

Elsi Silvennoinen

Tietokoneavusteisen kommunikoinnin haasteet

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

19. huhtikuuta 2020

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

Tekijä: Elsi Silvennoinen

Yhteystiedot: elsi.j.silvennoinen@student.jyu.fi

Ohjaaja: Tytti Saksa

Työn nimi: Tietokoneavusteisen kommunikoinnin haasteet

Title in English: Challenges of computer-assisted communication

Työ: Kandidaatintutkielma

Sivumäärä: 27+0

Tiivistelmä: Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena oli tutkimuskirjallisuuden perusteella selvittää, mitä haasteita teknologiapohjaisiin kommunikointiohjelmiin ja -laitteisiin liittyy, ja miten näitä haasteita voitaisiin ratkaista. Tietokoneavusteiseen kommunikointiin havaittiin liittyvän monenlaisia haasteita, jotka ovat keskenään erilaisia ja joiden esiintyvyys vaihtelee erilaisissa tilanteissa ja erilaisilla käyttäjäryhmillä. Haasteet jaettiin tutkimuskirjallisuuden pohjalta fyysisiin, kielellisiin, laitteiden ja ohjelmistojen toimintaan liittyviin, kehitykseen liittyviin sekä ympäristöön liittyviin haasteisiin.

Avainsanat: Avustettu kommunikointi, AAC, kommunikoinnin tekniset apuvälineet, haasteet

Abstract: The purpose of this bachelor's thesis was to find out, based on the research literature, what challenges are associated with technology-based communication programs and devices and how these challenges could be addressed. Computer-assisted communication was found to be associated with a wide variety of challenges that are different from each other and that vary in prevalence in different situations and with different user groups. Based on the research literature, the challenges were divided into physical challenges, linguistic challenges, hardware and software operational challenges, developmental challenges, and environmental challenges.

Keywords: Assisted communication, AAC, technical aids for communication, challenges

Sisältö

1	JOHDANTO	1
2	AVUSTETTU KOMMUNIKOINTI	3
	2.1 Puheen ymmärtämisen ja tuottamisen ongelmat	3
	2.2 Puhetta tukeva ja korvaava kommunikointi	4
	2.3 Tietokoneavusteiset kommunikointikeinot	4
3	TIETOKONEAVUSTEISTEN KOMMUNIKOINTIKEINOJEN HAASTEET	7
	3.1 Fyysiset haasteet	7
	3.2 Kielelliset haasteet	8
	3.2.1 Sanastoon liittyvät haasteet	8
	3.2.2 Ääneen liittyvät haasteet	10
	3.3 Laitteiden ja ohjelmistojen toimintaan liittyvät haasteet	11
	3.4 Ympäristöön liittyvät haasteet	13
	3.5 Kehitykseen liittyvät haasteet	14
4	POHDINTA	16
5	YHTEENVETO	18
	LÄHTEET	19

1 Johdanto

Kun päivittäinen vuorovaikutus ei onnistu puheella tai viittomakielellä kommunikoiden, tarvitaan puhetta tukevia tai korvaavia kommunikointikeinoja (Launonen 2004). Puhetta tukevasta ja korvaavasta kommunikoinnista käytetään yleisesti termiä AAC (*augmentative and alternative communication*). Puhetta tukevat ja korvaavat keinot ja apuvälineet mahdollistavat hyvin erilaisen elämän ihmisille, joilla on puheen tuottamisen ja ymmärtämisen ongelmia verrattuna siihen, millaista se olisi ilman näitä kommunikointikeinoja (Beukelman 1991). Kommunikoinnin onnistuminen ylläpitää muun muassa itsemääräämisoikeutta ja helpottaa myös omaisten ahdistuneisuutta (Luotonen ja Aitola 2013).

Suomessa noin 65 000 ihmisellä on ongelmia puheen ymmärtämisessä tai tuottamisessa (Tikoteekki a). Lisäksi on ihmisiä, joilla on vaikeuksia olla ja toimia sosiaalisessa kanssakäymisessä. On arvioitu, että maailmanlaajuisesti noin 97 miljoonaa ihmistä voisi hyötyä puhetta tukevasta ja korvaavasta kommunikoinnista (Beukelman, Mirenda ym. 2019). Puheen ymmärtämisen ja tuottamisen ongelmat voivat olla synnynnäisiä, kehityksellisiä tai johtua vammautumisesta tai sairastumisesta (Tikoteekki a).

Vielä 1990-luvulla vain hyvin pieni osa ihmisistä, joilla oli puheen ymmärtämisen ja tuottamisen ongelmia, käytti avusteisia kommunikointikeinoja (Beukelman 1991). Kuitenkin 1990-luvun aikana kommunikointiteknologian käyttö alkoi yleistyä Suomessa. Myös jo vuosituhannen alussa esimerkiksi Loncke (2001) ennusti elektronisesti avustetun kommunikoinnin tulevan merkittävästi edistämään puhetta tukevien ja korvaavien menetelmien globalisoitumista. Nykypäivänä AAC-teknologia onkin laajentunut hyödyntämään yleisesti käytössä olevaa teknologiaa, jonka avulla voidaan kommunikoida myös digitaalisessa maailmassa kasvokkaisen kommunikoinnin lisäksi (Shane ym. 2012). Tietotekniikan sovellukset, ja varsinkin mahdollisuus internetin käyttöön, tarjoavat mahdollisuuden yhteydenpitoon, opiskeluun ja osallisuuteen, vaikka kommunikointi puheen avulla ei onnistuisi (Luotonen ja Aitola 2013).

AAC-teknologiaan liittyy kuitenkin myös useita haasteita. Myös AAC-yhteisö tiedostaa jatkuvan tarpeen ratkaista fyysisiä, kognitiivisia ja kielellisiä haasteita, jotka liittyvät AAC-

teknologiaan ja sen käyttöön (Reddington ja Coles-Kemp 2011). Onkin siis tärkeää pystyä tunnistamaan ja ratkaisemaan AAC-teknologiaan liittyviä haasteita, sekä ottaa nämä huomioon suunnittelu- ja kehitystyössä.

Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena on tutkimuskirjallisuuden perusteella selvittää, mitä haasteita teknologiapohjaisiin kommunikointiohjelmiin ja -laitteisiin liittyy, ja miten näitä haasteita voitaisiin ratkaista. Tärkeää olisi saada lisätietoa ja paneutua AAC-menetelmien haasteisiin, jotta voitaisiin keksiä erilaisia ratkaisukeinoja näihin pulmiin ja näin kehittää kommunikointikeinoja entistä käyttäjäystävällisemmiksi ja toimivimmiksi.

2 Avustettu kommunikointi

Puhetta korvaavat kommunikointimenetelmät voidaan jakaa ei-avusteisiin ja avusteisiin (Baxter ym. 2012). Ei-avusteisessa kommunikoinnissa viesti muodostetaan omaa kehoa käyttämällä, eli kommunikointi voi tapahtua esimerkiksi elein, merkein tai ilmein. Avustetussa kommunikoinnissa viestiminen tapahtuu erilaisin apuvälinein (Baxter ym. 2012). Avustetussa kommunikoinnissa käytetyt apuvälineet voidaan puolestaan jakaa teknisiin ja ei-teknisiin.

Tässä luvussa tutustutaan tarkemmin avustettuun kommunikointiin ja avataan sen taustalla olevia syitä. Lisäksi luvussa esitellään tietokoneavusteista kommunikointia.

