

**NÄÖNTARKKUUDEN YHTEYS KÄDEN PURISTUSVOIMAAN IÄKKÄILLÄ  
NAISILLA**

Anna-Maria Ylönen

Gerontologian ja kansanterveyden  
pro gradu -tutkielma  
Terveystieteiden laitos  
Jyväskylän yliopisto  
Syksy 2016

## TIIVISTELMÄ

Ylönen, A-M. 2016. Näöntarkkuuden yhteys käden puristusvoimaan iäkkäillä naisilla. terveystieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -tutkielma, 41 s.

Epidemiologisissa tutkimuksissa käden puristusvoima on validi lihasvoiman mittari ja ennustaa iäkkäiden ihmisten toimintakykyä. Heikompi puristusvoima on iäkkäillä yhteydessä heikompaan toimintakykyyn. Myös näöntarkkuuden aleneminen voi heikentää toimintakykyä. Näöntarkkuuden ja käden puristusvoiman yhteydestä löytyi vain vähän tutkimuksia. Heikommin näkevien vähäisempi fyysinen aktiivisuus saattaa selittää yhteyttä näöntarkkuuden ja puristusvoiman välillä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko näöntarkkuuden ja käden puristusvoiman välillä yhteyttä iäkkäillä naisilla, ja välittääkö fyysinen aktiivisuus yhteyttä. Lisäksi tutkittiin, onko puristusvoimassa kolmen vuoden seurannan aikana eroja normaalisti näkevien ja heikommin näkevien välillä.

Tutkimus on osa Finnish Twin Study on Aging (FITSA) -tutkimusta, joka tutkii geneettisten ja ympäristötekijöiden merkitystä toiminnanvajauksien synnyssä. Tutkimukseen osallistui 434 hyväkuntoista 63–76 vuotiasta naiskaksosta. Puristusvoimaa mitattiin dynamometrillä tutkimuksen alussa vuosina 2000–2001 sekä seurantakerralla 2003–2004. Mittaus suoritettiin 3–5 kertaa, joista ilmoitettiin korkein tulos. Näöntarkkuutta mitattiin tutkimuslaboratoriossa 5 m etäisyydeltä erikseen oikean ja vasemman silmän osalta. Tässä tutkimuksessa käytettiin parasta mitattua näöntarkkuutta. Aineiston analyysimenetelminä käytettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiota, yleistä lineaarista mallia sekä toistomittausten varianssianalyysiä.

Käden puristusvoima oli heikompi (179.3 N vs. 198.4 N,  $p < 0.001$ ) niillä, joilla näöntarkkuus oli matalampi (visus  $< 1.0$ ). Myös fyysinen aktiivisuus oli heikommin näkeville vähäisempää. Fyysisen aktiivisuuden vakiointi mallissa ei hävittänyt yhteyttä, mutta heikensi sitä. Näin ollen fyysinen aktiivisuus voi selittää osan lihasvoimaeroista. Puristusvoima ei muuttunut seuranta-aikana kummassakaan ryhmässä, mutta puristusvoima säilyi seurantakerralla heikompana niillä, joiden näöntarkkuus oli alentunut.

Fyysinen aktiivisuus voi osittain välittää näöntarkkuuden ja käden puristusvoiman yhteyttä iäkkäillä naisilla. Lisätutkimusta tarvitaan selvittämään, mitä muita tekijöitä taustalla on, ja esiintyykö ilmiötä myös miehillä ja vanhemmissa, huonokuntoisemmissa ryhmissä.

Asiasanat: puristusvoima, näöntarkkuus, fyysinen aktiivisuus, ikääntyneet

## ABSTRACT

Ylönen, A-M. 2016. Visual acuity in relation to hand grip strength in older women. Department of health sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis, 41 pp.

Hand grip strength is a valid indicator for muscle strength in epidemiologic studies and can predict functional changes in older population. Lower hand grip strength is associated with greater functional decline and limitations. In addition to hand grip strength, decline in visual acuity is also a risk for functional decline. Older people with visual impairment are physically less active than their peers with normal vision, which may explain the possible connection between vision and hand grip strength. The purpose of the study was to find out if visual acuity is associated with hand grip strength in elderly women and whether physical activity can explain a part of the relationship. In addition it was investigated whether the change of hand grip strength during the three year follow-up varies between groups.

The study is based on the data collected in the Finnish Twin Study on Aging (FITSA), a study investigating genetic and environmental factors in the development of disablements in old age. At baseline 434 fairly healthy female twins between 63 and 76 years of age took part in the study. Hand grip strength was measured at baseline (2000–2001) and in follow-up three years later (2003–2004). The highest of 3–5 measurements was used as a result of hand grip strength. Visual acuity was measured in a research laboratory individually for both eyes from a distance of 5 meters. Best measured visual acuity was used in this study. The data was analyzed using Spearman's correlation, general linear model (GLM) and multiple measurements analysis of variance (ANOVA).

Hand grip strength was lower for those (179.3 N vs. 198.4 N,  $p < 0.001$ ) who had lower vision ( $VA < 1.0$ ). Women with lower vision were also less physically active. After adjusting for age, weight, height and physical activity the relation remained statistically significant but the differences in grip strength between the groups decreased. Grip strength did not change during the three-year follow-up in either of the groups. However, grip strength remained lower for those whose visual acuity was lower.

The results of this study suggest that physical activity can partially explain the relationship between visual acuity and hand grip strength in older women. Further research is needed to explain other factors behind the relation and whether it is also present in both male and older populations with poorer health.

Key words: hand grip strength, visual acuity, physical activity, older population

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	
1 JOHDANTO.....	1
2 IKÄÄNTYMINEN JA KÄDEN PURISTUSVOIMA.....	3
2.1 Lihasvoima.....	3
2.2 Käden puristusvoima.....	3
2.3 Puristusvoiman mittaaminen.....	6
3 IKÄÄNTYNEEN NÄKÖ.....	7
3.1 Näöntarkkuus.....	7
3.2 Yleisimmät silmäsairaudet ikääntyneillä.....	8
3.3 Näön yhteys elintapoihin.....	10
3.4 Näön yhteys fyysiseen toimintakykyyn.....	11
3.5 Näkö ja käden puristusvoima.....	15
4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	17
5 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT.....	18
5.1 Aineisto.....	18
5.2 Menetelmät ja muuttujat.....	18
5.3 Tilastollinen analyysi.....	20
6 TULOKSET.....	22
6.1. Tutkittavien perustiedot.....	22
6.2 Näöntarkkuuden yhteys puristusvoimaan.....	24
7 POHDINTA.....	26
LÄHTEET.....	30

## 1 JOHDANTO

Ikääntymisen myötä ihmisen lihasvoima heikentyy ja riski toimintakyvyn heikentymiselle kasvaa (Frontera ym. 1991; Goodpaster ym. 2006). Käden puristusvoima on iästä väestöä tutkittaessa yksinkertainen ja luotettava lihasvoiman mittari (Rantanen ym. 1999a; Samuel ym. 2012). Heikko puristusvoima on riskitekijä toimintakyvyn heikentymiselle, jonka perusteella sitä voidaan pitää iäkkäiden toimintakyvyn heikentymistä ennustavana tekijänä ja siten myös välineenä toimintakyvyn heikentymisen riskissä olevien henkilöiden tunnistamisessa (Rantanen ym. 1999a; Metter ym. 2002; Sallinen ym. 2010; Taekema ym. 2010).

Iän myötä myös näkö heikkenee ja monet silmäsairaudet yleistyvät. Ikääntyneiden yleisimpiä silmäsairauksia ovat glaukooma, diabeettinen retinopatia, verkkokalvon ikärappeuma ja kaihi (Congdon ym. 2004; Laitinen ym. 2010). Silmäsairaudet ja niiden myötä näön heikentyminen altistavat ikääntyneen henkilön toiminnanvajauksille ja toimintakyvyn heikentymiselle. Näöntarkkuuden heikentyminen lisää riskiä esimerkiksi tasapainon heikentymiselle (Klein ym. 2003; Lee & Scudds 2003; Laitinen ym. 2007; Popescu ym. 2011; Chen ym. 2012) ja kävelynopeuden hidastumiselle (Klein ym. 2003; Laitinen ym. 2007; Swenor 2013), jotka voivat osittain johtua heikosti näkevien iäkkäiden vähäisemmästä fyysisestä aktiivisuudesta (Swanson 2012; Loprinzi ym. 2015). Rajoitteet toimintakyvyssä johtavat lopulta toiminnanvajauksiin, kuten vaikeuksiin päivittäisissä toiminnoissa. Heikommin näkevillä iäkkäillä on normaalisti näkeviin verrattuna enemmän vaikeuksia päivittäisistä toiminnoista suoriutumisessa (West ym. 1997; Sloan ym. 2005; Laitinen ym. 2007; Berger & Porell 2008; Taekema ym. 2010). Heikentynyt tasapaino, heikko lihasvoima, hidastunut kävelynopeus sekä vähäinen fyysinen aktiivisuus ovat myös hauraus-raihnaus-oireyhtymän (HRO) tunnusmerkkejä (Strangberg ym. 2006). Heikentynyt näkö ja silmäsairaudet voivat siten lisätä riskiä myös hauraus-raihnaus-oireyhtymälle (Klein ym. 2003; Klein ym. 2005; Klein ym. 2006).

Sekä näöntarkkuus että käden puristusvoima ovat vahvasti yhteydessä toimintakykyyn, mutta niiden välistä yhteyttä on tutkittu vain vähän. Tutkimuksissa on havaittu, että puristusvoima

on heikompi huonommin näkevillä tai niillä, joilla esiintyy silmäsairauksia (Klein ym. 2003). Yhteyttä voivat selittää näön ja puristusvoiman taustalla olevat yhteiset tekijät, kuten sairaudet ja elintavat. Heikommin näkevien vähäisempi fyysinen aktiivisuus (Loprinzi ym. 2015) voi osittain selittää yhteyttä muuttujien välillä.

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää, onko näöntarkkuuden ja käden puristusvoiman välillä yhteyttä 63–76-vuotiailla naisilla, ja välittääkö fyysinen aktiivisuus yhteyttä. Lisäksi tutkitaan, onko puristusvoiman muutoksessa kolmen vuoden seurannan aikana eroja normaalisti näkevien ja heikommin näkevien naisten välillä.

## **2 IKÄÄNTYMINEN JA KÄDEN PURISTUSVOIMA**

### **2.1 Lihasvoima**

Lihas tuottaa voimaa supistuessaan. Lihaksen supistuminen voi olla joko isometristä tai dynaamista. Isometrisessä eli staattisessa lihassupistuksessa lihaksen kokonaispituus ei muutu, kun dynaamisessa supistuksessa lihas pitenee tai lyhenee, ja nivelessä tapahtuu liikettä (Schneck 1992, 4). Dynaaminen lihassupistus on joko konsentrista tai ekstentrista (Schneck 1992, 22). Kun lihas lyhenee supistuessaan ja aiheuttaa liikettä, on kyseessä konsentrisen lihassupistus. Eksentrisessä lihassupistuksessa lihas pitenee (Schneck 1992, 22).

Ikääntyessä ihmisen hermolihasjärjestelmä, lihasvoima, lihasmassa sekä lihaksen nopeusominaisuudet vähenevät tai heikkenevät (Frontera ym. 1991; Lindle ym. 1997; Goodpaster ym. 2006; Samuel ym. 2012). Lihasvoima on suurimmillaan 25–35 vuoden iässä, ja alkaa heikentymään 40 ikävuoden tienoilla, jonka jälkeen se vähenee noin 10 % vuosikymmenessä (Lindle ym. 1997; Metter ym. 1997; Goodpaster ym. 2006). Sairaudet voivat vauhdittaa lihasvoiman heikkenemistä (Rantanen ym. 1998; ). Lihasvoiman heikkenemisen suurimpana syynä pidetään lihasmassan vähenemistä eli sarkopeniaa (Frontera ym. 1991). Naisilla on keskimäärin vähemmän lihasmassaa kuin miehillä (Lindle ym. 1997), joten myös lihasvoima on naisilla alhaisempi. Naisilla erityisesti ylävartalon lihasvoima voi alkaa vähentyä jo ennen 40 ikävuotta, mutta selkeimmin lihasvoima vähenee 50 ikävuoden jälkeen (Metter ym. 1997). Alhainen lihasvoima voi olla yksi syy naisten yleisempiin liikuntakyvyn ja toimintakyvyn ongelmiin (Rantanen ym. 1997).

### **2.2 Käden puristusvoima**

Käden puristusvoima mittaa käden tarttumaotteen eli puristuksen voimaa. Se on maksimaalisen voimantuoton suoritus, joka ilmaistaan Newtonina (N) tai kilogrammoina (kg). Jo 1950-luvulla on todettu, että käden puristusvoima korreloi yleisen fyysisen kunnan kanssa (Everett ym. 1952). Käden puristusvoimaa käytetään osana sarkopenian, haurausraihnaus-oireyhtymän ja ravitsemustilan arviointia (Roberts ym. 2011), ja sillä voidaan

ennustaa toimintakyvyn muutoksia ja seuloa toimintakyvyn heikentymisen riskissä olevia henkilöitä (Giampaoli ym. 1999; Rantanen ym. 1999a; Sallinen ym. 2010; Taekema ym. 2010). Käden puristusvoima korreloi muiden lihasryhmien voiman kanssa, joten sillä voidaan arvioida yleisesti lihasvoiman tasoa iäkkäässä väestössä (Rantanen ym. 1999a; Samuel ym. 2012).

