

Elinympäristön vihreys ja lapsuudenaikainen ylipaino: kirjallisuuskatsaus

OTTO SOVA

Elinympäristön vihreys ja lapsuudenaikainen ylipaino: kirjallisuuskatsaus

Kliininen laitos

Turun Yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta

Vastuhenkilö: Dosentti Hanna Lagström

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli perehtyä tuoreimpaan kirjallisuuteen ja tutkimustuloksiin liittyen elinympäristön vihreyden ja lapsuudenaikaisen ylipainon väliin yhteyteen. Lisäksi tarkoituksena on vertailla eri tutkimuksista saatuja tuloksia ja analysoida, millä mekanismeilla elinympäristön vihreys saattaa vaikuttaa lapsuudenaikaisen ylipainon kehittymiseen. Tämän kirjallisuuskatsauksen lähteinä on käytetty tutkimuksia ja kirjallisuuskatsauksia Pubmed- ja Web of Science -tietokannoista.

Kirjallisuuskatsauksessa käsitellään ensimmäiseksi elinympäristön vihreyden mittareita, joista tärkein on NDVI. Osassa tutkimuksia vihreyttä on arvioitu karttatietokannoista saadun datan avulla. Lapsuudenaikaiselle ylipainoisuudelle tai lihavuudelle ei ole yhtä selkeää kansainvälistä standardia, vaan kirjallisuudessa käytetään useita eri määritelmiä lapsuudenaikaiselle ylipainolle sekä lihavuudelle.

Tähän kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset olivat laadultaan ja menetelmiltään hyvin vaihtelevia. Tämän takia myös tulokset olivat heterogeenisiä. Suurin osa tutkimuksista kuitenkin löysi negatiivisen korrelaation elinympäristön vihreyden ja lapsuudenaikaisen painoindeksin ja ylipainon tai lihavuuden esiintyvyyden välillä. Vain yksi tutkimus löysi positiivisen korrelaation vihreyden ja lihavuuden välillä. Suurimmassa osassa tutkimuksia kasvanut vihreyden määrä oli yhteydessä 5–20 % vähentyneeseen ylipainon tai lihavuuden todennäköisyyteen. Mekanismeista, joiden kautta vihreys vaikuttaa ylipainoisuuteen, on niukasti tutkimusnäyttöä. Tähän kirjallisuuskatsaukseen valikoituneet tutkimukset antoivat eriäviä tuloksia sille, että vihreys merkittävässä määrin lisää lasten fyysistä aktiivisuutta ja tätä kautta ylipainoa. Osa vihreyden yliapainoisuutta alentavasta vaikutuksesta selittyy kasvillisuuden ilmansaasteita vähentävällä vaikutuksella.

Koska tulokset lapsuudenaikaisen ylipainon ja elinympäristön vihreyden ovat osin eriäviä, tarvitaan laadukkaita tutkimuksia aiheesta lisää. Suoraa kausaalista yhteyttä on vaikea osoittaa, sillä tutkimusten keskeisenä ongelmana on sekoittavien tekijöiden riittävä huomioon ottaminen. Lisäksi vihreyden ylipainoa vähentävä vaikutus ei ole erityisen merkittävä, joten uusien tutkimusten otoskokojen tulisi olla suuria. Lisäksi eriävistä tuloksista voi päätellä, että saadut tutkimustulokset eivät välttämättä ole yleistettävissä, vaan aluekohtaista vaihtelua saattaa olla merkittävässä määrin.

Sisällys

1. Johdanto	1
1.1. Elinympäristön vihreys	1
1.1.1. NDVI elinympäristön vihreyden mittarina	1
1.1.2. Muut vihreyttä kuvaavat mittarit	2
1.1.3. Vihreyden terveysvaikutukset	2
1.2. Lapsuudenaikainen ylipaino	2
1.2.1. Lasten ylipainoisuuden mittarit kansainvälisessä kirjallisuudessa	3
1.2.2. Lasten kasvun seuranta Suomessa	3
1.2.3. Lapsuudenaikaisen ylipainon kehittyminen	3
1.2.4. Lapsuudenaikaisen ylipainon ympäristölliset riskitekijät	5
1.2.5. Lapsuudenaikaisen ylipainon seuraukset	6
2. Menetelmät	8
2.1. Aineiston hankkiminen	8
2.2. Aineisto	9
3. Tulokset	10
3.1. Pitkittäistutkimukset	13
3.1.1. Pitkittäistutkimukset, joissa tiedot vihreydestä saatiin tietokannoista	13
3.1.2. Pitkittäistutkimukset, joissa NDVI oli tutkittavana ympäristömuuttujana	14
3.2. Poikkileikkaustutkimukset	17
3.2.1. Poikkileikkaustutkimukset, joissa tiedot vihreydestä saatiin tietokannoista	17
3.2.2. Poikkileikkaustutkimukset, joissa NDVI oli tutkittavana ympäristömuuttujana	18
3.3. Mekanismit, joiden kautta vihreys vaikuttaa lapsuudenaikaiseen ylipainoon	20
3.3.1. Liikunnan määrä	23
3.3.2. Ilmansaasteet	24
4. Pohdinta	26
4.1. Keskeiset löydökset	26
4.2. Vertailu aikaisempiin kirjallisuuskatsauksiin	27
5. Johtopäätökset	28

1. Johdanto

Lapsuudenaikaisen ylipainon ja lihavuuden lisääntyminen on kasvava uhka kansanterveydelle (Smith, Fu ja Kobayashi 2020). Maailmanlaajuisesti vuonna 2020 39 miljoonaa alle 5-vuotiaista oli ylipainoisia tai lihavia ja 5–19-vuotiaista 150 miljoonaa. Näiden lukujen odotetaan kasvavan 40 ja 250 miljoonaan vuoteen 2030 mennessä. (Ling ym. 2023.) Suomessa vuonna 2021 2–16-vuotiaista pojista ylipainoisia (ml. lihavuus) oli 29 % ja tytöistä 19 %. Suuntaus on edelleen kasvava, sillä vuonna 2014 vastaavat luvut olivat 25 % ja 16 %. (Vuorenmaa, Mäki ja Kauppala.) Tutkimusta siitä, miten ympäristö vaikuttaa ylipainon ja lihavuuden kehittymiseen (ns. obesogeeninen ympäristö), on viime vuosina tehty runsaasti, jotta tähän kansanterveydellisesti merkittävään ongelmaan voitaisiin puuttua. Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää tuoreinta tutkimusnäyttöä siitä, miten vihreys ympäristömuuttujana on yhteydessä lasten ja nuorten ylipainoisuuteen ja lihavuuteen, sekä pohtia, millä mekanismeilla mahdollinen vaikutus välittyy.

