

Ikääntyneiden turvallisen pyöräilyn edellytykset

Anu Siren



Anu Siren

Ikääntyneiden turvallisen pyöräilyn edellytykset

Liikenneturvan selvityksiä 1/2023

Liikenneturva

Helsinki

2023

Kannen kuva: Liikenneturva / Nina Mönkkönen

Verkkojulkaisu pdf (www.liikenneturva.fi)

ISSN: 2341-8052

ISBN: 978-951-560-261-9 (pdf)

Sisällysluettelo

Esipuhe.....	4
Tiivistelmä.....	5
1. Johdanto.....	6
1.1 Ikääntymisestä	6
1.2 Ikääntyminen ja liikkuminen	7
1.3 Mitä taitoja pyöräily edellyttää?.....	8
1.4 Tämä katsaus.....	9
2. Pyöräily ja ikääntyminen	10
2.1 Iäkkäiden pyöräilijöiden tarpeet	10
2.2 Iäkkäiden pyöräilijöiden turvallisuus ja onnettomuusriski	11
2.3 Sähköavusteiset pyörät.....	11
2.4 Toimenpiteet iäkkäiden turvallisen pyöräilyn tukemiseksi	12
2.4.1 Koulutus, valistus ja harjoitusohjelmat	12
2.4.2 Liikenneympäristöt ja ajoneuvot	13
2.4.3 Pyörien varustelu, ominaisuudet ja teknologia.....	13
3. Yhteenvetoa ja pohdintaa	14
4. Kirjallisuus	17

Esipuhe

Pyöräilyllä on positiivisia vaikutuksia myös myöhäisessä aikuisiässä. Ikääntyneiden pyöräilyyn liittyy kuitenkin turvallisuusriskejä ja ikäryhmä erottuu myös onnettomuustilastoissa. Ehdoitta ei pyöräilyä voikaan suositella kaikille ikääntyneille. Tämä selvitys tarkastelee ikääntyneiden turvallisen pyöräilyn edellytyksiä ja miten niitä voidaan tukea.

Selvityksen laati Liikenneturvan tilauksesta gerontologian professori Anu Siren. Liikenneturvan yhteyshenkilöinä toimivat Jyrki Kaistinen ja Mia Nyholm.

Kannelmäessä, 19.04.2023

Marja Pakarinen, Tutkimuspäällikkö

Tiivistelmä

Tämä katsaus käsittelee ikääntyneiden pyöräilyn turvallisuutta ja turvallisen pyöräilyn edellytyksiä myöhäisessä aikuisiässä. Katsaus perustuu tutkimuskirjallisuuteen, ja keskittyy iäkkäiden pyöräilijöiden tarpeisiin, iäkkäiden pyöräilijöiden turvallisuuteen ja onnettomuusriskiin, sähköpyörien etuihin ja haittoihin iäkkäiden pyöräilijöiden kohdalla, sekä tutkimustietoon perustuviin toimenpiteisiin, joilla iäkkäiden turvallista pyöräilyä voisi tukea. Tämä katsaus tarjoaa hyödyllistä tietoa paitsi liikenneturvallisuustoimijoille, myös terveydenhuollon ammattilaisille ja ikääntyneiden kanssa työskenteleville.

Pyöräilyllä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia myöhäisessä aikuisiässä. Pyöräily mahdollistaa suuremman elinpiirin, edistää sosiaalisia suhteita ja ehkäisee sosiaalista eristäytymistä. Pyöräilyllä on myös positiivisia terveysvaikutuksia, ja sen on jopa todettu ylläpitävän ja parantavan kognitiivista toimintakykyä. Pyöräilyä ei kuitenkaan turvallisuusnäkökulmasta voi ehdoitta suositella kaikille iäkkäille. Tutkimuskirjallisuus osoittaa iäkkäiden pyöräilyyn liittyvän huomattavia turvallisuusriskejä. Tämä johtuu ensinnäkin siitä, että pyöräilyssä vaadittavat operationaalisen tason kyvyt heikentyvät iän myötä ja siksi onnettomuuden todennäköisyyden riski on kohonnut. Pyöräily eroaa monista muista arjen kognitiivis-fyysisistä tehtävistä siinä, että heikentyneitä operationaalisen tason kykyjä on vaikea kompensoida muilla kyvyillä, ja toistaiseksi kompensoivaa teknologiaa on niukasti. Toiseksi pyöräilijät ovat liikenteessä varsin suojaamaton liikkujaryhmä ja kehon haurauden vuoksi iäkkäiden riski loukkaantua ja kuolla onnettomuudessa on muita korkeampi.

Kohonneet turvallisuusriskit eivät kuitenkaan ole syy kategorisesti suositella iäkkäille pyöräilystä luopumista. Mikäli tasapainon, lihasvoiman ja reaktioiden kanssa ei ole ongelmia, voi pyöräilyä jatkaa huoletta. Pyöräilyn terveysedut ja edut helppona, edullisena ja nopeana liikkumisvälineenä tekevät siitä hyvän vaihtoehdon esimerkiksi henkilöautolle, mikäli pyöräilijän kyvyt sen sallivat.

1. Johdanto

1.1 Ikääntymisestä

Ikääntyminen on monitahoinen, ajassa etenevä prosessi, joka koskettaa kaikkia ihmisiä. Usein ikää mitataan kronologisella iällä (eli syntymästä kuluneella ajalla), mutta ikääntymisessä voidaan erotella useampia ulottuvuuksia. Tällaisia ovat esimerkiksi biologinen ikä (solutason muutokset), fyysinen ikä (toimintakyky), ja psykologinen ikä (tiedonkäsittelyn kyvyt ja/tai kehitysvaihe). Ikääntymisen tahti voi vaihdella näiden ulottuvuuksien välillä; esimerkiksi fyysinen toimintakyky saattaa olla heikentynyt, vaikka tiedonkäsittelytaidot ovat edelleen hyvät. Muutokset eri ulottuvuuksilla voivat myös vaihtaa suuntaa, ja tehdä niin useaan otteeseen. Fyysinen toimintakyky voi äkillisesti heikentyä esimerkiksi loukkaantumisen seurauksena ja parantua jälleen kuntoutumisen seurauksena. Samoin sosiaalinen eristyneisyys voi heikentää psyykkistä toimintakykyä ja vaikuttaa jopa tiedonkäsittelytaitoihin, ja mahdollisuudet sosiaalisiin kohtaamisiin puolestaan voivat parantaa näitä kykyjä. Myös yksilöiden välillä on varsin suurta vaihtelua ikääntymisen tahdin suhteen, ja mitä vanhemmista ihmisistä on kyse, sitä suurempaa vaihtelu on. Tästä syystä kronologinen ikä on usein huono mittaluku kuvaamaan sitä, mitä ihminen pystyy, osaa tai haluaa tehdä.

Tutkimustiedon perusteella voidaan kuitenkin olla yksimielisiä siitä, että ikääntyessä keho haurastuu ja sairauksien esiintyminen väestötasolla kasvaa. Tällä on merkitystä liikenteessä liikkuesssa, riippumatta liikkumismuodosta. Vertailut eri-ikäisten kehojen biomekaniikasta ovat osoittaneet, että iäkkäämpi keho vahingoittuu vakavasti huomattavasti nuorempaa todennäköisemmin, vaikka törmäyksen tai kaatumisen voima olisi sama (Evans, 1991).

