



## Sensoriteknologia tukee ikääntyneiden kuntoutusta tulevaisuudessa

### Johdanto

Kaatumiset ovat yksi merkittävin syy loukkaantumisiin maailmanlaajuisesti. Ikääntyneillä ihmisillä tasapainon säilymisen merkitys pystyasennossa korostuu. Maailman Terveysjärjestö WHO (2008) on raportoinut, että yli 64-vuotiaista 28–35 prosentilla esiintyy vuosittain kaatumistapauksia. Kaikista ikääntyneiden traumaperäisistä kuolemista 40 prosenttia on kaatumisesta johtuvia. Euroopassa ikääntyneiden kaatumiset aiheuttavat vuosittain kuluja noin 25 miljardia euroa (Hartholt 2011).

Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen tilastoraportin (2023) mukaan vuonna 2021 erikoissairaanhoidon vuodeosastolla kaatumisen vuoksi hoidetuista suurimman ikäryhmän muodostivat 80–89-vuotiaat naiset, yhteensä 7100 henkilöä. Kaatumisten kustannusarvion suuruusluokkaa Suomessa selvittänyt Pajala (2016) on todennut, että lonkkamurtumapotilaan hoidon kustannukset ovat keskimäärin 19000 euroa murtumaa seuraavan vuoden aikana.

### Tasapainotestien merkitys

Neurologiset ongelmat ovat ikääntymisen ohella yksi suurimmista tasapaino-ongelmien ja kaatumisten aiheuttajista. Tasapainotestit voivat olla avaintekijä, jolla tunnistetaan jo aikaisessa vaiheessa merkkejä neurologisista sairauksista, sekä lisääntyneestä kaatumisvaarasta, ja näin ollen tutkimukset ja hoidot voitaisiin aloittaa mahdollisimman varhaisessa

vaiheessa. Tasapainon säätelystä vastaavat kolme eri järjestelmää: Proprioseptikalla eli asentotunnolla ihminen havainnoi liikkumistaan ja alaraajojensa asentoa; tätä tietoa tarvitaan tasapainoreaktioiden käynnistämiseen. Näköaistilla havainnoimme horisonttia ja suhteutamme liikkeemme ympäristöön. Tasapainoelin on sisäkorvassa sijaitseva järjestelmä, joka havainnoi kolmiulotteisesti kehoa ympäristössään. Lopulta tasapainon hallinta onkin näiden kolmen järjestelmän yhteistyötä. Tasapainotesteillä, kuten Rombergin testillä, voidaan tunnistaa mahdollisia viitteitä neurologisista sairauksista. Esimerkiksi, jos silmät kiinni ja silmät auki tehdyissä testeissä on merkittäviä eroja, voi se viitata neurologisiin ongelmiin tai ikään liittyviin sairauksiin, kuten Alzheimerin tautiin. (Health Europa 2021.)

Edellä mainituista syistä yhteiskunta hyötyisi tasapainonmittauslaitteesta, jolla voitaisiin suorittaa mittaukset kenttäolosuhteissa. Muun muassa ikääntyneet, kotikuntoutuksen piiriin kuuluvat ja asumisyksiköissä asuvat ovat kohderyhmiä, joille laitteesta olisi hyötyä. Laitetta voitaisiin käyttää tasapainon kehittämiseen ja etenkin tasapaino-ongelmien tunnistamiseen varhaisemmassa vaiheessa. Varsinkin ikääntyneille on suuri kynnys päästä suorittamaan tasapainotestejä laboratorio-olosuhteisiin, mutta puettavalla mittalaitteella pystytään tekemään mittaukset heidän tutussa kotiympäristössään. Näin yhteiskunta säästäisi mahdollisesti myös kuluissa, joita esimerkiksi neurologiset sairaudet aiheuttavat. Ongelmien arviointi päästäisiin aloittamaan hyvissä ajoin, mikä mahdollistaisi hoidon ja kuntoutuksen

oikea-aikaisuuden, ja tämä tukisi osaltaan itse-  
näistä pärjäämistä sekä arvokasta arkea.

## Tasapainon mittaaminen

Ainone-tasapainomittauslaitteesta tehtiin kaksi fysioterapian koulutusohjelman opinnäytetyötä LAB-ammattikorkeakoulussa Lappeenrannassa. Ainone Balance on suomalainen tasapainon mittaamiseen suunniteltu CE-merkitty lääkinnällinen laite, jolla voidaan tutkia asiakkaan tasapainoa ja tasapainoharjoittelun vaikutusta siihen. Katajasaaren ja kumppaneiden (2023) opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää laitteen validiteettia eli luotettavuutta: mittaako laite sitä ilmiön ominaisuutta, jota on tarkoituskäytössä mitattava? Peräkylän ja Sainion (2023) opinnäytetyön tutkimuskohde oli reliabiliteetti eli toistettavuus: kuinka toistettavia mittaustulokset ovat eri ajankohtina? Opinnäytetöiden mittaukset tehtiin samoilla koehenkilöillä (n=10) maaliskuussa 2022. Luotettavuuden tutkimisessa mittaukset suoritettiin kerran yhden päivän aikana ja toistettavuutta tarkasteltiin kolmen mittauskerran välillä.