1.1. Elinympäristön vihreys

1.1.1. NDVI elinympäristön vihreyden mittarina

Vihreydellä tarkoitetaan kasvillisuuden määrää tietyllä maantieteellisellä alueella. Asuinalueiden ja elinympäristöjen vihreyden mittaamiseen voidaan käyttää useita eri mittareita. Yksi keskeisimmistä on normalisoitu kasvillisuusindeksi eli NDVI (normalized difference vegetation index), joka lasketaan satelliittikuvista havaitun maa-alueen heijastaman näkyvän punaisen valon (visible red light, VISR) ja lähellä infrapunaista olevan valon (near-infrared light, NIR) suhteesta. NDVI lasketaan seuraavaa kaavaa käyttäen:

$$NDVI = (NIR - VISR) / (NIR + VISR)$$

NDVI saa yksiköttömiä arvoja -1 ja 1 väliltä, lähellä -1 olevat arvot kertovat alueen olevan vesistöä, lähellä nollaa olevat arvot merkitsevät kasvitonta aluetta ja lähellä yhtä olevat arvot kasvillisuutta. Mittaustapa perustuu siihen, että lehtivihreä absorboi näkyvää punaista valoa (630–690 nm) ja heijastaa lähellä infrapunaista olevaa valoa (760–900 nm). (Melo ym. 2021) Tyypillisesti tutkimuksissa käytetään

ympyrän muotoisia puskurivyöhykkeitä tietyn matkan päässä kotiosoitteesta tai koulusta, joiden avulla asuinpaikalle tai koulun alueelle voidaan laskea NDVI. (Jia, Cao, ym. 2021.)

1.1.2. Muut vihreyttä kuvaavat mittarit

Toinen tapa mitata vihreyttä voidaan mitata etsimällä maankäyttöä kuvaavista tietokannoista tietoa maankäytöstä eri alueilla. Myös tällä tavoin saadaan luotettavaa tietoa elinympäristön vihreydestä, joskin maankäyttö ei välttämättä kuvaa kasvillisuutta, joka ei esiinny viheralueilla tai metsissä, vaan ennemminkin vihreiden alueiden määrää. Kuitenkin voidaan olettaa, että vihreiden alueiden määrällä on voimakas yhteys kasvillisuuden kokonaismäärään. Mitattavana ympäristömuuttujana voidaan käyttää myös etäisyyttä lähimpään viheralueeseen, joka kuvaa viheralueiden saavutettavuutta. (Jia, Cao, ym. 2021) NDVI:n pohjalta on kehitetty muitakin mittareita kuvaamaan asuinalueiden vihreyttä, kuten SAVI eli soil adjusted vegetation index, jonka laskentakaava sisältää korjauskertoimen, jotta maanpinnan heijastavuus tulee otettua huomioon. (Bao ym. 2021.)

1.1.3. Vihreyden terveysvaikutukset

Vihreyden vaikutuksista terveyteen on runsaasti näyttöä. Vihreydelle altistumisen on todettu vähentävän koettua stressiä ja parantavan unenlaatua aikuisilla (Jimenez ym. 2021). Koska unenlaadun ja stressin tiedetään vaikuttavan painon kehitykseen voivat ne olla yksi mahdollisista mekanismeista, joilla vihreys saattaa vähentää ylipainon ja lihavuuden esiintyvyyttä lapsilla. (Lee ja Cho 2022; Tomiyama 2019.) Tämän lisäksi vihreydelle altistuminen saattaa lisätä fyysisen aktiivisuuden määrää sekä lapsilla että aikuisilla (Fong, Hart ja James 2018). Fyysisellä aktiivisuudella on lihavuudelta suojaava vaikutus. Lisäksi vihreyden on havaittu olevan yhteydessä parempaan mielenterveyteen, joka voi osaltaan vaikuttaa painon muuttumiseen, vaikka vaikutus onkin epäsuora (Gascon ym. 2015). Edellä mainittujen lisäksi vihreydellä on myös paljon muita positiivisia terveysvaikutuksia esimerkiksi verenpaineen aleneminen ja kuolleisuuden lasku. (Fong, Hart ja James 2018.)

1.2. Lapsuudenaikainen ylipaino ja lihavuus

1.2.1. Lasten ylipainoisuuden mittarit kansainvälisessä kirjallisuudessa

Aikuisilla ylipainoisuuden arvioinnissa useimmin käytetty mittari on painoindeksi eli BMI (body mass index), joka ylittää arvon 25, ja lihavuuden rajana pidetään painoindeksiä, jonka arvo on yli 30. Yksinkertaisuuden vuoksi tässä kirjallisuuskatsauksessa käytetään sanaa ”ylipaino” tästä eteenpäin viittamaan ylipainoisuuteen sisältäen myös lihavuuden. Painoindeksi lasketaan jakamalla paino kilogrammoina pituuden neliöllä metreinä. Koska lasten kehojen mittasuhteet muuttuvat kasvun myötä, ei painoindeksiä voida käyttää ylipainoisuuden arvioinnissa sellaisenaan. Tämän takia lapsien ylipainoisuuden arvioinnissa käytetään ISO-BMI:tä (kansainvälisessä kirjallisuudessa BMI:n z-score tai zBMI), joka kuvaa, kuinka monta keskihajontaa lapsi poikkeaa samaa sukupuolta edustavien ja saman ikäisten lasten keskiarvosta (Tyson and Frank 2018). WHO suosittaa raja-arvoiksi yhden keskihajonnan poikkeamaa ylipainolle ja kahden keskihajonnan poikkeamaa lihavuudelle (Cole ym. 2000). Tätä ylipainoisuuden määritelmää käytetään useissa tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa.