Puristusvoima heikkenee ikääntyessä (Desrosiers ym. 1995; Rantanen ym. 1997; Rantanen ym. 1998; Metter ym. 2002; Kuh ym. 2005; Samuel ym. 2012). Heikentyminen tapahtuu selkeimmin 50–60 ikävuoden jälkeen, jolloin se saattaa vähentyä jopa 20–25 %. Vuosittainen heikentyminen on keskimäärin 1–3 % (Rantanen ym. 1997; Rantanen ym. 1998), ja se kiihtyy iän myötä (Rantanen ym. 1998).

Puristusvoima on keskimäärin parempi miehillä kuin naisilla, ja iäkkäillä naisilla se heikentyy miehiä nopeammin (Desrosiers ym. 1995; Rantanen ym. 1997; Rantanen ym. 1998; Metter ym. 2002; Kuh ym. 2005; Samuel ym. 2012). Sukupuolen lisäksi puristusvoima on yhteydessä painoon, pituuteen sekä painoindeksiin. Korkeampi paino, pituus ja painoindeksi merkitsevät korkeampaa käden puristusvoimaa (Kuh ym. 2005; Sallinen ym. 2010; Ramlagan ym. 2014; Keevil ym. 2015). Toisaalta suurempi vyötärön ympärysmitta on yhteydessä matalampaan puristusvoimaan (Keevil ym. 2015), mikä viestii siitä, että runsas ylipaino ja lihavuus voivat puolestaan heikentää käden puristusvoimaa. Lisäksi monet krooniset sairaudet, kuten sydän- ja verisuonitaudit, diabetes ja astma voivat lisätä puristusvoiman heikentymisen riskiä (Rantanen ym. 1998; Stenholm ym. 2012). Heikko puristusvoima voi sairaalaoiloissa olla riskitekijä pitkittyneeseen sairaalassa oloon ja leikkausten jälkeisiin komplikaatioihin (Kerr ym. 2006). Ravitsemustilan häiriöistä erityisesti aliravitsemuksen, mutta myös liikaravitsemuksen sekä puristusvoiman välillä on havaittu yhteys, ja ainakin iäkkäillä sairaalapotilailla käden puristusvoimaa voidaan käyttää yleisen ravitsemustilan arviointia (Flood ym. 2014).

Tupakoinnin on havaittu olevan yhteydessä heikompaan puristusvoimaan (Gale ym. 2007; Stenholm ym. 2012). Tupakoinnin lopettaminen ei välttämättä poista kohonnutta riskiä puristusvoiman heikentymiselle, mutta voi vähentää sitä (Stenholm ym. 2012). Myös runsas alkoholin käyttö voi olla riskitekijä puristusvoiman heikentymiselle (Sabia ym. 2014), mutta



tutkimustulokset alkoholin osalta ovat ristiriitaisia, sillä joissakin tutkimuksissa yhteyttä ei ole havaittu (Stenholm ym. 2012).

Fyysisen aktiivisuuden on havaittu olevan yhteydessä puristusvoimaan keski-ikäisillä ja iäkkäillä (Rantanen ym. 1997; Rantanen ym. 1999b; Kuh ym. 2005; Taekema ym. 2010; Stenholm ym. 2012; Dodds ym. 2013; Bann ym. 2015). Fyysisesti aktiivisemmilla iäkkäillä on vähemmän aktiivisiin verrattuna parempi puristusvoima (Rantanen ym. 1999b). Liikunta myös ylläpitää puristusvoimaa (Rantanen ym. 1997) ja kevytkin liikunta voi vahvistaa sitä (Bann ym. 2015). Erityisesti käsien voimaa vaativat toimet, kuten kauppakassien kanto, ovat voimakkaassa lineaarisessa yhteydessä puristusvoimaan keski-ikässä (Kuh ym. 2005). Keski-ikäisen fyysinen aktiivisuus voi ennustaa käden puristusvoimaa myöheminpä vuosina (Dodds ym. 2013), sillä keski-ikässä runsaasti liikuntaa harrastavilla on havaittu vähemmän liikkuviin verrattuna parempia tuloksia käden puristusvoimassa 60–64-vuotiaina (Dodds ym. 2013). Näin ollen vähäinen fyysinen aktiivisuus, runsas paikallaanolo ja esimerkiksi runsas ruutu-aika voivat merkitä heikompa puristusvoimaa (Hamer ym. 2013).

Käden puristusvoima on voimakkaasti yhteydessä myös toimintakykyyn, sillä se ennustaa toimintakyvyn muutoksia (Rantanen ym. 1999a; Taekema ym. 2010). Keski-ikäisillä miehillä puristusvoima ennusti toimintakykyä jopa 25 vuoden päähän (Rantanen ym. 1999a). Heikko puristusvoima voi ennakoita alkavia vaikeuksia päivittäisissä toiminnoissa, kognition heikentymistä, kävelynopeuden hidastumista sekä vaikeuksia liikkumiskyvyssä (Giampaoli ym. 1999; Rantanen ym. 1999a; Taekema ym. 2010).

Toimintakyvyn ennustamisen lisäksi käden puristusvoima saattaa ennakoita kuolemaa (Proctor ym. 2006). Äkillinen tai nopea puristusvoiman heikentyminen voi merkitä kuoleman lähestymistä, sillä Proctorin ym. (2006) pitkittäistutkimuksessa käden puristusvoima heikkeni erityisen nopeasti niillä tutkittavilla, jotka kahdeksan vuoden seurannan aikana kuolivat. Heikko käden puristusvoima onkin yhteydessä suurempaan kuolleisuuteen (Al Snih ym. 2002; Metter ym. 2002; Rantanen ym. 2003; Proctor ym. 2006; Gale ym. 2007; Leong ym. 2015).

### 2.3 Puristusvoiman mittaaminen

Puristusvoimaa on mitattu 1800-luvun lopulta lähtien. Aikaisimmat maininnat puristusvoiman mittaamisesta sijoittuvat Harvardin yliopistoon, kun lihasvoiman mittamiseen kehitettiin ensimmäisiä mittauspatteristoja (Sargent 1897). Sitten puristusvoimaa alettiin käyttää osana voiman mittaamista. Nykyään puristusvoima on vakiintunut lihasvoiman mittari, jonka merkitys ymmärrettiin kun puristusvoiman havaittiin ennustavan toimintakykyä (Rantanen ym. 1999a). Puristusvoimaa mitataan dynamometrillä. Dynamometri on usein helppo kuljettaa ja niiden reliabiliteettia ja validiteettia pidetään yleisesti hyvinä (Bellace ym. 2000; Roberts ym. 2011). Yksi suosituimmista käytössä olevista dynamometreista on Jamar-Saehan -dynamometri (Bellace ym. 2000), jota on käytetty mm. Terveys 2011 -tutkimuksessa. Suomalaisia dynamometreja ovat Metitur Oy:n Good Strength IGS01 ja New Test Oy:n Grip Force (TOIMIA 2013).

TOIMIA -tietokannan (2013) mittausohjeet perustuvat American Society of Hand Therapists' suositukseen, jossa puristusvoima mitataan istualtaan, selkä tuettuna. Käsivarsi pidetään vartalon mukaisesti neutraalissa asennossa ja kyynärpää 90 asteen kulmassa. Mittauksia tehdään 2–3, ja tulokseksi kirjataan yleensä dominoivan käden paras tulos. Myös useamman mittauksen keskiarvoa voidaan käyttää, jolloin tulos voi jäädä hieman heikommaksi, sillä keskiarvo ei kerro tutkittavan maksimaalisen voiman määrää (Desrosiers ym. 1995). Yhden puristuksen kesto on noin 3–5 sekuntia, ja suoritusten välillä pidetään lyhyt tauko, noin 30–60 sekuntia (TOIMIA 2013). Seurantamittauksissa on käytettävä samaa mittausmenetelmää, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia (TOIMIA 2013).

### 3 IKÄÄNTYNEEN NÄKÖ

#### 3.1 Näöntarkkuus

Näöntarkkuus tarkoittaa silmän kykyä erottaa pieniä, korkeakontrastisia yksityiskohtia. Suomessa näöntarkkuutta ilmaistaan desimaaleilla asteikolla 0.05 – 2.0, jossa normaali näöntarkkuus on 1.0 tai enemmän, ja heikoin 0.05 (Korja 2008; Saari ym. 2011). Alentuneeksi näöntarkkuudeksi voidaan kutsua arvoja 0.9 – 0.4. Hyvin iäkkäillä henkilöillä näöntarkkuutta 0.8 ja 0.9 voidaan pitää vielä normaaleina, sillä ikääntyessä silmän väliaineissa ja verkkokalvolla tapahtuu iän mukanaan tuomia solutason muutoksia, jotka voivat heikentää näöntarkkuutta (Hyvärinen 2001, Korja 2008). Syyt alentuneeseen näöntarkkuuteen on kuitenkin aina selvitettävä sairauksien poissulkemiseksi.

Lähinäön heikentyminen on tavallisin ikämuutos silmässä. Ikänäköisyys eli presbyopia johtuu mykiön jäykistymisestä ja paksuuntumisesta (Glasser & Campbell 1998; Heys ym. 2004). Nuorella henkilöllä mykiö on kirkas ja elastinen, ja se pystyy joustavuutensa ansiosta tarkentamaan vaivattomasti kaikille etäisyyksille (Glasser & Campbell 1998; Teräsvirta 2011). Iän myötä joustavuus vähenee ja mykiö samentuu tai kellertyy, minkä vuoksi tarkentaminen lähietäisyyksille hidastuu ja vaikeutuu (Glasser & Campbell 1998; Heys ym. 2004; Teräsvirta 2011). Presbyopian oireena on vähitellen heikentyvä lähinäöntarkkuus, jolloin katselija vie pientä tekstiä kauemmas nähdäkseen sen paremmin. Ikänäön korjaukseen käytetään silmä- tai piilolaseja (Korja 2008). Vaihtoehtona ovat myös leikkaushoidot. Linssileikkauksessa silmän oma mykiö poistetaan ja tilalle asetetaan silmän sisäinen linssi, jolla katselija näkee sekä kauas että lähelle (Cillino ym. 2008). Ikänäköä voidaan korjata myös ”monovision” menetelmällä, jossa toinen silmä laseroidaan katsomaan kauas ja toinen lähelle (Jain ym. 2001).

Näkövammaisia ovat heikkonäköiset ja sokeat ihmiset. Heikkonäköinen henkilö on Maailman terveysjärjestö World Health Organisationin (WHO) määrittelyn mukaan sellainen, jolla paremmin näkevän silmän näöntarkkuus silmälasikorjauksen jälkeen on alle 0.3, mutta kuitenkin vähintään 0.05. Sokeana pidetään henkilöä, jonka paremmin näkevän silmän

näöntarkkuus silmälasikorjauksen jälkeen on alle 0.05 tai näkökentän laajuus jää alle 20 asteen (WHO 1973). THL:n uusimman arvion mukaan Suomessa on noin 50 000 – 60 000 näkövammaista. Arvio perustuu Terveys 2000 ja 2011 -tutkimuksiin. Näkövammaisista suurin osa on iäkkäitä, ja yleisin syy iäkkäiden näkövammaan Suomessa on verkkokalvon ikärappeuma (Ojamo 2012). Koko maailmassa ylivoimaisesti yleisin sokeuden aiheuttaja on kaihi (Pascolini & Mariotti 2011), mutta Suomessa sitä ei luokitella sokeutta aiheuttaviin silmäsairauksiin tehokkaan leikkaustoiminnan johdosta (Näkövammaisten keskusliitto 2014).

Mikäli näöntarkkuus on alle 0.05, se ilmaistaan sormenlukuna. Sormenluku kertoo etäisyyden, josta henkilö pystyy erottamaan oikean määrän tutkijan näyttämiä sormia (Saari ym. 2011). Jos sormenluku on mahdotonta, voidaan näköä kuvata valontajuna. Valontajua eli valon projektiota käytetään sokeiden tai lähes sokeiden näköä arvioitaessa. Tutkittavalle osoitetaan valoa, ja mikäli hän pystyy kertomaan mistä suunnasta valoa osoitetaan, kutsutaan ”näöntarkkuutta” valontajuksi tai valon oikeaksi projektioksi (Saari ym. 2011).

### **3.2 Yleisimmät silmäsairaudet ikääntyneillä**

Glaukooma (”silämpainetauti” tai ”viherkaihi”) on näköhermon sairaus, joka pitkään jatkuessa vaurioittaa näköhermon päätä, verkkokalvon hermosäiekerrosta ja näkökenttää, johtaen näkökentän puutoksiin (Casson ym. 2012). Glaukoomassa silmänpaine on usein kohonnut, mikä aiheuttaa vaurioiden syntymisen (Airaksinen & Tuulonen 2011), mutta tarkempaa syytä ei toistaiseksi tiedetä. Glaukooma on usein oireeton, ja se johtaa ”putkinäköön”, jossa näkökentän puutokset etenevät hiljalleen reuna-alueelta kohti keskeistä näkökenttää (Airaksinen & Tuulonen 2011). Kun henkilö itse havaitsee näkökentässä tapahtuneet muutokset, voi sairaus olla jo pitkälle edennyt (Casson ym. 2012). Glaukooman merkittävimpiä riskitekijöitä ovat kohonnut silmänpaine, korkea ikä, sukurasite, myopia eli likinäköisyys, diabetes, sekä eksfoliaatio eli mykiön hilseily (Ekström 1996; Wensor ym. 1998; Wolfs ym. 1998; Laitinen 2010; Glaukooma 2014). Suomessa glaukoomaa sairastaa arviolta noin 80 000 ihmistä (Kansaneläkelaitos 2014). Työikäisessä (30–64v.) väestössä glaukooman esiintyvyys on noin 2 %, kun yli 85-vuotiaassa väestössä esiintyvyys on jo 20 % (Laitinen ym. 2010). Glaukoomaan ei ole parannuskeinoa, ja toistaiseksi sen ainoa hoitokeino

on silmänpaineen alentaminen, joka hidastaa taudin etenemistä (Glaukooma 2014). Hoito tapahtuu silmätipplääkityksellä, laserhoidoilla tai leikkaushoidoilla (Glaukooma 2014).

