet, jotka tässä tutkimuksessa havaittiin useammin naisen ääneksi (153–259 Hz), arvioitiin yhtä poikkeusta lukuun ottamatta VAS-janan puolen välin tuntumasta ja sen feminiiniseltä puolelta (45–84 p). Äänet, jotka tässä tutkimuksessa havaittiin aina miehen ääneksi (76–126 Hz), arvioitiin taas VAS-janan maskuliiniselta puolelta (6–29 p). Tämän tutkimuksen mukaan vaikuttaa siis olevan niin, että feminiinisyys liittyy naisen ääneen ja maskuliinisuus miehen ääneen. Tämä havainto eroaa Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimuksesta, jossa naisten ääni arvioitiin vain hieman feminiinisemmäksi kuin miesten ääni. On huomioitava, että tämän tutkimuksen tulosten vertaaminen Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimukseen ei ole täysin luotettavaa, koska äänen feminiinisuuden ja maskuliinisuuden arviointiin käytettiin eri asteikkoja. Pausewang-Gelfer ja Schofield (2000) käyttivät seitsemänportaista arviointiasteikkoa, jossa 1 tarkoitti erittäin feminiinistä ja 7 erittäin maskuliinista. Tässä tutkimuksessa käytettiin 100 pisteen VAS-janaa, jossa 0 tarkoitti erittäin maskuliinista ja 100 erittäin feminiinistä. Pausewang-Gelferin ja Schofieldin (2000) tutkimuksen ja tämän tutkimuksen eron huomaa naisten ja miesten feminiinisyys-maskuliinisuusarvion erossa. Heidän tutkimuksessaan naisten ääni arvioitiin feminiinisyys-maskuliinisuusasteikolla

arvolla 4,5 ja miesten ääni arvolla 4 (ero 0,5). Tässä tutkimuksessa taas naisten ääni arvioitiin pistein 72 ja miesten ääni pistein 19 (ero 53 pistettä).

Tutkimuksessani lukupuheääni kuultiin sitä feminiinisempänä, mitä korkeampi äänen perustaajuuden maksimiarvo äänessä oli. Tämä tukee aikaisempaa tutkimusta, jossa perustaajuuden maksimiarvon ja äänen feminiinisyyssmaskuliinisuus-arvion välillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys (Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000). Minun tutkimuksessani oli mielenkiintoista se, että kaikista korkein perustaajuuden maksimiarvo ei kuitenkaan saanut korkeinta feminiinisyyssarviota. Tätä voisivat selittää formanttitaajuudet, joita tässä tutkimuksessa ei ole tarkasteltu lukupuheesta. Tutkimuksessani ääni arvioitiin myös sitä feminiinisemmäksi mitä korkeampi perustaajuuden minimiarvo oli. Aikaisemmassa tutkimuksessa ei perustaajuuden minimiarvon ja äänen feminiinisyyssmaskuliinisuusarvion välille ole löydetty tilastollisesti merkitsevää yhteyttä (Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000).

Tässä tutkimuksessa vokaalien formanttitaajuuksien noustessa ääni arvioitiin feminiinisemmäksi. Vokaalien /a/ ja /u/ kaikki formanttitaajuudet ja /i/-vokaalin F1- ja F3-taajuudet olivat yhteydessä äänen feminiinisyyssmaskuliinisuusarvioon. Aikaisemmissa tutkimuksissa ei vokaalien formanttitaajuuksien ja äänen feminiinisyyssmaskuliinisuusarvion välille ole löydetty tilastollisesti merkitsevää yhteyttä (Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000). /i/-vokaalin F2-taajuudessa sanotaan kuuluvan äänen heleys (Raimo & Ojala, 2009), joten /i/-vokaalin F2-taajuus voisi osaltaan vaikuttaa äänen feminiinisyyden arviointiin. Äänen heleys ei kuitenkaan tämän tutkimuksen tuloksen mukaan vaikuta äänen feminiinisyyssarviointiin, koska /i:/n F2-taajuuden ja äänen feminiinisyyssmaskuliinisuusarvion välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä.

6.6 Kuuntelijat arvioivat puhujan äänen eri tavalla kuin puhuja itse

Kaikki tämän tutkimuksen miehet ja naiset arvioivat oman äänensä sukupuolen oman biologisen sukupuolensa mukaisesti. Transsukupuolisista miehistä molemmat arvioivat itse kuulostavansa miehiltä, mutta vain yksi transsukupuolinen nainen kolmesta arvioi oman äänensä kuulostavan naisen ääneltä. Toisin kuin biologisilla naisilla ja miehillä transsukupuolisilla henkilöillä oma sukupuoli-identiteetti ei vastaa biologista sukupuolta (Pimenoff, 2006). On siis mahdollista, että kaksi transsukupuolista miestä ja yksi transsukupuolinen nainen arvioivat äänensä sukupuolen oman sukupuoli-

identiteettikäsitteensä mukaisesti ja loput kaksi transsukupuolista naista arvioivat äänensä biologisen sukupuolensa määrittelemänä.

Tutkimukseen osallistuneet kuuntelijat arvioivat miesten äänet samalla tavalla kuin miehet itse ja naisten äänet yhtä poikkeusta lukuun ottamatta samalla tavalla kuin naiset itse. Tuloksista voi päätellä, että kuuntelijoiden oli helppo arvioida tyypillisellä naisäänen korkeudella puhuvat naiset ja tyypillisellä miesäänen korkeudella puhuvat miehet. Oletetaanhan naisäänen olevan taajuudeltaan korkea ja miesäänen matala (Laukkanen & Leino, 1999). Tutkimuksen transsukupuolisten henkilöiden äänet kuuntelijat arvioivat eri tavalla kuin transsukupuoliset henkilöt itse. Transsukupuolisten henkilöiden äänen perustaajuudet olivatkin sukupuolineutraalin alueen (164–181 Hz) tuntumassa, jossa ääni voidaan arvioida joko naisen tai miehen ääneksi (Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000). Tutkimuksen tuloksen mukaan sukupuolen arviointi vaikuttaa olevan vaikeaa, jos ääni ei vastaakaan sukupuolelle tyypillisiä äänen piirteitä.

Äänen feminiinisyyden-maskuliinisuusarvioissa tutkimuksen miehet arvioivat oman äänensä VAS-janan ”maskuliiniseen” päähän melko kapealle vaihteluvälille. Miehet tuntuivat mieltävän matalat äänensä maskuliiniseksi tyypillisen mielikuvan mukaan (Coleman, 1971; Titze, 1994; Spencer, 1988; Carew ym. 2007; McNeill ym. 2008). Naiset arvioivat taas oman äänensä suurimmaksi osaksi hieman VAS-janan puoliväliä feminiinisemmäksi (ka. VAS: 58 p). VAS-janan puolen välin voisi tulkita tarkoittavan ääntä, joka on ”ei niin maskuliininen muttei niin feminiininenkään”. Vain yksi nainen ($f_0=188$ Hz) arvioi äänensä janan maskuliiniseen päähän (VAS: 26 p) ja yksi nainen ($f_0=201$ Hz) janan feminiiniseen päähän (VAS: 78 p). Naisten kohdalla omaa korkeaa ääntä ei miellettykään aina feminiiniseksi, niin kuin tyypillisesti korkea ääni mielletään (Coleman, 1971; Titze, 1994; Spencer, 1988; Carew ym. 2007; McNeill ym. 2008). On mahdollista, että naiset ovat arvioineet äänensä enemmän suomalaisen kulttuurin mieltymysten mukaisesti, jossa matalaa, ja näin ollen maskuliinista (Titze, 1994), ääntä pidetään miellettävänä ja tavoiteltavana (Valo, 1994). Transsukupuoliset miehet arvioivat oman äänensä janan puolenvälin maskuliiniselle puolelle (ka. VAS: 40 p) ja transsukupuoliset naiset lähemmäs janan puolta väliä (ka. VAS: 46 p). Transsukupuoliset miehet arvioivat noin 19 pistettä feminiinisemmän arvion kuin miehet (ka. VAS 21 p), mutta transsukupuoliset naiset arvioivat vain 11 pistettä maskuliinisemmän arvion kuin naiset.

Kuuntelijat arvioivat naisten lukupuheäänien feminiinisemmäksi kuin naiset itse ja miesten lukupuheäänien lähes samalla tavoin tai maskuliinisemmäksi kuin miehet itse. Transsukupuolisille miehille ja kahdelle transsukupuoliselle naiselle arvioitiin paljon feminiinisemmät äänet kuin he itse olivat arvioineet. Vain yhdelle transsukupuoliselle naiselle arvioitiin omaa arviota maskuliinisempi arvio. Tämän tutkimuksen mukaan kuuntelijat mielsivät matalan äänen maskuliiniseksi ja korkean feminiiniseksi, niin kuin muissakin tutkimuksissa on todettu (Coleman, 1971; Titze, 1994; Spencer, 1988; Carew ym. 2007; McNeill ym. 2008). Tuloksia tarkastellessa tulee huomioida se, että kuuntelijoiden ja tutkittavien feminiinisyyden-maskuliinisuusarviot eivät ole täysin vertailukelpoisia. Kuuntelijat antoivat arvionsa tutkittavien lukunäytteestä, mutta tutkittavat itse arvioivat oman äänensä kokonaisuudessaan (eivät kuunnelleet ja arvioineet omaa lukunäytettään).