Yhdysvaltalaisissa lähteissä ylipainon rajana käytetään usein 85. persentiiliä ja lihavuuden 95. persentiiliä. (Cole ym. 2000.) Tilastot, joihin lapsen painoa verrataan ja joihin ISO-BMI perustuu, vaihtelevat maittain. IOTF (International Obesity Taskforce) suosittaa kuitenkin kansainvälistä standardia, joka perustuu kansainvälisesti kerättyyn dataan eri ikäisten lasten painoindekseistä. (Cole ja Lobstein 2012.) Siitä huolimatta, että painoindeksi ei mittaa kehon rasvan määrää suoraan, eikä täten välttämättä korreloi aina ylipainoisuuden terveysvaikutusten kanssa, on se silti käytetyin mittari ylipainoisuuden arvioinnissa (Tyson ja Frank 2018), ja kaikki tämän kirjallisuuskatsauksen artikkelit käyttävät ensisijaisesti sitä ylipainon määrittämiseen, sillä se antaa populaatiotasolla riittävän tarkan kuvan rasvakudoksen määrästä.

1.2.2. Lasten kasvun seuranta Suomessa

Suomessa lasten ylipainoisuutta arvioidaan ISO-BMI:n perusteella, joka kertoo, mikä lapsen painoindeksi olisi, jos se pysyisi samalla tasolla saman ikäisiin ja samaa sukupuolta edustaviin lapsiin. Suomessa, kuten muissakin maissa, ISO-BMI perustuu kansalliseen aineistoon, joten standardit vaihtelevat

maittain (Saari ym. 2011). ISO-BMI:tä käytetään 2–18-vuotiailla lapsilla, kun taas alle 2-vuotiailla puolestaan mahdollista ylipainoisuutta arvioidaan pituuspainolla. Tämä luku ilmoittaa painon prosentuaalisen poikkeaman samaa sukupuolta olevien ja samanikäisten lasten keskipainosta. Lasten ylipainoisuutta voidaan arvioida myös vyötärönympäryksen ja pituuden suhteen avulla. Vyötärönympäryksen suhdetta pituuteen pidetään normaalina, jos se on alle 0,5. (Lihavuus (lapset, nuoret ja aikuiset): Käypä hoito -suositus 2023)

1.2.3. Lapsuudenaikaisen ylipainon kehittyminen

Ylipainoisuus johtuu kehon kerääntyneen rasvakudoksen määrästä. Ihmiskeho varastoi ylimääräistä ruoasta saatavaa energiaa rasvakudokseen. Ylipainoisuus johtuu siten kulutetun ja syödyn energian välisestä epätasapainosta. Muiden riskitekijöiden vaikutukset välittyvät näiden mekanismin kautta. Riskitekijöitä voidaan jaotella esimerkiksi perinnöllisiin, psykologisiin, käytökseen liittyviin, ympäristöllisiin ja biologisiin riskitekijöihin. (Lee ja Yoon 2018.)

Ylipainoisuudelle on tunnistettu useita perinnöllisiä riskitekijöitä. Perinnöllisten riskitekijöiden vaikutus välittyy useiden eri geenien yhteisvaikutuksesta, joskin on olemassa myös yksittäisiä geenialleeleja, jotka johtavat ylipainoisuuteen, joskin nämä ovat harvinaisia. Geenit vaikuttavat esimerkiksi metaboliiseen fenotyyppiin, fyysisen aktiivisuuden määrään, makroravinteiden syömiseen ja syömisen hillintään. Vanhempien korkean painoindeksin tiedetään olevan tärkein yksittäinen riskitekijä lapsuudenaikaisen ylipainoisuuden kehittymiselle, ja tämä vaikutus selittyy suurimmilta osin geenien vaikutuksella. Kaksoistutkimuksissa lihavuuden periytyvyyden on kaksostutkimuksissa havaittu olevan 0,6–0,9. (Hebebrand ja Hinney 2009.)

Pääasialliset käyttäytymiseen liittyvät riskitekijät liittyvät liikunnan määrään, ruoan määrään, laatuun sekä ateriarytmiin, sekä unen määrään. Ylipainoon liitettyjä ruokia ovat sokeripitoiset juomat, energiapitoiset välipalat ja pikaruoka. Tätä vastoin hedelmien ja kasvien syöminen ja runsas kuidun saanti on yhteydessä pienempään painoindeksiin. Säännöllinen ateriarytmi ja aamupalan syöminen suojaavat ylipainolta, kun taas epäsäännöllinen ateriarytmi on yhteydessä painon kasvuun. (Huang ja Qi 2015.) Uniongelmat altistavat voimakkaasti lihavuudelle, ja ne moninkertaistavat lihavuuden riskin lapsilla (Taveras ym. 2014). Tämän kirjallisuuskatsauksen kannalta keskeisin käyttäytymiseen liittyvä

riskitekijä on vähäinen liikunnan määrä, sillä viheralueet saattavat lisätä fyysistä aktiivisuutta ja täten alentaa painoindeksiä ja vähentää ylipainon esiintyvyyttä. Fyysisen aktiivisuuden tiedetään vähentävän ylipainoisuuden todennäköisyyttä lapsilla.

Alhaisen sosioekonomisen aseman tiedetään olevan yhteydessä lihomiseen, sillä se vaikuttaa monen eri tekijän kautta lapsen hyvinvointiin ja painoon. Sosioekonomisen statuksen mittareista vanhempien, erityisesti äidin, koulutustasolla on voimakkain yhteys lihavuuteen, kun taas tulotasolla on vähäisempi merkitys. (Zhang ym. 2021). Tämän kirjallisuuskatsauksen kannalta tämä on oleellista. Sosioekonominen status nimittäin sekoittaa tuloksia vihreyden suhteen, koska hyvätuloiset ihmiset saattavat asua vihreämmillä alueilla.