Diabeettinen retinopatia on diabeteksen aiheuttama verkkokalvon verisuonten sairaus (Matthews ym. 2004). Suomessa diabeettinen retinopatia on suurin työikäisen väestön heikkonäköisyyden syy, mutta sen esiintyvyys työikäisessä väestössä on kuitenkin vain 0,6 % (Laitinen ym. 2010). Yli 65-vuotiailla esiintyvyys on noin 2,2 % (Laitinen ym. 2010). Diabeettinen retinopatia voidaan jakaa vaikeusasteiltaan taustaretinopatiaan ja proliferatiiviseen retinopatiaan (Wilkinson ym. 2003). Taustaretinopatian merkkejä ovat mikroaneurysmat eli hiussuonten pullistumat, verkkokalvon sisäiset verenvuodot, turvotus sekä erilaiset verisuonten epämuodostumat verkkokalvolla (Immonen ym. 2011). Proliferatiivinen retinopatia on pidemmälle edennyt ja vaikeampi sairauden aste. Sen ilmenemismuotoja ovat verkkokalvolle kasvavat uudissuonet, verisuonien vuodot ja fibrovaskulaariset muutokset eli uudissuoniin kehittyvät arpikalvot, jotka voivat pahimmillaan aiheuttaa verkkokalvon irtauman (Immonen ym. 2011). Retinopatian syntyyn ja etenemiseen voidaan vaikuttaa glukoositasapainon ylläpitämisellä ja kohonneen verenpaineen hoidolla (Turner ym. 1996; Matthews ym. 2004). Mikäli retinopatia puhkeaa, sen aikainen havaitseminen ja hyvä hoito vähentävät merkittävästi näön heikentymisen riskiä (Tapp ym. 2003).

Verkkokalvon ikärappeuma on verkkokalvon sairaus, jossa tarkan näkemisen alueen eli makulan solut rappeutuvat (Immonen ym. 2011). Verkkokalvon ikärappeuma voidaan jakaa kuivaan ja kosteaan rappeumaan (Bird ym. 1995). Rappeumatapauksista suurin osa on kuivaa ikärappeumaa, jossa näöntarkkuus heikentyy hiljalleen ja näkökenttään syntyy vääristymiä ja puutoksia (Jager ym. 2008). Perifeerinen eli reunaosien näkökenttä säilyy kuitenkin lähes normaalina, joten kuivaa ikärappeumaa sairastava pystyy liikkumaan melko hyvin (Immonen ym. 2011). Vaikka näkö heikentyy enemmän makulan alueella, henkilö pystyy usein jopa lukemaan apuvälineiden kanssa (Immonen ym. 2011). Kostea ikärappeuma on harvinaisempi, mutta vakavampi ikärappeuman muoto, jossa näöntarkkuus heikkenee nopeasti, näkökenttä vääristyy ja siihen syntyy puutoksia (Jager ym. 2008). Reunaosien näkökenttä säilyy kuivan rappeuman tavoin kohtalaisena, joten liikkuminen onnistuu itsenäisesti, mutta lukeminen, kasvojen tunnistaminen ynnä muut tarkkaa näköä vaativat toimet vaikeutuvat (Immonen ym.

2011). Nimensä mukaisesti verkkokalvon ikärappeuma on ikääntyvän väestön sairaus. Suomessa silmänpohjan ikärappeuman esiintyvyys työikäisessä väestössä on vain 1 %, kun yli 85-vuotiailla taudin esiintyvyys on 27 % (Laitinen ym. 2010). Ikärappeuman riskiä lisäävät korkea ikä, epäterveelliset elintavat ja perinnöllisyys (Jager ym. 2008). Hoitokeinoja ovat leikkaushoidot, laseroinnit ja silmän lääkeainepistokset (Jager ym. 2008).

Kaihi (harmaakaihi) on mykiön eli linssin sairaus. Se aiheuttaa mykiön samentumista, mikä vaikeuttaa valon pääsyä verkkokalvolle (Teräsvirta 2011). Kaihin oireita ovat mm. näöntarkkuuden aleneminen, taittovoiman muutokset, herkkä häikäistyminen ja kontrastiherkkyuden aleneminen (Teräsvirta 2011). Kaihin merkittävin riskitekijä on ikä. Alle 65-vuotiailla esiintyvyys on noin 2 %, kun yli 85-vuotiailla kaihin esiintyvyys on jo 67 % (Laitinen ym. 2010). Kaihin riskiä lisäävät myös perinnöllisyys, aineenvaihduntasairaudet, runsas UV-säteilylle altistuminen sekä silmävammat (West & Valmadrid 1995; Teräsvirta 2011). Epäterveelliset elämäntavat, kuten runsas alkoholinkäyttö ja tupakointi, voivat edistää sairauden etenemistä (West & Valmarid 1995). Kaihin ainoa hoitokeino on leikkaus. Suomessa kaihileikkaukseen pääsyn kriteereinä ovat pääasiassa heikot näöntarkkuusarvot. Leikkaus voidaan kuitenkin suorittaa paremmin näkevillekin, mikäli henkilön suoriutuminen päivittäisistä toiminnoista on merkittävästi hankaloitunut kaihin seurauksena, siitä on muuta oleellista haittaa tai se vaikeuttaa muun silmänsairauden seurantaa (Kaihi 2013).

### **3.3 Näön yhteys elintapoihin**

Näön ja elintapojen yhteyden tutkiminen on verrattain uusi ilmiö. Ensimmäisiä näön ja elintapojen yhteyksiä selvittäviin tutkimuksiin lukeutuvat yhdysvaltalaiset 1970-luvulla aloitettu Framingham Eye Study sekä 1987 aloitettu Beaver Dam Eye Study. Beaver Dam Eye Studyn tärkeimpiä tutkimushavaintoja oli tupakoinnin yhteys suurempaan kaihin ja ikärappeuman esiintyvyyteen. Myöhemmin onkin todettu, että tupakointi lisää riskiä silmänsairauksien kehittymisille. Erityisesti ikärappeuman ja kaihin riski lisääntyy tupakoitsijoilla (Klein ym. 1993; Mitchell ym. 2002; Evans ym. 2005; Zhang ym. 2011). Riski ikärappeumaan sairastumiselle voi tupakoitsijoilla olla yli kaksinkertainen savuttomiin verrattuna (Evans ym. 2005). Siten myös riski näön heikentymiselle on suurempi (Klein ym. 2014). Tupakoinnin lisäksi myös päivittäinen tai muutoin runsas alkoholin käyttö voi altistaa

silmäsairauksille ja lisätä riskiä näöntarkkuuden heikentymiselle (Fan ym. 2012), mutta kohtuullisen alkoholin käytön osalta yhteyttä ei ole havaittu (Klein ym. 2014). Tupakoinnin ja alkoholin käytön lisäksi myös ravitsemuksella on yhteyttä näköön, sillä runsas tyydyttyneen rasvan ja kolesterolin saanti ravinnossa voi lisätä riskiä ikärappeuman kehittymiselle (Mares-Perlman ym. 1995).

Fyysinen aktiivisuus on matalampaa heikommin näkeville iäkkäillä normaalisti näkeviin verrattuna (Campbell & Crews 2001; Chen ym. 2012; Swanson ym. 2012; Klein ym. 2014; Loprinzi ym. 2015). Heikkonäköisistä iäkkäistä vain noin 10 % liikkuu terveysliikuntasuosituksen mukaisesti, ja heistä suurempi osa ei harrasta liikuntaa lainkaan (Swanson ym. 2012). Yleisin liikuntamuoto heikkonäköisillä on kävely ja kotitöiden tekeminen (Swanson ym. 2012). Myös keski-ikäiset ja nuoremmat heikkonäköiset aikuiset liikkuvat vähemmän kuin normaalisti näkevät verrokkit (Holbrook ym. 2009; Willis ym. 2012), mikä viittaisi siihen, että vähäisempi fyysinen aktiivisuus juontuu mahdollisesti jo nuoruudesta ja vähenee yhä ikääntyessä.

Viitteitä liikunnan suojaavasta vaikutuksesta näköön on muutamien tutkimusten perusteella havaittavissa. Fyysinen aktiivisuus voi vähentää riskiä näön heikentymiselle (Klein ym. 2014), sillä esimerkiksi juoksijoita tutkivassa National Runners' Health Studyssa havaittiin, että ikärappeuman riski oli pienempi niillä tutkittavilla, jotka harrastivat runsaasti kuormittavaa liikuntaa (Williams 2009). Taustalla on oletettavasti myös muita tekijöitä, eikä tutkimusten perusteella voida toistaiseksi päätellä, että liikunta yksin ehkäisisi näön heikentymistä iäkkäillä. Liikunnalla ja muutoin terveellisillä elintavoilla voidaan kuitenkin ehkäistä silmäsairauksien kehittymistä ja siten näön heikentymistä. Silmäsairauksista erityisesti diabeettisen retinopatian kehittyminen estyy mikäli 2-tyypin diabetes ei pääse puhkeamaan.

### **3.4 Näön yhteys fyysiseen toimintakykyyn**

Silmäsairaudet ja näön heikentyminen voivat toimia laukaisijana toiminnanvajauksien kehittymiselle. Toiminnanvajauksien syntyprosessissa sairaudet tai tapaturmat johtavat fysiologisiin vaurioihin ja tietyn toiminnon heikkenemiseen (impairment), kuten lihasvoiman

ja tasapainon heikentymiseen (Verbrugge&Jette 1994). Heikkeneminen puolestaan johtaa toiminnan rajoituksiin (limitation), kuten kävelynopeuden hidastumiseen (Verbrugge&Jette 1994). Lopulta toiminnan rajoitukset altistavat henkilön toiminnanvajauksille (disability), kuten liikkumiskyvyn ongelmille tai vaikeuksiin päivittäisissä toiminnoissa (Verbrugge&Jette 1994). Näkö on yhteydessä edellä mainittuihin toiminnanvajauksien syntyprosessin tekijöihin, kuten tasapainoon (Laitinen ym. 2007; Popescu ym. 2011), lihasvoimaan (Lee & Scudds 2003; Chen ym. 2012), kävelynopeuteen (Laitinen ym. 2007; Swenor 2013) ja päivittäisistä toiminnoista suoriutumiseen (Cacciatore ym. 2004; Sloan ym. 2005; Berger& Porell 2008).

Näkökyvyllä on tärkeä osa tasapainon säätelyssä, sillä tasapainoa ylläpidetään vestibulaarisen järjestelmän, somatosensorisen järjestelmän ja näköjärjestelmän yhteistyöllä. Heikentynyt näkö on siten merkittävä riskitekijä heikolle tasapainolle (Lee & Scudds 2003; Laitinen ym. 2007; Popescu ym. 2011; Chen ym. 2012; Kulmala ym. 2012). Tasapainossa on havaittu eroja normaalisti näkevien ja heikommin näkevien välillä erilaisia tasapainon arviointimenetelmiä käyttäen. Heikommin näkeville on havaittu normaalinäköisiin tutkittaviin verrattuna huonompia tuloksia esimerkiksi Bergin tasapainotestissä (Lee & Scudds 2003), jossa arvioidaan iäkkään henkilön tasapainoa 14 erilaisen liikkeen avulla (Berg 1989). Myös tasapainolaudalla mitattuna heikkonäköisillä tutkittavilla on havaittu verrokkeja enemmän vaikeuksia tasapainon ylläpidossa (Laitinen ym. 2007; Kulmala ym. 2012). Joissakin staattista tai kovaa tasapainolautaa käyttäneissä tutkimuksissa eroja ei ole havaittu (Chen ym. 2012, Willis ym. 2013), mutta dynaamista tasapainoa mittaavalla liikkuvalla laudalla tasapaino on kuitenkin heikommin näkeville huonompi (Chen ym. 2012; Willis ym. 2013). Tulokset viittaavat siihen, että optimaalisissa olosuhteissa näkö ei välttämättä vaikuta staattiseen tasapainoon yhtä merkittävästi kuin dynaamiseen tasapainoon. Arkielämässä tasapaino on kuitenkin useammin dynaamista kuin staattista (West ym. 2002a).

Huono tasapaino on merkittävä kaatumisen riskitekijä (Tinetti ym. 1988; Pajala ym. 2004). Heikommin näkeville ikääntyvillä on siten suurempi riski kaatumisiin, murtumiin ja loukkaantumisiin (West ym. 2002b; Lord 2006; Jing & Wong 2008). Kaatumista, tasapainoa ja näköä käsittelevissä tutkimuksissa käytetään usein vertailuarvona näöntarkkuutta. Muutamien tutkimusten mukaan on kuitenkin viitteitä siitä, että näöntarkkuus yksin vaikuttaa tasapainoon ja kaatumisiin luultua vähemmän. Sen sijaan kontrastiherkkyys, näkökenttä ja



syvyysnäkö saattavat ovat näöntarkkuutta merkittävämmiin yhteydessä tasapainoon ja kaatumisiin (West ym. 2002a; Lord 2006; Popescu ym 2011).