6.7 Tutkimuksen toteutuksen ja luotettavuuden arviointi

Tätä tutkimusta varten äänitettiin yhdeksän miehen, kymmenen naisen, kolmen transsukupuolisen naisen ja kahden transsukupuolisen miehen ääninäytteet. Tutkimuksesta tiedotettiin miehiä ja naisia pääasiassa Käyttäytymistieteellisen tiedekunnan sähköpostilistan kautta. Tutkimukseen haettiin 19–40-vuotiaita tutkittavia, koska 19-vuotiaiden henkilöiden ääni on jo ehtinyt vakiintua (Abitbol ym, 1999) ja 40-vuotiaiden henkilöiden ääneen mahdolliset hormonaaliset tai äänihuulia rappeuttavat tekijät eivät vielä ole vaikuttaneet (Hollien & Shipp, 1972; Abitbol ym. 1999; Boone ym. 2004; Nishio & Niimi, 2008). Tutkimukseen osallistuneet henkilöt olivat 20–39-vuotiaita, joten he sopivat näihin kriteereihin mainiosti. Samasta ikäjakaumasta haettiin tutkimukseen myös transsukupuolisia henkilöitä pääasiassa Trasek Ry:n ja Seta Ry:n kautta. Transsukupuolisia osallistui tutkimukseen miehiä ja naisia vähemmän, mutta he olivat kuitenkin saman ikäjakauman (21–38 vuotta) sisältä kuin miehet ja naiset. Tähän tutkimukseen osallistuneet tutkittavat edustavat vain pientä osaa suomalaisista ihmisistä eikä tutkimuksen tuloksia voida siksi yleistää. Tämän tutkimuksen tuloksiin tulee suhtautua suuntaa-antavasti.

Tutkittavilta kerättiin monipuoliset ja kattavat ääninäytteet (kaikki suomen vokaalit pidennettyinä sekä luku- ja spontaanipuhetta), mutta tarkempaan analyysiin aineiston rajauksen takia valittiin vain /a/-, /i/- ja /u/-vokaalit, kaksi luettua virkettä ja 19–22 sekuntia spontaania puhetta. Aineiston rajaus tehtiin nojautuen aikaisempaan tutkimukseen ja suosituksiin, jotta tutkimuksessa saatujen tulosten vertailtavuus muihin tutkimuksiin olisi

mahdollisimman hyvä. Vokaalit /a/, /i/ ja /u/ valittiin tutkimukseen, koska ne edustivat kielen eri asentoja (Davies & Goldberg, 2006) ja niitä oli tutkittu monissa muissakin tutkimuksissa (Norman, Hughes, Bowyer, Waters & Bourne, 1976; Higgins ym., 1998; Pausewang-Gelfer & Schofield, 2000; Carew ym. 2007; Pausewang-Gelfer & Tice, 2013). Kaksi virkettä valittiin lukunäytteen keskeltä analyysiin Bakenin ja Orlikoffin (2000) suosituksen mukaan. Spontaanipuhe valittiin akustiseen analyysiin, koska se kuvaa yksilöllisiä äänen ominaisuuksia ja jokapäiväistä puhetyyliä parhaiten, ja sitä on tutkittu vähiten (Parsa & Jamieson, 2001). Ääninäytteet olivat hyvälaatuisia, sillä ne kerättiin laadukkailla äänityslaitteilla ja äänieristetyssä äänitysstudiossa.

Tutkittavien tuottamista vokaaleista mitattiin Praat-ohjelmalla perustaajuus ja kolme ensimmäistä formanttitaajuutta ja luetuista virkkeistä ja spontaanista puheesta mitattiin perustaajuus ja perustaajuuden minimi- ja maksimiarvot. Akustinen analyysi oli näin ollen kattava. Praat-ohjelma soveltui akustisen analyysin tekoon mainiosti ja oli analyysimenetelmänä tarkka. Kuuntelukokeeseen valittiin vokaalit /a/, /i/ ja /u/ sekä kaksi luettua virkettä. Ääninäytteet koottiin kuuntelukokeen muotoon Experiment MFC-ohjelmalla, joka mahdollisti ääninäytteiden satunnaistoistamisen. Näin yksikään kuuntelukoe ei ollut samanlainen, mikä lisäsi tutkimukseni luotettavuutta.

Kuuntelukokeeseen osallistui 23 naista ja kaksi miestä. Kuuntelukokeesta tiedotettiin suullisesti, Helsingin yliopiston Käyttäytymistieteellisen tiedekunnan sähköpostilistojen sekä Humanistisen tiedekunnan yleisen kielitieteen ja kieliteknologian sähköpostilistojen kautta. Kuuntelijajoukko painottui melko saman ikäisiin naisiin, mikä on voinut vääristää tuloksia. Kuuntelukokeessa lukupuhenäytteet soitettiin kuuntelijoille erikseen, mutta yhteen soitettuna ääninäyte olisi ollut pidempi ja antanut mahdollisesti kuuntelijalle paremman kuvan puhujan äänestä. Kuuntelukoe järjestettiin suhteellisen hiljaisessa huoneessa yksilö- tai ryhmäkuunteluina. Koska kuuntelua ei järjestetty äänieristetyssä huoneessa, ympäristön äänet ovat voineet häiritä tarkkaa kuuntelua ja mahdollisesti vaikuttaneet tätä kautta arviointiin. Kuuntelukokeessa olisi ollut lisäksi järkevää arvioida kuuntelijan vastaamisen johdonmukaisuutta soittamalla osa ääninäytteistä kahteen kertaan, sillä se olisi lisännyt tulosten luotettavuutta. Kuuntelijat vastasivat kunkin ääninäytteen jälkeen, kuulostiko ääni miehen vai naisen ääneltä ja kuinka maskuliiniselta tai feminiiniseltä se VAS-janalla arvioituna kuulosti. VAS-jana toimi erinomaisesti tässä tutkimuksessa, sillä se oli tarpeeksi laaja skaala äänen feminiinisyyden tai maskuliinisuuden arviointiin.

Tutkimuksessa tutkittiin kattavasti vokaalien ja lukunäytteiden akustisten ominaisuuksien yhteyttä sukupuoli- ja feminiinisyyssmaskuliinisuusarvioon. Tutkimuksen kattavuutta olisi kuitenkin lisännyt lukunäytteistä mitattujen vokaalien formanttitaajuuksien ja sukupuolen sekä feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioiden yhteyden tutkiminen. Koska tässä tutkimuksessa tutkittavien ja kuuntelijoiden määrä oli vähäinen, tulee akustisten ominaisuuksien ja sukupuoli- ja feminiinisyyssmaskuliinisuusarvioiden välisten korrelaatiokerrointen tulkinnassa olla varovainen. Tulokset ovat kuitenkin suuntaa antavia.

6.8 Tulosten sovellettavuus tutkimus- ja puheterapiatyöhön

Tämä tutkimus antaa lisätietoa suomalaisen ihmisten äänen akustisista ominaisuuksista muun muassa äänitutkijoille ja ääniasioiden parissa työskenteleville puheterapeuteille. Puheterapiatyössä tutkimukseni tuloksia äänen akustisista ominaisuuksista voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi äänihäiriöisten ihmisten tutkimisessa ja kuntoutuksessa sekä transsukupuolisten henkilöiden puheterapian suunnittelussa ja toteutuksessa. Tutkimukseni perusteella transsukupuolisten naisten puheterapiassa on järkevää nostaa kaikkia äänen akustisia ominaisuuksia (perustaajuutta, perustaajuuden minimi- ja maksimiarvoja sekä formanttitaajuuksia) naissukupuoleen sopivammaksi. Tulosten mukaan äänen perustaajuutta kannattaa nostaa 153–244 Hz:n, äänen perustaajuuden minimiarvoa 68–137 Hz:n ja maksimiarvoa 233–359 Hz:n korkeudelle, jotta ääni kuullaan todennäköisemmin naisen äänenä. Myös korkeammat formanttitaajuudet arvioitiin tässä tutkimuksessa useammin naisen ääneksi, joten transsukupuolisten puheterapiassa formanttitaajuuksia voi nostaa suuonteloa pienentämällä (nostamalla kielen korkeutta suuontelossa) ja ääntöväylää lyhentämällä (leventämällä huulia).