2.1 Puheen ymmärtämisen ja tuottamisen ongelmat

Puheen ymmärtämisen ja tuottamisen ongelmien yhteydessä voidaan käyttää termiä puhevammaisuus. Termillä puhevammainen henkilö tarkoitetaan kuulevaa ihmistä, jolla on vaikeuksia tuottaa ja/tai ymmärtää puhetta niin, että hän tulisi toimeen päivittäisessä vuorovaikutuksessaan puheen avulla. Monesti puhevamma on yhteydessä myös lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksiin. Suomessa on noin 65 000 puhevammaista henkilöä, joista noin 30 000 tarvitsee puhetta korvaavia apuvälineitä. (Papunet, 2019a)

Syyt puhevammaisuuden taustalla voivat olla synnynnäisiä tai myöhemmällä iällä kehittyviä. Yleisiä kehityksellisiä syitä puhevammaisuuden takana ovat esimerkiksi kehitysvammaisuus, cp-vamma, Downin oireyhtymä ja autismikirjon häiriöt (ASD), kun taas myöhemmällä iällä sairauden takia ilmenevän puhevammaisuuden taustalla on usein amyotrofinen lateraaliskleroosi (ALS), MS-tauti, aivovamma tai -halvaus, vaikea selkäydinvamma tai jokin muu kielellisiä ja kognitiivisia taitoja rappeuttava sairaus (Beukelman, Mirenda ym. 2019). Yleensä puhe- ja kommunikaatiovaikeudet liittyvät juuri aivojen ja keskushermoston toimintaa heikentäviin sairauksiin ja vammoihin. Erityisesti myöhemmällä iällä ilmenevien ongelmien taustalla on yleensä aivokudosta ja keskushermostoa tuhoava sairaus tai vamma. Puhevammaisuuden tyyppiin ja vaikeuteen vaikuttavat vaurion sijainti ja laajuus (Papunet, 2019b).

2.2 Puhetta tukeva ja korvaava kommunikointi

Kun puhe puuttuu kokonaan tai on vähäistä, tarvitaan pääasiallista kommunikointikeinoa. Tällöin käytetään puhetta korvaavia kommunikointikeinoja. Puhetta tukevia kommunikointikeinoja käytetään puolestaan silloin, kun puhetta halutaan täydentää tai tukea. (*Opas kommunikoinnin mahdollisuuksiin* 2008). Kuten aiemmin on jo mainittu, kommunikointi voi olla ei-avustettua, jolloin viestimiseen käytetään esimerkiksi eleitä, merkkejä tai ilmeitä, tai avustettua, jolloin kommunikoinnin tukena käytetään erilaisia apuvälineitä (Baxter ym. 2012). Kommunikaation apuvälineiden tehtävä on helpottaa kommunikointia ja tukea ymmärtämistä (*Opas kommunikoinnin mahdollisuuksiin* 2008).

Avustetussa kommunikoinnissa käytetyt apuvälineet voidaan jakaa teknisiin ja ei-teknisiin. Ei-teknisiä kommunikoinnin apuvälineitä ovat esimerkiksi kommunikointikansiot ja -taulut, kun taas teknisiä apuvälineitä ovat puhesyntetisaattorit (*speech-generating devices SGD, voice output communication aids VOCA*), sekä kommunikointiin käytetyt tietokoneohjelmat ja mobiilisovellukset (Baxter ym. 2012). Tässä tutkielmassa keskitytään kuitenkin vain teknisiin tietokoneavusteisiin apuvälineisiin.

Kommunikoinnin apuvälineen valintaan vaikuttavat monet seikat, ja valinta edellyttääkin aina apuvälineen käyttäjän tarpeiden ja kykyjen yksilöllistä arviointia. Esimerkiksi käyttäjän fyysinen toimintakyky, kielelliset ja kognitiiviset taidot, sekä kommunikointitarpeet ja -ympäristö vaikuttavat apuvälineen valintaan (Tikoteekki b). Apuvälinettä tarvitsevalle henkilölle annetaan tietoa apuvälineisiin liittyvistä vaihtoehdoista, ja lopulta sopiva apuväline valitaan hänen ja tarvittaessa hänen laillisen edustajansa kanssa yhteistyössä (Luotonen ja Aitola 2013).

2.3 Tietokoneavusteiset kommunikointikeinot

Apuvälineenä tietokone lisälaitteineen ja ohjelmistoineen mahdollistaa monia asioita lähi- ja etäkommunikoinnin lisäksi. Mahdollisia ovat myös esimerkiksi tiedonhaku ja osallistumisen sosiaalisessa mediassa (Luotonen ja Aitola 2013). Näin tietokone apuvälineenä helpottaa monen itsenäistä selviytymistä vammasta huolimatta.

Tietokoneavusteiset kommunikointikeinot voivat olla laitteesta ja ohjelmistosta riippuen kielelliseen tai ei-kielelliseen järjestelmään perustuvia. Ei-kielelliseen järjestelmään perustuvat kommunikointikeinot käyttävät kommunikoinninvälineenä graafisia merkkejä, kuvia ja symboleita, jollaisia ovat esimerkiksi piktogrammit tai bliss-symbolit (Bliss 1965). Kielelliseen järjestelmään perustuvissa menetelmissä kommunikointi perustuu usein kirjoittamiseen. Molemmissa tavoissa haluttu viesti voidaan välittää puheena tai vaihtoehtoisesti tulostaa kirjoitetussa tai graafisessa muodossa näytölle (Luotonen ja Aitola 2013). On olemassa myös järjestelmiä, jotka yhdistävät molempia kommunikointikeinoja. Tällainen on esimerkiksi Grid 2 (*The Grid 2 AAC communication software*), jota voidaan käyttää niin teksti- kuin kuvapohjaiseen kommunikointiin.

Usein tietokonetta apuvälineenä käytettäessä tarvitaan myös yksilöllisesti sovitettuja ja/tai mukautettuja vaihtoehto-ohjaimia, sekä tietokoneen käyttöä helpottavia apuohjelmia. Huomioon otettavaa on myös, että tietokonevälineistö vaatii yksilöllisiä kiinnitysratkaisuja, jotka vaikuttavat merkittävästi laitteiston toimintavarmuuteen ja käyttöikään, sekä siihen, kuinka välineistön käyttö onnistuu itsenäisesti (Luotonen ja Aitola 2013). Tietokoneavusteisten kommunikointikeinojen lisäksi vakavasti puhevammaisen kuitenkin tarvitsee myös eiteknisii kommunikointikeinoja teknisen välineistön rinnalle kommunikoinnin turvaamiseksi kaikissa tilanteissa (Cooper, Balandin ja Trembath 2009; Luotonen ja Aitola 2013).

Vaikka tietokoneavusteiseen kommunikointiin liittyy monia haasteita, on sillä osoitettu olevan myös lukuisia positiivisia vaikutuksia. ISAAC:n AAC Augmentative and Alternative Communication -tiedejulkaisun tutkimuskatsaus (Ripat ym. 2019) kasasi yhteen kokemuksia kommunikointilaitteiden käytöstä. Tuloksissa esiin nousi esimerkiksi kommunikointilaitteiden positiivinen vaikutus yksilön mahdollisuuteen osallistua keskusteluun aktiivisesti. Kommunikointilaitteiden käyttäjät kokivat kommunikointilaitteen mahdollistavan heille esimerkiksi keskustelun aiheen kontrollointiin ja ajoitukseen osallistumisen. Kommunikointilaitteiden koettiin mahdollistavan myös oman persoonan esiintuominen. Tärkeänä seikkana esiin nousi myös kokemus mahdollisuudesta ilmaista mielipiteitä, toiveita ja haluja pelkkien perustarpeiden ja tietojen ilmaisun lisäksi. Kommunikointilaitteet vahvistivat myös käyttäjänsä itsenäisyyttä.