Sairauksien esiintymisen on todettu kasvavan erityisesti 75 vuoden jälkeen. Sairaudet voivat vaikuttaa kognitiiviseen tai fyysiseen toimintakykyyn, ja siten johtaa siihen, että tietyt liikkumismuodot eivät enää ole mahdollisia. Esimerkiksi muistisairaus johtaa edetessään autolla ajamisesta luopumiseen, ja fyysisen toimintakyvyn rajoitteet puolestaan voivat tehdä kävelemisestä, pyöräilystä tai julkisen liikenteen käyttämisestä vaikeaa tai mahdotonta.

Lisäksi normaaliin ikääntymisprosessiin kuuluvat lisääntyvät toimintakyvyn rajoitteet, kuten hidastunut reaktiokyky sekä heikentyvä koordinaatiokyky, lihasvoima, tarkkaavaisuus ja tasapainokyky. Myös aistien, kuten kuulon ja näön, toiminta heikkenee iän myötä. Toisaalta osaa toimintakyvyn muutoksista voi ennaltaehkäistä ja hidastaa harjoittelemalla niiden ylläpitoon liittyviä taitoja. Esimerkiksi koordinaatiota, tasapainoa ja lihasvoimaa voi ylläpitää fyysisellä harjoittelulla.

1.2 Ikääntyminen ja liikkuminen

Kodin ulkopuolella liikkumisen on todettu olevan tärkeä osa iäkkäiden arjen elämänlaatua (Rantakokko et al., 2016). Ensinnä liikkumisella on välillinen rooli muiden aktiviteettien mahdollistajana: jotta voi käydä kaupassa, hoitaa asioita, kyläillä tai harrastaa, on pystyttävä liikkumaan näihin paikkoihin. Toisaalta liikkuminen itsessään tuo tyydytystä ja iloa, sekä vahvistaa tunnetta pystyvyydestä ja itsenäisyydestä (Siren et al., 2014). Kaiken kaikkiaan itsenäisen liikkumisen, riippumatta liikennevälineestä, on todettu edistävän terveyttä ja hyvinvointia.

Se, mikä liikkumismuoto on ikääntyneille paras, riippuu useasta asiasta. Puhtaasti turvallisuuskulmasta katsoen henkilöauto on paras liikkumisväline iäkkäille (OECD, 2001). Ympäristönäkökulmasta henkilöautolla liikkuminen on kuitenkin ongelmallista, koska yksityisautoilu lisää päästöjä ja kuormittaa ympäristöä (esim. Euroopan Parlamentti, 2022). Lisäksi terveysnäkökulmasta aktiivisen liikkumismuotojen kuten kävelyn ja pyöräilyn pariin kannustaminen autoilun sijaan on kannattavaa (Hackl et al., 2019). On siis tasapainoteltava erilaisten poliittisten ja yhteiskunnallisten tavoitteiden (turvallisuuden, ympäristövaikutusten, terveyden) välillä. Nämä tavoitteet eivät aina mene yksiin. Tämän lisäksi ikääntyneiden kohdalla täytyy ottaa huomioon, että heillä on muuta väestöä useammin fyysisiä rajoitteita, jotka vaikuttavat siihen, mitä liikkumismuotoja on mahdollista käyttää. Haja-asutusalueiden väestö on ikääntyneempää kuin kaupunkien, ja näillä alueilla paitsi etäisyydet ovat pidempiä, myös julkinen liikenne vähemmän kattavaa. Henkilöauto tarjoaa itsenäisen, ajasta, paikasta ja muista ihmisistä riippumattoman liikkumisvaihtoehdon, ja sopii myös sellaisille, joiden mahdollisuus kävellä ja pyöräillä on fyysisten rajoitteiden vuoksi vaikeaa. Vaikka autolla liikkuessa itse liikkumisväline ei tuo terveyshyötyjä, toisin kuin liikuttaessa pyörällä tai jalan, voi auto mahdollistaa sellaista toimintaa kodin ulkopuolella, jolla puolestaan on suoria tai epäsuoria terveyshyötyjä (Siren et al., 2014).

Oman haasteensa muodostaa sellaisten iäkkäiden liikkuminen, jotka ovat lopettaneet autolla ajamisen syystä tai toisesta. Koska useimmat luopuvat ajokortista terveydellisistä syistä, ovat mahdollisuudet ja edellytykset käyttää muita liikkumisvälineitä rajallisia. Vaikka fyysinen toimintakyky sallisi kävelyn ja pyöräilyn, voivat nämä kattaa vain osan matkoista. Osa ajokortista luopuneista siirtyy muiden kyydittäviksi, ja osa siirtyy ajamaan ajoneuvoilla, joiden kuljettamiseen ei tarvita ajolupaa (esim. mopot). Sähköavusteisten polkupyörien mahdollisuuksista korvata auto keskilyhyillä matkoilla (alle 10 km) on keskusteltu, mutta on vielä epäselvää, mitä kaikkia etuja ja haittoja sähköpyöriin iäkkäiden kohdalla liittyy.

1.3 Mitä taitoja pyöräily edellyttää?

Tienkäyttäjien toiminnan edellytysten ymmärtämiseen on jo pitkään käytetty hierarkkista mallia (Michon, 1985). Hierarkkista mallia on sovellettu eniten autolla ajamisen käsitteellistämiseen, mutta sen on todettu olevan käyttökelpoinen myös muita liikkumismuotoja tarkasteltaessa (Jelijs et al., 2022). Malli erottelee kolme tehtävätasoa: strategisen, taktisen ja operationaalisen. Pyöräilyssä strateginen taso tarkoittaisi matkan suunnittelua kuten reitin ja ajankohdan valintaa. Taktinen taso tarkoittaisi ajaessa tehtäviä päätöksiä, kuten reagoimista muihin tienkäyttäjiin tai sopivaa ajoitusta ja sen arvioimista esimerkiksi risteystä ylitettäessä. Operationaalinen taso tarkoittaisi pyörän hallintaan liittyviä tehtäviä kuten oikein ajoitettua ohjaamista ja jarruttamista sekä tasapainon pitämistä. Verrattuna autoiluun, pyöräilyssä korostuu operationaalinen taso, koska kyseessä on kaksipyöräinen kulkuväline. Jotta pyörällä voisi edetä lainkaan, on onnistuttava säilyttämään tasapaino.

Yleisesti ottaen ikääntymiseen ja tiedonkäsittelyyn liittyvä tutkimus on osoittanut, että iäkkäät ovat parempia tiedonkäsittelyn tehtävissä, jotka vastaavat hierarkkisen mallin strategista tasoa. Strategisen tason tehtävät ovat helpompia sellaiselle, jolla on paljon kokemusta tehtävän suorittamisesta (kuten esimerkiksi liikenteessä liikkumisesta), kun taas operationaalisen tason tehtävät suosivat käyttäjää, joka on nopea ja jonka liikkuvuus on hyvä (Keskinen, 2014; Laapotti et al., 2001). Siksi voi kärjistäen sanoa, että iäkkäät ovat usein parempia strategisen tason tehtävissä ja nuoret operationaalisen tason tehtävissä. Operationaalisen tason puutteita voi kompensoida taidoilla strategisella ja taktisella tasolla. Esimerkiksi se, että siirtää liukkaalla kelillä pyörämatkaa ajankohtaan, jolloin katujen kunnossapito on tehty (strategisen tason päätös), helpottaa operationaalisen tason tehtäviä kuten ohjaamista, pystyssä pysymistä ja jarruttamista.