6.9 Jatkotutkimustarpeet

Jotta tämän tutkimuksen tuloksille saataisiin vertailupohjaa, olisi tärkeää tutkia äänen akustisten ominaisuuksien ja sukupuoli- ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarvioiden välistä yhteyttä suuremmilla tutkittava- ja kuuntelijamäärillä sekä laajemmilla ikäjakaumilla. Jatkotutkimuksissa voitaisiin ottaa huomioon myös äänen laadullisten tekijöiden, kuten äänen vuotoisuuden, vaikutus sukupuoli- ja feminiinisyyss-maskuliinisuusarviointiin. Äänen vuotoisuuden on havaittu olevan yhteydessä kuuntelijoiden tekemään feminiinisyyssarvioon (van Borsel, Janssens & de Bodt, 2007). Lisätutkimus olisi tarpeellista transsukupuolisten naisten puheterapian suunnittelua ja toteutusta ajatellen. Lisäksi olisi tärkeää tutkia lisää

suomalaisten ihmisten äänen akustisia ominaisuuksia, joista erityisesti tulisi tarkastella vokaalien formanttitaajuuksia.

Kiitokset

Haluan kiittää pro gradu – tutkielmani ohjaajia Jaana Sellmania ja Seija Pekkala asiantuntijuudestaan, kannustuksestaan ja joustavuudestaan tutkielmani teon aikana! Jaanaa haluan kiittää erityisesti tutkielmani aiheen ideointi- ja toteutusavusta sekä taitoihini luottamisesta. Kiitos kaikille tutkimukseeni puhujiksi ja kuuntelijoiksi osallistuneille henkilöille – ilman teitä tämä tutkimus ei olisi onnistunut! Kiitän myös Mona Lehtistä ja Regina Garcia Velazquezia tutkimuksen toteuttamisavusta. Poikaystäväni Markus Gustafsson ansaitsee erityiskiitoksen avusta Excelin käytössä ja tilastoasioissa sekä jatkuvasta tuesta ja kannustuksesta! Lisäksi haluan kiittää koko perhettäni oikolukemisavusta, uusista näkökulmista ja vinkeistä tutkimukseeni sekä kiinnostuksesta tutkielmaani kohtaan. Teidän tukenne on ollut korvaamatonta.

Lähteet

- Aarnipuu, T. (2008). *Trans: sukupuolen muunnelmia*. Helsinki: Like.
- Abitbol, J., Abitbol, P. & Abitbol, B. (1999). Sex hormones and the female voice. *Journal of Voice*, 13, 424–446.
- Addington, D. (1968). The relationship of selected vocal characteristics to personality perception. *Speech Monographs*, 1, 492–503.
- Adler, R., Hirsch, S. & Mourdaunt, M. (2012). *Voice and communication therapy for the transgender/transsexual client. A comprehensive clinical guide –second edition*. San Diego: Plural Publishing.
- Adler, R., Constansis, A. & Van Borsel, J. (2012). Female-to-male transgender/transsexual considerations. Teoksessa: R. Adler, S. Hirsch & M. Mordaunt (toim.), *Voice and communication therapy for the transgender/transsexual client. A comprehensive clinical guide –second edition* (s.153–185). San Diego: Plural Publishing.
- Amir, O., Engel, M., Shabtai, E. & Amir, N. (2012). Identification of children's gender and age by listeners. *Journal of Voice*, 26 (3), 313–321.
- Andrews University. (2005). Applied Statistics. Lesson 13. More correlation coefficients. Haettu 14.12.2014 osoitteesta <http://www.andrews.edu/~calkins/math/ed-rm611/edrm13.htm>
- Aronson, A. & Bless, D. (2009). Treatment of voice disorders. Teoksessa A. Aronson. & D. Bless (toim.), *Clinical voice disorders* (s.231–270). Thieme Medical Publishers: New York.
- Baken, R. & Orlikoff, R. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. Singular Publishing Group: San Diego.
- Ball, M. (1993). *Phonetics for speech pathology*. London: Whurr Publishers.
- Becklund-Freidenberg, C. (2002). Working with male-to-female transgendered clients: clinical considerations. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 29, 43–58.

- Boersma, P. & Weenink, D. (1992–2014) Praat: doing phonetics by computer. Haettu 16.7.2014 osoitteesta <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
- Boone, D., McFarlane, S. & Von Berg, S. (2004). *The voice and voice therapy*. Boston: Pearson International Edition.
- Borkowska, B. & Pawlowski, B. (2011). Female voice frequency in the context of dominance and attractiveness perception. *Animal Behaviour*, 82, 55–59.
- Brown, W., Morris, R., Hollien, H. & Howell, E. (1991). Speaking fundamental frequency characteristics as a function of age and professional singing. *Journal of Voice*, 5, (4), 310–315.
- de Bruin, M., Coerts, M. & Greven, A. (2000). Speech therapy in the management of male-to-female transsexuals. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 52, 220–227.
- de Krom, G. (1995). Some spectral correlates of pathological breathy and rough voice quality for different types of vowel fragments. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38 (4), 794–811.
- Carew, L., Dacakis, G. & Oates, J. (2007). The effectiveness of oral resonance therapy on the perception of femininity of voice in male-to-female transsexuals. *Journal of Voice*, 21 (5), 591–603.
- Coleman, R. (1971). Male and female voice quality and its relationship to vowel formant frequencies. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 565–577.
- Coleman, R. (1975). A comparison of the contributions of two voice quality characteristics to the perception of maleness and femaleness in the voice. *Journal of Speech and Hearing Research*, 19, 168–180.
- Dacakis, G. (2000). Long-term maintenance of fundamental frequency increases. *Journal of Voice*, 14 (4), 549–556.
- Dacakis, G. (2002). The role of voice therapy in male-to-female transsexuals. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 10, 173–177.
- Davies, S. & Goldberg, J. (2006). Transgender speech feminization/masculinization: suggested guidelines for BC Clinicians. Haettu 18.11.2013 osoitteesta <http://transhealth.vch.ca/resources/library/tcpdocs/guidelines-speech.pdf>

- Debryune, F. & Decoster, W. (1999). Acoustic differences between sustained vowels perceived as young or old. *Logopedics, Phoniatrics Vocology*, 24, 1–5.
- Dellwo, V., Huckvale, M. & Ashby, M. (2007). How is individuality expressed in voice? An introduction to speech production and description for speaker classification. Teoksessa: C. Müller (toim.), *Speaker classification I. Fundamentals, features, and methods* (s.1–20). Berlin: Springer.
- Fitch, J. & Holbrook, A. (1970). Modal vocal fundamental frequency of young adults. *Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 92, 379–382.
- Fitch, W. (2000). The evolution of speech: a comparative review. *Trends in Cognitive Science*, 4, 258–267.
- Frazier, A. & Hooper, C. (2012). Language: pragmatics and discourse. Teoksessa R. Adler, S. Hirsch. & M. Mordaunt (toim.), *Voice and communication therapy for the transgender/transsexual client. A comprehensive clinical guide – second edition* (s.279–296). San Diego: Plural Publishing.
- Graddol, D. & Swann, J. (1990). *Gender voices*. Oxford: Basil Blackwell.
- Hancock, A., Colton, L. & Douglas, F. (2013). Intonation and gender perception: applications for transgender speakers. *Journal of Voice*, in press.
- Higgins, M., Netsell, R. & Schulte, L. (1998). Vowel-related differences in laryngeal articulatory and phonatory function. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 41 (4), 712–724.
- Hillenbrandt, J., Getty, L., Clark, M. & Wheeler, K. (1995). Acoustic characteristics of American English vowels. *Journal of Acoustic Society of America*, 97 (5), 3099–3111.
- Hillenbrand, J. & Clark, M. (2009). The role of f_0 and formant frequencies in distinguishing the voices of men and women. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(5), 1150–1166.
- Hirsch, S. & Pausewang-Gelfer, M. (2012). Resonance. Teoksessa R. Adler, S. Hirsch. & M. Mordaunt (toim.), *Voice and communication therapy for the transgender/transsexual client. A comprehensive clinical guide – second edition* (s.225–247). San Diego: Plural Publishing.