AAC-teknologia vaikuttaa myös vähentävän käyttäjiensä yksinäisyyttä (Cooper, Balandin ja

Trembath 2009), mikä on todennäköisesti seurausta sen tuomasta mahdollisuudesta ilmaista itseään ja osallistua aktiivisesti keskusteluihin, sekä mahdollisuudesta kehittää ihmissuhteita (Ripat ym. 2019).

3 Tietokoneavusteisten kommunikointikeinojen haasteet

Tietokoneavusteisiin kommunikointikeinoihin liittyy lukuisia haasteita, jotka liittyvät moniin eri tekijöihin. Tässä luvussa haasteet jaetaan rakenteen selkeyttämiseksi karkeasti fyysisiin haasteisiin, kielellisiin haasteisiin, laitteiden ja ohjelmistojen toimintaan liittyviin haasteisiin, kehitykseen liittyviin haasteisiin sekä ympäristöön liittyviin haasteisiin.

3.1 Fyysiset haasteet

Useissa tutkimuksissa esiin nouseva ongelma on, että kommunikointilaitteiden ja -ohjelmistojen suunnittelussa ja toteutuksessa ei oteta huomioon käyttäjien fyysisiä tai kognitiivisia rajoituksia (McNaughton ja Light 2013; Ripat ym. 2019; Williams, Krezman ja McNaughton 2008). Enemmistö uusista AAC-sovelluksista vaatiikin käyttäjältään merkittäviä motorisia, kognitiivisia ja aistihavaintokykyjä (McNaughton ja Light 2013). Erityisesti tablettia apuvälineenä käyttäessä esiin tulee, kuinka sen käyttämiselle oleelliset liikekuviot, kuten esimerkiksi pyyhkäisy (swiping) ja tökkääminen (tapping), voivat olla osalle henkilöistä mahdottomia fyysisistä rajoituksista johtuen (Shane ym. 2012).

Tällä hetkellä ongelmaa yritetään ratkaista käyttämällä vaihtoehtoisia menetelmiä, kuten esimerkiksi päähiirtä, erilaisia käyttökytkimiä tai katseohjausta (Lee ym. 2019). Vaikka silmänliikkeeseen perustuvan jäljitystekniikan luotettavuus on parantunut ja se on aiempaa edullisempaa, sen leviäminen yleiseen käyttöön on vielä melko vähäistä (Caligari ym. 2019). Katseohjauksen ohella myös pääohjauksen yhdeksi ongelmaksi muodostuu kamerapohjaisuus, joka asettaa tarkkoja vaatimuksia ympäristön valaistukselle, ja vaatii käyttäjältä tarkkaa pään ja/tai silmien liikkeen hallintaa pitkiä ajanjaksoja (Lee ym. 2019).

Vaihtoehtoisten menetelmien ongelmaksi muodostuu usein myös niiden käytön hitaus ja käytön mahdollistavien asentojen rajoittuneisuus (Williams, Krezman ja McNaughton 2008). On kuitenkin mahdollista, että eri menetelmien, kuten esimerkiksi silmän liikkeen ja pään liikkeen, yhdistäminen mahdollistaisi tehokkaamman ja intuitiivisemmän toiminnan verrattuna vain yhden menetelmän käyttöön (Fager ym. 2012).

Ohjausmenetelmiin liittyvää ongelmaan yritetään ratkaista myös kehittämällä ja tutkivalta uusia vaihtoehtoisia menetelmiä, kuten esimerkiksi aivokäyttöliittymiä (*braincomputer interface BCI*) (Caligari ym. 2019). Aivokäyttöliittymä on kommunikointisysteemi, jonka avulla käyttäjä voi hallita tiettyjä tietokonesovelluksia ajatuksillaan. Aivokäyttöliittymissä aivojen toimintaa voidaan mitata kallon sisältä, jolloin kyseessä on invasiivinen mittaustekniikka tai päänahan ulkopuolelta, jolloin puolestaan on kyseessä ei-invasiivinen mittaustekniikka (Wolpaw ym. 2002). Aivokäyttöliittymä ei ole riippuvainen minkäänasteisesta lihaskontrollista (Wolpaw ym. 2000), minkä takia se voisi soveltua myös niille ihmisille, joille nykyiset motorista kontrollia vaativat menetelmät ovat haasteellisia tai mahdottomia.

3.2 Kielelliset haasteet

Puhevamma on usein yhteydessä laajempiin kielellisiin vaikeuksiin sekä lukemisen ja kirjoittamisen pulmiin (Papunet, 2019a). Esimerkiksi cp-vammaan liittyvät usein myös heikot kielelliset taidot (Harrison-Harris 2002). Tästä johtuen kielelliseen järjestelmään perustuvat kommunikointikeinot eivät sovellu kaikille puhevammaisille, mikä tulee ottaa huomioon kommunikointikeinoa valittaessa. Huonot kielelliset taidot asettavat haasteita myös muiden viestintäkanavien, kuten esimerkiksi sähköpostin ja tekstiviestien käytölle (Cooper, Balandin ja Trembath 2009). Myös käytettäessä kommunikointilaitetta tai -sovellusta, joka edellyttää viestintäkumppanilta viestien lukemista laitteen näytöltä, rajoittaa se kommunikoinnin mahdolliseksi vain lukutaitoisten henkilöiden kanssa (Cooper, Balandin ja Trembath 2009).

3.2.1 Sanastoon liittyvät haasteet

Toisaalta taas ei-kielellistä menetelmää käytettäessä ongelmaksi nousee viestintään käytettyjen symbolien ja kuvien rajoittuneisuus (Bailey ym. 2006). Käytössä voi olla esimerkiksi vain alle 200 ideografista symbolia, jonka seurauksena tehokas ja tarkka kommunikointi on haastavaa (Harrison-Harris 2002). Onkin huomattu, että jotta voitaisiin osallistua täysimääräisesti yhteiskunnan toimintaan, mahdollisuus pelkkien tarpeiden ja toiveiden ilmaisuun ei riitä, vaan oleellista on myös mahdollisuus tiedonsiirtoon ja sosiaaliseen läheisyyteen, sekä mahdollisuus osallistua sosiaalisiin rutiineihin (Light 1997). Usein myös valmiit symbolit eivät sovi kaikkiin kulttuureihin, jonka takia niiden tulisi olla helposti mukautettavissa eri

kulttuurisiin olosuhteisiin (Van Niekerk, Dada ja Tönsing 2019).

Ongelmia voi osittain selittää se, että enemmistö symboli- ja kuvapohjaisista mobiilisovelluksista perustuu täysin kommunikointitauluihin, erona on lähinnä, että niitä käytetään teknisellä laitteella (Light ja McNaughton 2013). Vanhojen kommunikointitaulujen suunnittelu kuitenkin perustui enemmänkin arvauksiin kuin tieteelliseen tutkimukseen. Vasta hiljattain on alettu kyseenalaistaa näiden menetelmien taustalla olevia oletuksia, ja pohtia olisiko vaihtoehtoisia tapoja, jotka vastaisivat paremmin yksilön tarpeita ja taitoja. (Light ja McNaughton 2013)

Symbolien sijaan voidaan kuitenkin käyttää muita tekniikoita, kuten esimerkiksi Visual Scene Displays (VSD) -mallia, jossa käytetään kuvaa jostakin tilanteesta tai tapahtumasta, ja kyseiseen kuvaan on upotettu erilaisia siinä esiintyviä käsitteitä (Drager ym. 2019). VSD:llä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia erityisesti ihmisillä, joilla on kognitiivisista vaikeuksia (Light ja Drager 2007).