Ikääntymismuutokset vaikuttavat pyöräilyn kannalta olennaisiin kykyihin hierarkkisen mallin joka tasolla. Useat normaaliinkin ikääntymiseen liittyvät toimintakyvyn muutokset vaikuttavat erityisesti operationaalisen tason kykyihin: lihasvoimaan, liikkuvuuteen, tasapainoon ja reaktionopeuteen. Myös varsin tavalliset ikääntymiseen liittyvät tiedonkäsittelytaitojen muutokset vaikuttavat taktisen tason kykyihin: kykyyn arvioida muiden kulkuneuvojen lähestymisnopeutta ja kykyyn jakaa tarkkaavaisuutta. Erityisesti sairaudet tai lääkitykset, jotka vaikuttavat korkeamman tason kognitiivisiin toimintoihin vaikuttavat puolestaan strategisen tason kykyihin: kykyyn harkita ja suunnitella liikkumista etukäteen.

lääkäiden pyöräilyä on tutkittu vain vähän, jos lainkaan, hierarkkisen mallin näkökulmasta. Hollantilainen Bart Jelijs kumppaneineen on tutkinut näkövammaisten pyöräilyä hierarkkista mallia käyttäen, ja löydöksiä voidaan yleistää ehkä jossain määrin muihin toimintakyvyltään heikentyneisiin pyöräilijöihin. Heidän tutkimuksissaan on käynyt ilmi, että näkövammaiset eivät kaikin osin kompensoi näkövammasta johtuvia operationaalisen ja taktisen tason puutteitaan strategisen tason toiminnalla. Näkövammaiset pyöräilijät eivät esimerkiksi valinneet turvallisempia reittejä, mutta käyttivät hitaampaa pyöräilyvauhtia kuin normaalisti näkevät pyöräilijät (Jelijs et al., 2022).

1.4 Tämä katsaus

Tässä katsauksessa käsittelen ikääntyneiden pyöräilyn turvallisuutta ja turvallisen pyöräilyn edellytyksiä. Katsaus perustuu tutkimuskirjallisuuteen, jota on haettu informaatiotietokannoista (mukaan lukien google scholar) hakusanoilla, jotka kattavat sekä termin *iäkkäät* (older adult(s), older person(s), elderly, aged) että *pyöräily* (cycling, bicycling, bicycles). Mukaan on valittu suomen, ruotsin ja englanninkieliset lähteet. Lisäksi kirjallisuutta on haettu lumipallomenetelmällä jo löytyneen kirjallisuuden lähdeluetteloista sekä löytyneeseen kirjallisuuteen viitanneiden tutkimusten joukosta.

Kappaleessa kaksi käyn läpi löytynyttä tutkimustietoa iäkkäiden pyöräilystä, keskittyen seuraaviin asioihin:

- iäkkäiden pyöräilijöiden tarpeisiin
- iäkkäiden pyöräilijöiden turvallisuuteen ja onnettomuusriskiin
- sähköpyörien etuihin ja haittoihin iäkkäiden pyöräilijöiden kohdalla
- tutkimustietoon perustuviin toimenpiteisiin, joilla iäkkäiden turvallista pyöräilyä voisi tukea

Kappaleessa kolme pohdin tutkimuskirjallisuuden pohjalta, miten iäkkäiden liikkumista voi parhaiten tukea, ja millä ehdoilla pyöräily voisi olla mahdollista turvallisesti.

2. Pyöräily ja ikääntyminen

2.1 Iäkkäiden pyöräilijöiden tarpeet

Vaikka pyöräilyn saama huomio liikuntamuotona on kasvanut voimakkaasti viime vuosina, ja sitä suositellaan arkiliikkumiseen kaikille väestöryhmille, pyöräilevät iäkkäät jokseenkin vähemmän kuin muut ikäryhmät (mm. Ikpeze et al., 2018). Tämä johtuu osittain pyöräilyn asettamista vaatimuksista toimintakyvyille: on pystyttävä pitämään tasapaino kaksipyöräisellä ajoneuvolla, ja tähän eivät kaikki pysty. Osittain syynä ovat myös turvallisuushuolet, sillä pyöräilijä on suojaamaton tienkäyttäjä ja iäkkäät pelkäävät loukkaantumista. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että iäkkäät kokevat pyöräilyn usein turvattomaksi ja toivovat turvallisempia pyöräily-ympäristöjä (Bernhofs & Carstensen, 2008; Winters et al., 2015; Zander et al., 2013). Iäkkäät pyöräilijät kokevat vaarallisimmaksi ja turvattomuutta herättävimmäksi kohtaamiset muiden tienkäyttäjien, erityisesti autojen, kanssa (Schepers et al., 2020; Winters et al., 2015) mutta toisaalta aliarvioivat riskit kaatumis- ja onnettomuuksille (Schepers et al., 2020), jotka ovat iäkkäiden pyöräilijöiden tyypillisimpiä onnettomuuksia.

Westerhuis ym. (2020) ovat todenneet, että tyypillisimpiä iäkkäiden pyöräilijöiden onnettomuuksia ovat kaatumiset joko pyörälle noustessa tai siltä laskeutuessa, tai tienpinnan kuoppien, kolojen ja muiden epätasaisuuksien vuoksi. Nuoremmilla pyöräilijöillä puolestaan korostuvat muunlaiset onnettomuudet, kuten törmäyso-nettomuudet (Henriksson et al., 2019). Iäkkäiden pyöräilijöiden on myös havaittu olevan hitaampia risteystilanteissa (Waard et al., 2016). Vaikuttaa siis siltä, että erityisesti pyöräilyn operationaalinen, mutta osin myös taktinen taso aiheuttaa hankaluutta iäkkäille. Bultink ym. (2016) havaitsivat tutkimuksessaan, että huonompi tasapainokyky lisäsi todennäköisyyttä iäkkäiden pyöräilijöiden onnettomuuksiin.

Iäkkäät, etenkin he, jotka pyöräilevät säännöllisesti, kokevat kuitenkin pyöräilyn yleisesti ottaen positiivisena liikkumismuotona, joka lisää vapautta ja lisää arjen liikkumissädettä (Ryan et al., 2016; Zander et al., 2013). Turvalliset ja pyöräily-ystävälliset ympäristöt lisäävät iäkkäiden pyöräilyä (van Cauwenberg, de Geus, et al., 2018; Winters et al., 2015; Zander et al., 2013), samoin kuin koettu turvallisuus ja luottamus omiin pyöräilytaitoihin (Zander et al., 2013). Pyöräily aiemmassa elämänvaiheessa lisää todennäköisyyttä pyöräillä myöhäisessä aikuisiässä ja vanhuudessa (Winters et al., 2015), ja pyöräilyyn liittyvät sosiaaliset puolet, kuten pyöräily seurassa, saattavat motivoida iäkkäitä pyöräilemään (Grimes et al., 2020; Winters et al., 2015).

Selvitykset viittaavat siihen, että iäkkäät eivät ole halukkaita käyttämään sellaisia tasapainoa helpottavia erityispyöriä, jotka ovat selvästi tunnistettavissa erityispyöriksi, kuten esimerkiksi kolmipyöräisiä pyöriä (Selander et al., 2018). Hienovaraisemmat ikäystävälliset muotoiluratkaisut on kuitenkin otettu paremmin vastaan kuluttajien parissa (Dubbeldam, Baten, Buurke, et al., 2017). Myös sähköavusteiset pyörät ovat herättäneet kiinnostusta, koska ne mahdollistavat pidempien matkojen pyöräilemisen ja kompensoivat heikentynyttä lihasvoimaa polkiessa (Selander et al., 2018).