1.2.4. Lapsuudenaikaisen ylipainon ympäristölliset riskitekijät

Ylipainoisuuteen vaikuttavat ympäristölliset riskitekijät vaikuttavat ruoasta saatavan energian määrään ja fyysisen aktiivisuuteen ja tätä kautta painoindeksiin ja rasvakudoksen määrään elimistössä. Ympäristömuuttujien kausaaliset suhteet ylipainon ovat usein monimutkaisia, johtuen siitä, että ne vaikuttavat muiden riskitekijöiden kautta. Syödyn ruoan määrään mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä ovat pikaruokaravintoloiden, muiden ravintoloiden ja ruokakauppojen määrä lapsen elinympäristössä. Pikaruokaravintoloiden korkean määrän alueella lisää ylipainon esiintyvyyttä, koska pikaruoka on energiapitoista ja helposti syötävää. (Williams ym. 2014.) Ruokakauppojen määrän on puolestaan ajateltu vähentävän ylipainoisuuden esiintyvyyttä edistämällä terveellisen ruoan saatavuutta. Kuitenkin tutkimustulokset ovat olleet osittain ristiriitaisia. (Dixon ym. 2021.)

Liikunnan määrään oletetusti vaikuttavia ympäristömuuttujia ovat katujen välisten yhteyksien määrä, joka muuttujana kuvaa asuinalueen käveltävyyttä ja saattaa täten olla yhteydessä pienempään painoindeksiin ja vähäisempään ylipainoisuuden esiintyvyyteen. Tämä yhteys on kuitenkin havaittu vain osassa tutkimuksia, suurin osa tutkimuksista ei ole pystynyt osoittamaan yhteyttä painoindeksiin. (Jia, Zou, ym. 2021.)

Toinen liikunnan määrään mahdollisesti vaikuttava tekijä on ympäristön vihreys, johon tämä kirjallisuuskatsaus keskittyy. Vihreydellä tiedetään olevan monenlaisia vaikutuksia terveyteen, joten se vaikuttaa lihavuuteenkin monen eri mekanismin välityksellä. (Twohig-Bennett ja Jones 2018.)

Lasten sosiaalisen asuinympäristön vaikutusta on pyritty tutkimaan esimerkiksi vertailemalla asuinalueen rikollisuustilastoja ylipainoisten lasten määrään alueella. Rikollisuus vaikuttaisi lisäävän lapsuudenaikaisen ylipainon riskiä. Yhteyttä tekijöinä ovat esimerkiksi vähentynyt fyysisen aktiivisuus, koska ulkoilua pidetään vaarallisena ja toisaalta lisääntynyt stressin määrä, jonka tiedetään johtavan lihomiseen. (Suglia ym. 2016; Theall ym. 2019)

1.2.5. Lapsuudenaikaisen ylipainon seuraukset

Lapsuudenaikainen ylipaino on yhteydessä moniin terveydellisiin ongelmiin jo lapsuusiällä, mutta suurin osa liitännäissairauksista ilmenee vasta aikuisena. Jo lapsuudessa mahdollisesti esille tulevana ongelmina ovat psykologiset haittavaikutukset, jotka osittain johtuvat ylipainoon liitetystä stigmasta, kuten masennus ja heikentynyt suoriutuminen koulussa. Lisäksi lihavilla lapsilla voi ilmetä tuki- ja liikuntaelimistön ongelmia, kuten liikkumisen vaikeutta, kasvanut riski luunmurtumille ja nivelkipuja. Muita mahdollisesti jo lapsuusiällä ilmeneviä haittavaikutuksia ovat kasvanut riski sairastua astmaan, maksan rasvoittuminen ja insuliiniresistenssi, joka usein kehittyy diabetekseksi. (Morales Camacho ym. 2019.)

Valtaosa metabolisista ja kardiovaskulaarisista liitännäissairauksista tulee ilmi vasta aikuisiällä, ja erityisesti nuoruusiän aikainen lihavuus korreloi aikuisiän liitännäissairauksien ilmenemisen kanssa. Osittain tämä johtuu siitä, että lapsuuden ja nuoruuden ylipainoisuus korreloi voimakkaasti aikuisiän ylipainoisuuden kanssa. Voimakkain yhteys lapsuudenaikaisella ylipainolla on tyyppin 2 diabeteksen kanssa, jonka riskiä lapsuudenaikainen lihavuus lisää noin 80 %. Lisäksi lapsuudenaikainen lihavuus lisää sepelvaltimotaudin riskiä noin 15 %. Nuoruudenaikainen lihavuus lisää sekä sepelvaltimotaudin, että verenpainetaudin riskiä noin 30 %. Aivoinfarktien ja syöpien osalta näyttö on heikompaa, mutta tutkimustulokset viittaavat siihen suuntaan, että lapsuudenaikaisella lihavuudella olisi näitä lisäävä vaikutus. (Llewellyn ym. 2016) Aikuisilla näyttöä lihavuuden yhteydestä erityisesti ruoansulatuselimistön ja naisilla hormonille herkkien elinten syöpiin on olemassa (Avgerinos ym. 2019). Lapsuudenaikainen lihavuus on merkittävä aikuisiän lihavuutta ennustava tekijä, sillä 55 % lihavista lapsista on lihavia vielä aikuisiässä. Nuoruudenaikaiselle lihavuudelle vastaava luku on peräti 80 % (Simmonds ym. 2016), joten näiden lukujen valossa on todennäköistä, että lapsuus/nuoruusiän lihavuudella on jotain tekemistä aikuisiän syöpäriskin kanssa.