Mahdollisuus päivittää käytössä olevaa sanastoa säännöllisesti on tärkeää (Trembath ym. 2010), sillä sanaston päivittämättä jättäminen rajoittaa käyttäjän mahdollisuuksia kommunikoida, mikä puolestaan voi myös rajoittaa kommunikointitaitojen kehitystä (Light ja McNaughton, 2012b). Tutkimuksissa myös oma mahdollisuus vaikuttaa itse sanastoon koettiin vähäiseksi (Wickenden 2011), mitä osittain voi ehkä selittää se, että tällä hetkellä uuden sanaston lisääminen on aikaa vievää ja estää laitteen käytön sen aikana (Drager ym. 2019).

Tutkimusta ja kehitystä tarvitaankin vielä sellaisten AAC-tekniikoiden ja -sovellusten muodostamiseksi, jotka mahdollistavat sanaston muokkaamisen myös käytön aikana (Light ja McNaughton, 2012b). Ongelman ratkaisemiseksi on jo esitetty ”just-in-time” (JIT) tekniikka, joka mahdollistaa uuden sanaston lisäämisen helposti ja nopeasti myös laitteen käytön aikana (Drager ym. 2019). On myös olemassa jo näyttöä siitä, että JIT:in ja VSD:n yhteiskäyttö mahdollistaa sanaston nopean päivittämisen käyttäjän mielenkiinnon kohteiden mukaan ja huomion kohdistamisen haluttuihin asioihin, mikä voi auttaa käyttäjiä osallistumaan aktiivisemmin toimintaan (Drager ym. 2019).

3.2.2 Ääneen liittyvät haasteet

ISAAC:n AAC Augmentative and Alternative Communication -tiedejulkaisun tutkimuskatsauksessa (Ripat ym. 2019) yhdeksi ongelmaksi nousi myös puhetta tuottavien laitteiden ääni. Samansuuntaisesti myös Williams, Krezman ja McNaughton (2008) nostivat puhetta tuottavien laitteiden äänenlaadun yhdeksi suurimmista haasteista puhevammaisten henkilöiden vapaaehtoistyöhön osallistumiseen liittyviä ongelmia tutkittaessa.

Laitteiden ja sovellusten tuottama puheääni voi olla syntetisoitua tai digitoitua. Digitoitu puhe perustuu nauhoitettuun puheeseen, kun taas syntetisoitu puhe on tietokoneen tuottamaa (Drager ja Finke 2012). Syntetisoitua puhetta voidaan tuottaa usealle eri tavalla, ja sen laatu vaihtelee konemaisesta realistiseen ja aidon kuuloiseen puheeseen (Ilves 2013). Monesti samalla laitteella tai sovelluksella on mahdollista käyttää sekä digitoitua että syntetisoitua puhetta tarpeen mukaan (Drager ja Finke 2012).

Tutkimuksissa tätä laitteiden ja sovellusten tuottamaa ääntä on pidetty muun muassa epäihmismäisenä, liian mekaanisena ja puhujalle sopimattomana (Crisp, Draucker ja Ellett 2014), sekä epäselvänä (Dickerson ym. 2002) ja hitaana, mikä vaikeuttaa mielekästä ja spontaania keskustelua (Trembath ym. 2010). Äänen on koettu herättävän myös ei-toivottua huomiota (Wickenden 2011). Clarke ym. (2001) havaitsivat myös tutkimuksessaan osan nuorista pitävän kiusallisena sitä, ettei laitteen ääni vastannut heidän omaa ääntään.

Useassa tutkimuksessa nousi lisäksi esiin, että ongelmalliseksi koettiin myös puutteellinen intonaatio ja alueellisten aksenttien puute sekä tunneilmaisun rajoittuneisuus (Crisp, Draucker ja Ellett 2014; Dickerson ym. 2002; Wickenden 2011). On kuitenkin olemassa näyttöä siitä, että muokkaamalla puheen nopeutta, sävelkorkeutta ja äänenlaatua, on mahdollista tuottaa puheeseen tunneilmaisuja, jotka ovat kuulijan tunnistettavissa (Ilves 2013).

Myös käyttäjän kaksikielisyys voi aiheuttaa haasteita kommunikoinnille ja sopivan apuvälineen valinnalle (Harrison-Harris 2002; Lund ja Light 2007). Esimerkiksi McCord ja Soto (2004) esittävät aiheeseen liittyen, että heidän tutkimuksensa mukaan meksikolaisamerikkalaisille perheille laitteen kieli oli suurin este sen käytölle. Ei ensimmäisenä kielenään englantia puhuvat kokivat myös englanninkielisen syntetisoidun puheen ymmärtämisen hankalaksi (McCord ja Soto 2004). On jo kuitenkin olemassa mobiilisovelluksia, jotka mainostavat

mahdollistavansa myös kaksikielisyyden. Tällainen on esimerkiksi iOS-laitteille suunnattu Proloquo2Go (AssistiveWare). Proloquo2Gon kerrotaan lisäksi tarjoavan yli 100 mahdollista äänivaihtoehtoa, mutta sovellus on saatavilla vasta vain muutamalle eri kielelle.

3.3 Laitteiden ja ohjelmistojen toimintaan liittyvät haasteet

Kommunikoinnin apuvälineenä käytettyjen laitteiden ja sovellusten tulisi olla käytännöllisiä, kestäviä ja helposti siirrettäviä (Dickerson ym. 2002) sekä helppokäyttöisiä (Light ja McNaughton, 2012b). Usein nämä vaatimukset eivät kuitenkaan täyty, vaan kommunikointiin käytettyihin laitteisiin ja sovelluksiin liittyy monenlaisia ongelmia.

Tutkimuksissa on noussut esiin ongelmia laitteiden toimivuudessa ja kestävyudessa. Laitteet ovat esimerkiksi rikkoutuneet helposti (Clarke ym. 2001) tai eivät ole toimineet kunnolla (Cooper, Balandin ja Trembath 2009). Yhdeksi merkittäväksi haasteeksi on muodostunut myös laitteiden akunkesto (Cooper, Balandin ja Trembath 2009), joka on oleellista erityisesti laitetta paljon käyttäville (Dickerson ym. 2002). Lisäksi ongelmalliseksi on koettu myös laitteiden käyttö erilaisissa ympäristöissä, kuten esimerkiksi kirkkaassa auringon paisteessa (Dickerson ym. 2002). Luonnollisesti kommunikoinnin mahdollisuuksien ei tulisi kuitenkaan riippua toimintaympäristöstä tai muista ulkoisista tekijöistä.

Myöskään laitteiden helppokäyttöisyys ei toteudu käytännössä. Päinvastoin laitteiden käyttöä on kuvailtu liian vaikeaksi (Clarke ym. 2001) ja vaativan lisäponnistelua (McNaughton ym. 2008). Vaikeana on pidetty myös laitteen käytön oppimista (Crisp, Draucker ja Ellett 2014; Williams, Krezman ja McNaughton 2008), ja oppimisen on kuvailtu edellyttävän käyttäjältä ja hänen lähipiiriltään kärsivällisyyttä, joustavuutta ja kovaa työtä (Ripat ym. 2019). Sujuvan käytön oppimiseen on raportoitu kuluvan aikuisilta järjestelmällisellä opiskelullakin yli 2 vuotta (Rackensperger ym. 2005). Esiin on noussut myös ammattitaitoisen tuen puute (Niemeijer 2015).

Laitteiden ja ohjelmistojen toimintaan liittyen lukuisissa tutkimuksissa on lisäksi noussut esiin laitteiden ja sovellusten avulla tapahtuvan kommunikoinnin hitaus (Cooper, Balandin ja Trembath 2009; Dickerson ym. 2002; Murphy 2004), mistä on seurannut käyttäjille esimerkiksi turhautumista (Ripat ym. 2019). Toisaalta myös viestintäkumppanit ovat kärsimät-

tömiä hitaan viestinnän suhteen (Murphy 2004), mikä puolestaan voi vaikuttaa siihen, kuinka hyvin avustettua kommunikointia käyttävä henkilö saa ilmaista itseään. Hitauden on koettu myös rajoittavan osallistumista ryhmäkeskusteluihin (Dickerson ym. 2002).