2.2 Iäkkäiden pyöräilijöiden turvallisuus ja onnettomuusriski

Iäkkäät ovat ylliedustettuina erityisesti kuolemaan johtavissa pyöräilyonnettomuuksissa (Valtonen, 2017). Riski loukkaantua tai kuolla on suurempi iäkkäillä kuin nuoremmilla pyöräilijöillä, johtuen ikään liittyvästä kehon haurastumisesta (Hayes et al., 2003; Matsui et al., 2018; Oxley et al., 2004; Scheiman et al., 2010). Iäkkäiden pyöräilijöiden onnettomuuksissa on nuorempia harvemmin mukana muita osapuolia: onnettomuudet tapahtuvat tyypillisesti pyörälle noustessa, siltä laskeutuessa tai tien epätasaisuuden vuoksi ja harvemmin siitä syystä, että joku toinen tienkäyttäjä törmää pyöräilijään (Boele-Vos et al., 2017; Scheiman et al., 2010).

Iäkkäiden pyöräilijöiden onnettomuuksissa päävammat ovat yleisiä, joka johtuu toisaalta tyypillisestä onnettomuustyyppistä (kaatuminen) sekä siitä, että pyöräilykypärän käyttö on edelleen varsin vähäistä (Henriksson et al., 2019; Liikeneturva, 2022; Matsui et al., 2018).

Iäkkäiden pyöräilijöiden ylliedustus pyöräilyonnettomuuksissa johtuu suuremman loukkaantumisriskin (haurauden) lisäksi mahdollisesti siitä, että pyöräilyn vaatimat kyvyt, erityisesti operationaalisella tasolla ovat heikentyneet. Jotkut tutkimukset ovat osoittaneet, että heikentynyt ja puutteellinen liikkuvuus selittää lisääntyntä onnettomuusriskiä (Dubbeldam, Baten, Straathof, et al., 2017; Kiewiet et al., 2017), ja jotkut ovat osoittaneet heikentyneen tasapainon ja aiempien kaatumisten olevan yhteydessä onnettomuusriskiin (Sakurai et al., 2016). Tutkimuksissa on myös havaittu sellaisia biomekaanisia eroja nuorempien ja vanhempien pyöräilijöiden välillä, jotka saattavat kohottaa iäkkäiden pyöräilijöiden riskiä onnettomuuksiin. Erot johtavat erilaisiin, kaatumiselle riskialttiimpiin tapoihin nousta pyörälle ja siltä alas, sekä erilaisiin tapoihin säännellä ohjauksen vakautta (Dubbeldam, Baten, Straathof, et al., 2017; Kovácsová et al., 2016; Twisk et al., 2017).

2.3 Sähköavusteiset pyörät

Sähköavusteisia pyöriä on ehdotettu ratkaisuksi vähentää riippuvuutta henkilöautosta; sähköavusteinen pyörä voisi korvata auton keskilyhyillä matkoilla. Sähköavusteisten pyörien kohdalla on myös korostettu niiden voivan kompensoida heikentynyttä lihasvoimaa, ja siten olevan soveltuvia erityisesti iäkkäille (Leyland et al., 2019). Kuitenkin hierarkkista mallia vasten voidaan todeta, että lihasvoimaa vaaditaan pyöräilyssä myös muihin toimintoihin kuin vain polkemiseen, jotta pyöräily olisi turvallista. Sähköavusteista pyörää ei siksi suoralta kädeltä pitäisi suositella esimerkiksi sellaisille henkilöille, joilla lihasvoiman heikentyminen on yhteydessä esimerkiksi tasapaino-ongelmiin ja vaikeuksiin hallita polkupyörää.

Tutkimustieto sähköavusteisten pyörien eduista ja haitoista iäkkäiden käyttäjien kohdalla on hyvin vähäistä. Tutkimuksissa on tyypillisesti tarkasteltu yhtä tiettyä ulottuvuutta, kuten kuluttajien valmiutta hankkia sähköavusteinen pyörä, sähköavusteisen pyörän käyttökokemuksia tai sähköavusteisen pyörän hankkimisen esteitä (Johnson & Rose, 2015; Leger et al., 2019; Leyland et al., 2019). Sähköavusteisten pyörien liikenneturvallisuutta tai iäkkäiden sähköpyöräilijöiden onnettomuusriskiä ei juurikaan ole pystytty luotettavasti tarkastelemaan sähköavusteisten pyörien vähäisten määrien vuoksi. Tutkimusta on lähinnä

tehty Alankomaissa ja Belgiassa, joissa pyöräily on huomattavasti yleisempää kuin Suomessa, ja jossa pyöräilyinfrastruktuuri ja pyöräily-ympäristöt ovat maailman parhaimmista. Tästä syystä tulosten yleistettävyys esimerkiksi Suomeen on rajallista.

Vlakveld ym. (2015) tutkivat sähköavusteisten pyörien turvallisuutta eri ikäisillä pyöräilijöillä ja havaitsivat, että iäkkäämmillä pyöräilijöillä nopeudet olivat sähköavusteisilla pyörillä ajettaessa kompleksisissa liikennetilanteissa varsin kovat, ja heidän tiedonkäsittelyssään oli kuormittuneisuutta. Tämä yhdistelmä saattaa vaikuttaa turvallisuutta heikentävästi.

Toisaalta sähköavusteisilla pyörillä voi olla positiivisia vaikutuksia pyöräilyyn. Mahdollisuus sähköavusteisen pyörän käyttöön lisäsi todennäköisyyttä valita pyöräily kulkumuodoksi, myös verrattuna mahdollisuuteen käyttää tavallista pyörää (Leyland et al., 2019; van Cauwenberg, de Geus, et al., 2018), ja iäkkäät kuluttajat ovat suhtautuneet sähköavusteisiin pyöriin positiivisesti (Leger et al., 2019). Johnson ja Rose (2015) havaitsivat, että Australiassa iäkkäät pyöräilijät itse kokivat sähköavusteiset pyörät turvallisiksi. Tutkijat ovat esittäneet varovaisia suosituksia siitä, että aktiivista ikääntymistä voisi tukea sähköavusteisten pyörien avulla (van Cauwenberg, de Bourdeaudhuij, et al., 2018; van Cauwenberg, De Bourdeaudhuij, et al., 2019).

2.4 Toimenpiteet iäkkäiden turvallisen pyöräilyn tukemiseksi

Oxley ym. (2004) tarkastelivat iäkkäiden turvalliseen pyöräilyyn liittyviä käytäntöjä (ns. best practices) eri maissa, ja tunnistivat parhaissa käytännöissä kolme eri tapaa vaikuttaa iäkkäiden pyöräilijöiden turvallisuuteen: ajoneuvojen suunnittelun kautta, paremman pyöräilyinfrastruktuurin kautta sekä koulutuksen ja valistuksen kautta. Tutkimuskirjallisuuden läpikäyminen vahvistaa nämä kolme teemaa. Lisäksi nousee esiin yksi aivan uusi tema: pyörien suunnittelun ja teknologian kautta turvallisuuteen vaikuttaminen.