Tasapainon lisäksi näöntarkkuus on yhteydessä myös lihasvoimaan. Dynamometrillä mitatussa polvien ojentaja- ja koukistajalihasten voimassa on heikkonäköisillä iäkkäillä havaittu matalampia tuloksia verrattuna normaalinäköiseen verrokkiryhmään (Chen ym. 2012; Kulmala ym. 2012). Lihasvoima ei pitkittäisseurannassa välttämättä kuitenkaan vähene heikommin näkevillä suhteellisesti enempää kuin normaalisti näkevillä iäkkäillä (Kulmala ym. 2012). Tutkijat epäilevät heikomman lihasvoiman johtuvan matalammasta fyysisen aktiivisuuden tasosta.

Vähäinen fyysinen aktiivisuus sekä tasapainon ja lihasvoiman heikentyminen voivat johtaa kävelynopeuden hidastumiseen. Kävelynopeuden onkin havaittu olevan hitaampi heikommin näkevillä iäkkäillä normaalisti näkeviin verrattuna (West ym. 2002a; Klein ym. 2003; Turano 2004; Laitinen ym. 2007; Kulmala ym. 2012; Swenor 2013). Laitisen ym. (2007) mukaan heikkonäköisillä on jopa viisinkertainen riski hidastuneeseen kävelynopeuteen normaalinäköisiin verrattuna. Pitkittäisseurannassa heikkonäköisten iäkkäiden kävelynopeus ei lihasvoiman tavoin kuitenkaan vaikuta hidastuvan nopeammin tai suhteellisesti enempää kuin normaalisti näkevien tutkittavien (West ym. 2002a; Kulmala ym. 2012; Swenor ym. 2013).

Hidastunut kävelynopeus voi johtaa liikkumiskyvyn kokonaisvaltaiseen heikentymiseen. Liikkumiskyky (mobility) on iäkkäillä heikkonäköisillä huonompi kuin normaalisti näkevillä (West ym. 2002a; West ym. 2002b; Klein ym. 2003; Cacciatore ym. 2004; Laitinen ym. 2007; Popescu ym. 2011). Liikkumiskykyä on arvioitu tutkimuksissa esimerkiksi Timed-up-and-go -testillä (West ym. 2002a; West ym. 2002b; Klein ym. 2003; Popescu ym. 2011) ja Gross Mobility -testillä (Cacciatore ym. 2004), sekä yksinkertaisella portaiden nousulla ja alastulolla (West ym. 2002b; Laitinen ym. 2007). Erityisesti glaukoomaa sairastavilla tutkittavilla kesti testien suorittamisessa pidempään (Popescu ym. 2011).

Heikentynyt liikkumiskyky ja alentunut toimintakyky vaikeuttavat lopulta myös päivittäisten toimintojen suorittamista. ADL-toiminnot (Activities of Daily Living) tai BADL-toiminnot (Basic Activities of Daily Living) tarkoittavat ihmisen päivittäisiä perustoimintoja. World Health Organizationin WHO:n (2004) määritelmän mukaan ADL-toimintoja ovat esimerkiksi pukeutuminen, hygieniasta huolehtiminen, syöminen ja liikkuminen. Näön ja päivittäisten toimintojen yhteyksiä käsittelevien tutkimusten perusteella vaikeudet päivittäisissä toiminnoissa lisääntyvät merkittävästi näöntarkkuuden heikentyessä (West ym. 1997; Campbell ym. 1999; Sloan ym. 2005; Laitinen ym. 2007; Berger & Porell 2008). Laitisen ym. (2007) mukaan heikkonäköisillä on neljä kertaa todennäköisemmin vaikeuksia ainakin yhdessä ADL-toiminnoissa normaalisti näkeviin verrattuna.

IADL-toiminnot (Instrumental Activities of Daily Living) ovat WHO:n (2004) määritelmän mukaan ADL-toimintoja haasteellisempia toimintoja, kuten ruuanlaittoa, ostosten tekoa ja kaupassa käyntiä tai taloudenhoitoa ja raha-asioiden hoitamista. IADL-toiminnot vaativat usein hyvän fyysisen toimintakyvyn lisäksi myös psyykkistä ja sosiaalista kyvykkyyttä. Heikommin näkevillä iäkkäillä on havaittu enemmän vaikeuksia IADL-toiminnoissa normaalisti näkeviin verrattuna (West ym. 1997; Cacciatore ym. 2004; Sloan ym. 2005; Laitinen ym. 2007; Berger & Porell 2008). Sekä kauko- että lähinäöntarkkuus ovat yhteydessä IADL-toimintoihin (Berger & Porell 2008), ja pienikin näöntarkkuuden aleneminen voi vaikeuttaa suoriutumista IADL-toiminnoista (Laitinen ym. 2007). Tutkimuksissa heikosti näkevät kokivat hankaluuksia erityisesti raha-asioiden hoitamisessa ja ostosten teossa (Laitinen ym. 2007), mutta myös lääkkeiden käsittelyssä, puhelimen käytössä ja ruuanlaitossa (Campbell ym. 1999; Sloan ym. 2005; Laitinen ym. 2007). Lähinäöllä saattaa olla kaukonäköä enemmän vaikutusta IADL-toimintoihin (Berger & Porell 2008), sillä monet IADL-toiminnot vaativat erityisesti tarkkaa lähinäköä. Näöntarkkuuden heikentyminen vaikuttaa lähityöskentelyyn ja erityisesti lukemiseen hyvin nopeasti, sillä jo lievä näöntarkkuuden aleneminen voi vaikeuttaa lukemista tai tehdä sen mahdottomaksi (West ym. 2002b). Näön heikentyminen vaikuttaakin ensin haasteellisempiin IADL-toimintoihin ja näön edelleen heiketessä myös ADL-toimintoihin.

### 3.5 Näkö ja käden puristusvoima

Lihhasvoiman ja näön yhteys on havaittu useissa tutkimuksissa (Klein ym. 2003; Lee & Scudds 2003; Chen ym. 2012; Kulmala ym. 2012), joten on oletettavaa, että yhteys on havaittavissa myös puristusvoimalla mitattuna. Yhteyttä voi selittää muiden elintapojen ohella fyysinen aktiivisuus, sillä heikommin näkevät iäkkäät ovat usein fyysisesti passiivisempia kuin normaalisti näkevät (Crews & Campbell 2001; Swanson 2012; Loprinzi ym. 2015). Tutkimustietoa yksinomaan näön ja puristusvoiman välisestä yhteydestä on kuitenkin niukasti, ja useat ylävartalon lihasvoiman tai käden puristusvoiman ja näön välisiä yhteyksiä havainneet tutkimukset liittyvät hauraus-raihnaus-oireyhtymän (HRO) tutkimiseen.

Lihhasvoiman heikentyminen on yksi HRO:n osatekijä (Strandberg ym. 2006), ja seuraavissa hauraus-raihnaus-oireyhtymää käsittelevissä tutkimuksissa on käytetty lihasvoiman arviointiin käden puristusvoimaa. Klein ym. (2003) tutkivat HRO:n osatekijöiden yhteyttä näköön. Käden puristusvoima oli tutkimuksen mukaan yhteydessä matalampaan näöntarkkuuteen iäkkäillä naisilla ja miehillä, mutta yhteys oli vahvempi naisilla. Lisäksi on tutkittu erikseen silmänpohjarappeuman (Klein ym. 2005) ja kaihin (Klein ym. 2006) yhteyttä HRO:n osatekijöihin. Silmänpohjarappeuma oli HRO:n osatekijöistä yhteydessä vain käden puristusvoimaan, joka oli silmänpohjarappeumaa sairastavilla miehillä heikompi kuin verrokkiryhmällä. Naisilla tätä yhteyttä ei havaittu. Myös kaihin ja käden puristusvoiman välillä on havaittu yhteys sekä miehillä että naisilla Kleinin ym. (2006) poikkileikkaustutkimuksessa.

Masaki (2015) ei löytänyt yhteyttä näön ja puristusvoiman välillä. Tutkimuksessa selvitettiin nuorten näkövammaisten elämänlaatua ja fyysistä kuntoa, jota arvioitiin muun muassa käden puristusvoimaa mittaamalla. Näkevien ja näkövammaisten välillä ei havaittu eroja puristusvoimassa (Masaki 2015).

Uusi-Rasin ym. (2001) tutkimuksessa yläraajojen lihasvoima oli heikompi niillä tutkittavilla, joiden näkö oli heikentynyt. Tutkittavat olivat 27–50-vuotiaita naisia, joilta mitattiin

dynamometrilla yläraajojen koukistajalihasten maksimaalista lihasvoimaa, mutta ei käden puristusvoimaa. Normaalisti näkevillä ja heikkonäköisillä oli selkeä ero yläraajojen lihasvoimassa, kun alaraajojen lihasvoimassa eroja ei havaittu. Tutkittavien määrä oli melko pieni (N=38). Wu ym. (2012) havaitsivat poikkileikkaustutkimuksessa positiivisen korrelaation 50–74-vuotiaiden tutkittavien lähinäöntarkkuuden ja käden puristusvoiman välillä. Kaukonäöntarkkuutta ei tässä tutkimuksessa kuitenkaan mitattu.

Viitteitä käden puristusvoiman ja näöntarkkuuden yhteydestä on siis havaittavissa, etenkin ikääntyneessä väestössä. Puristusvoiman ja näöntarkkuuden yhteyttä voisi osittain välittää fyysinen aktiivisuus. Jotta fyysinen aktiivisuus voisi toimia välittävänä tekijänä näöntarkkuuden ja puristusvoiman yhteyden välillä, tulee näöntarkkuuden ja puristusvoiman ensiksi korreloida keskenään, ja lisäksi fyysisen aktiivisuuden tulee korreloida sekä näöntarkkuuden että puristusvoiman kanssa (Baron & Kenny 1986).

#### **4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET**

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää, onko näöntarkkuudella ja käden puristusvoimalla yhteyttä 63–76-vuotiailla naisilla ja välittääkö fyysinen aktiivisuus yhteyttä. Lisäksi tutkitaan onko puristusvoiman muutoksessa kolmen vuoden seurannan aikana eroja normaalisti näkevien ja heikommin näkevien naisten välillä.

Tutkimuskysymykset:

1. Onko näöntarkkuus yhteydessä käden puristusvoimaan 63–76-vuotiailla naisilla?
2. Selittääkö heikommin näkevien vähäisempi fyysinen aktiivisuus käden puristusvoiman ja näöntarkkuuden yhteyttä?
3. Onko puristusvoiman muutoksessa kolmen vuoden seurannan aika eroa normaalisti näkevien ja heikommin näkevien henkilöiden välillä?

## **5 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT**

### **5.1 Aineisto**

Tutkielma on osa suomalaista Finnish Twin Study on Ageing -tutkimusta (FITSA), joka tutkii geneettisten ja ympäristötekijöiden merkitystä toiminnanvajauksien synnyssä. Tutkimusaineisto koostuu tutkimuksen aloituksen aikaan 63–76-vuotiaista naiskaksosista. Tutkittavat rekrytoitiin Suomen kaksoskohorttitutkimuksesta niiden joukosta, jotka olivat vastanneet vuonna 1975 toteutettuun terveystutkimukseen (Pajala ym. 2004). Rekrytointivaiheessa Helsingin yliopiston kansanterveystieteen laitokselta otettiin yhteyttä yhteensä 828 naiseen, joista 434 osallistui tutkimukseen. Tutkimuksen sisäänottokriteereinä oli, että molemmat sisarukset osallistuivat tutkimukseen, pystyivät kävelemään 2 km matkan ja matkustamaan tutkimuspaikkakunnalle itsenäisesti (Pajala ym. 2004). Yleisimmät syyt tutkimuksesta jättäytymiseen olivat toisen sisaren tai molempien sisarusten kieltäytyminen, huono terveys tai kuolema (Pajala ym. 2004). Laboratoriomittaukset tehtiin Jyväskylän yliopiston Liikunta ja terveys -laboratoriossa tutkimuksen alussa vuosina 2000–2001 ja seurantakerralla vuosina 2003–2004 (Pajala ym. 2004).

Tässä tutkimuksessa naisia tarkastellaan yksilöinä. Tutkimukseen käytettiin vuosien 2000–2001 alkumittausten aineistoa (n=434) sekä ensimmäisen seurantakerran aineistoa (n=311) vuosilta 2003–2004.

### **5.2 Menetelmät ja muuttujat**

Näöntarkkuutta mitattiin tutkimuslaboratoriossa 5 m etäisyydeltä erikseen oikean ja vasemman silmän osalta sekä ilman silmälaseja että silmälaseilla (Kulmala ym. 2012). Visustauluna käytettiin Landoltin renkaita (Oculus 4512) (Kulmala ym. 2012). Taulussa on 13 riviä, joista suurin rivi saa näöntarkkuusarvon 0.125 ja pienin rivi arvon 2.0 (Kulmala ym. 2012). Tässä tutkimuksessa näöntarkkuuden arvona käytettiin parasta mitattua näöntarkkuutta. Näöntarkkuus mitattiin joko ilman silmälaseja, silmälaseilla tai uudella silmälasimäärityksellä. Osallistujat luokiteltiin näöntarkkuusarvojen perusteella kahteen

ryhmään: Normaali näöntarkkuus (visus 1.0 tai yli) ja alentunut näöntarkkuus (visus alle 1.0). Jaottelua on käytetty myös muissa tutkimuksissa (esimerkiksi Kulmala ym. 2012). Kroonisia silmäsairauksia tiedusteltiin tutkittavilta kyselylomakkeella näöntutkimuksen yhteydessä. Silmäsairauksista eriteltiin glaukooma, ikärappeuma, kaihi ja jokin muu silmäsairaus.