Vaikka kommunikointilaitteen käyttö lisääkin käyttäjänsä itsenäisyyttä (Ripat ym. 2019), tulee käyttäjistä riippuvaisia laitteesta (Dickerson ym. 2002). Kun laite sitten ei toimikaan halutulla tavalla, vaikuttaa se jälleen negatiivisesti käyttäjän itsenäisyyteen (Ripat ym. 2019). Kun McNaughton ym. (2008) tutkivat kommunikointilaitetta käyttäviä lapsia, saivat he selville, että jos teknisiä ongelmia ilmaantui, kun omaisia ei ollut läsnä, jäi lapsi usein ilman mahdollisuutta kommunikoida, sillä ulkopuoliset eivät osanneet auttaa ratkaisemaan näitä ongelmia. Myös joidenkin ammattilaisten taidot ratkaista teknisiä ongelmia olivat heikot (McNaughton ym. 2008). Osa käyttäjistä kuitenkin on kerännyt itse asiantuntemusta laitteesta laitevikojen varalta (Rackensperger ym. 2005).

Tulevaisuus tulee asettamaan laitteille ja sovelluksille uusia vaatimuksia ja haasteita, kun tarve vastata saumattomasti yhä monimuotoisempaan ja monimutkaisempaan joukkoon viestintätarpeita kasvaa (Light ja McNaughton, 2012a). Pelkän kasvokkaisen kommunikoinnin lisäksi on otettava huomioon myös muunlaiset kommunikointitarpeet, kuten esimerkiksi mahdollisuus internetin ja sosiaalisen median käyttöön (McNaughton ym. 2012). Esimerkiksi lapsien, joilla on haasteita puheessa ja motorisissa toiminnoissa, on todettu arvostavan teknologiaa, jossa on integroitu saumattomasti monenlaisia toimintoja, kuten esimerkiksi kasvokkaisen kommunikoinnin mahdollistamisen lisäksi myös mahdollisuus puhelimen ja sosiaalisen median käyttöön sekä pelaamiseen (Light ym. 2007).

Samoin AAC-teknologiaa käyttävät aikuiset ovat kokeneet tarvitsevansa useita erilaisia toimintoja voidakseen osallistua kunnolla erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa (Williams, Krezman ja McNaughton 2008). Vielä tällä hetkellä eri toimintojen käyttö ei ole mahdollista samanaikaisesti kommunikoinnin kanssa, vaan käyttäjältä vaaditaan eri toimintojen välillä vuorottelua (Light ja McNaughton, 2012a).

3.4 Ympäristöön liittyvät haasteet

Ripat ym. (2019) nostivat tutkimuskatsauksessaan yhdeksi AAC-tekniologiaan liittyväksi haasteeksi muiden ihmisten kielteiset asenteet. Muiden ihmisten koettiin suhtautuvan AAC-tekniologian yleisesti negatiivisesti (McNaughton ym. 2008; Niemeijer 2015), ja sen käytön oletettiin olevan yhteydessä heikentyneeseen kognitiiviseen tasoon (Ripat ym. 2019). Myös Williams, Krezman ja McNaughton (2008) huomasivat puhevammaisuuden vaikuttavan muiden ihmisten tulkintoihin, ja yleensä puhevaikeuksien oletettiin liittyvän kehitysvammaan. AAC-tekniologian onnistunut käyttö kuitenkin poisti näitä ennakkoluuloja käyttäjän alentuudesta älykkyyden tasosta (Ripat ym. 2019).

Yhtenä haasteena esiin nousivat myös sopimattomat ja epäavuliaat kommunikointikumppanit (Williams, Krezman ja McNaughton 2008). Kommunikointikumppanien halu ja kärsivällisyys keskusteluun ovatkin välttämättömiä keskustelun onnistumisen kannalta (Ripat ym. 2019). Osa kommunikointikumppaneista ei esimerkiksi halunnut puhevammaisen henkilön käyttävän kommunikointilaitetta heidän välisessä keskustelussaan (Dickerson ym. 2002), ja näin rajoitti puhevammaisen henkilön mahdollisuutta ilmaista itseään. Yhtenä ongelmana onkin pidetty myös mahdollisten ja soveltuvien kommunikointikumppanien vähäistä määrää, sillä ilman riittävää tukea ja riittävän isoa kommunikointikumppanien määrää mahdollisuus vertaisvuorovaikutukseen ja vuorovaikutustaitojen harjoitteluun jää vähäiseksi (Simpson, Beukelman ja Sharpe 2000). Osan AAC-tekniologiaa käyttävistä henkilöistä on myös todettu välttelevän vaikeita kommunikointitilanteita (Trembath ym. 2010).

Myös sopivan kommunikointimenetelmän valintaan liittyy haasteita. Esiin nousi esimerkiksi ammattitaitoisen tuen puute (Crisp, Draucker ja Ellett 2014; Niemeijer 2015). Lisäksi avun määrä koettiin liian vähäiseksi, ja vuorovaikutus ammattilaisten kanssa koettiin turhauttavaksi (Crisp, Draucker ja Ellett 2014; Moorcroft, Scarinci ja Meyer 2020). Toisaalta myös avustajien ja opettajien taidot koettiin puutteellisiksi (Crisp, Draucker ja Ellett 2014), sekä joissakin tapauksissa heidän koettiin myös olevan haluttomia oppimaan yksilön käyttämää kommunikointikeinoa ja tukemaan sen käyttöä (Williams, Krezman ja McNaughton 2008).

Esiin nousi myös käyttäjien puutteellinen tieto mahdollisista kommunikointimenetelmistä (Cooper, Balandin ja Trembath 2009). Myös McNaughton ym. (2008) saivat selville tutki-

muksessaan, että apuvälinettä tarvitsevan lapsen vanhemmat kokivat, etteivät voineet vaikuttaa käytettävän laitteen tai ohjelman valintaan. Toisaalta kuitenkin mobiiliteknologian kehityksen myötä kommunikoinnin apuvälineiden käyttäjät ja heidän läheisensä ovat tulleet aktiivisemmiksi kuluttajiksi, jotka tekevät itsenäisemmin valintoja saatavilla olevien laitteiden ja sovellusten suhteen (*Mobile devices and communication apps: An AAC-RERC White Paper* 2011).

Näiden ongelmien ratkaisemiseksi oleellista olisikin tarjota käyttäjille riittävästi sekä tietoa eri vaihtoehdoista (Williams, Krezman ja McNaughton 2008) että myös tukea valitun menetelmän opetteluun ja ylläpitoon (Cooper, Balandin ja Trembath 2009; Lund ja Light 2007).

3.5 Kehitykseen liittyvät haasteet

Mobiiliteknologian nopea kehitys on vaikuttanut vahvasti myös AAC-järjestelmien kehitykseen. Esimerkiksi jo nyt iOS- ja Android-laitteet ovat mahdollistaneet AAC-sovellusten nopean kehityksen (Shane ym. 2012). Mobiiliteknologian käytön etuja ovat esimerkiksi sen mahdollistamat pienemmät laitekustannukset, sekä sen mahdollisuus lisätä tietoisuutta erilaisista kommunikointimenetelmistä ja lieventää muiden ihmisten ennakkoluuloja (McNaughton ja Light 2013).