2.4.1 Koulutus, valistus ja harjoitusohjelmat

Iäkkäille pyöräilijöille suunnattu koulutus ja valistus on nostettu tärkeänä käytänteenä esiin useissa tarkastelluissa kirjallisuuskatsauksissa. Koulutuksen ja valistuksen vaikuttavuutta on kuitenkin vain harvoin arvioitu luotettavin menetelmin. Toisaalta useimmat tutkimuskirjallisuudessa esitellyt koulutus- ja valistuskäytännöt perustuvat tietoon siitä, mikä vaikuttaa iäkkäiden pyöräilijöiden onnettomuusriskiin. Hayes ym. (2003) kuvailevat koulutusvideomateriaalia, jonka tarkoituksena on lisätä iäkkäiden pyöräilijöiden tietoa pyöräilykypärän eduista, kypärän oikeasta käytöstä, tasapaino-ongelmien tunnistamisesta ja pyörän kunnossapidosta. Ruotsalainen raportti (Andersson 2020) tarjoaa pitkän listan asioita, joita iäkkään pyöräilijän tulisi huomioida parantaakseen turvallisuutta. Näitä ovat mm. pyöräilykypärän käyttäminen, oikean kokoisen pyörän valinta, pyöräteiden ja pyöräkaistojen käyttäminen silloin kun ne ovat saatavilla, ja alkoholin ja pyöräilyn yhdistämisen välttäminen.

Zander ym. (2013) tarkastelivat tutkimuksessaan tuettua pyöräilyohjausta, joka lisäsi iäkkäiden pyöräilyä, heidän luottamustansa omaan taitoihinsa, sekä koettua turvallisuutta. Ryan ym. (2016) päättelivät haastattelututkimuksensa perusteella, että pyöräilyn terveysvaikutusten korostaminen motivoisi ja rohkaisisi

ihmisiä pyöräilemään myös myöhäisessä aikuisiässä. Useat tutkimukset (Batcir & Melzer, 2018, 2022; Harvey et al., 2018; Rissel et al., 2013) ovat havainneet pyöräilyharjoitusten parantavan iäkkäiden tasapainokykyä, ja on ehdotettu, että harjoittelu toimisi myös toisin päin, eli erilaiset tasapainoharjoitteet voisivat parantaa pyöräilyssä vaadittavaa tasapainokykyä ja pyörän hallintaa. Pesce ym. (2011) puolestaan havaitsivat fyysisen harjoittelun parantavan kykyä tehdä havaintoja liikenteessä.

2.4.2 Liikenneympäristöt ja ajoneuvot

Liikenneympäristöjen merkitys pyöräilyn turvallisuudelle on suuri (van Cauwenberg, Clarys, et al., 2018). Hyvään pyöräilyä tukevaan infrastruktuuriin kuuluvat mm. kattava, pyöräilylle sopiva reittiverkosto, hyvin valaistut tiet ja ajoväylästä erotettu pyöräkaista tai pyörätie (mm. Das et al., 2019). Perustuen iäkkäille pyöräilijöille tyypillisiin onnettomuuksiin voidaan sanoa, että iäkkäiden pyöräilyn kannalta on erityisen tärkeää pyöräväylien kunto ja tasainen pinta. Toisaalta iäkkäiden itsensä raportoima turvallisuuden tunne vaikuttaisi riippuvan siitä, kuinka muita tielläliikkuja kohdataan, ja siten turvallisuuden tunnetta lisäisivät erityisesti selkeät liikennejärjestelyt ja pyöräilijöiden erottaminen muista tielläliikkuista.

Oxley ym. (2003) nostavat ajoneuvojen ominaisuudet yhdeksi tärkeäksi turvallisuuteen vaikuttavaksi tekijäksi. Autojen koolla ja etupuskurien muodolla on merkitystä siihen, minkälaisia vammoja törmäyksessä syntyy (Oxley et al. 2003). Myös autojen apujärjestelmät, kuten esimerkiksi tunnistusjärjestelmä, joka tunnistaa lähestyvän pyöräilijän ja automaattinen nopeudensääntöjärjestelmä, voivat estää törmäyksiä pyöräilijöiden kanssa (Leden, 2008).

2.4.3 Pyörrien varustelu, ominaisuudet ja teknologia

Pyöräilyn suosion kasvaessa pyörrien teknologiaan ja suunnitteluun on kiinnitetty yhä enemmän huomiota. Tällaista teknologiaa ja sen etuja on jonkin verran ja arvioitu tutkimuksen avulla. Engbers ym. (2016) arvioivat pyöräilijän ennakointia helpottavaa teknologiaa, joka ilmoitti takaa lähestyvistä ajoneuvosta, ja totesivat, että tällaisen teknologian käyttö ei ainakaan häiritse tai kuormita iäkästä pyöräilijää. Chandra (2014) ehdottaa artikkelissaan navigointijärjestelmää, joka auttaa iäkästä pyöräilijää valitsemaan turvallisen ja miellyttävän reitin. Westerhuis ym. (2021) arvioivat tutkimuksessaan pyörään kiinnitettävää valojärjestelmää, joka auton valojärjestelmän tavoin osoitti kun pyöräilijä oli kääntymässä tai jarrutti. Iäkkäiden käyttäjien kokemus oli positiivinen, mutta vaikutus käyttäytymiseen ja pyöräilijöiden liikenneturvallisuuteen jäi vielä epäselväksi.

Pyörän rakenteesta on myös pyritty suunnittelun avulla tekemään ikäystävällisempää, ja sellaista, joka parantaisi iäkkään pyöräilijän turvallisuutta. Yksi esimerkki on Alankomaissa kehitetty prototyyppi SOFIE (Dubbeldam, Baten, Burke, et al., 2017), joka tarjoaa pyöräilijälle paremman tasapainon ja auttaa siten hitaasti ajamista sekä pyörältä laskeutumista. Prototyyppi todettiin toimivaksi: verrattuna normaaliin pyörään, mm. pyöräilijältä vaaditut liikeradat olivat pienempiä, ohjaaminen ja pienten esteiden väistäminen oli helpompaa ja käyttäjien arviot olivat positiivisia.

3. Yhteenvetoa ja pohdintaa

On tärkeää, että iäkkäillä ihmisillä on mahdollisuus liikkua kodin ulkopuolella. Kyky kulkea itse on tärkeää elämänlaadun, itsenäisyyden ja itsemääräämisen tunteen kannalta, ja liikkumisympäristöjen tulisi kaikin tavoin tukea tätä kykyä. Liikkumisella on myös suoria ja epäsuoria vaikutuksia terveyteen ja toimintakykyyn. Aktiiviset liikkumismuodot kuten kävely ja pyöräily tukevat terveyttä ja toimintakykyä suoraan, mutta myös muut liikkumismuodot tukevat toimintakykyä silloin kun kulkumuoto on väline siirtyä jonnekin, jossa tehtävä toiminta palvelee sosiaalista, fyysistä tai psyykkistä toimintakykyä (Siren, 2021). Toimintakykyä tukevat hyvin arkiset asiat kuten kaupassa käynti, harrastaminen ja ystävien tapaaminen.

Pyöräily on liikkumismuoto, jolla on paljon etuja. Se on aktiivinen liikkumistapa ja hyödyttää terveyttä suoraan. Se on myös päästötön tapa liikkua. Lisäksi se mahdollistaa varsin nopean, tehokkaan ja muista riippumattoman liikkumisen lyhyillä matkoilla. Toisaalta pyöräilijä on liikenteessä varsin suojaamaton ja altis loukkaantumiselle. Suomessa on erityisesti taajama-alueilla varsin kattava ja turvallinen pyöräilyverkosto, jossa pyöräilijät yleensä on erotettu muista tienkäyttäjistä. Kuitenkin erityisesti kaupunkien keskusta-alueilla, joissa tilaa on vähän ja erilaisia tienkäyttäjiä on runsaasti, pyöräteissä ja -kaistoissa saattaa olla puutteita ja katkoksia. Haja-asutusalueilla puolestaan pyöräilijät usein jakavat ajoväylän moottoriajoneuvojen kanssa.