Käden puristusvoima mitattiin dynamometrillä tutkimuksen alussa sekä ensimmäisellä seurantakerralla. Säädettyä dynamometri oli kiinnitettynä tuoliin (Good strength, Metitur, Palokka), ja se kalibroitiin joka aamu (Tiainen ym. 2004). Mittauksen suoritti fysioterapeutti. Puristusvoima mitattiin dominoivasta kädestä istualtaan, kyynärpää 90 asteen kulmassa (Tiainen ym. 2004). Ennen varsinaista mittausta tutkittavat saivat kokeilla puristamista 2–3 kertaa (Tiainen ym. 2004). Tutkittavilta mitattiin 3–5 maksimaalista suoristusta, joiden välissä oli yhden minuutin lepotauko. Korkein mittaustulos kirjattiin tutkittavan isometriseksi puristusvoimaksi (N) (Tiainen ym. 2004). Tässä tutkimuksessa puristusvoimaa käytettiin analyyseissa sekä jatkuvana muuttujana että kolmiluokkaisena muuttujana. Luokiteltu muuttuja jaoteltiin mittaustulosten perusteella kolmeen luokkaan: alin kolmannes (36,9–165,6 N), keskikolmannes (165,7–216,4 N) ja ylin kolmannes (216,5–345,8 N). Tutkimuslaboratoriossa mitattiin lisäksi tutkittavan pituus (cm) ja paino (kg). Kognitiivista kyvykkyyttä arvioitiin tutkimuslaboratoriossa suoritettulla Mini Mental State Examination (MMSE) -testillä (Kulmala ym. 2012).

Laboratoriomittausten lisäksi tutkittavat täyttivät myös laajan terveyttä ja elintapoja kartoittavan kyselylomakkeen. Liikunnan määrää selvitettiin kysymyksellä: ”Mikä vaihtoehto kuvaa parhaiten ympärivuotista vapaa-ajan liikuntaanne?”. Vastausvaihtoehtoja oli viisi: En harrasta liikuntaa, hiukan, kohtalaisesti, melko paljon ja runsaasti. Liikunnan määrä luokiteltiin uudelleen kolmiluokkaiseksi muuttujaksi, jossa vaihtoehtoiksi muodostui: En harrasta liikuntaa tai hiukan, kohtalaisesti, melko paljon tai runsaasti.

Kyselylomakkeella selvitettiin lisäksi tutkittavien siviilisäätö, koulutuksen kesto, tupakointi ja alkoholin käyttö. Siviilisäädyn vastausvaihtoehdot olivat: naimaton, naimisissa, uusissa naimisissa, avoliitossa, eronnut tai asumuserossa ja leski. Siviilisäätö luokiteltiin uudelleen neljään luokkaan: naimaton, naimisissa tai avoliitossa, eronnut ja leski. Alkoholin käytön

arviointiin valittiin alkoholijuomien käytön useus. Lomakkeessa kysyttiin alkoholin käyttöä erikseen oluen, viinin ja väkevien osalta. Vastausvaihtoehtoja oli neljä: ei käytä lainkaan, harvemmin kuin 2 krt/kk, 3–8pv/kk, 9–16pv/kk ja yli 16pv/kk. Tätä tutkimusta varten oluen, viinin ja väkevien käytön useus laskettiin summamuuttujaksi, jossa korkea arvo tarkoitti runsaampaa alkoholin käyttöä ja matala arvo niukkaa alkoholin käyttöä. Summamuuttujan arvo vaihteli välillä 0–9. Tupakointia arvioitiin kysymyksellä: ”Poltatteko edelleen säännöllisesti?”, jossa vastausvaihtoehdot olivat: en ole koskaan polttanut, en polta ja kyllä poltan. Vastaukset muokattiin muotoon: En ole koskaan polttanut, lopettanut ja tupakoin edelleen.

Myös koettua toimintakykyä arvioitiin kyselylomakkeella kysymyksellä ”Millaiseksi koette toimintakykyne tällä hetkellä?” Vastausvaihtoehdot olivat: erittäin hyvä, hyvä, keskinkertainen, huono ja erittäin huono. Koettu toimintakyky luokiteltiin uudelleen kolmiluokkaiseksi muuttujaksi, jossa vaihtoehdoiksi muodostuivat: huono, keskinkertainen ja hyvä.

Kroonisten sairauksien määrä on vastaajien itseilmoittama, ja sitä kysyttiin erillisellä terveyttä ja sairauksia kartoittavalla lomakkeella lääkärintarkastuksen yhteydessä. Lomake käytiin läpi lääkärin kanssa, joka varmisti vastausten oikeellisuuden. Tässä tutkimuksessa käytettiin valmiiksi luokiteltua muuttujaa, joka luotiin aineistoon vuonna 2002 yhdistämällä kaikki ilmoitetut sairaudet, kuten artroosit, syövät sekä sydän- ja verisuonisairaudet dikotomiseksi muuttujaksi, jossa vastaus kunkin sairauden kohdalla oli kyllä tai ei.

### **5.3 Tilastollinen analyysi**

Muuttujien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin ristiintaulukoinnin ja keskiarvotestien avulla. Yhteyksiä laskettiin erikseen näöntarkkuuden perusteella jaettujen ryhmien sekä puristusvoiman perusteella jaettujen ryhmien kesken. Näöntarkkuusryhmien välisiä keskiarvoja vertailtiin Mann-Whitney U -testillä. Puristusvoimaryhmien välisiä keskiarvoja vertailtiin Kruskal-Wallis -testillä. Luokiteltujen muuttujien yhteyksiä tarkasteltiin molemmissa ryhmissä ristiintaulukoinnin ja Chi-square -testin avulla. Muuttujien väliset korrelaatiot laskettiin Spearmanin korrelaatiokertoimella, koska osa muuttujista oli luokiteltuja.



Puristusvoiman ja näöntarkkuuden yhteyttä sekä fyysisen aktiivisuuden osuutta selittävänä tekijänä tutkittiin tarkemmin yleisellä lineaarisella mallilla (General linear model, GLM). Analyysissa käytettiin puristusvoiman alkuperäistä, jatkuvaa muuttujaa. Korrelaatioiden sekä näöntarkkuusryhmien ja puristusvoimaryhmien vertailun perusteella analyysin taustamuuttujiksi valittiin liikunta-aktiivisuus, pituus, paino ja ikä vakioimaan analyysiä. Pituus ja paino huomioivat ihmisen koon painoindeksiä paremmin, minkä vuoksi ne valittiin analyysiin painoindeksien sijaan. Liikunta-aktiivisuudesta käytettiin alkuperäistä, viisiluokkaista muuttujaa. Koettu toimintakyky korreloi sekä puristusvoiman että näöntarkkuuden kanssa, mutta sitä ei otettu malliin mukaan, koska heikomman toimintakyvyn voi olettaa olevan pikemminkin seurausta näöntarkkuuden sekä lihasvoiman heikentymisestä, eikä niinkään välittävä tekijä niiden välillä. Toistomittausten varianssianalyysia käytettiin vertailemaan puristusvoiman muutosta näöntarkkuusryhmissä tutkimuksen aloituksen ja ensimmäisen seurantakerran välillä. Analyysista jätettiin pois ne tutkittavat, jotka seurantakerralla eivät osallistuneet laboratoriomittauksiin tai koko tutkimukseen. Tilastollinen analyysi tehtiin SPSS 22.0 -ohjelmalla. Tilastollisten testien merkitsevyystasoksi määriteltiin  $p < 0.05$ .

## 6 TULOKSET

### 6.1. Tutkittavien perustiedot

Taulukossa 1 on esitetty tutkittavien perustietoja. Tutkittavat on jaoteltu sekä näöntarkkuusryhmiin että puristusvoimaryhmiin. Kummallakaan jaottelulla ryhmien välillä ei ollut eroja painossa, kroonisten sairauksien määrässä, MMSE-pisteissä tai tupakoinnissa.

Normaalisti näkevien (visus  $\geq 1.0$ ) ja heikommin näkevien (visus  $< 1.0$ ) tutkittavien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero ( $p < 0.001$ ) puristusvoimassa. Normaalisti näkevillä puristusvoima oli korkeampi. Heikommin näkevät olivat hiukan vanhempia kuin normaalisti näkevät, ja heistä suuremmalla osalla esiintyi silmäsairauksia. Silmäsairauksista ainoastaan kaihia ja jotakin muuta silmäsairautta esiintyi enemmän heikommin näkevillä. Heikommin näkevät liikkuvat vähemmän, käyttivät alkoholia hieman vähemmän ja heistä suurempi osa oli leskiä. He myös kokivat toimintakykynsä heikommaksi kuin normaalisti näkevät (taulukko 1).

Puristusvoimaryhmissä ylimpään kolmannekseen kuuluvat olivat muita hiukan nuorempia, pidempiä ja kouluttautuneempia. Alimpaan kolmannekseen kuuluvilla oli hieman matalampi näöntarkkuus ja heillä esiintyi enemmän silmäsairauksia. He myös kokivat toimintakykynsä heikommaksi kuin muut.

TAULUKKO 1. Tutkittavien perustiedot näöntarkkuusryhmissä sekä puristusvoimaryhmissä

	N ä ö n t a r k k u u s						P u r i s t u s v o i m a					
	Heikentynyt näkö (<1.0)		Normaali näkö (≥1.0)		Spearmanin korrelaatio		Alin kolmannes	Keski kolmannes	Ylin kolmannes	Spearmanin korrelaatio		
	(n=167-175)	(n=256-259)	p-arvo <sup>1</sup>	ρ	p-arvo	(n=103-105)	(n=98-103)	(n=102-103)	ρ	p-arvo		
	ka, kh	ka, kh				ka, kh	ka, kh	ka, kh	p- arvo <sup>2</sup>		p- arvo	
Ikä	69.4 ± 342	68.0 ± 3.3	<0.001	-0.183	<0.001	68.9 ± 3.7	69.0 ± 3.4	68.0 ± 3.1	<b>0.031</b>	-0.100	<b>0.036</b>	
Pituus (cm)	159.4 ± 5.6	160.4 ± 6.3	0.067	0.089	0.066	158.1 ± 5.8	159.2 ± 5.6	160.8 ± 5.8	<0.001	0.298	<0.001	
Paino (kg)	69.6 ± 12.6	68.1 ± 10.6	0.377	-0.043	0.378	67.4 ± 11.3	68.6 ± 12.1	70.3 ± 10.8	0.054	0.115	<b>0.017</b>	
Käden puristusvoima (N)	179.3 ± 55.7	198.4 ± 55.8	<0.001	0.170	<0.001	126.9 ± 28.3	193.0 ± 14.9	253.4 ± 26.9	<0.001	0.943	<0.001	
Paras näöntarkkuus	0.7 ± 0.2	1.1 ± 0.2	<0.001	0.872	<0.001	0.9 ± 0.3	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	<b>0.010</b>	0.147	<b>0.002</b>	
Alkoholi summamuuttuja	1.6 ± 1.7	2.0 ± 1.9	<b>0.010</b>	0.125	<b>0.009</b>	1.8 ± 1.8	1.6 ± 1.6	2.0 ± 2.0	0.113	0.052	0.278	
Krooniset sairaudet (lkm)	2.1 ± 1.6	2.0 ± 1.4	0.694	-0.019	0.694	2.1 ± 1.5	2.1 ± 1.5	2.0 ± 1.4	0.388	-0.053	0.268	
MMSE (p)	27.0 ± 2.0	27.0 ± 2.5	0.976	0.001	0.976	27.1 ± 2.0	27.0 ± 2.3	26.8 ± 2.6	0.590	-0.049	0.311	
Koulutuksen kesto (v)	8.1 ± 2.6	9.0 ± 3.3	0.071	0.088	0.071	8.1 ± 3.0	8.6 ± 3.0	9.1 ± 3.2	<b>0.047</b>	0.120	<b>0.014</b>	
	% (f)	% (f)				% (f)	% (f)	% (f)				
Liikunta			<b>0.016</b>	0.113	<b>0.018</b>				0.103	0.128	<b>0.008*</b>	
Ei liiku/hiukan	26 (45)	15 (38)				21 (30)	21 (31)	16 (22)				
Kohtalaisesti	54 (94)	60 (157)				62 (90)	57 (84)	54 (77)				
Melko paljon/ runsaasti	20 (36)	25 (64)				17 (25)	22 (32)	30 (43)				
Silmäsairaus	52 (91)	32 (84)	<0.001			50 (72)	36 (53)	35 (50)	<b>0.019</b>			
Glaukooma	5 (9)	7 (17)	0.681			6 (9)	6 (9)	6 (8)	0.976			
Ikärappeuma	10 (17)	5 (13)	0.081			9 (13)	7 (10)	5 (7)	0.402			
Kaihi	31 (54)	16 (41)	<0.001			21 (31)	23 (34)	21 (30)	0.908			
Jokin muu	23 (41)	15 (40)	<b>0.044</b>			25 (36)	14 (20)	18 (25)	<b>0.045</b>			
Koettu toimintakyky			<b>0.001</b>	-0.185	<0.001				<0.001	-0.235	<0.001	
Hyvä	22 (39)	39 (100)				20 (29)	30 (44)	47 (66)				
Kohtalainen	69 (120)	57 (148)				70 (101)	67 (98)	49 (69)				
Huono	9 (16)	4 (11)				10 (15)	3 (5)	5 (7)				
Tupakointi			0.950	-0.002	0.975				0.123	0.016	0.736	
Ei tupakoi	87 (153)	88 (226)				87 (125)	91 (133)	85 (121)				
Lopettanut	8 (14)	7 (19)				8 (12)	3 (5)	11 (16)				
Tupakoi	5 (8)	5 (13)				5 (7)	6 (9)	4 (5)				
Siviilisääty			<b>0.005</b>	-0.103	<b>0.031</b>				0.548	-0.021	0.663	
Naimaton	13 (22)	14 (35)				14 (20)	14 (21)	11 (16)				
Naimisissa/ avoliit.	46 (80)	54 (141)				48 (69)	48 (71)	57 (81)				
Eronnut	4 (8)	10 (25)				10 (15)	7 (10)	6 (8)				
Leski	37 (64)	22 (58)				28 (40)	31 (45)	26 (37)				

1= Mann-Whitney U -testi järjestysasteikollisille muuttujille, ristiintaulukointi ja  $\chi^2$ -testi luokitelluille muuttujille, 2= Kruskal-Wallis testin testit järjestysasteikollisille muuttujille, ristiintaulukointi ja  $\chi^2$  -testi luokitelluille muuttujille.  $\rho$ = Spearmanin järjestyskorrelaatio. \*Laskettu alkuperäisellä viisiluokkaisella muuttujalla. Huom. ka= keskiarvo, kh= keskihajonta, avoliit.= avoliitossa, MMSE= Mini Mental State Examination.