- Hollien, H. & Shipp, T. (1972). Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15, 155–159.
- Holopainen, M. & Pulkkinen, P. (2002). *Tilastolliset menetelmät*. Helsinki: WSOY.
- Huttunen, M. (2013). Transsukupuolisuus. Haettu 2.12.2013 osoitteesta http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00525
- Huuska, M. (2005). Sukupuolen moninaisuus – totta vai tarua? Haettu 30.6.2014 osoitteesta http://www.minna.fi/c/document_library/get_file?uuid=7ec101a8-915c-4666-a156-6b7da4937d1a&groupId=10136
- Huuska, M. (2010). Transsukupuolisuuden tutkimus Suomessa. Teoksessa: T. Saresma, L-M, Rossi & T. Juvonen (toim.), *Käsikirja sukupuoleen* (s. 155–160). Tampere: Vastapaino.
- Iivonen, A., Nevalainen, T., Aulanko, R. & Kaskinen, H. (1987). *Puheen intonaatio*. Gaudeamus
- Iivonen, A. & Tella, S. (2009). Vieraan kielen ääntämisen ja kuulemisen opetus ja harjoittelu. Teoksessa: O. Aaltonen, R. Aulanko, A. Iivonen, A. Klippi & M. Vainio (toim.), *Puhuva ihminen. Puhetieteiden perusteet* (s.269–281). Helsinki: Otava.
- Isei-Jaakkola, T. (2006). Finnish voice for Japanese speakers: age, gender and acoustic correlation. Teoksessa: R. Aulanko, L. Wahlberg. & M. Vainio (toim.), *Fonetiikan päivät. The phonetics symposium 2006* (s.76–83). Helsingin yliopisto: puhetieteiden laitoksen julkaisuja.
- Jokinen, A. (2010). Kriittinen mies- ja maskuliinisuustutkimus. Teoksessa T. Saresma, L-M, Rossi & T. Juvonen (toim.), *Käsikirja sukupuoleen* (s. 128–139). Tampere Vastapaino.
- Juvonen, T., Rossi, L-M & Saresma, T. (2010). Kuinka sukupuolta voi tutkia? Teoksessa: T. Saresma, L-M, Rossi & T. Juvonen (toim.), *Käsikirja sukupuoleen* (s. 21–38). Tampere: Vastapaino.
- Kent, R. (1997). *The Speech Sciences*. San Diego: Singular Publishing group.

- Kimmel, M. (2001). Masculinities and femininities. Teoksessa: N. Smelser & P. Baltes (toim.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (s. 9318–9321).
- Kvantitatiivisten menetelmien tietovaranto. (2013). Hypoteesien testaus: merkitsevyystason valinta. Haettu 17.2.2015 osoitteesta <http://www.fsd.uta.fi/metelmaopetus/hypoteesi/testaus.html>
- Ladefoged, P. (2006). *A course in phonetics, fifth edition*. Boston: ThomsonWadsworth.
- Lass, N., Hughes, K., Bowyer, M, Waters, L. & Bourne, V. (1976). Speaker sex identification from voiced, whispered, and filtered isolated vowels. *Journal of Acoustic Society of America*, 59 (3), 675–678.
- Laukkanen, A-M. & Leino, T. (1999). *Ihmeellinen ihmisääni*. Helsinki: Gaudeamus.
- Lavner, Y., Rosenhouse, J. & Gath, I. (2001). The prototype model in speaker identification by human listeners. *International Journal of Speech Technology*, 4, 63–74.
- Lenes, M. (2004). Praat-opas. Haettu 16.7.2014 osoitteesta <http://www.helsinki.fi/puhetieteet/atk/praat/>
- Lowit-Leuschel, A., & Doherty, G. (2000). Dysprosody. Teoksessa: R. Kent & M. Ball (toim.), *Voice quality measurement* (s.59–72). San Diego: Singular Publishing Group
- Maryn, Y., Corthals, P., van Cauenberge, P., Nelson, R. & de Bodt, M. (2010). Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: combining continuous speech and sustained vowel. *Journal of Voice*, 24 (5), 540–555.
- Mathieson, L. (2000). Normal-disordered continuum. Teoksessa: R. Kent & M. Ball (toim.), *Voice quality measurement* (s.3–12). San Diego: Singular Publishing Group.
- Mattila, A. (2008). Sukupuolen korjaushoidot kohentavat transsukupuolisten potilaiden psykososiaalista toimintakykyä. *Suomen Lääkärilehti*, 3, 163–168.
- McNeill, E., Wilson, J., Clark, S. & Deakin, J. (2008). Perception of voice in the transsexual. *Journal of Voice*, 22 (6), 727–733.

- Mészáros, K., Vitéz, L., Szabolcs, I., Góth, M., Kovács, L., Görömbei, Z. & Hacki, T. (2005). Efficacy of conservative voice treatment in male-to-female transsexuals. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 57, 111–118.
- Metsämuuronen, J. (2006). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä 2*. Helsinki: International Methelp.
- Moon, K., Chung, S., Park, H. & Kim, H. (2012 tarkista vuosi). Materials of acoustic analysis: sustained vowel versus sentence. *Journal of Voice*, 26 (5), 563–565.
- Mount, K. & Salmon, S. (1988). Changing the vocal characteristics of a postoperative transsexual patient: a longitudinal study. *Journal of Communication Disorders*, 21, 229–238.
- Mäenniemi, R. (2000). Suomalaisen naisäänien akustiset normiarvot. Logopedian pro gradu –tutkielma. Oulun yliopisto, Suomen ja saamen kielen ja logopedian laitos.
- Müller, C. (2007). *Speaker classification I. Fundamentals, features, and methods*. Berlin: Springer.
- Norman, L., Hughes, K., Bowyer, M., Waters, L. & Bourne, V. (1976). Speaker sex identification from voiced, whispered, and filtered isolated vowels. *Journal of Acoustic Society of America*, 59 (3), 675–678.
- Nishio, M. & Niimi, S. (2008). Changes in speaking fundamental frequency characteristics with aging. *Folia Phoniatica et Logopaediga*, 60, 120–127.
- Nittrouer, S., McGowan, R., Milenkovic, P. & Beehler, D. (1990). Acoustic measurements of men's and women's voices: a study of context effects and covariation. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33, 761–775.
- Nummenmaa, L. (2004). *Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät*. Helsinki: Tammi.
- Oates, J. (2012). Evidence-based practice in voice therapy for transgender/transsexual clients. Teoksessa: R. Adler, S. Hirsch & M. Mordaunt (toim.), *Voice and communication therapy for the transgender/transsexual client. A comprehensive clinical guide –second edition* (s.45–68). San Diego: Plural Publishing.

- Parsa, V. & Jamieson, D. (2001). Acoustic discrimination of pathological voice: sustained versus continuous speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*, 327–339.
- Pausewang-Gelfer, M. & Tice, R. (2012). Perceptual and acoustic outcomes of voice therapy for male-to-female transgender individuals immediately after therapy and 15 months later. *Journal of Voice, 27* (3), 335–347.
- Pausewang-Gelfer, M. (1999). Voice treatment from male-to-female transgendered client. *American Journal of Speech-Language Pathology, 8*, 201–208.
- Pausewang-Gelfer, M. & Schofield, K. (2000). Comparison of acoustic and perceptual measures of voice in male-to-female transsexuals perceived as female versus those perceived as male. *Journal of Voice, 14* (1), 22–33.
- Pausewang-Gelfer, M. & Bennet, Q. (2013). Speaking fundamental frequency and vowel formant frequencies: effects on perception of gender. *Journal of Voice, 27*, (5), 556–566.
- Pausewang-Gelfer, M. & Mourdaunt, M. (2012). Pitch and intonation. Teoksessa: R. Adler, S. Hirsch. & M. Mordaunt (toim.), *Voice and communication therapy for the transgender/transsexual client. A comprehensive clinical guide – second edition* (s.187–223). Plural Publishing: San Diego.
- Peterson, G. & Barney, H. (1952). Control methods used in a study of the vowels. *The Journal of Acoustical Society of America, 24* (2), 175–184.
- Pimenoff, V. (2006). Transsukupuolisuus. Teoksessa: D. Apter, L. Väisälä & K. Kaimola (toim.), *Seksuaalisuus* (s.164–172). Helsinki: Duodecim.
- Puts, D., Gaulin, S. & Verdolini, K. (2006). Dominance and the evolution of sexual dimorphism in human voice pitch. *Evolution and Human Behavior, 27*, 283–296.
- Quinnipiac University (2014). Pearson's Correlation. Haettu 4.1.2015 osoitteesta <http://faculty.quinnipiac.edu/libarts/polsci/Statistics.html>
- Raimo, I. & Ojala, S. (2009). Akustiikkaa ja artikulaatioita eli miltä puhe näyttää. Teoksessa: O. Aaltonen., R. Aulanko., A. Iivonen., A. Klippi & M. Vainio (toim.), *Puhuva ihminen. Puhetieteiden perusteet* (s.174–182). Helsinki: Otava.