Tuki- ja liikuntaeläimistön liitännäissairauksien osalta näyttöä lapsuudenaikaisen lihavuuden vaikutuksista on niukasti. Kuitenkin aikuisilla lihavuuden tiedetään moninkertaistavan kroonisen selkävun todennäköisyyden. Lihavuus lisää osteoartriitin riskiä merkittävästi ja lihavilla aikuisilla tehdään tekonivelleikkauksia jopa 4 kertaa enemmän kuin normaalipainoisilla. (Guh. 2009.)

Ylipäättään lihavuus on merkittävänä riskitekijänä monessa sairaudessa, ja aikuisiän lihavuus, jota lapsuudenaikainen lihavuus usein johtaa, on yhteydessä merkittävästi lyhentyneeseen elinajanodotteen. 40-vuotiaitten lihaviin naisten elinajanodote on 7,2 vuotta lyhyempi kuin normaalipainoisten ja miehille vastaava luku 6,7 vuotta. (Peeters ym. 2003.) Sen lisäksi, että lihavuus lyhentää elinikää, se myös huonontaa elämänlaatua, joskin asia on sikäli sukupuolittunut, että lihavuus huonontaa naisten koettua elämänlaatua enemmän kuin miesten (Kolotkin, Meter, and Williams 2001).

2. Menetelmät

2.1. Aineiston hankkiminen

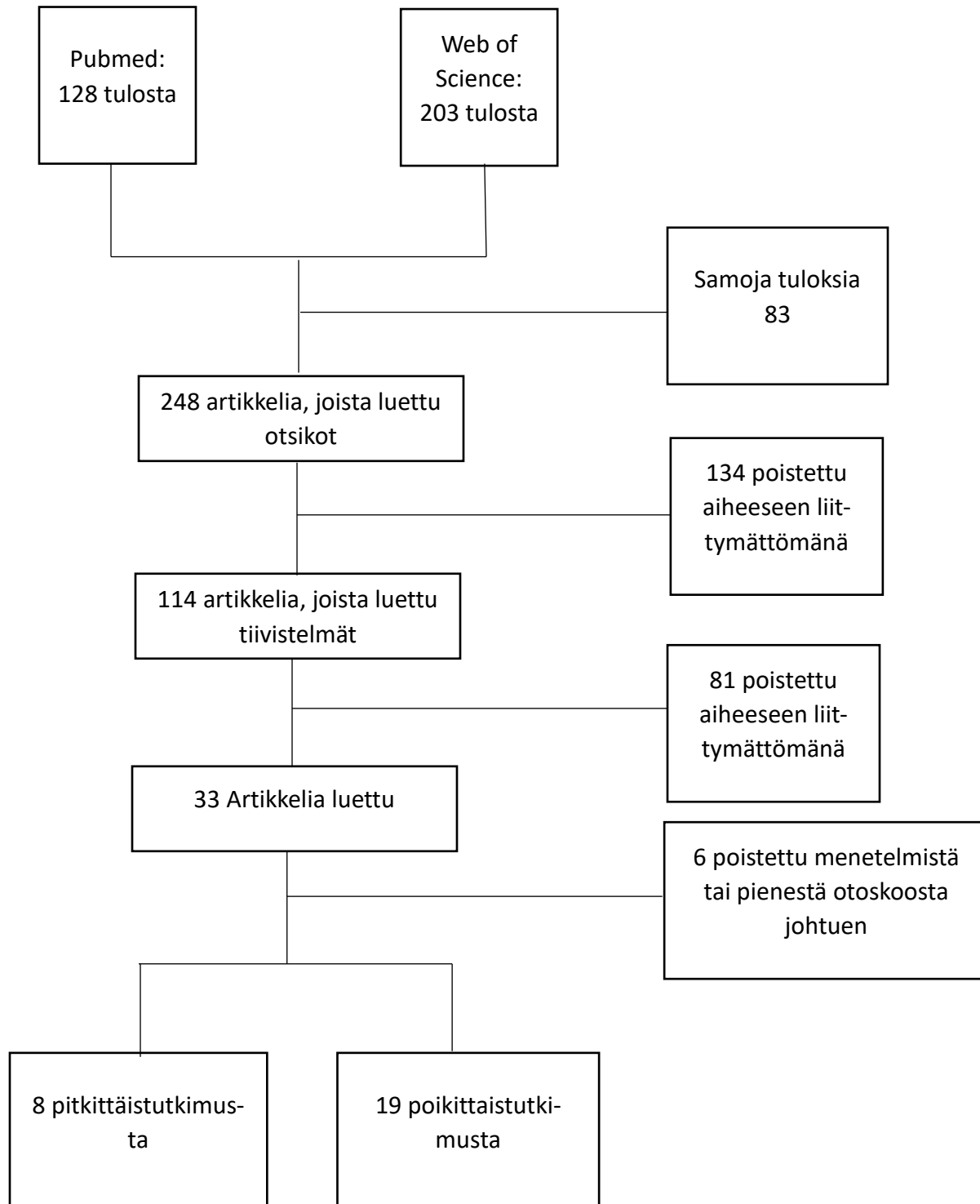
Katsauksessa keskityttiin tutkimusartikkeleihin, kirjallisuuskatsauksiin ja meta-analyyseyihin, jotka käsittelevät elinympäristön vihreyttä mitattuna NDVI:llä tai vastaavalla mittarilla. Tutkimuksia lasten ylipainon yhteydestä elinympäristön vihreyteen haettiin sekä Pubmedistä, että Web of Sciencestä. Pubmedissä käytetty hakulauseke on esitetty alla olevassa taulukossa. Koska Web of Science ei tue Mesh-termejä, niitä ei ollut sisällytetty Web of Sciencessä käytettyyn hakulausekkeeseen. Koska tässä kirjallisuuskatsauksessa keskityttiin uusimpiin tutkimustuloksiin, tuloksia haettiin vain viimeisen 10 vuoden ajalta.