Mittaukset tehtiin LAB-ammattikorkeakoulun Lappeenrannan biomekaniikan laboratoriossa. Tehtyjä tasapainotestejä oli yhteensä seitsemän. Testeissä tarkasteltiin laitteen antamien parametrien arvoja, jotka olivat huojunnan pituus (painekekipisteen kulkema matka), mittauksessa eri ajanhetkillä saatujen nopeuksien keskihajonta ja huojunnan pinta-ala, ja koehenkilöiden tuloksia verrattiin toisiinsa. Luotettavuutta tutkittiin vertaamalla Ainone-tasapainomittauslaitteen antamia tuloksia HurLabs-tasapainomittausvoimalevyn antamiin vastaaviin tuloksiin. Analysoinnissa käytettiin IBM SPSS Statistics -ohjelmaa. Käytetyt testit olivat Pearsonin korrelaatiokerroin ja Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin, jotka kuvaavat muuttujien välistä riippuvuutta. Toistettavuutta tutkittiin päivän ja viikon erolla suoritettujen mittauskertojen vä-

lillä. Lisäksi tutkittiin mittaajan vaikutusta laitteen antamien tulosten toistettavuuteen. Sisäkorrelaatiokertoimella (ICC) tutkittiin toistomittausten samankaltaisuuden astetta ja Bland-Altman -kuvaajalla mittausten menetelmien yhtäpitävyyttä graafisesti.

Ainone-tasapainomittauslaitteen luotettavuus ja toistettavuus olivat kokonaisuudessaan keskinäisiä. Mitatuista parametreista huojunnan pituus sai korkeita toistettavuuksia, mutta pinta-ala ja nopeuden keskihajonnan toistettavuus oli matalampi. Seitsemästä mittausasennosta kuudessa luotettavuus oli vähintään keskinäinen. Luotettavuuden todettiin olevan korkein mittausasunnoissa, joissa huojuntaa esiintyi eniten. Osoittautui, että ennalta haastavimmiksi arvioidut mittausasennot antoivat toistettavimpia ja luotettavimpia mittaustuloksia.

## Sensoriteknologian mahdollisuudet

Tulevaisuudessa kotikuntoutus tukeutuu yhä enemmän tietotekniikkaan ja teknologiaan. Asiakkaan kotona tapahtuvaan tasapainon mittaamiseen soveltuville sensoriteknologioille on kehitetty arviointikriteerejä, ja yksi haaste on tehdä laitteista helppokäyttöisempiä (Kelly ym. 2021). Sensoriteknologiaa hyödyntäen on pystytty ehkäisemään kaatumisia (Oh-Park ym. 2021). Carpinellan ja kumppaneiden (2017) tutkimuksen mukaan Parkinsonin tautia sairastaneiden tasapaino parani, kun he osallistuivat tasapainoharjoitteluinterventioon, joka sisälsi toiminnallisia harjoitteita. Sensorit antoivat näköön ja kuuloon perustuen palautetta harjoittelun aikana.

Ainone-tasapainomittauslaitetta voidaan hyödyntää esimerkiksi kotikuntoutusympäristössä arvioimaan ikääntyneiden kaatumisriskiä, ja sen avulla voidaan tunnistaa varhaisessa vaiheessa neurologisten sairauksien oireita. Toisaalta kotioloissa tehtävien liikkumis- ja tasapainoharjoitteiden vaikuttavuutta voidaan seurata sensorin avulla. Helppokäyttöisyys ja

kustannustehokkuus ovat laitteen keskeisimmät edut verrattuna laboratoriodien tasapainonmittausvälineistöön. Helppokäyttöisen sensoriteknologian merkitystä ikääntyneen itsenäisyyden ja arjen sujuvuuden kannalta on vielä vaikeaa arvioida, mutta sen mahdollisuudet voivat olla hyvinkin merkittäviä.

#### **Ville Katajasaari**

fysioterapiaopiskelija, LAB-ammattikorkeakoulu  
ville.katajasaari@student.lab.fi

#### **Kari Kauranen**

fysioterapeutti, filosofian tohtori  
kuntoutusalan yliopettaja,  
LAB-ammattikorkeakoulu

#### **Miro Kautto**

fysioterapiaopiskelija, LAB-ammattikorkeakoulu

#### **Jarkko Lainila**

fysioterapiaopiskelija, LAB-ammattikorkeakoulu

#### **Panu Peräkylä**

fysioterapiaopiskelija, LAB-ammattikorkeakoulu

#### **Aleksi Sainio**

fysioterapiaopiskelija, LAB-ammattikorkeakoulu

### **Kirjallisuus**

Carpinella I, Cattaneo D, Bonora G, Bowman T, Martina L, Montesano A, et al. Wearable sensor-based biofeedback training for balance and gait in Parkinson disease: a pilot randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2017;98(4):622–30.e3. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.11.003>

Hartholt K. Estimated medical and social care costs of falls: falls and drugs in older population: medical and societal consequences: Erasmus University Rotterdam, 2011.

Health Europa. Finding a balance in neurological health treatment. 2021. Internet: <https://www.healtheuropa.com/finding-a-balance-in-neurological-health-treatment/107376/> (viitattu 11.5.2023).

Katajasaari V, Kautto M, Lainila J. Ainone- tasapainonmittauslaitteen validiteetti. LAB-ammattikorkeakoulu, 2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202304125153>

Kelly D, Esquivel K, Gillespie J, Condell J, Davies R, Karim S, et al. Feasibility of sensor technology for balance assessment in home rehabilitation settings. *Sensors* 2021;21(13):e4438. <https://doi.org/10.3390/s21134438>

Oh-Park M, Doan T, Dohle C, Vermiglio-Kohn V, Abdou A. Technology utilization in fall prevention. *Am J Phys Med Rehabil* 2021;100(1):92–9. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001554>

Pajala S. Iäkkäiden kaatumisen ehkäisy. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Opas 16. 4. painos. 2016. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201205085108>

Peräkylä P, Sainio A. Ainone Balance -tasapainonmittauslaitteen reliabiliteetti. LAB-ammattikorkeakoulu, 2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202304135256>

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Tilastoraportti 13/2023. [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/146381/tr13\\_2023.pdf](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/146381/tr13_2023.pdf)

World Health Organization. Global report on falls prevention in older age. Geneve, 2008.