- Rose, P. (2002). *Forensic speaker identification*. London: Taylor & Francis.
- Sandmann, K., am Zehnhoff-Dinnesen, A., Schmidt, C-M., Rosslau, K., Lang-Roth, R., Burgmer, M., Knief, A., Matulat, P., Vauth, M. & Deuster, D. (2013). Differences between self-assessment and external rating of voice with regard to sex characteristics, age and attractiveness. *Journal of Voice*, in press.
- Sataloff, R. (1991). *Professional Voice. The science and art of clinical care*. New York: Raven Press.
- Schultz, T. (2007). Speaker characteristics. Teoksessa: C. Müller (toim.), *Speaker classification I. Fundamentals, features, and methods* (s. 47–74). Berlin: Springer.
- Sellman, J. (2000). Moniulotteinen akustinen analyysi äänen laadun seurannassa ja äänipotilaiden seulonnassa. Multi-Dimensional Voice Program (MDVP) -ohjelman tarkastelua neljän osatutkimuksen avulla. Logopedian lisensiaatintyö. Helsingin yliopisto. Fonetikan laitos.
- Simpson, A. (2009). Phonetic differences between male and female speech. *Language and Linguistics Compass*, 3 (2), 621–640.
- Skuk, V. & Schweinberger, S. (2013). Gender differences in familiar voice identification. *Hearing Research*, 296, 131–140.
- Spencer, L. (1988). Speech characteristics of male-to-female transsexuals: a perceptual and acoustic study. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 40, 31–42.
- Sussmann, J. & Sapienza, C. (1994). Articulatory, developmental, and gender effects on measures of fundamental frequency and jitter. *Journal of Voice*, 8 (2), 145–156.
- Särkämö, T. & Tervaniemi, M. (2010). Teoksessa: P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.), *Kieli ja aivot* (s.43–50). Turun yliopisto: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus.
- Taanila, A. (2013). IBM SPSS Statistics 21. Haettu 14.12.2014 osoitteesta <http://myy.haaga-helia.fi/~taaak/k/spss19.pdf>

- The Principles of the International Phonetic Association. (1949). London: University College London
- Thornton, J. (2008). Working with the transgender voice: the role of the speech and language therapist. *Sexologies*, 17, 272–276.
- Titze, I. (1994). *Principles of voice production*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Vainio, M., Palo, P., Aalto, D. & Laine, U. (2009). Lähde ja suodin – puheentuoton akustiikasta ja sen mallintamisesta. Teoksessa: O. Aaltonen., R. Aulanko., A. Iivonen., A. Klippi & M. Vainio (toim.), *Puhuva ihminen. Puhetieteiden perusteet* (s.161–173). Helsinki: Otava.
- Vainio, 2010. Prosodia: Painotus, rytmi ja melodia. Teoksessa: P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.), *Kieli ja aivot* (s. 90–98). Turun yliopisto: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus.
- Valo, M. (1994). *Käsitykset ja vaikutelmat äänestä. Kuuntelijoiden arviointia radiopuheen äänellisistä ominaisuuksista*. Jyväskylän yliopisto.
- Van Borsel, J., De Cuypere, G., Rubens, R. & Destaerke, B. (2000). Voice problems in female-to-male transsexuals. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 35 (3), 427–442).
- Van Borsel, J., De Cuypere, G. & Van den Berghe, H. (2001). Physical appearance and voice in male-to-female transsexuals. *Journal of Voice*, 15 (4), 570–575.
- Van Borsel, J., Van Eynde, E., De Cuypere & Bonte, K. (2006). Feminine after cricothyroid approximation? *Journal of Voice*, 22 (3), 379–384.
- Van Borsel, J., Janssens, J. & De Bodt, M. (2007). Breathiness as a feminine voice characteristic: perceptual approach. *Journal of Voice*, 23, 291–294.
- Van Borsel, J., de Pot, K. & De Cuyepere, G. (2007). Voice and physical appearance in female-to-male transsexuals. *Journal of Voice*, 23 (4), 494–497.
- Weenink, D. (2014). Speech signal processing with Praat. Haettu 16.7.2014 osoitteesta <http://www.fon.hum.uva.nl/david/sspbook/sspbook.pdf>
- Welham, N. (2009). Clinical voice evaluation. Teoksessa: A. Aronson. & D. Bless (toim.), *Clinical voice disorders* (s. 134–165). New York: Thieme Medical Publishers.

- Wiltshire, A. (1995). Not by pitch alone: a view of transsexual vocal rehabilitation. *National Student Speech Language Hearing Association Journal*, 22, 53–57.
- Wiik, K. (1965). *Finnish and English vowels. A comparison with special reference to the learning problems met by native speakers of Finnish learning English*. Turun yliopiston julkaisu B: 94.
- Wolfe, V., Ratusnik, D., Smith, F. & Northrop, G. (1990). Intonation and fundamental frequency in male-to-female transsexuals. *Journal of Speech and Hearing Research*, 55, 430–50.
- Zraick, R., Wendel, K. & Smith-Olinde, L. (2005). The effect of speaking task on perceptual judgment of the severity of dysphonic voice. *Journal of Voice*, 19 (4), 574–581

Liitteet

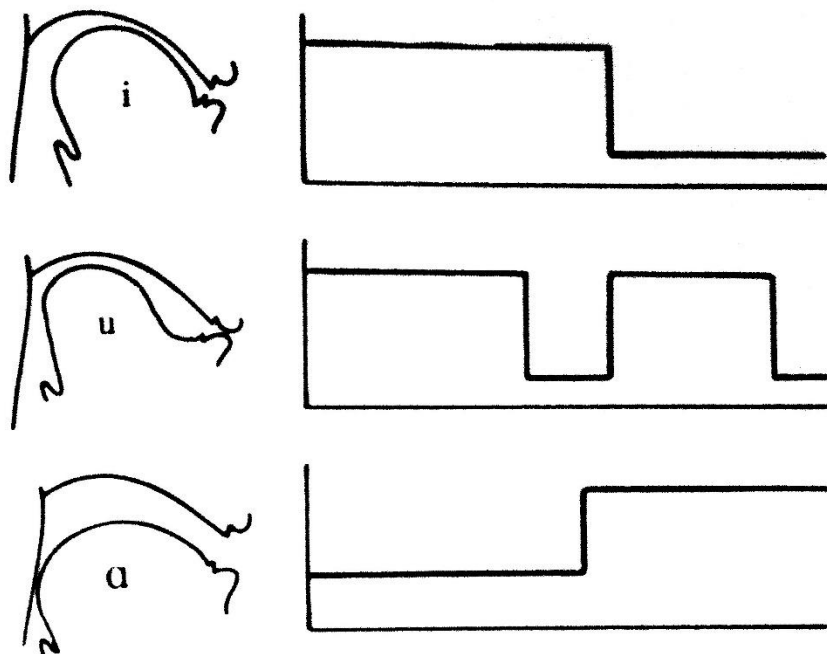
Liite 1. Transsukupuolisten naisten äänen perustaajuus

Tutkijat	Tutkit- tavat (n)	Ikä	Puhete- rapian määrä ja kesto	Tehtävä-tyyppi	f0 (Hz) ennen puhete- rapiaa	f0 (Hz) puhete- rapian jälkeen	Seu- ranta- aika	f0 (Hz) seuran- nan jälkeen
Carew, Dacakis & Oates (2007)	10	25-64	5 krt (1 krt/vko)	lukupuhe	119	133	-	-
Dacakis (2000)	10	32-58	10-90 krt	spontaanipuhe	126	168	ka. 4 v	147
Pausewang -Gelfer & Tice (2013)	5	42-52	16 krt (2 krt/vko)	puolispontaanipuhe	126	210	15 kk	171
				spontaanipuhe	119	178		138
				lukupuhe	123	194		155
Mészáros, Vitéz, Szabolcs, Kovács, Görömbei & Hacki (2005)	3	20-26	1 krt/vko 9,6 kk:n ajan	lukupuhe	151	192	-	-
Mount & Salmon (1988)	1	63	88 h 11 kk:n ajan	/a/ /i/ /u/	110 110 110	210 195 210	5 v	230 235 200