Ennen AAC-sovellukset olivat lähinnä apuvälineteknologiaan erikoistuneiden yritysten käsialaa, mutta nykyisin sovelluksia kehittävät niin apuvälinettä käyttävän henkilön perheenjäsenet kuin tavalliset ohjelmoijatkin (Light ja McNaughton, 2012a). Ongelmallista on kuitenkin, etteivät monet tällaiset sovellukset perustu tutkimustietoon, minkä seurauksena niiden hyödyt jäävät vähäisiksi, sillä ne eivät vastaa käyttäjien tarpeisiin, eivät ole helposti mukautettavissa, eivätkä tarjoa riittävästi teknistä tukea (*Mobile devices and communication apps: An AAC-RERC White Paper* 2011). Monesti tällaisten sovelluksien käyttöön päädytään ilman ammattilaisten tukea ja neuvontaa sovelluksien halvan hinnan ja helpon saatavuuden takia (*Mobile devices and communication apps: An AAC-RERC White Paper* 2011).

Edellä mainitun lisäksi myös autismikirjon häiriöiden yleistymisen ja AAC-mobiilisovelluksiin liittyvän runsaan kiinnostuksen lisääntymisen myötä, on olemassa myös riski, että motorisista vaikeuksista ja puutteellisista aistihavainnoista kärsivät henkilöt jäävät väliinpu-

toajan asemaan, kun kehitys keskittyy entistä enemmän muille ryhmille sopiviin sovelluksiin (Light ja McNaughton, 2012b).

Mobiiliteknologiaan liittyen Light ja McNaughton (2012a) ovat esittäneet Beukelman (2012) nojautuen, että osa kommunikoinnin apuvälineitä tarvitsevista on mobiiliteknologian ja sitä kautta AAC-tekniikan kehityksen takia joutunut mukauttamaan tai vaihtamaan aiemmin käyttämäänsä menetelmää, kun järjestelmää ei ole enää tuettu, tai se on taloudellisista syistä vaihdettu halvempaan. Tämä on ongelmallista erityisesti käyttäjäryhmille, joille oppiminen on muutenkin haastavaa.

4 Pohdinta

AAC-tekniologiasta hyötyvät ihmiset ovat keskenään hyvinkin erilaisia: he voivat olla minikä tahansa ikäisiä ja asua missä päin tahansa maailmaa yksilöllisine tarpeineen ja kykyineen (Blackstone, Williams ja Joyce 2002). Myös ihmisten syyt ja tarpeet korvaavien kommunikointikeinojen käytölle ovat toisistaan poikkeavia. Tämän seurauksena on luonnollista, että mikään yksittäinen laite tai sovellus ei pysty vastaamaan kaikkien AAC-kuluttajien tarpeisiin, mistä johtuen AAC-kehittäjien on tehtävä päätös siitä, mitä tekniikkaa ja mitä ominaisuuksia sisällytetään mihinkin AAC-tuotteeseen (Blackstone, Williams ja Joyce 2002). Jotta päätös voitaisiin tehdä järkevästi, on oleellista tuntea erilaisten käyttäjäryhmien tarpeet ja kyvyt, sekä aiheeseen liittyvät haasteet.

Koska laitteiden käyttäjät ovat keskenään erilaisia niin tarpeiltaan kuin kyvyiltään, ovat myös heidän kohtaamansa haasteet erilaisia. Esimerkiksi henkilö, jolla on pitkälle edennyt amyotrofinen lateraaliskleroosi (ALS), kohtaa todennäköisesti enemmän fyysisiä haasteita verrattuna henkilöön, jolla on esimerkiksi Downin oireyhtymä. On siis mahdollista, että henkilön kohtaamiin haasteisiin vaikuttaisivat ainakin hänen puhevamman taustalla oleva sairaus ja hänen käytössään olevat apuvälineet.

Vaikka tässä tutkielmassa haasteet onkin luokiteltu fyysisiin, kielellisiin, laitteiden ja ohjelmistojen toimintaan liittyviin, kehitykseen liittyviin sekä ympäristöön liittyviin haasteisiin, luokat eivät ole toisistaan täysin riippumattomia, vaan usein eri haasteet nivoutuvat yhteen. Eri haasteiden taustalla voi olla esimerkiksi samoja tekijöitä, ja haasteet voivat myös johtaa uusiin haasteisiin. Esimerkiksi ammattitaitoisien tuen puute voi johtaa epäsovivan apuvälineen valintaan, minkä seurauksena käyttäjä voi kohdata sellaisia fyysisiä ja kielellisiä haasteita, joita hän ei kohtaisi hänelle sopivamman apuvälineen kanssa. Tällöin fyysiset ja kielelliset haasteet ovatkin seurausta ammattitaitoisien tuen puutteesta, ja näin mahdollisesti ratkaistavissa eri tavoin, kuin jos ne olisivat itsenäisesti esiintyviä haasteita.

Tällä hetkellä teknologia myös vastaa paremmin toisten käyttäjäryhmien tarpeisiin kuin toisten. Esimerkiksi käyttäjäryhmien, joilla on suhteellisen kunnossa olevat kognitiiviset kyvyt, tarpeet on otettu suunnittelussa ja kehityksessä paremmin huomioon verrattuna sellaisten

henkilöiden tarpeisiin, joilla on esimerkiksi puheen tuoton haastavia vaikeuksia (Blackstone, Williams ja Joyce 2002). Huomiotta ovat jääneet myös sellaiset käyttäjäryhmät, jotka ovat tällä hetkellä kyvyttömiä kommunikoimaan tai kohtaavat haasteita kommunikoinnissa kielimuurin tai kulttuuristen erojen takia (Shane ym. 2012). Näiden tulosten perusteella tulevaisuudessa voisi olla tarpeen ottaa huomioon myös aiemmin vähemmällä kiinnostuksella jääneet käyttäjäryhmät ja heidän tarpeensa niin tutkimuksessa kuin kehityksessäkin. Tutkimusten perusteella on myös näyttöä, että AAC-tekniikkaa käyttävien henkilöiden mukaan ottaminen suunnitteluprosessiin olisi hyödyllistä (Ripat ym. 2019; Williams, Krezman ja McNaughton 2008).

Aiempien tutkimusten perusteella huolenpito siitä, että käytettävä teknologia lievittää vammaisuutta eikä pahenna sitä, on tärkeää (Fager ym. 2012). Oleellista on siis, että apuvälineestä saatava hyöty on riittävän suuri verrattuna siihen liittyviin ongelmiin. Usein kuitenkin apuvälineen valinnassa unohdetaan ottaa huomioon yksilön tarpeet ja taidot (McNaughton ja Light 2013). Myös Williams, Krezman ja McNaughton (2008) ovat huomanneet vääränlaisen AAC-menetelmän vaikeuttavan puhevammaisten henkilöiden osallistumista vapaaehtoistyöhön. Toisaalta juuri kyseiselle yksilölle sopivan teknologiaratkaisun tunnistaminen ja löytäminen on haastavaa, vaikka hänen tarpeensa ja kykynsä olisivatkin tiedossa (Ripat ym. 2019). Sopivan menetelmän valitseminen ja löytäminen vaikuttaakin olevan haaste, jonka ratkaisuun olisi tärkeä löytää toimivia keinoja.

Puhuttaessa tietokoneavusteisesta kommunikoinnista on oleellista myös muistaa, ettei mikään yksittäinen kommunikointikeino riitä vastaamaan kaikkiin yksilön tarpeisiin kaikissa tilanteissa (Williams, Krezman ja McNaughton 2008), ja että tietokoneavusteisten kommunikointikeinojen rinnalle tarvitaan myös muita kommunikointikeinoja (Cooper, Balandin ja Trembath 2009; Luotonen ja Aitola 2013). Tietokoneavusteisen kommunikoinnin rinnalla voidaan käyttää esimerkiksi puhetta, eleitä, äännähdyksiä, ilmeitä tai ei-tekniisiä menetelmiä.