## 6.2 Näöntarkkuuden yhteys puristusvoimaan

Taulukossa 3 on esitetty yleisen lineaarisen mallin tuloksia. Yleisellä lineaarisella mallilla tutkittiin, onko näöntarkkuus yhteydessä puristusvoimaan, ja selittääkö liikunta-aktiivisuus yhteyttä. Tulosten mukaan näöntarkkuus oli tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä ( $p=0.001$ ) käden puristusvoimaan tutkimuksen aloitushetkellä, kun normaalisti näkevien ryhmää verrattiin heikommin näkevien ryhmään (malli 1). Tilastollinen merkitsevyys ( $p=0.004$ ) säilyi, kun mallia vakioitiin iällä, pituudella ja painolla (malli 2), sekä kolmannessa mallissa vielä liikunta-aktiivisuudella ( $p=0.006$ ). Ryhmien välinen beta-kerroin ( $\beta=-19,068$ ) pieneni, kun malliin lisättiin ikä, pituus ja paino ( $\beta=-15.464$ ). Beta-kerroin pieneni edelleen kun kolmanteen malliin lisättiin liikunta-aktiivisuus ( $\beta=-14.682$ ). Erot puristusvoimassa ryhmien välillä siis pienenivät muuttujia lisätessä, jolloin käytetyt muuttujat selittävät osan puristusvoiman ja näön yhteydestä. Kaikki mallit ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p\leq 0.001$ ). Liikunta-aktiivisuus voi siis osittain selittää puristusvoiman ja näöntarkkuuden yhteyttä. Mallin selitysaste oli  $R^2=0.142$ , eli malli selittää 14.2 % puristusvoiman vaihtelusta. Mallin mukaan puristusvoima on siis parempi normaalisti näkeville, pidemmille, painavammilla ja enemmän liikkuvilla naisilla (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Näöntarkkuuden yhteys käden puristusvoimaan yleisellä lineaarisella mallilla

Muuttuja	Malli 1				Malli 2				Malli 3			
	k.a.	S.E	$\beta$	p-arvo	k.a.	S.E	$\beta$	p-arvo	k.a.	S.E	$\beta$	p-arvo
Visus												
alle 1.0	179.317	4.242	-19.068	<b>0.001</b>	181.944	4.122	-15.464	<b>0.004</b>	182.414	4.097	-14.682	<b>0.006</b>
1.0 tai yli	198.385	3.487	ref.	ref.	197.408	3.340	ref.	ref.	197.096	3.319	ref.	ref.
Ikä							-0.520	0.502			-0.409	0.595
Pituus							2.736	<b>&lt;0.001</b>			2.610	<b>&lt;0.001</b>
Paino							0.339	0.145			0.474	<b>0.045</b>
Liikunta											8.635	<b>0.009</b>
Koko malli				<b>0.001</b>				<b>&lt;0.001</b>				<b>&lt;0.001</b>
$R^2$		0.027				0.128				0.142		

k.a.= käden puristusvoiman keskiarvo, S.E= keskivirhe,  $\beta$ = beta-kerroin,  $R^2$ = mallin selitysaste, ref.= referenssiryhmä. Malli 2 vakioitu iällä, pituudella ja painolla. Malli 3 vakioitu iällä, pituudella, painolla ja liikunta-aktiivisuudella.

Puristusvoima ei muuttunut kolmen vuoden seurannan aikana näöntarkkuusryhmissä. Ero puristusvoimassa ryhmien välillä kuitenkin säilyi tilastollisesti merkitsevänä myös seurantakerralla (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Puristusvoiman (N) muutos näöntarkkuusryhmissä toistomittausten varianssianalyysillä (ANOVA) lähtomittauksen (2000–2001) ja seurannan (2003–2004) välillä.

	2000-2001	2003-2004	p-arvo		
	ka, (kh)	ka, (kh)	Aika	Ryhmä	Yhdysvaikutus
Normaali näkö (n=187)	199.5 (58.9)	200.0 (57.1)	0.805	<b>&lt;0.001</b>	0.912
Heikentynyt näkö (n=121)	178.0 (55.8)	179.1 (63.3)			

ka= keskiarvo, kh=keskihajonta.

## 7 POHDINTA

Näöntarkkuuden ja puristusvoiman välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhteys, jota liikunta-aktiivisuus ainakin osittain välittää. Puristusvoima oli heikompi niillä, joiden näöntarkkuus oli matalampi. Myös liikunta-aktiivisuus oli vähäisempää heikommin näkeville. Kolmen vuoden seurannan aikana puristusvoima ei muuttunut näöntarkkuusryhmissä, mutta ryhmien välinen ero kuitenkin säilyi tilastollisesti merkitsevänä myös seurantakerralla.

Tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia kuin aiemmat lihasvoimaa ja näköä tarkastelleet tutkimukset, joissa on havaittu lihasvoiman olevan heikompi niillä iäkkäillä, joiden näöntarkkuus on matalampi (Laitinen ym. 2007; Kulmala ym. 2012). Joissakin tutkimuksissa puristusvoima ja näkö ovat olleet taustamuuttujina, jolloin näöntarkkuuden ja käden puristusvoimaan välillä on havaittu yhteyksiä esimerkiksi HRO:ta tutkittaessa (Klein ym. 2003). Silmänsairauksien ja HRO:n yhteyksiä selvittävässä tutkimuksessa silmänpohjarappeumaa sairastavilla naisilla ei ole havaittu yhteyttä käden puristusvoimaan laisinkaan (Klein ym. 2005), mutta kaihin ja puristusvoiman välillä on havaittu yhteyksiä sekä miehillä että naisilla (Klein ym. 2006). Näissä tutkimuksissa ei kuitenkaan käytetty näöntarkkuutta muuttujana, vaan silmänsairautta.

Kolmen vuoden seurannan aikana puristusvoima ei muuttunut näöntarkkuusryhmissä ja samansuuntaisia tuloksia on saatu myös aiemmissa tutkimuksissa, jossa lihasvoiman ei ole havaittu muuttuvan suhteessa enempää kuin normaalisti näkevällä verrokkiryhmällä (Kulmala ym. 2012). Tulokseen voi kuitenkin vaikuttaa melko lyhyt seuranta-aika sekä suuri tutkittavien kato seurantakerralla. Pidemmällä seuranta-ajalla puristusvoiman muutoksessa olisi mahdollisesti voitu havaita ryhmäkohtaisia eroja, koska ryhmien välinen ero pysyi tilastollisesti merkitsevänä myös seurantakerralla. Toisaalta on mahdollista, että näöntarkkuus vaikuttaa puristusvoimaan heikentävästi, mutta vaikutus ei kumuloidu.

Heikosti näkevien iäkkäiden on havaittu olevan fyysisesti passiivisempia kuin normaalisti näkevien (Crews & Campbell 2001; Swanson 2012; Loprinzi ym. 2015). Myös tämän tutkimuksen tulokset antavat viitteitä fyysisen aktiivisuuden eroista ryhmien välillä. Fyysinen

aktiivisuus korreloi myös käden puristusvoiman kanssa. Havainto tukee aiempia tutkimustuloksia, jossa puristusvoiman on havaittu olevan yhteydessä fyysiseen aktiivisuuteen (Rantanen ym. 1997; Kuh ym. 2005; Taekema ym. 2010; Dodds ym. 2013; Bann ym. 2015). Tupakointi ei tässä tutkimuksessa ollut yhteydessä puristusvoimaan, vaikka aiemmissä tutkimuksissa yhteyksiä on havaittu (Klein ym. 2006; Gale ym. 2007). Tutkittavista vain hyvin pieni osa tupakoi, mikä selittänee yhteyden puuttumista tässä aineistossa. Alkoholinkäytön osalta havainnot ovat samansuuntaisia kuin aiemmissä tutkimuksissa, joissa kohtuullisesti alkoholia käyttävillä iäkkäillä esiintyy vähemmän heikkonäköisyyttä kuin niillä, jotka eivät lainkaan nauti alkoholia (Klein ym. 2014). Puristusvoiman ja alkoholinkäytön välillä ei löytynyt yhteyttä tässä tutkimuksessa. Alkoholinkäyttö oli tupakoinnin tavoin melko vähäistä, mikä voi selittää yhteyden puuttumista. Toisaalta puristusvoiman ja alkoholinkäytön välillä ei muutamissa tutkimuksissa ole havaittu yhteyttä (Stenholm ym. 2012). Koettu toimintakyky oli yhteydessä sekä näöntarkkuuteen että puristusvoimaan. Toimintakyky ja puristusvoima (Giampaoli ym. 1999; Taekema ym. 2010) sekä näöntarkkuus ja toimintakyky (Laitinen ym. 2007; Berger & Porell 2008) ovat myös aiempien tutkimusten perusteella yhteydessä toisiinsa.

Yhteys näöntarkkuuden ja puristusvoiman välillä selittyy mitä luultavimmin usealla eri tekijällä. Iällä, pituudella ja painolla vakiointi ei poistanut yhteyttä näöntarkkuuden ja puristusvoiman välillä. Liikunta vaikuttaa selittävän puristusvoiman ja näön välistä yhteyttä osittain. Näkö heikentyy iäkkäillä useimmiten jonkin silmäsairauden johdosta, ja näön heikentyessä liikkuminen ja varsinkin liikunnan harrastaminen voi hankaloitua ja siten vähentyä. Fyysisen aktiivisuuden väheneminen puolestaan heikentää lihasvoimaa. Lihasvoiman ja näön heikentyessä myös toimintakyky heikentyy, joka taas voi johtaa toiminnanvajauksiin ja fyysisen aktiivisuuden vähenemiseen entisestään. Kausaalisuutta ei voida tämän tutkimuksen perusteella täysin päätellä, mutta on syytä olettaa, että näöntarkkuus ei ole alentunut heikon puristusvoiman ja vähäisen liikunnan johdosta. Puristusvoiman ja näön yhteyttä välittävät luultavasti myös muut tekijät, kuten sairaudet ja elintavat, jotka eivät tässä tutkimuksessa kuitenkaan tulleet esille. Taustalla voi olla myös geneettisiä ja biologisia tekijöitä.

Fyysistä aktiivisuutta arvioitiin liikunta-muuttujalla, joka koostui liikunnan määrää kuvaavista viidestä luokasta. Liikuntaa oli arvioitu vain yhdellä kysymyksellä, jossa ei huomioitu liikkumistapaa tai liikuntamuotoa. Useammasta muuttujasta luotu summamuuttuja olisi voinut vahvistaa tutkimustuloksia. Lisäksi liikunnan määrä on kyselylomakkeessa itse arvioitua, jolloin sen luotettavuus voi heikentyä, sillä liikunnan määrä arvioidaan usein todellisuutta suuremmaksi. Näöntarkkuus on näkemisen mittarina melko yksipuolinen, sillä se ei kerro näkemisen laadusta, ja erityisesti liikkumiseen ja ympäristössä orientoitumiseen liittyvät vahvemmin esimerkiksi näkökenttä ja kontrastiherkkyys. Mikäli muut näön osa-alueet olisi voitu huomioida, eroja puristusvoimassa ryhmien välillä olisi voitu havaita enemmän ja useammassa taustamuuttujissa.

Puristusvoiman ja näöntarkkuuden yhteyttä tutkittiin yleisellä lineaarisella mallilla (GLM). Taustamuuttujista pituus ja paino korreloivat keskenään, mikä voi aiheuttaa multikollineaarisuutta analyysiin. Lisäksi viisiluokkaista liikunta-muuttujaa käytettiin analyysissä jatkuvana muuttujana.

Tutkittavat olivat kotoisin eri puolelta Suomea ja otos oli melko kookas, jolloin sen voidaan ajatella edustavan hyvin iäkkäitä, suhteellisen terveitä suomalaisnaisia. Tuloksia voi siten tietyin varauksin yleistää ainakin 63–75-vuotiaisiin, kohtuullisen hyväkuntoisiin naisiin. Tutkimustuloksia ei kuitenkaan voida yleistää näkövammaisiin, sillä WHO:n (1973) määrittelyn mukaisia näkövammaisia, joilla näöntarkkuus on alle 0,3, oli tutkimuksessa vain hyvin vähän. Kun puristusvoimassa on havaittavissa eroja jo lievästi alentuneilla näöntarkkuuksilla, voivat erot näkövammaisten ja normaalisti näkevien välillä olla vieläkin suurempia. Tutkittavat olivat tässä tutkimuksessa myös melko hyväkuntoisia, mikä voi merkitä sitä, että myös selvästi huonokuntoisempia yksilöitä sisältävässä otoksessa erot puristusvoimassa ryhmien välillä ovat suurempia. Näin ollen tutkimuslöydös saattaa olla jopa aliarvio.