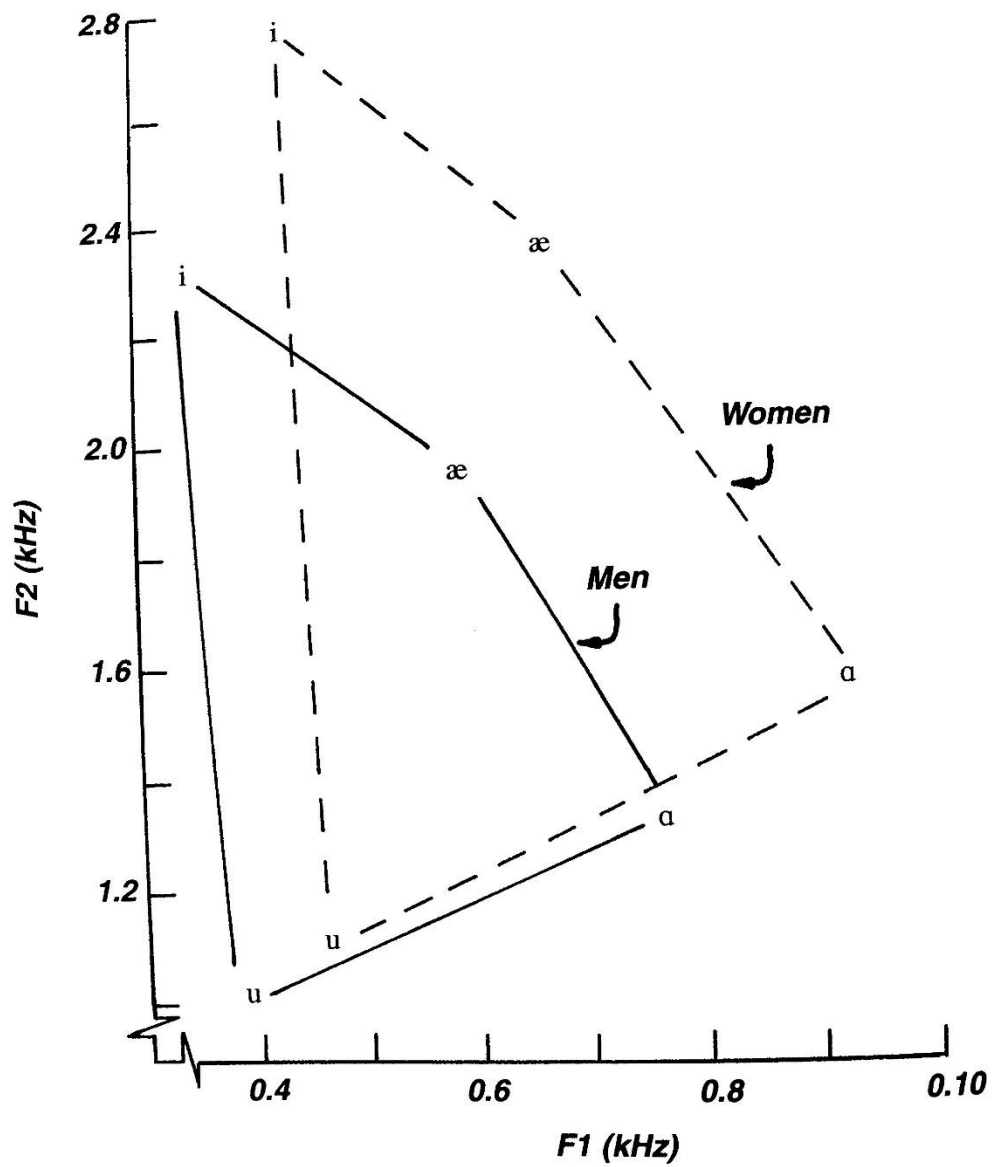
Liite 2. Transsukupuolisten naisten perustaajuuden vaihteluväli ennen puheterapiaa ja sen jälkeen.

Tutkijat	Tutkittavat (n)	ikä	Puheterapian määrä ja kesto	Tehtävä-tyyppi	F0 vaihteluväli	Ennen puheterapiaa	Puheterapian jälkeen	Seuranta-aika	F0 seuranta-ajan jälkeen
Pausewang-Gelfer & Tice (2013)	5	42–52	16 krt (2 krt/vko)	lukupuhe	f0min f0max psa	86 199 15	120 320 18	15 kk	96 259 18
Mészáros ym (2005)	3	20–26	1 krt/vko 9,6 kk:n	lukupuhe	f0 min f0 max psa	134 392 19	164 474 19	-	-

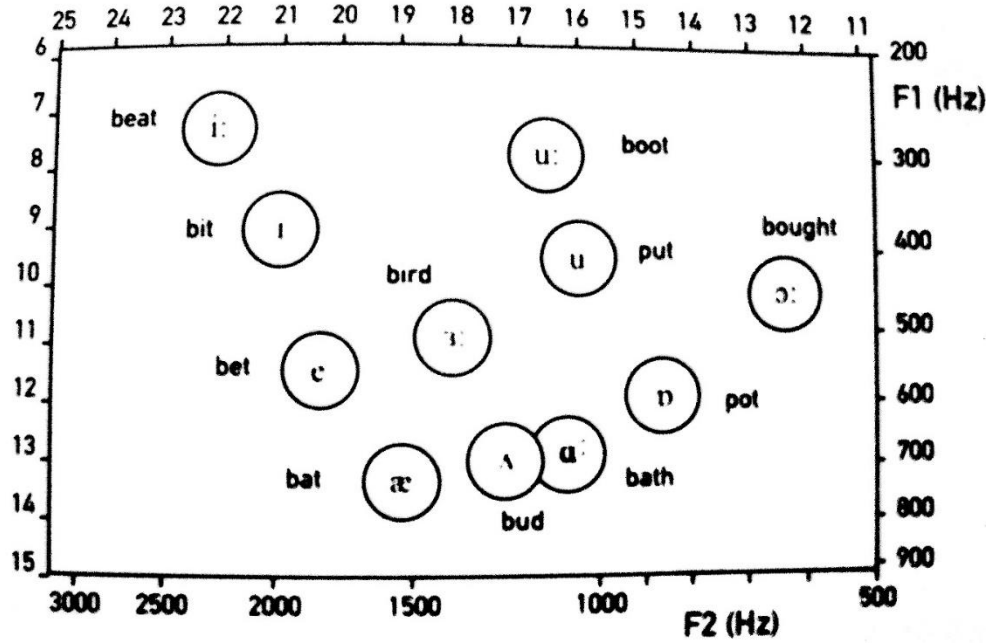
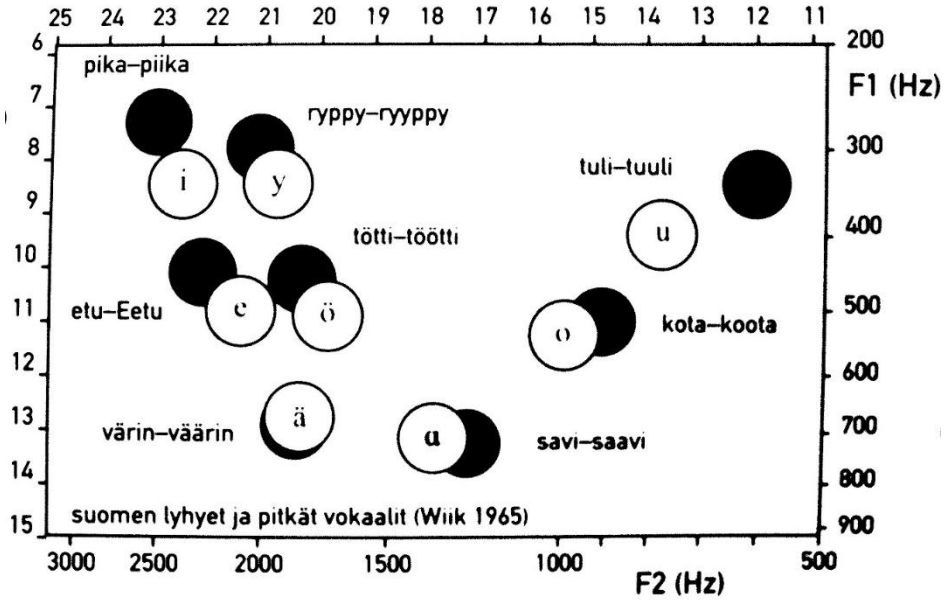
Liite 3. Kielen asento suuontelossa eri vokaaleja tuotettaessa (Kent, 1997, 335).



Liite 4. Naisten ja miesten nurkkavokaalien /a/-, /i/- ja /u/ F1- ja F2-taajuuksien erot (Kent, 1997, 336)



Liite 5. Suomen kielellä (ylempi kuva) ja englannin kielellä (alempi kuva) tuotettujen vokaalien sijoittuminen formanttikarttaan (Iivonen & Tella, 2009, 276–277)



Liite 6. Transsukupuolisten naisten formanttitaajuudet ennen puheterapiaa ja sen jälkeen.

Tutkijat	Tutkittavat (n)	ikä	Puheterapian kesto	tehtävä	F	Ennen puheterapiaa	Puheterapian jälkeen	Seuranta-aika	Seurannan jälkeen
Carew ym. (2007)	10	25-64	5 krt (1 krt/vko)	lukupuhe	F1	/i/ 324 /a/ 748 /u/ 361	/i/ 352 /a/ 820 /u/ 421	-	-
					F2	/i/ 2117 /a/ 1278 /u/ 982	/i/ 2192 /a/ 1460 /u/ 1038		
					F3	/i/ 2552 /a/ 2509 /u/ 2509	/i/ 2806 /a/ 2732 /u/ 2732		
Pausewang-Gelfer & Tice (2013)	5	42-52	16 krt (2 krt/vko)	vokaali /i/ puolispontaanissa puheessa	F1	/i/ 267	/i/ 335	15 kk	/i/ 280
					F2	/i/ 2373	/i/ 2562		/i/ 2561
					F3	/i/ 3029	/i/ 2977		/i/ 3140
				/a/, /i, ja /u/ - vokaalit	F1	/i/ 262 /a/ 769 /u/ 337	/i/ 399 /a/ 708 /u/ 343		/i/ 349 /a/ 752 /u/ 418
					F2	/i/ 2443 /a/ 1403 /u/ 951	/i/ 2430 /a/ 1380 /u/ 870		/i/ 2530 /a/ 1381 /u/ 886
					F3	/i/ 3071 /a/ 2590 /u/ 2270	/i/ 3082 /a/ 2787 /u/ 2435		/i/ 3365 /a/ 2649 /u/ 2498
Mount & Salmon (1988)	1	63	88 h 11 kk:n ajan	/a/, /i/ ja /u/ - vokaalit	F1	/i/ 222 /a/ 606 /u/ 277	/i/ 278 /a/ 829 /u/ 322	5 v	/i/ 371 /a/ 955 /u/ 389
					F2	/i/ 2092 /a/ 1053 /u/ 810	/i/ 2383 /a/ 1147 /u/ 1065		/i/ 2389 /a/ 1191 /u/ 1168
					F3	/i/ 3467 /a/ 2331 /u/ 1944	/i/ 3505 /a/ 2718 /u/ 2458		/i/ 3363 /a/ 2853 /u/ 2151