Pyöräilyllä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia myöhäisessä aikuisiässä. Pyöräily mahdollistaa suuremman elinpiirin, edistää sosiaalisia suhteita ja ehkäisee sosiaalista eristäytynisyyttä (Ryan et al., 2016; Sakurai et al., 2016; van Cauwenberg, de Geus, et al., 2018; van Cauwenberg, Schepers, et al., 2019). Pyöräilyllä on myös positiivisia terveysvaikutuksia, ja sen on jopa todettu ylläpitävän ja parantavan kognitiivista toimintakykyä (Karssemeijer et al., 2017; Leyland et al., 2019). Pyöräilyä ei kuitenkaan turvallisuuskulmasta voi ehdotta suositella kaikille iäkkäille.

Vaikka ikääntymisen tahti ja ilmeneminen vaihtelee ihmisten välillä suuresti, tuo ikääntyminen mukanaan sellaisia muutoksia fyysiseen ja psyykkiseen toiminatakykyyn, joilla on merkitystä pyöräilyssä. Pyöräilyä kognitiivis-fyysisenä tehtävänä voidaan käsitteellistää hierarkkisen mallin avulla, jossa pyöräily voi nähdä koostuvan strategisesta, taktisesta ja operationaalisesta tasosta. Ikääntymismuutoksilla on vaikutusta erityisesti pyöräilyn operationaaliseen tasoon, joka koostuu mm. pyörän tasapainottamisesta, ohjaamisesta, jarruttamisesta, pyörälle nousemisesta ja siltä laskeutumisesta. Vaikka ikääntyessä onkin tyypillistä kompensoida tiettyjä (operationaalisia) puutteita ja muutoksia ylemmän tason taidoilla, joissa kyvyt ovat usein hyvät (strateginen taso), ovat jotkut pyöräilyn vaatimista peruskyvyistä sellaisia, että niitä ei voi kompensoida ilman apuvälineitä. Tällaisia ovat esimerkiksi tasapainottelu, pienten esteiden (kuten kuopat, epätasaisuudet) väistäminen ja ajoissa jarruttaminen. Ikääntyneiden pyöräilijöiden onnettomuudet vahvistavat, että juuri operationaalisen tason vaikeudet aiheuttavat turvallisuushaasteita iäkkäiden pyöräilyssä. Jos ikääntyneellä on vaikeuksia tasapainon tai lihasvoiman kanssa, ei pyörällä ajaminen ole välttämättä turvallista.

Jos ikääntynyt on luopunut ajokortista terveyssyiden vuoksi, on todennäköistä, ettei pyöräilystä ole korvaavaksi liikkumismuodoksi lyhyemmillekään matkoille. Sairaudet, jotka tekevät autolla ajamisesta vaikeaa, vaikeuttavat myös pyöräilyä. Koska pyöräily vaatii autoilua enemmän operationaalisen tason kykyjä, kuten lihasvoimaa ja liikkuvuutta, on todennäköisempää, että pyöräilystä on luovuttava aiemmin kuin autolla ajamisesta.

Iäkkäiden turvallista pyöräilyä voidaan tukea eri tavoin. *Ensinnä*, turvalliset pyöräily-ympäristöt ehkäisevät onnettomuuksien syntymistä. Hyvä valaistus, nopeusrajoitukset, tasainen päällyste ja muista tienkäyttäjistä erotetut pyöräilykaistat tai -väylät hyödyttävät kaikkien turvallisuutta iästä ja kulkumuodosta riippumatta. Väestön ikääntyessä ikäystävällisiin ympäristöihin tulee kiinnittää enemmän huomiota. Tällaiset ympäristöt edistävät myös iäkkäiden turvallista liikkumista. Myös pyöriä koskevien nopeusrajoitusten merkitys voi kasvaa tulevaisuudessa, jos sähköavusteisten pyörien suosio kasvaa ja niiden käyttö yleistyy iäkkäiden keskuudessa. Tutkimustieto viittaa siihen, että iäkkäillä voi olla vaikeuksia valita tilanteeseen sopiva, turvallinen nopeus sähköpyöriä käytettäessä. Tässä ongelmassa voivat auttaa sekä pyörätien yleiset nopeusrajoitukset että sähköavusteisten pyörien säätöjen kautta asetettavat katonopeudet.

Toiseksi, jos iäkkäiden pyöräilyä halutaan lisätä, voidaan pyöräilyyn kannustaa parantamalla iäkkäiden pyöräilijöiden kokemaa turvallisuutta. Tätä kokemusta tukevat turvallisten ympäristöjen lisäksi luottamus omiin taitoihin ja tietoisuus pyöräilyn hyödyistä ja omaan turvallisuuteen vaikuttamisesta (esimerkiksi pyöräilykypärrä käyttämällä sekä pyörän ja sen ominaisuuksien valinnalla).

Kolmanneksi, pyöräilyssä vaadittavaa operationaalista tasoa voi tukea sekä teknologialla että harjoittelulla. Pyörään lisälaitteina asennettavat valo- ja signaalijärjestelmät voivat helpottaa ennakkointia. Tasapainokykyä tukeva ja vähemmän liikkuvuutta vaativa, sähköavusteinen pyörä voi edistää turvallista pyöräilyä. Operationaalisten kykyjen harjoittelulla on myös osoitettu olevan hyötyjä. Tasapainon ja lihasvoiman harjoitteet parantavat pyöräilyyn vaadittavia kykyjä. Yleisesti ottaen vaikuttaa siis siltä, että pyöräilyssä tarvittavien taitojen harjoittelu voisi parantaa edellytyksiä pyöräillä turvallisesti. Toisaalta erilaisten turvallista pyöräilyä valistuksen ja itsereflektion avulla edistävien koulutusten vaikuttavuutta ei ole todennettu ja pyöräilijöiden kyky itse arvioida pyöräilyn kannalta tarpeellisia kykyjä on todettu heikoksi (Kovácsóvá et al., 2016). Harjoitteiden tulisi siis olla varsin täsmällisiä, tutkimukseen perustuvia ja parantaa tiettyjä, ennalta määriteltyjä kykyjä, ja ne tulisi suunnata niille iäkkäille pyöräilijöille, joilla on edellytykset pyöräillä turvallisesti, jos tietyt operationaaliset kyvyt saadaan palautettua harjoittelun avulla.

Yhteenvetona voi todeta, että tutkimuskirjallisuus osoittaa iäkkäiden pyöräilyyn liittyvän huomattavia turvallisuusriskejä. Tämä johtuu ensinnäkin siitä, että pyöräilyssä vaadittavat operationaalisen tason kyvyt heikentyvät iän myötä ja siksi onnettomuuden todennäköisyyden riski on kohonnut. Pyöräily eroaa monista muista arjen kognitiivis-fyysisistä tehtävistä siinä, että heikentyneitä operationaalisen tason kykyjä on vaikea kompensoida muilla kyvyillä, ja toistaiseksi kompensoivaa teknologiaa on niukasti. Toiseksi pyöräilijät ovat liikenteessä varsin suojaamaton liikkujaryhmä ja kehon haurauden vuoksi iäkkäiden riski loukkaantua ja kuolla onnettomuudessa on muita korkeampi. Kohonneet turvallisuusriskit eivät kuitenkaan ole syy kategorisesti suositella iäkkäille pyöräilyä luopumista. Mikäli tasapainon, lihasvoiman ja reaktioiden kanssa

ei ole ongelmia, voi pyöräilyä jatkaa huoletta. Pyöräilyn terveysedut ja edut helppona, edullisena ja nopeana liikkumisvälineenä tekevät siitä hyvän vaihtoehdon esimerkiksi henkilöautolle, mikäli pyöräilijän kyvyt sen sallivat.