Taulukko 1. Kirjallisuuskatsauksessa käytetty hakulauseke Pubmedissa

1. ("Adolescent" (Mesh) OR "Child" (Mesh))
2. ("childhood" OR "child" OR "adolescen*" OR "teen*" OR "youth*")
3. #1 OR #2
4. ("obesity" (Mesh) OR "Overweight" (Mesh))
5. ("obesity" OR "overweight")
6. #4 OR #5
7. ("greenness" OR "recreational park*" OR "community park*" OR "green space*" OR "greenspace*")
8. "Parks, Recreational"[Mesh]
9. #7 OR 8#
10. #3 AND #6 AND #9

2.2. Aineisto

Hakulausekkeella Pubmedista tuloksia tuli 128, ja Web of Sciencesta 203. Alla olevassa kaaviossa on kuvattu tähän kirjallisuuskatsaukseen soveltuvien artikkeleiden valitsemisprosessi.



3. Tulokset

3.1. Pitkittäistutkimukset

3.1.1. Pitkittäistutkimukset, joissa tiedot vihreydestä saatiin tietokannoista

Australialaisessa pitkittäistutkimuksessa (Sanders ym. 2015a) tutkittiin 6–13-vuotiaita lapsia ja heidän pituutensa ja painonsa mitattiin kahden vuoden välein. Osallistujia oli 4423. Tieto vihreydestä kerättiin alueittain. Alueet olivat sen kokoisia, että yhdellä asui noin 3000–25000 asukasta. Alueet luokiteltiin vihreiden alueiden mukaan luokkiin 0–5, 6–10, 11–20, 20–30, 31–40 ja yli 40 % vihreitä alueita. Data vihreistä alueista kerättiin vuonna 2006, joten muutoksia ei voitu ottaa huomioon. Tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä painoindeksiin ja vihreyden välillä itsessään, mutta vihreämmillä alueilla asuvien lasten, erityisesti poikien, painoindeksit kasvoivat hitaammin. Tyttöillä vastaavaa ilmiötä ei havaittu, kun kontrolloitiin vanhempien tulotason ja äidin koulutustason suhteen. Lisäksi Sanders ym. selvittivät, onko lihavuuden mittaustavalla mittaamalla samoilta lapsilta vyötärönympärykset ja suhteuttamalla ne pituuteen (Sanders ym. 2015b). Tulokset olivat samansuuntaisia, joskin havaittiin, että kaikkein vihreimmillä ja kaikkein vähiten vihreillä alueilla asuvilla pojilla vyötärönympärykset kasvoivat nopeammin kuin alueilla, jossa oli 6–39 % vihreyttä. Alueet olivat melko laajoja, eivätkä ne täten välttämättä kuvaa vihreydelle altistumista kovinkaan tarkasti.

Iso-Britanniassa toteutetussa pitkittäistutkimuksessa (van der Zwaard ym. 2018) tutkimuskohteena olivat 3–11-vuotiaat lapset. Mittaukset tehtiin 3, 5, 7, ja 11 vuoden ikäisinä. Vihreistä alueista saatiin tietoa maankäyttötietokannasta. Vihreyttä mitattiin alueittain, siten että yksi alue sisälsi keskimäärin 1500 asukasta ja käsitti 4 neliökilometriä. Aineisto kerättiin osana Millennium Cohort Study ja osallistujia oli 6001. Viheralueiden määrä ei ollut yhteydessä ylipainon esiintyvyyteen tai painoindeksiin, joskin puutarhojen määrä oli. Tämä vaikutus tosin oli hyvin pieni.

Pohjois-Saksan Kielissä tehty tutkimus (Gose ym. 2013) ei myöskään löytänyt yhteyttä lihavuuden ja tutkittavan ympäristömuuttujan, joka oli matka lähimpään viheralueeseen kotiosoitteesta, välillä. Lihavuuden määritelmä oli painoindeksiin 90. persentiili perustuen saksalaiseen aineistoon. Tutkimus

suoritettiin osana Kiel Obesity Prevention -tutkimusta. Tutkimukseen osallistui 2767 5–7-vuotiasta lasta, joista ainoastaan 485 pystyttiin tutkimaan uudelleen 9–11 vuoden ikäisenä. Otokoko jäi siis melko pieneksi, mikä osaltaan selittää nollatulosta.

3.1.2. Pitkittäistutkimukset, joissa NDVI oli tutkittavana ympäristömuuttujana

Chen ym. tutkivat NDVI:n yhteyttä lihavuuteen kiinalaisnuorilla. Aineisto analyysia varten saatiin kahdesta pitkittäistutkimuksesta. Toisessa osallistujat olivat 6–18-vuotiaita, ja heille tehtiin seuranta vuoden jälkeen ensimmäisestä kyselystä. Tämä tutkimus tehtiin seitsemän eri Kiinan provinssin alueella. Osallistujia tässä oli 23 732. Toinen oli Pekingissä ja Zhongshanissa toteutettu pitkittäistutkimus, jossa 6–18-vuotiaita seurattiin 14 vuoden ajan dynaamisesti niin, että ylipainoiset lapset tippuivat kohortista. Tässä kohortissa oli alun perin 1 649 076 osallistujaa. Lihavuuden määrittelyyn käytettiin IOTF:n suosittamia kansainvälisiä kasvukäyriä ja painoindeksin raja-arvoja (Cole ym. 2000). Vihreyden mittarina oli NDVI 1000 metrin säteellä koulusta. 0,1 yksikköä suurempi NDVI oli yhteydessä 12 % vähäisempään lihavuuteen (HR: 0,88; 95 % CI: 0,77–0,99) otoskooltaan pienemmän tutkimuksen mukaan ja otoskooltaan suuremman tutkimuksen mukaan lihavuuden esiintyvyyden väheneminen oli 18 % (HR 0,82 95 % CI: 0,81–0,82). Kuitenkaan sekoittavia tekijöitä ei kummassakaan tutkimuksessa otettu juurikaan huomioon, sillä näistä huomioitiin vain ikä, sukupuoli, pituus, paino ja kaupunki, joten esimerkiksi sosioekonomisen statuksen vaikutus oli jätetty huomioimatta. (Chen ym. 2022.) Todennäköisesti sekoittavat tekijät vaikuttivat merkittävästi, sillä vihreyden yhteys ylipainoisuuteen oli hyvin merkittävä, ja harvoissa kontrolloiduissa tutkimuksissa on havaittu vastaavaa. Toisaalta tutkimuksen vahvuutena oli, että se oli otoskooltaan suurempi kuin kaikki tämän kirjallisuuskatsauksen muut tutkimukset yhteensä.