Liite 7. Taustatietolomake miehille ja naisille

Nimi _____

Ikä _____

1. Olen

- Mies
- Nainen

2. Äidinkieleni on

- suomi
- joku muu, mikä _____

3. Onko sinulla jotain seuraavista sairauksista, jotka voivat vaikuttaa ääneen

- Astma
- Allergia
- Neurologisia sairauksia
- Useita hengitystieinfektioita
- Jatkuvaa närästystä (reflux)

4. Terveystila tutkimushetkellä

- Täysin terve
- Flunssaoireita, mitä _____
- Närästysoireita
- Allergiaoireita, mitä _____
- Muu, mikä _____

5. Kirurgiset toimenpiteet kurkunpään alueelle (esim. äänihuulileikkaus) _____

6. Tupakoitko?

- En
- En enää, olen lopettanut tupakoinnin vuonna _____
- Kyllä, noin _____ savuketta päivässä.

7. Mielestäni ääneni on (Merkitse rasti janalle siihen kohtaan, joka kuvaa omaa mielipidettäsi parhaiten)

erittäin maskuliininen | _____ | erittäin feminiininen

8. Mielestäni ääneni kuulostaa

- Naisen ääneltä
- Miehen ääneltä

Liite 8. Taustatietolomake transsukupuolisille miehille ja naisille

Nimi _____

Ikä _____

1. Olen transsukupuolinen

- nainen
- mies

2. Äidinkieleni on

- suomi
- joku muu, mikä _____

3. Onko sinulle tehty kurkunpään (aattaminomenan) hionta?

- Ei
- Kyllä, milloin (kuukausi/vuosi) _____

4. Muut kirurgiset toimenpiteet kurkunpään alueelle, esim. äänihuulileikkaus (kuukausi/vuosi) _____

—

5. Mitkä seuraavista sukupuolenkorjausprosessin vaiheista olet jo käynyt läpi?

- Kypsyttely
- Tutkimusvaihe. Diagnoosin olen saanut (kuukausi/vuosi) _____
- Hormonihoitojen aloitus. Hormonihoidot olen aloittanut (kuukausi/vuosi) _____
- Tosielämän kokemus
- Nimen vaihtaminen
- Henkilötunnuksen vaihtaminen
- Mahdolliset leikkaukset

6. Arvioi suurin piirtein kuinka monta prosenttia ajasta elät naisena / miehenä

7. Oletko saanut puhe- /ääniterapiaa sukupuoleen sopivamman äänen saavuttamiseksi?

- En
- Kyllä, milloin (vuosi) _____ ja kuinka paljon (krt) _____

8. Jos et ole saanut puhe-/ääniterapiaa, oletko itse harjoitellut sukupuoleen sopivampaa ääntä?

- En
- Kyllä, olen harjoitellut itsenäisesti

9. Onko sinulla jotain seuraavista sairauksista, jotka voivat vaikuttaa ääneen

- Astma
- Allergia
- Neurologisia sairauksia
- Useita hengitystieinfektioita
- Jatkuvaa närästystä (reflux)

10. Terveystila tutkimushetkellä

- Täysin terve
- Flunssaoireita, mitä _____

- Närästysoireita
- Allergiaoireita, mitä _____

- Muu, mikä _____

11. Tupakoitko?

- En
- En enää, olen lopettanut tupakoinnin vuonna _____
- Kyllä, noin _____ savuketta päivässä.

12. Mielestäni ääneni on (Merkitse rasti janalle siihen kohtaan, joka kuvaa omaa mielipidettäsi parhaiten)

erittäin maskuliininen | _____ | erittäin feminiininen

13. Mielestäni ääneni kuulostaa

- Naisen ääneltä
- Miehen ääneltä

Liite 9. Yhteenveto tutkittavien sairauksista ja terveydentilasta tutkimushetkellä

Tutkittavien sairaudet

Sairaudet	Naiset	Miehet	Transsukupuoliset naiset	Transsukupuoliset miehet
Allergia	2	1	0	0
Astma	0	0	0	1
Astma ja allergia	1	2	0	0

Tutkittavien terveydentila tutkimushetkellä

Terveydentila tutkimushetkellä	Naiset	Miehet	Transsukupuoliset naiset	Transsukupuoliset miehet
Täysin terve	6	5	2	1
Flunssaoireita	1	2	1	0
Allergiaoireita	2	2	0	1
Stressiä	1	0	0	0

Liite 10. Transsukupuolisten henkilöiden taustatietoa

Läpikäytyt sukupuolen korjausprosessin vaiheet	Transsukupuoliset naiset (n 3)	Transsukupuoliset miehet (n 2)
Kypsyttely	3/3	2/2
Tutkimusvaihe	3/3	2/2
Hormonihoitojen aloitus	2/3	2/2
- Aloitus (kk/-vuosi)	9/2000, 2/2014	2/2014, 4/2014
Tosielämän kokemus	2/3	1/2
Nimen vaihtaminen	2/3	1/2
Henkilötunnuksen vaihtaminen	0/3	0/2
Mahdolliset leikkaukset	1/3	0/2

Muu tieto	Transsukupuoliset naiset (n 3)	Transsukupuoliset miehet (n 2)
Kurkunpään hionta	0/3	0/2
Äänihuulileikkaus	1/3	0/2
Puheterapia	3/3	0/2
Sukupuoleen sopivamman äänen itsenäinen harjoittelu	2/3	1/2

Tutkittava	Eläminen naisena %	Eläminen miehenä %
Transsukupuolinen nainen	100	
Transsukupuolinen nainen	0	100
Transsukupuolinen nainen	90-100	0-10
Transsukupuolinen mies	40	60
Transsukupuolinen mies	0	100

Tutkittava	Puheterapian määrä (krt)	Vuosi
Transsukupuolinen nainen	1	2014
Transsukupuolinen nainen	10	2014
Transsukupuolinen nainen	10	2009

Liite 11. Lupalomake äänitallennukseen, sen arkistointiin ja jatkokäyttöön

Annan Siiri Pääkköselle luvan tallentaa ja käyttää minulta tallennettua ääniaineistoa tähän pro gradu -tutkimukseen ja sen perusteella julkaistavaan artikkeliin (Aineisto hävitetään tutkielman ja artikkelin valmistuttua)

Annan luvan Helsingin yliopiston Käyttäytymistieteiden laitoksen opetushenkilökunnalle ja tutkijoille käyttää minulta tallennettua ääniaineistoa seuraavin ehdoin:

Tallennettua äänimateriaalia saa jatkossa käyttää

1. Tieteellisiin julkaisuihin ja esitelmiin kyllä
(esim. artikkelit, elektroniset julkaisut, ei
opinnäytetyöt, kongressiesitelmät)

2. Opetuskäyttöön kyllä
 ei

Tallennetta koskevat muut toiveet ja rajoitteet: _____

Tallenteiden käyttö/arkistointilupa on voimassa ____. ____. 20__ asti.
 pysyvästi.

Arkistointipaikka: Helsingin yliopisto, Käyttäytymistieteiden laitos

Tietosuoja: Aineiston käyttäjiä sitoo vaitiolovelvollisuus (esim. henkilön nimi häivytetään).

Olen tietoinen siitä, että voin halutessani peruuttaa suostumukseni milloin ja mistä syystä tahansa.

Paikka ja päiväys

Allekirjoitus ja nimen selvennys

Yhteystiedot:

Puhelinnumero _____

e-mail _____

Liite 12. Tiedote tutkimuksesta tutkittaville

TIEDOTE TUTKITTAVILLE

Käyttäytymistieteiden laitos

Siiri Pääkkönen

Tämä pro gradu-tutkimus tarkastelee äänen ja sukupuolen yhteyttä. Tutkimuksessa selvitetään, miten äänen eri ominaisuudet ovat yhteydessä kuulijoiden havaintoon puhujan sukupuolesta sekä äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta. Pro gradu-tutkimuksesta julkaistaan myöhemmin myös tieteellinen artikkeli.