4. Kirjallisuus

- Andersson, M. (2020). Äldre cyklister syn på sina egna möjligheter att påverka sin säkerhet i trafiken. Uppsala: Cajoma Consulting.
- Batcir, S., & Melzer, I. (2018). Daily Bicycling in Older Adults May be Effective to Reduce Fall Risks—A Case-Control Study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 26(4), 570–576. <https://doi.org/10.1123/japa.2017-0263>
- Batcir, S., & Melzer, I. (2022). Daily Outdoor Cycling by Older Adults Preserves Reactive Balance Behavior: A Case-Control Study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 1–11. <https://doi.org/10.1123/japa.2021-0378>
- Bernhoft, I. M., & Carstensen, G. (2008). Preferences and behaviour of pedestrians and cyclists by age and gender. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11(2), 83–95. <https://doi.org/10.1016/J.TRF.2007.08.004>
- Boele-Vos, M. J., Van Duijvenvoorde, K., Doumen, M. J. A., Duivenvoorden, C. W. A. E., Louwerse, W. J. R., & Davidse, R. J. (2017). Crashes involving cyclists aged 50 and over in the Netherlands: An in-depth study. *Accident Analysis & Prevention*, 105, 4–10. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2016.07.016>
- Bulsink, V. E., Kiewiet, H., van de Belt, D., Bonnema, G. M., & Koopman, B. (2016). Cycling strategies of young and older cyclists. *Human Movement Science*, 46, 184–195. <https://doi.org/10.1016/J.HUMOV.2016.01.005>
- Chandra, S. (2014). Safety-based path finding in urban areas for older drivers and bicyclists. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 48, 143–157. <https://doi.org/10.1016/J.TRC.2014.08.018>
- Das, S., Jha, K., Fitzpatrick, K., Brewer, M., & Shimu, T. H. (2019). Pattern Identification from Older Bicyclist Fatal Crashes. *Transportation Research Record*, 2673(6), 638–649. <https://doi.org/10.1177/0361198119841863>
- Dubbeldam, R., Baten, C., Buurke, J. H., & Rietman, J. S. (2017). SOFIE, a bicycle that supports older cyclists? *Accident Analysis & Prevention*, 105, 117–123. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2016.09.006>
- Dubbeldam, R., Baten, C. T. M., Straathof, P. T. C., Buurke, J. H., & Rietman, J. S. (2017). The different ways to get on and off a bicycle for young and old. *Safety Science*, 92, 318–329. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2016.01.010>
- Engbers, C., Dubbeldam, R., Buurke, J. H., Schaake, L., Goede, M. De, Rietman, J. S., & Waard, D. De. (2016). The acceptance of a prototype rear-view assistant for older cyclists: two modalities of warnings compared. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 4(3/4), 264. <https://doi.org/10.1504/IJHFE.2016.083520>
- Euroopan Parlamentti. (2022). *Autojen hiilidioksidipäästöt: tietoa ja tilastoja*. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190313STO31218/autojen-hiilidioksidipaastot-tietoa-ja-tilastoja>
- Evans, L. (1991). *Traffic safety and the driver*. Van Nostrand Reinhold Co.
- Grimes, A., Chrisman, M., & Lightner, J. (2020). Barriers and Motivators of Bicycling by Gender Among Older Adult Bicyclists in the Midwest. *Health Education and Behavior*, 47(1), 67–77. <https://doi.org/10.1177/1090198119879731>
- Hackl, R., Raffler, C., Friesenecker, M., Kramar, H., Kalasek, R., Soteropoulos, A., Wolf-Eberl, S., Posch, P.,

- & Tomschy, R. (2019). Promoting active mobility: Evidence-based decision-making using statistical models. *Journal of Transport Geography*, 80, 102541.
<https://doi.org/10.1016/J.JTRANGEO.2019.102541>
- Harvey, S., Rissel, C., & Pijnappels, M. (2018). Associations between bicycling and reduced fall-related physical performance in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 26(3), 514–519.
<https://doi.org/10.1123/japa.2017-0243>
- Hayes, J. S., Henslee, B., & Ferber, J. (2003). Bicycle Injury Prevention and Safety in Senior Riders. *Journal of Trauma Nursing*, 10(3), 66–68.
- Henriksson, P., Forsman, Å., & Eriksson, J. (2019). *Olyckor med cyklister*. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1390372/FULLTEXT01.pdf>
- Ikpeze, T. C., Glaun, G., McCalla, D., & Elfar, J. C. (2018). Geriatric cyclists: Assessing risks, safety, and benefits. *Geriatric Orthopaedic Surgery and Rehabilitation*, 9, 1–5.
<https://doi.org/10.1177/2151458517748742>
- Jelijs, B., Heutink, J., de Waard, D., Brookhuis, K. A., & Melis-Dankers, B. J. M. (2022). Compensatory behaviour of visually impaired cyclists in everyday settings. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 87, 138–148. <https://doi.org/10.1016/J.TRF.2022.04.003>
- Johnson, M., & Rose, G. (2015). Extending life on the bike: Electric bike use by older Australians. *Journal of Transport & Health*, 2(2), 276–283. <https://doi.org/10.1016/J.JTH.2015.03.001>
- Karssemeijer, E. G. A., Bossers, W. J. R., Aaronson, J. A., Kessels, R. P. C., & Olde Rikkert, M. G. M. (2017). The effect of an interactive cycling training on cognitive functioning in older adults with mild dementia: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 17(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1186/s12877-017-0464-x>
- Keskinen, E. (2014). Education for older drivers in the future. *IATSS Research*, 38(1), 14–21.
<https://doi.org/10.1016/J.IATSSR.2014.03.003>
- Kiewiet, H., Bultink, V. E., Beugels, F., & Koopman, H. F. J. M. (2017). The co-contraction index of the upper limb for young and old adult cyclists. *Accident Analysis & Prevention*, 105, 95–101.
<https://doi.org/10.1016/J.AAP.2016.04.036>
- Kováčsová, N., de Winter, J. C. F., Schwab, A. L., Christoph, M., Twisk, D. A. M., & Hagenzieker, M. P. (2016). Riding performance on a conventional bicycle and a pedelec in low speed exercises: Objective and subjective evaluation of middle-aged and older persons. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 42, 28–43. <https://doi.org/10.1016/J.TRF.2016.06.018>
- Laapotti, S., Keskinen, E., Hatakka, M., & Katila, A. (2001). Novice drivers' accidents and violations — a failure on higher or lower hierarchical levels of driving behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 33(6), 759–769. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(00\)00090-7](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(00)00090-7)
- Leden, L. (2008). *Safe and joyful cycling for senior citizens* (VTT Working Papers 92).
<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/workingpapers/2008/W92.pdf>
- Leger, S. J., Dean, J. L., Edge, S., & Casello, J. M. (2019). “If I had a regular bicycle, I wouldn’t be out riding anymore”: Perspectives on the potential of e-bikes to support active living and independent mobility among older adults in Waterloo, Canada. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 123, 240–254. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2018.10.009>
- Leyland, L.-A., Spencer, B., Beale, N., Jones, T., & van Reekum, C. M. (2019). The effect of cycling on