5 Yhteenveto

Tässä tutkielmassa selvitettiin kirjallisuuskatsauksella tietokoneavusteiseen kommunikointiin liittyviä haasteita ja keinoja ratkaista niitä, ja näin havaittiin tietokoneavusteiseen kommunikointiin liittyvän monenlaisia haasteita. Löydetyt haasteet ovat keskenään hyvinkin erilaisia, ja niiden esiintyvyys vaihtelee erilaisissa tilanteissa sekä erilaisilla käyttäjäryhmillä. Esimerkiksi fyysisten haasteiden vaikeus ja esiintyvyys vaihtelevat luonnollisesti paljon käyttäjän fyysisten kykyjen mukaan. Fyysisiltä taidoiltaan tyypilliselle henkilölle tietokoneavusteiseen kommunikointiin ei liity juurikaan fyysisiä haasteita, kun taas henkilöllä, jolla on hyvin rajoittunut fyysinen toimintakyky, esiintyy myös enemmän näitä haasteita ja ne ovat usein laadultaan vaikeampia.

Haasteet jaettiin tutkielman rakenteen selkeyttämiseksi fyysisiin haasteisiin, kielellisiin haasteisiin, laitteiden ja ohjelmistojen toimintaan liittyviin haasteisiin, kehitykseen liittyviin haasteisiin sekä ympäristöön liittyviin haasteisiin, ja tutkielmassa tarkasteltiin tarkemmin näihin kategorioihin liittyviä haasteita ja ratkaisukeinoja. Esiin nostettiin myös mobiiliteknologiaan liittyviä mahdollisuuksia ja haasteita AAC:lle. Mobiiliteknologian käyttöön havaittiin liittyvän monia etuja, kuten pienemmät laitekustannukset. Monet kehitetyt sovellukset eivät kuitenkaan perustuneet tutkimustietoon, eivätkä vastanneet käyttäjien tarpeisiin.

Tutkielman luotettavuutta arvioitaessa on otettava huomioon, että enemmistö käytetyistä lähteistä vaikuttaa keskittyvän avustettua kommunikointia käyttävien läheisten ja ammattilaisten, kuten opettajien ja puheterapeuttien, näkökulmiin ja kokemuksiin eikä niinkään käyttäjien. Lisäksi myös suuri enemmistö tässä tutkielmasta käytetyistä lähteistä on keskittynyt vain englanninkielisiin lapsiin ja nuoriin.

Tulevaisuudessa voisi olla hyödyllistä saada lisää tutkimusta monipuolisesti erilaisista ihmisryhmistä ja heidän kokemuksistaan. Lisäksi hyödyllistä voisi olla myös tutkia eri kommunikointilaitteiden ja sovellusten erojen vaikutusta erilaisissa tilanteissa (Flores ym. 2012), sekä ylipäätään avustettua kommunikointia tietoteknisestä näkökulmasta käsin.

Lähteet

- AssistiveWare. *Proloquo2Go*. Saatavilla WWW-muodossa, <https://apps.apple.com/us/app/proloquo2go/id308368164>, viitattu 24.2.2020.
- Bailey, Rita L, Howard P Parette Jr, Julia B Stoner, Maureen E Angell ja Kathleen Carroll. 2006. "Family members' perceptions of augmentative and alternative communication device use". *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*.
- Baxter, Susan, Pam Enderby, Philippa Evans ja Simon Judge. 2012. "Barriers and facilitators to the use of high-technology augmentative and alternative communication devices: a systematic review and qualitative synthesis". *International Journal of Language & Communication Disorders* 47 (2): 115–129.
- Beukelman, David. 1991. "Magic and cost of communicative competence". *Augmentative and alternative communication* 7 (1): 2–10.
- . 2012. "AAC for the 21st century: Framing the future". Teoksessa *RERC on Communication Enhancement State of the Science Conference*. Retrieved from <http://aac-rerc.psu.edu/index.php/projects/show/id/14>.
- Beukelman, David R, Pat Mirenda ym. 2019. *Augmentative and alternative communication*. Paul H. Brookes Baltimore.
- Blackstone, Sarah W, Michael B Williams ja Mick Joyce. 2002. "Future AAC technology needs: consumer perspectives". *Assistive Technology* 14 (1): 3–16.
- Bliss, Charles Kasiel. 1965. "Semantography (Blissymbolics) A simple system of 100 logical pictorial symbols, which can be operated and read like 1+ 2] 3 in all languages".
- Caligari, M, M Godi, M Giardini ja R Colombo. 2019. "Development of a new high sensitivity mechanical switch for augmentative and alternative communication access in people with amyotrophic lateral sclerosis". *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 16 (1): 152.

- Clarke, Helen, Katie McConachie, Pam Price ja Mike Wood. 2001. "Views of young people using augmentative and alternative communication systems". *International journal of language & communication disorders* 36 (1): 107–115.
- Cooper, Lauren, Susan Balandin ja David Trembath. 2009. "The loneliness experiences of young adults with cerebral palsy who use alternative and augmentative communication". *Augmentative and Alternative Communication* 25 (3): 154–164.
- Crisp, Cheryl, Claire Burke Draucker ja ML Ellett. 2014. "Barriers and facilitators to children's use of speech-generating devices: a descriptive qualitative study of mothers' perspectives." *Journal for specialists in pediatric nursing: JSPN* 19 (3): 229–237.
- Dickerson, Suzanne Steffan, Vathsala I Stone, Carly Panchura ja Douglas J Usiak. 2002. "The meaning of communication: Experiences with augmentative communication devices". *Rehabilitation Nursing* 27 (6): 215–220.
- Drager, Kathryn DR, ja Erinn H Finke. 2012. "Intelligibility of children's speech in digitized speech". *Augmentative and Alternative Communication* 28 (3): 181–189.
- Drager, Kathryn DR, Janice Light, Jessica Currall, Nimisha Muttiah, Vanessa Smith, Danielle Kreis, Alyssa Nilam-Hall, Daniel Parratt, Kaitlin Schuessler, Kaitlin Shermetta ym. 2019. "AAC technologies with visual scene displays and "just in time" programming and symbolic communication turns expressed by students with severe disability". *Journal of intellectual & developmental disability* 44 (3): 321–336.
- Fager, Susan, David R Beukelman, Melanie Fried-Oken, Tom Jakobs ja John Baker. 2012. "Access interface strategies". *Assistive Technology* 24 (1): 25–33.
- Flores, Margaret, Kate Musgrove, Scott Renner, Vanessa Hinton, Shaunita Strozier, Susan Franklin ja Doris Hil. 2012. "A comparison of communication using the Apple iPad and a picture-based system". *Augmentative and Alternative Communication* 28 (2): 74–84.
- Harrison-Harris, Ovetta L. 2002. "AAC, literacy and bilingualism". *The ASHA leader* 7 (20): 4–17.
- Ilves, Mirja. 2013. "Human Responses to Machine-Generated Speech with Emotional Content".

Launonen, Kaisa. 2004. "Puhetta korvaavan kommunikoinnin vaikuttavuus". *Puhe ja kieli*, numero 3: 155–167.

Lee, DongGeon, SeungJun Lee, Kuem Ju Lee ja GyuChang Lee. 2019. "Biological surface electromyographic switch and necklace-type button switch control as an augmentative and alternative communication input device: a feasibility study". *Australasian physical & engineering sciences in medicine* 42 (3): 839–851.

Light, Janice. 1997. "'Communication is the essence of human life': Reflections on communicative competence". *Augmentative and Alternative Communication* 13 (2): 61–70.