Katalonian alueella Espanjassa tehty pitkittäistutkimus (de Bont ym. 2020) sisällytti tietoa 79992 lapselta ikävuosina 0–5. Lapsilta mitattiin pituus ja paino, jonka perusteella laskettiin z-pisteytys. Vihreyttä mitattiin NDVI:n avulla väestönlaskenta-alueittain. Väestönlaskenta-alueiden koon mediaani oli 0,12 km² ja väestöntiheyden mediaani 12857 henkilöä/km², joten kyseessä oli vastaavankokoinen alue kuin van der Zwaardin ym. tutkimuksessa. Vihreydellä havaittiin painoindeksiä alentava vaikutus, 0,1 yksikön nousu NDVI:ssä oli yhteydessä 0,011 pienempään painoindeksiin ikävuoteen 5 mennessä ($\beta = -0.011$, [95 %CI: -0.021, -0.002]) Mallissa oli otettu huomioon huono-osaisuuden indeksi, suku-

puoli ja kansallisuus, mutta kun kontrolloitiin väestötiheyden suhteen, tätä yhteyttä NDVI:n ja painoindeksin välillä ei havaittu. Toisaalta viheralueet saattavat vähentää väestötiheyttä, sillä vihreillä alueilla saattaa asua vähemmän ihmisiä. Joka tapauksessa tämän tutkimuksen mukaan vihreyden vaikutus painoindeksiin olisi pieni alle kouluikäisillä lapsilla.

Yhdysvaltalainen pitkittäistutkimus (Daniels ym. 2021) tutki 6–19-vuotiaita sairaalassa käyneitä lapsia, joista pääosa oli afroamerikkalaisia. Otokoko oli 51 873. Lihavuuden mittarina oli ISO-BMI ja ylipainoisuuden rajana oli 85. ja lihavuuden rajana 95. persentiili. Vihreyden mittarina oli NDVI 500 metrin säteellä kotiosoitteesta. Yhden keskihajonnan nousu vihreydessä aiheutti 0,017 vähäisemmän painoindeksin nousun vuotta kohti ($\beta = -0.017$; 95 % CI: (-0.023, -0.012)), kun lukema vakioitiin vakuutuksen myöntäjän (julkinen/yksityinen), naapuruston sosioekonomisen statuksen ja väestötiheyden mukaan. Tutkimuksessa ei kontrolloitu yksilökohtaisen sosioekonomisen statuksen suhteen, joskin vakuutuksenantaja korreloi sosioekonomisen statuksen kanssa.

Korona-aikana toteutetussa yhdysvaltalaislapsilla tehdyssä tutkimuksessa (Mayne ym. 2023) jossa osallistujia oli 81 418, mitattiin osallistujilta painoindeksi ennen pandemiaa vuonna 2019 ja pandemian aikana vuonna 2020. Tutkittavien lasten iän keskiarvo oli 8,4 vuotta. Väestönlaskenta-alueet jaettiin NDVI:llä mitatun vihreyden mukaan kvartiileihin. Väestönlaskenta-alueen koko on noin 4000 ihmistä. Tutkittavana muuttujana oli lihavuus, joka määriteltiin 95. persentiilin painoindeksiksi pohjautuen yhdysvaltalaiseen aineistoon. Ensimmäisessä mittauksessa lihavuuden esiintyvyys oli 14 % alhaisempi toiseksi vihreimmällä neljänneksellä asuvilla lapsilla ja 27 % alhaisempi vihreimmällä neljänneksellä asuvilla lapsilla verrattuna vähiten vihreällä neljänneksellä asuviin lapsiin. Lihavuuden ilmaantuvuuden riski oli 18 % (toiseksi vihrein neljännes) ja 27 % (vihrein neljännes) vähäisempi verrattuna vähiten vihreimpään neljännekseen, kun tutkittiin lapsia, jotka eivät olleet ensimmäisessä tutkimuksessa lihavia. Sekoittavina tekijöinä oli otettu huomioon ikä, sukupuoli, etnisyys. Tämän tutkimuksen rajoitteena oli sama kuin Daniels ym. tutkimuksessa, eli yksilökohtaisen sosioekonomisen statuksen vaikutusta ei ollut huomioitu.

Taulukko 1: Pitkittäistutkimusten tulokset koottuna

Tutkimus	Tutkittava ympäristömuutuja	Otoskoko	Vanhempien sosioekonominen status huomioitu sekoittavana tekijänä	Tutkittavien lasten iät (vuotta)	Yhteys ylipainon ja elinympäristön vihreyden välillä
Sanders ym. 2015	Vihreys maankäyttötietokannasta	4 423	Kyllä	6–13	Vihreämmillä alueilla asuvien poikien painoindeksit kasvoivat hitaammin
Sanders ym. 2015	Vihreys maankäyttötietokannasta	4 423	Kyllä	6–13	Vähiten vihreillä ja vihreimmillä alueilla asuvilla pojilla vyötärön ympärykset kasvoivat nopeimmin
van der Zwaard ym. 2018	Vihreys maankäyttötietokannasta	6 001	Kyllä	3–11	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä
Gose ym. 2013	Etäisyys lähimmälle vihreälle alueelle	485	Kyllä	9–11	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä
Chen ym. 2022	NDVI 1000 metrin säteellä koulusta	23 732	Ei	6–18	0,1 NDVI-yksikköä suurempi vihreys vähensi lihavuuden todennäköisyyttä 12 %
Chen ym. 2022	NDVI 1000 metrin säteellä koulusta	1 649 076	Ei	6–18	0,1 NDVI-yksikköä suurempi vihreys vähensi lihavuuden todennäköisyyttä 18 %
De Bont ym. 2020	NDVI väestönlaskenta-alueittain	79 992	Kyllä	0–5	0,1 NDVI-yksikköä suurempi vihreys oli yhteydessä 0,011 yksikköä pienempään painoindeksiin 5-vuotiailla
Daniels ym. 2021	NDVI 500 metrin säteellä kotiosoitteesta	51 874	Ei	6–19	0,017 alhaisempi painoindeksin nousu/vuosi yhtä keskihajonnan nousua vihreydessä kohti
Mayne ym. 2023	NDVI väestönlaskenta-alueittain	81 418	Ei	2–17	Lihavuuden ilmaantuvuus 27 % vähäisempi vihreimmällä neljännekselle verrattuna vähiten vihreällä neljänneksellä asuviin