- cognitive function and well-being in older adults. *PLOS ONE*, 14(2), e0211779.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211779>
- Liikenneturva. (2022). *Pyöräilykypärä*. <https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/pyorailykypara/#e0415ab3>
- Matsui, Y., Oikawa, S., & Hitosugi, M. (2018). Features of fatal injuries in older cyclists in vehicle–bicycle accidents in Japan. *Traffic Injury Prevention*, 19(1), 60–65.
<https://doi.org/10.1080/15389588.2017.1336663>
- Michon, J. A. (1985). A Critical View of Driver Behavior Models: What Do We Know, What Should We Do? In *Human Behavior and Traffic Safety* (pp. 485–524). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2173-6_19
- OECD. (2001). *Ageing and Transport*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264195851-en>
- Oxley, J., Corben, B., Fildes, B., O'Hare, M., & Rothengatter, T. (2004). Older Vulnerable Road Users: Measures To Reduce Crash and Injury Risk. *Report*, 218, 164 p.
- Pesce, C., Cereatti, L., Forte, R., Crova, C., & Casella, R. (2011). Acute and chronic exercise effects on attentional control in older road cyclists. *Gerontology*, 57(2), 121–128.
<https://doi.org/10.1159/000314685>
- Rantakokko, M., Portegijs, E., Viljanen, A., Iwarsson, S., Kauppinen, M., & Rantanen, T. (2016). Changes in life-space mobility and quality of life among community-dwelling older people: A 2-year follow-up study. *Quality of Life Research: An International Journal of Quality of Life Aspects of Treatment, Care & Rehabilitation*, 25(5), 1189–1197. <https://doi.org/10.1007/s11136-015-1137-x>
- Rissel, C., Passmore, E., Mason, C., & Merom, D. (2013). Two pilot studies of the effect of bicycling on balance and leg strength among older adults. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013.
<https://doi.org/10.1155/2013/686412>
- Ryan, J., Svensson, H., Rosenkvist, J., Schmidt, S. M., & Wretstrand, A. (2016). Cycling and cycling cessation in later life: Findings from the city of Malmö. *Journal of Transport & Health*, 3(1), 38–47.
<https://doi.org/10.1016/J.JTH.2016.01.002>
- Sakurai, R., Kawai, H., Yoshida, H., Fukaya, T., Suzuki, H., Kim, H., Hirano, H., Ihara, K., Obuchi, S., & Fujiwara, Y. (2016). Can you ride a bicycle? The ability to ride a bicycle prevents reduced social function in older adults with mobility limitation. *Journal of Epidemiology*, 26(6), 307–314.
<https://doi.org/10.2188/jea.JE20150017>
- Scheiman, S., Moghaddas, H. S., Björnstig, U., Bylund, P. O., & Saveman, B. I. (2010). Bicycle injury events among older adults in Northern Sweden: A 10-year population based study. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 758–763. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2009.11.005>
- Schepers, P., de Geus, B., van Cauwenberg, J., Ampe, T., & Engbers, C. (2020). The perception of bicycle crashes with and without motor vehicles: Which crash types do older and middle-aged cyclists fear most? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 71, 157–167.
<https://doi.org/10.1016/J.TRF.2020.03.021>
- Selander, H., Dukic Willstrand, T., Henriksson, P., Neergaard, K., & Wennberg, H. (2018). *Säker mobilitet på cykel för ett hållbart åldrande*. *Säker mobilitet på cykel för ett hållbart åldrande*.
- Siren, A. (2021). Beyond Accessibility: Transport Systems as a Societal Structure Supporting Inclusion in Late-Life. In K. Walsh, T. Scharf, S. Van Regnmortel, & A. Wanka (Eds.), *Social Exclusion in Later Life. Interdisciplinary and Policy Perspectives* (pp. 327–338). https://doi.org/10.1007/978-3-030-51406-8_25

- Siren, A., Hjorthol, R., & Levin, L. (2014). Different types of out-of-home activities and well-being amongst urban residing old persons with mobility impediments. *Journal of Transport & Health*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.11.004>
- Twisk, D. A. M., Platteel, S., & Lovegrove, G. R. (2017). An experiment on rider stability while mounting: Comparing middle-aged and elderly cyclists on pedelecs and conventional bicycles. *Accident Analysis & Prevention*, 105, 109–116. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2017.01.004>
- Valtonen, J. (2017). *Polkupyöräilijän kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet vuosina 2011 – 2015*. Liikenneturvan selvityksiä 3/2017. https://www.liikenneturva.fi/app/uploads/2021/09/polkupyorailijan_kuolemaan_johtaneet_onnettomuudet_liikenneturvan_selvityksia_322017_id_18826.pdf
- van Cauwenberg, J., Clarys, P., De Bourdeaudhuij, I., Ghekiere, A., de Geus, B., Owen, N., & Deforche, B. (2018). Environmental influences on older adults' transportation cycling experiences: A study using bike-along interviews. *Landscape and Urban Planning*, 169, 37–46. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2017.08.003>
- van Cauwenberg, J., de Bourdeaudhuij, I., Clarys, P., de Geus, B., & Deforche, B. (2018). Older E-bike Users: Demographic, Health, Mobility Characteristics, and Cycling Levels. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(9), 1780–1789. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001638>
- van Cauwenberg, J., De Bourdeaudhuij, I., Clarys, P., de Geus, B., & Deforche, B. (2019). E-bikes among older adults: benefits, disadvantages, usage and crash characteristics. *Transportation*, 46(6), 2151–2172. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9919-y>
- van Cauwenberg, J., de Geus, B., & Deforche, B. (2018). Cycling for Transport Among Older Adults: Health Benefits, Prevalence, Determinants, Injuries and the Potential of E-bikes. In A. L. Curl & C. Musselwhite (Eds.), *Geographies of Transport and Ageing* (pp. 133–151). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76360-6_6
- van Cauwenberg, J., Schepers, P., Deforche, B., & de Geus, B. (2019). Differences in life space area between older non-cyclists, conventional cyclists and e-bikers. *Journal of Transport & Health*, 14, 100605. <https://doi.org/10.1016/J.JTH.2019.100605>
- Vlakveld, W. P., Twisk, D., Christoph, M., Boele, M., Sikkema, R., Remy, R., & Schwab, A. L. (2015). Speed choice and mental workload of elderly cyclists on e-bikes in simple and complex traffic situations: A field experiment. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 97–106. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2014.10.018>
- Waard, D. De, Lambers, A. A. A., & Brookhuis, K. A. (2016). Crossing time of older cyclists at signalised junctions. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1504/IJHFE.2016.076561>
- Westerhuis, F., Engbers, C., Dubbeldam, R., & Rietman, H. (2021). Enlightening cyclists: an evaluation study of a bicycle light communication system aimed to support older cyclists in traffic interactions. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 8(3), 1. <https://doi.org/10.1504/ijhfe.2021.10040965>
- Westerhuis, F., Fuermaier, A. B. M., Brookhuis, K. A., & de Waard, D. (2020). Cycling on the edge: the effects of edge lines, slanted kerbstones, shoulder, and edge strips on cycling behaviour of cyclists older than 50 years. *Ergonomics*, 63(6), 769–786. <https://doi.org/10.1080/00140139.2020.1755058>

- Winters, M., Sims-Gould, J., Franke, T., & McKay, H. (2015). "I grew up on a bike": Cycling and older adults. *Journal of Transport & Health*, 2(1), 58–67. <https://doi.org/10.1016/J.JTH.2014.06.001>
- Zander, A., Passmore, E., Mason, C., & Rissel, C. (2013). Joy, exercise, enjoyment, getting out: A qualitative study of older people's experience of cycling in Sydney, Australia. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/547453>