Light, Janice, ja Kathryn Drager. 2007. "AAC technologies for young children with complex communication needs: State of the science and future research directions". *Augmentative and alternative communication* 23 (3): 204–216.

Light, Janice, ja David McNaughton. 2012a. *The changing face of augmentative and alternative communication: Past, present, and future challenges*.

———. 2012b. "Supporting the communication, language, and literacy development of children with complex communication needs: State of the science and future research priorities". *Assistive Technology* 24 (1): 34–44.

———. 2013. "Putting people first: Re-thinking the role of technology in augmentative and alternative communication intervention". *Augmentative and Alternative Communication* 29 (4): 299–309.

Light, Janice, Rebecca Page, Jennifer Curran ja Laura Pitkin. 2007. "Children's ideas for the design of AAC assistive technologies for young children with complex communication needs". *Augmentative and Alternative Communication* 23 (4): 274–287.

Loncke, Filip. 2001. "Augmentative and alternative communication in the 21st century". *Augmentative and Alternative Communication* 17 (2): 61.

Lund, Shelley K, ja Janice Light. 2007. "Long-term outcomes for individuals who use augmentative and alternative communication: Part III—Contributing factors". *Augmentative and Alternative Communication* 23 (4): 323–335.

- Luotonen, Mirja, ja Lempi Aitola. 2013. "Puhe puuttuu, motoriikka mättää–kommunikoinnin apuvälineet vahvistavat elämänhallintaa". *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 129 (2): 169–175.
- McCord, M Shannon, ja Gloria Soto. 2004. "Perceptions of AAC: An ethnographic investigation of Mexican-American families". *Augmentative and Alternative Communication* 20 (4): 209–227.
- McNaughton, David, Diane Bryen, Sarah Blackstone, Michael Williams ja Pamela Kennedy. 2012. "Young adults with complex communication needs: Research and development in AAC for a "Diverse" population". *Assistive Technology* 24 (1): 45–53.
- McNaughton, David, ja Janice Light. 2013. *The iPad and mobile technology revolution: Benefits and challenges for individuals who require augmentative and alternative communication*.
- McNaughton, David, Tracy Rackensperger, Elizabeth Benedek-Wood, Carole Krezman, Michael B Williams ja Janice Light. 2008. "'A child needs to be given a chance to succeed': Parents of individuals who use AAC describe the benefits and challenges of learning AAC technologies". *Augmentative and Alternative Communication* 24 (1): 43–55.
- Mobile devices and communication apps: An AAC-RERC White Paper*. 2011. Saatavilla WWW-muodossa, <http://aac-merc.psu.edu/index.php/pages/show/id/46>, viitattu 16.2.2020.
- Moorcroft, Alison, Nerina Scarinci ja Carly Meyer. 2020. "'We were just kind of handed it and then it was smoke bombed by everyone': How do external stakeholders contribute to parent rejection and the abandonment of AAC systems?" *International journal of language & communication disorders* 55 (1): 59–69.
- Murphy, Joan. 2004. "'I Prefer Contact This Close": Perceptions of AAC by People with Motor Neurone Disease and their Communication Partners". *Augmentative and alternative communication* 20 (4): 259–271.
- Niemeijer, D. 2015. *The state of AAC in English-speaking countries: First results from the survey*.

Opas kommunikoinnin mahdollisuuksiin. 2008. Saatavilla WWW-muodossa, http://papunet.net/tietoa/fileadmin/muut/Esitteet/opas_kommunikoinnin_mahdollisuuksiin_2008.pdf, viitattu 31.1.2020.

Papunet. 2019a. *Mitä on puhevammaisuus?* Saatavilla WWW-muodossa, <http://papunet.net/tietoa/mita-on-puhevammaisuus>, viitattu 31.1.2020.

———. 2019b. *Puhevammaisuuden syyt ja ilmenemismuodot*. Saatavilla WWW-muodossa, <http://papunet.net/tietoa/puhevammaisuuden-syyt-ja-ilmenemismuodot>, viitattu 31.1.2020.

Rackensperger, Tracy, Carole Krezman, David Mcnaughton, Michael B Williams ja Karen D'silva. 2005. ““When I first got it, I wanted to throw it off a cliff”: The challenges and benefits of learning AAC technologies as described by adults who use AAC”. *Augmentative and Alternative Communication* 21 (3): 165–186.

Reddington, Joe, ja Lizzie Coles-Kemp. 2011. “Trap Hunting: Finding Personal Data Management Issues in Next Generation AAC Devices” (heinäkuu).

Ripat, Jacquie, Michèle Verdonck, Carly Gacek ja Shelly McNicol. 2019. “A qualitative metasynthesis of the meaning of speech-generating devices for people with complex communication needs”. *Augmentative and Alternative Communication* 35 (2): 69–79.

Shane, Howard C, Sarah Blackstone, Gregg Vanderheiden, Michael Williams ja Frank DeRuyter. 2012. “Using AAC technology to access the world”. *Assistive technology* 24 (1): 3–13.

Simpson, Kenneth, David Beukelman ja Tom Sharpe. 2000. “An elementary student with severe expressive communication impairment in a general education classroom: Sequential analysis of interactions”. *Augmentative and Alternative Communication* 16 (2): 107–121.

The Grid 2 AAC communication software. Saatavilla WWW-muodossa, <https://config.hypertec.co.uk/drillgen/configuratorFiles/productinfo/pdfs/S-S-TG2-5.pdf>, viitattu 30.1.2020.

Tikoteekki a, Tietotekniikka- ja kommunikaatiokeskus. *Puhevammaisuus*. Saatavilla WWW-muodossa, <https://www.kehitysvammaliitto.fi/tikoteekki/tietoa/puhevammaisuuden-kirjo/>, viitattu 27.1.2020.

Tikoteekki b, Tietotekniikka- ja kommunikaatiokeskus. *Puhevammaisuus, Kommunikoinnin apuvälineet*. Saatavilla WWW-muodossa, <https://tikoteekkiverkosto.fi/puhevammaisuus/>, viitattu 31.1.2020.

Trembath, David, Susan Balandin, Roger J Stancliffe ja Leanne Togher. 2010. ““Communication is everything:” The experiences of volunteers who use AAC”. *Augmentative and Alternative Communication* 26 (2): 75–86.

Van Niekerk, Karin, Shakila Dada ja Kerstin Tönsing. 2019. “Influences on selection of assistive technology for young children in South Africa: perspectives from rehabilitation professionals”. *Disability and rehabilitation* 41 (8): 912–925.

Wickenden, Mary. 2011. “Whose voice is that?: Issues of identity, voice and representation arising in an ethnographic study of the lives of disabled teenagers who use Augmentative and Alternative Communication (AAC)”. *Disability studies quarterly* 31 (4).

Williams, Michael B, Carole Krezman ja David McNaughton. 2008. ““Reach for the stars”: Five principles for the next 25 years of AAC”. *Augmentative and Alternative Communication* 24 (3): 194–206.

Wolpaw, Jonathan R, Niels Birbaumer, William J Heetderks, Dennis J McFarland, P Hunter Peckham, Gerwin Schalk, Emanuel Donchin, Louis A Quatrano, Charles J Robinson ja Theresa M Vaughan. 2000. “Brain-computer interface technology: a review of the first international meeting”. *IEEE transactions on rehabilitation engineering* 8 (2): 164–173.

Wolpaw, Jonathan R, Niels Birbaumer, Dennis J McFarland, Gert Pfurtscheller ja Theresa M Vaughan. 2002. “Brain-computer interfaces for communication and control”. *Clinical neurophysiology* 113 (6): 767–791.