Tutkimuksen heikkoutena on tutkittavien kato seurannassa. Koko otoksesta 28 % ei osallistunut seurantakerran mittauksiin, joten lähes kolmasosalta tutkittavista ei saatu mitattua puristusvoimaa enää uudelleen. Todennäköisesti juuri kaikkein huonokuntoisimmat



jättäytyivät tutkimuksesta pois, jolloin matalimmat puristusvoimat jäivät mittaamatta. Tutkimuksen heikkouksia ovat myös tutkimuksen sekundäärisyys sekä tutkittavien sisaruus, jota ei ole huomioitu analyyseissä.

Tutkimuksen vahvuuksiin kuuluu poikittaisasetelman lisäksi tehty pitkittäisasetelman analyysi, joka vahvistaa havaittua löydöstä puristusvoiman eroista ryhmien välillä. Vahvuuksiin lukeutuu myös objektiivisesti mitattu näkö sen sijaan, että näkö olisi itsearvioitua. Toisaalta itsearvioitu näkö kuvastaa paremmin henkilön omaa kokemusta näkemisestään, ja huomioi sitä kautta myös esimerkiksi näkökentän, jota ei näöntarkkuutta objektiivisesti mittaamalla voida arvioida. Tutkimuksen reliabiliteettia ja validiteettia lisäävät kohtuullisen suuri otos sekä luotettaviksi ja valideiksi havaitut mittaamenetelmät, esimerkiksi kalibroidun dynamometrin käyttö puristusvoiman mittaamisessa (Vet ym. 2011).

Heikko lihasvoima ja heikentynyt näkö ovat toiminnanvajauksien syntyprosessin alkupäässä, joten heikosti näkevillä riski toiminnanvajauksien kehittymiselle on suurempi. Heikko lihasvoima on myös yksi HRO:n oireista, joten heikommin näkevät naiset saattavat olla suuremmassa riskissä hauraus-raihnaus-oireyhtymään sairastumiseen. Puristusvoimamittauksen avulla voidaan tunnistaa heikkonäköisten joukosta ne, joiden toimintakyky uhkaa heiketä, ja siten kohdistaa tukea ja aktivoita riskiryhmässä olevia yksilöitä. Tämän tutkimuksen tulosten pohjalta heikosti näkevien iäkkäiden lihasvoiman ja toimintakyvyn ylläpitämisen kannalta on tärkeää havaita silmätauti varhain, jotta näön heikentymistä voidaan ehkäistä tai ainakin hidastaa, sekä rohkaista ja kannustaa liikkumaan.

Puristusvoiman ja näöntarkkuuden välillä on yhteys, jonka tarkempia syitä tulisi selvittää. Liikunta-aktiivisuus voi osittain selittää puristusvoiman ja näön yhteyttä iäkkäillä naisilla, mutta taustalle jää vielä selittämättömiä tekijöitä, joita ei tässä tutkimuksessa havaittu. Esimerkiksi elintapojen sekä mahdollisten taustalla olevien sairauksien ja biologisten tekijöiden osuutta muuttajien välillä tulisi tarkastella. Lisätutkimusta tarvitaan selvittämään, esiintyykö ilmiötä myös miehillä ja vanhemmissa, huonokuntoisemmissa ryhmissä. Myös muiden näkemisen osa-alueiden, kuten näkökentän ja kontrastinäön osuutta yhteyteen tulisi tarkastella.

## LÄHTEET

- Airaksinen, P.J & Tuulonen A. 2011. Glaukooma. Teoksessa K.M. Saari (toim.) Silmätautioppi. 6. painos. Kandidaattikustannus oy, 280–290.
- Al Snih, S., Markides, K., Ray, L., Ostir, G. & Goodwin, J. 2002. Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans. *Journal of the American Geriatrics Society* 50 (7), 1250–1256.
- Bann, D., Hire, D., Manini, T., Cooper, R., Botosaneanu, A., McDermott, M. M., ... & Church, T. 2015. Light Intensity physical activity and sedentary behavior in relation to body mass index and grip strength in older adults: cross-sectional findings from the Lifestyle Interventions and Independence for Elders (LIFE) study. *PloS ONE* 10(2), e0116058.
- Baron, R. & Kenny, D. 1986. The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173.
- Bellace, J., Healy, D., Besser, M., Byron, T. & Hohman, L. 2000. Validity of the Dexter Evaluation System's Jamar dynamometer attachment for assessment of hand grip strength in a normal population. *Journal of hand therapy* 13 (1), 46–51.
- Berger, S. & Porell, F. 2008. The association between low vision and function. *Journal of Aging and Health* 20 (5), 504–525.
- Bird, A., Bressler, N., Bressler, S., Chisholm, I., Coscas, C., Davis, M., de Jong, P., Klaver, CV., Klein, B., Klein, R., Mitchell, P., Sarks, J., Sarks, S., Soubrane, G., Taylor, H. & Vingerling, J. 1995. An international classification and grading system for age-related maculopathy and age-related macular degeneration. *Survey of Ophthalmology* 39 (5), 367–374.
- Cacciatore, F., Abete, P., Maggi, S., Luchetti, G., Calabrese, C., Viati, L., Leosco, D., Ferrara, N., Vitale, DF. & Rengo, F. 2004. Disability and 6-year mortality in elderly population. Role of visual impairment. *Aging-Clinical & Experimental Research*. 16(5), 382–388.

- Campbell, V. & Crews, J. 2001. Health conditions, activity limitations, and participation restrictions among older people with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness* 95, 08.
- Campbell, V., Crews, J., Moriarty, D., Zack, M., & Blackman, D. 1999. Surveillance for sensory impairment, activity limitation, and health-related quality of life among older adults—United States, 1993–1997. *Morbidity and Mortality Weekly Report Centers for Disease Control Surveillance Summaries* 48(8), 131–156.
- Casson, R., Chidlow, G., Wood, J., Crowston, J. & Goldberg, I. 2012. Definition of glaucoma: clinical and experimental concepts. *Clinical & Experimental Ophthalmology* 40, 341–349.
- Chen, E., Fu, A., Chan, K. & Tsang, W. 2012. Balance control in very old adults with and without visual impairment. *European Journal of Applied Physiology* 112 (5), 1631–1636.
- Cillino, S., Casuccio, A., Di Pace, F., Morreale, R., Pillitteri, F., Cillino, G. & Lodato, G. 2008. One-year outcomes with new-generation multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology* 115(9), 1508–1516.
- Congdon, N., O' Colmain, B., Klaver, C. ym. The Eye Diseases Prevalence Research Group 2004. Causes and Prevalence of Visual Impairment Among Adults in the United States. *Archives of Ophthalmology* 122 (4), 477.
- Desrosiers J, Bravo G, Hebert R, Dutil E. 1995. Normative data for grip strength of elderly men and women. *American Journal of Occupational Therapy* 9, 637–44.
- Dodds, R., Kuh, D., Sayer, A, & Cooper, R. 2013. Physical activity levels across adult life and grip strength in early old age: updating findings from a British birth cohort. *Age and ageing*, 42(6), 794–798.
- Ekström, C. 1996. Prevalence of open-angle glaucoma in central Sweden. The Tierp Glaucoma Survey. *Acta Ophthalmologica Scandinavica* 74, 107–112.
- Evans, J., Fletcher, A., & Wormald, R. 2005. 28 000 Cases of age related macular degeneration causing visual loss in people aged 75 years and above in the United

- Kingdom may be attributable to smoking. *British Journal of Ophthalmology* 89 (5), 550–553.
- Everett, P. W., & Sills, F. D. (1952). The relationship of grip strength to stature, somatotype components, and anthropometric measurements of the hand. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation* 23 (2), 161–166.
- Fan, A., Li, Y., Zhang, X., Klein, R., Mokdad, A. H., Saaddine, J. B., & Balluz, L. 2012. Alcohol consumption, drinking pattern, and self-reported visual impairment. *Ophthalmic epidemiology* 19 (1), 8-15.
- Fan, A., Li, Y., Zhang, X., Klein, R., Mokdad, A., Saaddine, J. & Balluz, L. 2012. Alcohol consumption, drinking pattern, and self-reported visual impairment. *Ophthalmic Epidemiology* 19(1), 8-15.
- Flood, A., Chung, A., Parker, H., Kearns, V. & O’Sullivan, T. A. 2014. The use of hand grip strength as a predictor of nutrition status in hospital patients. *Clinical Nutrition* 33 (1), 106–114.
- Frontera, W., Hughes, V., Lutz, K. & Evans, W. 1991. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78- year old men and women. *The American Physiological Society* 71 (2), 644–650.
- Gale, C., Martyn, C., Cooper, C. & Sayer, A. 2007. Grip strength, body composition, and mortality. *International Journal of Epidemiology* 36(1), 228–235.
- Giampaoli S, Ferrucci L, Cecchi F, et al. 1999. Hand-grip strength predicts incident disability in non-disabled older men. *Age & Ageing*. (28), 283–288.
- Glasser, A. & Campbell, M. 1998. Presbyopia and the optical changes in the human crystalline lens with age. *Vision research* 38 (2), 209–229.
- Glaukooma 2014. Käypä hoito- suositus. 24.10.2014. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin, Suomen Silmälääkäriyhdistys ry:n ja Suomen Glaukoomaseura ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 2.11.2015. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi37030>
- Goodpaster, B., Park, S., Harris, T., Kritchevsky, S., Nevitt, M., Schwartz, A., ... & Newman, A. 2006. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the

- health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 61 (10), 1059–1064.
- Hamer, M., & Stamatakis, E. 2013. Screen-based sedentary behavior, physical activity, and muscle strength in the English longitudinal study of ageing. *PLoS ONE* 8(6), e66222.
- Heys, K. R., Cram, S. L., & Truscott, R. J. 2004. Massive increase in the stiffness of the human lens nucleus with age: the basis for presbyopia? *Molecular Vision* 10, 956–963.
- Holbrook, E., Caputo, J., Perry, T., Fuller, D. & Morgan, D. W. 2009. Physical activity, body composition, and perceived quality of life of adults with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness* 103 (1), 17.
- Hyvärinen, L. 2001. Silmät ja näkeminen. Viitattu 2.11.2015. <http://leat-test.fi/su/silmat/index.html>
- Immonen, I., Kivelä T. & Saari K.M. 2011. Verkkokalvo ja sen sairaudet. Teoksessa K.M. Saari (toim.) *Silmätautioppi*. 6. painos. Kandidaattikustannus oy, 251–255.
- Jager, R., Mieler, W. & Miller, J. 2008. Age-related macular degeneration. *New England Journal of Medicine* 358 (24), 2606–2617.
- Jain, S., Ou, R. & Azar, D. 2001. Monovision outcomes in presbyopic individuals after refractive surgery. *Ophthalmology* 108 (8), 1430–1433.
- Jing, Y. & Wong, D. 2008. Self-reported visual impairment in elderly Canadians and its impact on healthy living. *Canadian Journal of Ophthalmology* 43 (4), 407–13.
- Kaihi 2013. Käypä hoito- suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Silmälääkäriyhdistyksen ja Suomen Silmäkirurgiyhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 2.11.2015. [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)
- Kansaneläkelaitos 2014. Lääkekorvausten saajat ja reseptitiedot. Kelasto- raportit. Viitattu 2.11.2015. <http://raportit.kela.fi/linkki/67056677>
- Keevil, V., Luben, R., Dalzell, N., Hayat, S., Sayer, A., Wareham, N. & Khaw, K. 2014. Cross-sectional associations between different measures of obesity and muscle

- strength in men and women in a British cohort study. *The Journal of Nutrition, Health & Aging* 19 (1), 3–11.
- Kerr, A., Syddall, E., Cooper, C. ym. 2006. Does admission grip strength predict length of stay in hospitalized older patients. *Age and Ageing* 35, 82–84.
- Klein, B., Klein, R. & Knudtson, M. 2006. Frailty and age-related cataract. *Ophthalmology* 113(12), 2209–2212.
- Klein, B., Klein, R., Knudtson, M. & Lee, K. 2003. Relationship of measures of frailty to visual function: the Beaver Dam Eye Study. *Transactions of the American Ophthalmological Society* 101, 191.
- Klein, R., Klein, B. & Knudtson, M. 2005. Frailty and age-related macular degeneration: the Beaver Dam Eye Study. *American Journal of Ophthalmology* 140 (1), 129–131.
- Klein, R., Klein, B. E., Linton, K. L., & DeMets, D. L. 1993. The Beaver Dam Eye Study: the relation of age-related maculopathy to smoking. *American journal of epidemiology*, 137(2), 190–200.
- Klein, R., Lee, K. E., Gangnon, R. E., & Klein, B. E. 2014. Relation of smoking, drinking, and physical activity to changes in vision over a 20-year period: the beaver dam eye study. *Ophthalmology* 121(6), 1220–1228.
- Korja, T. 2008. *Silmälasisien määrittäminen*. Helsinki: Tarju Korja.
- Kuh, D., Basse, E., Butterworth, S., Hardy, R., Wadsworth, M. & Musculoskeletal Study Team. 2005. Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 60 (2), 224–31.
- Kulmala, J., Sipilä, S., Tiainen, K., Pärssinen, O., Koskenvuo, M., Kaprio, J., & Rantanen, T. 2012. Vision in relation to lower extremity deficit in older women: cross-sectional and longitudinal study. *Aging Clinical and Experimental Research* 24 (5), 461–467.
- Laitinen, A., Laatikainen, L., Härkänen, T., Koskinen, S., Reunanen, A. & Aromaa, A. 2010. Prevalence of major eye diseases and causes of visual impairment in the adult

- Finnish population: a nationwide population-based survey. *Acta Ophthalmologica* 88, 463–471.
- Laitinen, A., Sainio, P., Koskinen, S., Rudanko, S.L., Laatikainen, L. & Aromaa, A. 2007. The Association between Visual Acuity and Functional Limitations: Findings from a Nationally Representative Population Survey. *Ophthalmic Epidemiology* 14 (6), 333–342.
- Lee, H. & Scudds, R. 2003. Comparison of balance in older people with and without visual impairment. *Age and Ageing* 32 (6), 643–649.
- Leong, D., Teo, K., Rangarajan, S., Lopez-Jaramillo, P., Avezum, A., Orlandini, A., ... & Rahman, O. 2015. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *The Lancet* 386 (9990), 266–273.
- Lindle, R., Metter, E., Lynch, N., Fleg, J., Fozard, J., Tobin, J., Roy, T & Hurley, B. 1997. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20–93 yr. *Journal of Applied Physiology* 83 (5), 1581–1587.
- Loprinzi, P., Swenor, B., & Ramulu, P. 2015. Age-Related Macular Degeneration Is Associated with Less Physical Activity among US Adults: Cross-Sectional Study. *PLoS ONE* 10(5): e0125394.
- Lord, S. 2006. Visual risk factors for falls in older people. *Age and Ageing* 35 (2), ii42–ii45.
- Mares-Perlman, J. A., Brady, W. E., Klein, R., VandenLangenberg, G. M., Klein, B. E., & Palta, M. (1995). Dietary fat and age-related maculopathy. *Archives of Ophthalmology* 113(6), 743–748.
- Masaki, I. 2015. Reduced health-related quality of life among Japanese college students with visual impairment. *BioPsychoSocial Medicine* 9 (1), 1–7.
- Matthews, D., Stratton, I., Aldington, S., Holman, R. & Kohner, E. 2004. The UK Prospective Study Group. Risks of progression of retinopathy and vision loss related to tight blood pressure control in type 2 diabetes mellitus: UKPDS 69. *Archives of Ophthalmology* 122, 1631–40.