Tutkimuksen aineisto kerätään Käyttäytymistieteiden laitoksella, Psychologicum-rakennuksen äänittämössä osoitteessa Siltavuorenpenger 1 B. Tutkija äänittää tutkittavilta vokaaliääntö-, lukupuhe- ja spontaanipuhennytytteitä, jotka hän analysoi akustisesti. Ääninäytteitä käytetään muokkaamattomina tutkimuksen toisessa osassa, jossa kuulijat tekevät äänen perusteella arvion puhujan sukupuolesta ja äänen feminiinisyydestä tai maskuliinisuudesta.

Ääniaineistoa säilytetään ja käsitellään luottamuksellisesti. Kaikki tutkittavien henkilötiedot suojataan. Äänitykseen sekä ääninäytteiden arkistointiin ja jatkotutkimuskäyttöön pyydetään tutkittavilta erillinen kirjallinen lupa.

Suostumuksen tutkimukseen voi milloin ja mistä syystä tahansa peruuttaa.

Tutkimusta koskevia kysymyksiä voi esittää tutkimuksen tekijälle:

Siiri Pääkkönen

Logopedian opiskelija, pro gradu -tutkielman tekijä

Käyttäytymistieteiden laitos, Helsingin yliopisto

Puh. 044 272 5799

siiri.paakkonen@helsinki.fi

Liite 13. Tietoa tutkittaville äänentuottotehtävistä

Tervetuloa koehenkilöksi!

Tulet pian tuottamaan kolmenlaista ääninäytettä: vokaaliääntöä, lukupuhetta ja spontaania puhetta. Ääninäytteitäsi käytetään nimettöminä tutkimuksen toisessa osassa, jossa kuulija tekee äänen perusteella arvion sukupuolesta. Ääninäytteet tuotat äänieristetyssä tilassa seisaaltaan, suu noin 10 cm:n etäisyydellä mikistä.

Vältä heilumista, pään asennon muuttamista, äänen narinaa ja huutoa äänityksen aikana. Ennen varsinaista äänitystä saat harjoitella ääninäytteiden tuottoa niin monta kertaa kuin tarvitset. Kaikki ääninäytteitä varten tarvittavat muistilaput/lukutekstit asetetaan telineeseen eteesi - älä rapistele niitä äänityksen aikana. Jokaisen tehtävän jälkeen saat pitää juomatauon ja hengähtää!

Tuota jokainen ääninäyte omalta sopivalta äänen korkeudeltasi ja normaalilla keskusteluvoimakkuudella!

1. Ensimmäinen tehtäväsi on tuottaa kaikki suomen kielen vokaalit pidennettyinä (noin viisi sekuntia). Pidennät vokaalin aina lyhyen sanan jälkeen, esimerkiksi: ”paappa-paaaa”, ”peeppe-peeeee”, ”piippi-piiiii”, ”pooppo-pooooo” jne.

(juomatauko)

2. Toisessa tehtävässä luet lyhyen Pohjatuuli ja Aurinko -tekstin. Jos jotakin lausetta lukiessasi teet virheen, *aloita lause alusta*.

(juomatauko)

3. Kolmannessa tehtävässä kerrot omin sanoin, mitä kuvassa tapahtuu. Tässä tehtävässä sinun ei tarvitse murehtia, jos teet artikuloitvirheitä tai väärän sanavalinnan. Tarkoitushan on saada mahdollisimman spontaania puhetta!

TEHTÄVÄ 1. Vokaaliääntö

Pidennä sanan jälkeen vokaalia noin viisi sekuntia. Tuota sana ja vokaali omalta äänen korkeudeltasi ja normaalilla keskusteluvoimakkuudella. Pidä vokaalien välissä aina tauko, jonka aikana vedät henkeä! Älä kiirehdi mihinkään! Jos teet virheen, tuota pieleen mennyt uudestaan.

PAAPPA-PAAAAAAAAAAA...

(vedä henkeä)

PEEPPE-PEEEEEEEEEEEEE...

(vedä henkeä)

PIIPPI-PIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII...

(vedä henkeä)

POOPPO-POOOOOOOOOO...

(vedä henkeä)

PUUPPU-PUUUUUUUUUUU...

(vedä henkeä)

PYYPPY-PYYYYYYYYYYY...

(vedä henkeä)

PÄÄPPÄ-PÄÄÄÄÄÄÄÄÄ...

(vedä henkeä)

PÖÖPPÖ-PÖÖÖÖÖÖÖÖÖ...

TEHTÄVÄ 2. Lukupuhe

Lue seuraava Pohjatuuli ja aurinko -teksti omalta äänen korkeudeltasi ja normaalilla keskusteluvoimakkuudella! Jos teet jossakin lauseessa virheen, lue pieleen mennyt lause uudestaan.

Pohjatuuli ja aurinko väittelivät, kummalla olisi enemmän voimaa, kun he samalla näkivät kulkijan, jolla oli yllään lämmin takki. Silloin sovittiin, että se on väkevämpi, joka pikemmin saa kulkijalta päällysvaatteet pois. Nytkös pohjatuuli puhaltamaan niin että viuhui, mutta mitä kovempaa se puhalsi, sitä tarkemmin kääri vain mies takkia ympärilleen, ja viimein tuuli heittikin koko homman sikseen. Silloin alkoi aurinko lämpimästi loistaa, eikä aikaakaan, niin kuulija riisui takkinsa. Niin oli tuulen pakko myöntää, että aurinko oli kuin olikin väkevämpi.

Liite 16. Spontaanipuhetehtävän ohjeet äänitysstudioon

TEHTÄVÄ 3. Spontaanipuhe

Kerro seuraavaksi omin sanoin, mitä kuvassa tapahtuu. Tuota puhetta omalta äänen korkeudeltasi ja normaalilla keskusteluvoimakkuudella. Älä välitä virheistä, koska tarkoituksena on tuottaa spontaania puhetta!

SAMI KILPIÖ / HS



*

*Kuva: Helsingin Sanomat 29.3.2014

<http://www.hs.fi/kaupunki/Hyv%C3%A4t+veronmaksajat+muuttavat+Helsingin+1%C3%A4hikuntiin/a1396046512301>

Liite 17. Kuuntelukoelomake

Päiväys _____

Taustatiedot:

Mies Nainen Ikä _____

Kuulet pian ääninäytteitä, jotka ovat puhetta tai vokaalituottoa. Sinun tehtäväsi on ääninäytteen kuultuasi vastata mahdollisimman nopeasti, kuulostaako ääni sinun mielestäsi miehen vai naisen ääneltä, ja kuinka maskuliiniselta tai feminiiniseltä se kuulostaa. Ennen varsinaista kuuntelukoetta saat harjoitella lomakkeelle vastaamista viiden harjoitusääninäytteen ajan. Varsinaisessa kuuntelukokeessa jokaisen 20 ääninäytteen jälkeen pidetään lyhyt tauko.

Ohjeet vastaamiseen:

Valitse, kuulostaako ääni miehen vai naisen ääneltä merkitsemällä rasti ruutuun, esimerkiksi näin:

Mielestäni ääni kuulostaa

Miehen ääneltä Naisen ääneltä

Rastita janalle oma mielipiteesi äänen maskuliinisuudesta/feminiinisydestä, esimerkiksi näin:

Ääni on mielestäni

erittäin maskuliininen |-----X-----| erittäin feminiininen

HARJOITUSKIERROS ALKAA

Mielestäni ääni kuulostaa

Ääni on mielestäni

- | | | |
|--|---|------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> Miehen ääneltä | <input type="checkbox"/> Naisen ääneltä | erittäin maskuliininen |
| 2. <input type="checkbox"/> Miehen ääneltä | <input type="checkbox"/> Naisen ääneltä | erittäin maskuliininen |
| 3. <input type="checkbox"/> Miehen ääneltä | <input type="checkbox"/> Naisen ääneltä | erittäin maskuliininen |
| 4. <input type="checkbox"/> Miehen ääneltä | <input type="checkbox"/> Naisen ääneltä | erittäin maskuliininen |
| 5. <input type="checkbox"/> Miehen ääneltä | <input type="checkbox"/> Naisen ääneltä | erittäin maskuliininen |

Liite 18. Tutkittavien omat arviot äänestään

Tutkittava	Oma arvio VAS- janalla	Oma arvio, kuulostaako ääni naisen vai miehen ääneltä
nainen	54	Naisen
nainen	78	Naisen
nainen	51	Naisen
nainen	49	Naisen
nainen	58	Naisen
nainen	69	Naisen
nainen	66	Naisen
nainen	63	Naisen
nainen	26	Naisen
nainen	61	Naisen
mies	14	Miehen
mies	25	Miehen
mies	23	Miehen
mies	17	Miehen
mies	17	Miehen
mies	23	Miehen
mies	25	Miehen
mies	21	Miehen
mies	24	Miehen
Transsukupuolinen nainen	68	Naisen
Transsukupuolinen nainen	35	Miehen
Transsukupuolinen nainen	36	Miehen
Transsukupuolinen mies	47	Miehen
Transsukupuolinen mies	33	Miehen