- Metter, E., Conwit, R., Tobin, J. & Fozard, J. 1997. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 52 (5), B267-B276
- Metter, E., Talbot, L., Schrager, M. & Conwit, R. 2002. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men.. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 57 (10), B359–365.
- Mitchell, P., Wang, J., Smith, W., & Leeder, R. 2002. Smoking and the 5-year incidence of age-related maculopathy: the Blue Mountains Eye Study. *Archives of Ophthalmology* 120(10), 1357–1363.
- Näkövammaisten Keskusliitto 2014. Kun näkö heikkenee. Verkkodokumentti. Viitattu 2.11.2015. <http://www.nkl.fi/fi/etusivu/nakeminen/julkaisu/esitteet/heikkenee>.
- Ojamo, M. 2012. Näkövammarekisterin vuosikirja 2012. Helsinki.
- Pajala, S., Era, P., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Tolvanen, A., Heikkinen, E., ... & Rantanen, T. 2004. Contribution of genetic and environmental effects to postural balance in older female twins. *Journal of Applied Physiology* 96 (1), 308–315.
- Pascolini, D. & Mariotti, S. 2011. Global estimates of visual impairment: 2010. *British Journal of Ophthalmology* 96 (5), 614–618.
- Popescu, M., Boisjoly, H., Schmaltz, H., Kergoat, M., Rousseau, J., Moghadaszadeh, S., ... & Freeman, E. 2011. Age-related eye disease and mobility limitations in older adults. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 52 (10), 7168–7174.
- Proctor, D., Fauth, E., Hoffman, L., Hofer, S., McClearn, G., Berg, S. & Johansson, B. 2006. Longitudinal changes in physical functional performance among the oldest old: insight from a study of Swedish twins. *Aging Clinical and Experimental Research* 18 (6), 517–530.
- Ramlagan, S., Peltzer, K. & Phaswana-Mafuya, N. 2014. Hand grip strength and associated factors in non-institutionalised men and women 50 years and older in South Africa. *Biomed Central Research Notes* 7, 8.



- Rantanen, T., Era, P. and Heikkinen, E. 1997. Physical Activity and the Changes in Maximal Isometric Strength in Men and Women from the Age of 75 to 80 Years. *Journal of the American Geriatrics Society* 45, 1439–1445.
- Rantanen, T., Guralnik J, Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, J., White, L. 1999a. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *Journal of the American Medical Association* 281 (6), 558–60.
- Rantanen, T., Guralnik, J., Sakari-Rantala, R., Leveille, S., Simonsick, E., Ling, S., & Fried, L. 1999b. Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the Women's Health and Aging Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 80 (2), 130–135.
- Rantanen, T., Masaki, K., Foley, D., Izmirlian, G., White, L., & Guralnik, J. (1998). Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *Journal of Applied Physiology*, 85(6), 2047–2053.
- Rantanen, T., Volpato S, Ferrucci L, Heikkinen E, Fried L, Guralnik J. 2003. Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism. *Journal of the American Geriatric Society* 51, 636–641.
- Roberts, H., Denison, H., Martin, H., Patel, H., Syddall, H., Cooper, C. & Sayer, A. 2011. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardized approach. *Age and ageing* 40 (4), 423–429.
- Saari, M., Mäntyjärvi M., Summanen P. & Nummelin K. 2011. Silmän tutkiminen. Teoksessa K.M. Saari (toim.) *Silmätautioppi*. 6. painos. Kandidaattikustannus oy, 55–58.
- Sabia, S., Elbaz, A., Rouveau, N., Brunner, E. J., Kivimaki, M., & Singh-Manoux, A. 2014. Cumulative Associations between Midlife Health Behaviors and Physical Functioning in Early Old Age: A 17-Year Prospective Cohort Study. *Journal of the American Geriatrics Society* 62 (10), 1860–1868.
- Sallinen, J., Stenholm, S., Rantanen, T., Heliövaara, M., Sainio, P., & Koskinen, S. 2010. Hand-grip strength cut points to screen older persons at risk for mobility limitation. *Journal of the American Geriatrics Society* 58 (9), 1721–1726.

- Samuel, D., Wilson, K., Martin, H. J., Allen, R., Sayer, A. & Stokes, M. 2012. Age-associated changes in hand grip and quadriceps muscle strength ratios in healthy adults. *Aging clinical and experimental research* 24 (3), 245–250.
- Sargent, D. 1897. Strength tests and the strong men of Harvard. *American Physical Education Review* 2 (2), 108-119.
- Schneck, D. 1992. *Mechanics of Muscle*. New York: NYU Press.
- Sloan, F., Ostermann, J., Brown, D. & Lee, P. 2005. Effects of changes in self-reported vision on cognitive, affective, and functional status and living arrangements among the elderly. *American Journal of Ophthalmology* 140 (4), 618-e1-e9.
- Stenholm, S., Tiainen, K., Rantanen, T., Sainio, P., Heliövaara, M., Impivaara, O. and Koskinen, S. (2012), Long-Term Determinants of Muscle Strength Decline: Prospective Evidence from the 22-Year Mini-Finland Follow-Up Survey. *Journal of the American Geriatrics Society* 60, 77–85.
- Strandberg, T., Viitanen, M., Rantanen, T. & Pitkälä, K. 2006. Vanhuksen haurausraihnausoireyhtymä. *Duodecim* 122, 1495–502.
- Swanson, M., Bodner, E., Sawyer, P., & Allman, R. 2012. Visual Acuity's Association with Levels of Leisure-Time Physical Activity Among Community-Dwelling Older Adults. *Journal of aging and physical activity* 20 (1), 1.
- Swenor, B., Muñoz, B. & West, S. 2013. A Longitudinal Study of the Association Between Visual Impairment and Mobility Performance in Older Adults: The Salisbury Eye Evaluation Study. *American Journal of Epidemiology* 179 (3), 313–322.
- Taekema, D., Gussekloo, J., Maier, A., Westendorp, R., & de Craen, A. J. 2010. Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health. A prospective population-based study among the oldest old. *Age and ageing* 39(3), 331–337.
- Tapp, R., Shaw, J., Harper, C., de Courten, M., Balkau, B., McCarty, D., Taylor, H., Welborn, T. & Zimmet, P. The Australian Diabetic Study Group. 2003. The prevalence of and factors associated with diabetic retinopathy in the Australian population. *Diabetes Care* 26 (6), 1731–7.

- Teräsvirta, M. 2011. Mykiö ja sen sairaudet. Teoksessa K.M. Saari (toim.) *Silmätautioppi*. 6. painos. Kandidaattikustannus oy, 212–213
- Tiainen, K., Sipilä, S., Alen, M., Heikkinen, E., Kaprio, J., Koskenvuo, M., ... & Rantanen, T. 2004. Heritability of maximal isometric muscle strength in older female twins. *Journal of Applied Physiology* 96 (1), 173–180.
- Tinetti, M., Speechley, M., & Ginter, S. 1988. Risk Factors for Falls among Elderly Persons Living in the Community. *New England Journal of Medicine* 319 (26), 1701–1707.
- TOIMIA. Toimintakyvyn mittaamisen ja arvioinnin kansallinen asiantuntijaverkosto. 2013. Käden puristusvoima. Viitattu 28.10.2015. <http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/141/>
- Turano, K., Broman, A., Bandeen-Roche, K., Muñoz, B., Rubin, G. & West, S. SEE Project Team. 2004. Association of visual field loss and mobility performance in older adults: Salisbury Eye Evaluation study. *Optometry and Vision Science* 81 (5), 298–307.
- Turner, R., Holman, R., Cull, C. et al 1996. UK Prospective Diabet Study Group Intensive blood-glucose control with sulphonylurea or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes. (UKPDS 33). *The Lancet* 352 (9131), 837–853.
- Uusi-Rasi, K., Sievänen, H., Rinne, M., Oja, P., & Vuori, I. 2001. Bone mineral density of visually handicapped women. *Clinical Physiology* 21(4), 498–503.
- Wensor, M., Orth, B., McCarty, C., Stanislavsky, Y., Livingston, P. & Taylor, H. 1998. The prevalence of glaucoma in the Melbourne visual impairment project. *Ophthalmology* 105, 733–9
- Verbrugge, L. M., & Jette, A. M. 1994. The disablement process. *Social Science & Medicine* 38 (1), 1–14.
- West S., Rubin, G., Broman, A., Munoz, B., Bandeen-Roche, K. & Turano, K. 2002b. How does visual impairment affect performance on tasks of everyday life? The SEE Project. *Archives of Ophtalmology* 120 (6), 774–780.

- West, C., Gildengorin, G., Haegerstrom-Portnoy, G., Schneck, M., Lott, L. & Brabyn, J. 2002a. Is Vision Function Related to Physical Functional Ability in Older Adults? *Journal of the American Geriatrics Society* 50, 136–145.
- West, S. & Valmadrid, C. 1995. Epidemiology of risk factors for age-related cataract. *Survey of Ophthalmology* 39, 323–34
- West, S., Munoz, B., Rubin, G., Schein, O., Bandeen-Roche, K., Zeger, S., German, P. & Fried, L. 1997. Function and Visual Impairment in a Population-Based Study of Older Adults. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 38 (1), 72–82.
- Vet, H., Terwee, C., Mokkink, L. & Knol, D. 2011. *Measurement in Medicine. Practical guides to biostatistics and epidemiology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wilkinson, C., Ferris, F. 3rd, Klein, R., Lee, P., Agardh, C., Davis, M., Dills, D., Kampik, A., Pararajasegaram, R. & Verdaguer, J. 2003 Global Diabetic Retinopathy Project Group. Proposed international clinical diabetic retinopathy and diabetic macular edema disease severity scales. *Ophthalmology* 110 (9), 1677–82.
- Williams, P. 2009. Prospective study of incident age-related macular degeneration in relation to vigorous physical activity during a 7-year follow-up. *Investigative ophthalmology & visual science* 50(1), 101–106.
- Willis, J., Jefferys, J., Vitale, S. & Ramulu, P. 2012. Visual impairment, uncorrected refractive error, and accelerometer-defined physical activity in the United States. *Archives of ophthalmology* 130(3), 329–335.
- Willis, J., Vitale, S., Agrawal, Y., & Ramulu, P. 2013. Visual impairment, uncorrected refractive error, and objectively measured balance in the United States. *Journal of the American Medical Association Ophthalmology* 131(8), 1049–1056.
- Wolfs, R., Klaver, C., Ramrattan, R., van Duijn, C. , Hofman, A. & deJong, P. 1998 Genetic risk of primary open-angle glaucoma. Population-based familial aggregation study.
- World Health Organisation. 2004. A glossary of terms for community health care and services for older persons. Ageing and Health Technical Report vol.5. Verkkodokumentti. Viitattu 20.11.2015. [http://www.who.int/kobe\\_centre/ageing/ahp\\_vol5\\_glossary.pdf](http://www.who.int/kobe_centre/ageing/ahp_vol5_glossary.pdf)

- World Health Organization. 1973. The Prevention of Blindness. World Health Organization Technical Series report no. 518. Archives of Ophthalmology 116, 1640–1645.
- Wu, Y., Pang, Z., Zhang, D., Jiang, W., Wang, S., Li, S., ... & Tan, Q. 2012. A cross-sectional analysis of age and sex patterns in grip strength, tooth loss, near vision and hearing levels in Chinese aged 50–74 years. Archives of gerontology and geriatrics 54 (2), 213–220.
- Zhang, X., Kahende, J., Fan, A., Barker, L., Thompson, T., Mokdad, A., Li, Y. & Saaddine, J. 2011. Smoking and visual impairment among older adults with age-related eye diseases. Preventing Chronic Disease 8 (4), A84.