3.2. Poikkileikkaustutkimukset

3.2.1. Poikkileikkaustutkimukset, joissa tiedot vihreydestä saatiin tietokannoista

Walesilaisessa Poikkileikkaustutkimuksessa (Beynon ym. 2021) tutkittiin 4–5-vuotiaita. Osallistujia oli 129 893, joten kyseessä on tämän kirjallisuuskatsauksen suurin Euroopassa toteutettu tutkimus. Vihreyttä mitattiin alueittain, alueet olivat vastaavia kuin van der Zwaard ym. tutkimuksessa, sillä data saatiin samasta tietokannasta. Lihavuuden rajana oli 95. persentiili pohjautuen vuoden 1990 britannialaisiin kasvukäyriin. Sekoittavina tekijöinä oli otettu huomioon huono-osaisuus, ruokavalio, fyysisen aktiivisuuden määrä, alhainen syntymäpaino ja rintaruokinta. Kvartiilivälin lisäys (2,25 % maatalasta) avointen tilojen (puistot, viheralueet yms.) määrässä olivat yhteydessä 2 % vähäisempään lihavuuden todennäköisyyteen (OR 0,981 95 % CI: 0,973–0,989).

Hieman pienemmässä, mutta muuten vastaavassa tutkimuksessa (Wilding ym. 2020) tutkittiin 14084 4–5-vuotiasta ja 5637 10–11-vuotiasta lasta Etelä-Englannissa. Tutkimuksessa käytetyt painoindeksit mitattiin terveystarkastuksissa. Yhden prosenttiyksikön lisäys vihreiden alueiden vähensi lihavuuden riskiä 0,3 % (RR 0,997, 95 % CI 0,995 - 0,999) 10–11-vuotiailla, mutta nuoremmilla lapsilla tilastollisesti merkitsevää lihavuuden riskin vähenemää ei havaittu. Tutkimus otti sekoittavina tekijöinä huomioon äidin suhdestatuksen, painoindeksin, iän, tupakoimisen, koulutuksen, ja etnisyyden sekä lapsen syntymäpainon.

Kolmannessa isobritannialaisessa tutkimuksessa (Schalkwijk ym. 2018) osallistujia oli vain 6467 ja he olivat mittaushetkellä 7-vuotiaita. Tutkimuksessa matalan sosioekonomisen statuksen omaavat lapset olivat ylliedustettuina. Lapset, joiden naapurusto kuului vähiten vihreään 30 prosenttiin, olivat 14 % suuremmalla todennäköisyydellä (OR 1,14, 95 % CI 1,02–1,27] ylipainoisia tai lihavia, kuin lapset, joiden naapurusto oli 30 vihreimmässä prosentissa. Lisäksi havaittiin, että vauraammilla alueilla vihreydellä oli enemmän merkitystä, kuin köyhemmillä.

Norjalaisessa poikkileikkaustutkimuksessa (Wilhelmsen ym. 2017) oli pääosin 15–16-vuotiaita osallistujia, ja heitä oli 15966. Vihreiden alueiden esiintyvyyttä tutkittiin koulujen ympäristössä yhden ja viiden kilometrin puskurivyöhykkeillä. Koulut jaoteltiin vihreyden mukaan viidesosiin. Vihreimmällä

alueella lapsuudenaikaisen ylipainon esiintyvyys oli 38 % suurempi kuin vähiten vihreillä alueilla (1,38 (95 % CI: 1,02–1,85)), kun käytettiin yhden kilometrin sädettä koulusta. Viiden kilometrin puskuri-
vyöhykkeellä vastaava luku oli peräti 101 % (OR 2,01 (95 % CI: 1,44–2,81)). Tutkimuksessa kontrolloitiin useita eri sekoittavia tekijöitä, joskaan sosioekonomista statusta ei huomioitu sekoittavana tekijänä. Tutkimus oli ainoa, joka löysi positiivisen korrelaation vihreyden ja lihavuuden välillä.

22678 lasta kattavassa Saksan Hannoverissa tehdyssä tutkimuksessa (Zhou ym. 2020) tutkittiin 4–8-vuotiaita lapsia. Tutkimuksessa havaittiin, että vihreiden alueiden määrä oli yhteydessä vähäisempään lihavuuden esiintyvyyteen, mutta ainoastaan lapsilla, joiden vanhemmat olivat matalasti koulutettuja, korkeasti koulutettujen vanhempien lapsilla yhteyttä ei havaittu. Toinen saksalaistutkimus ei havainnut yhteyttä lasten lihavuuden vihreyden välillä. Poulain ym. tutkivat poikkileikkaustutkimuksessaan 395 3–10-vuotiasta ja 405 10–19-vuotiasta. Tulos johtui tosin todennäköisesti pienestä otoskoosta.

Australian Victoriassa tehdyssä tutkimuksessa (Jacobs ym. 2021) oli 2144 8–13-vuotiasta osallistujaa. Tutkittavina muuttujina oli mm. mitattu painoindeksi ja vihreät alueet 1 km säteellä koulujen ympäristössä. Tässä analyysissä vihreydellä ei havaittu merkitsevää yhteyttä lihavuuteen (OR=1,03 95 % CI: 0,97–1,08), kun sekoittavina tekijänä otettiin huomioon koulujen alueen sosioekonominen status, oppilaiden ikä ja sukupuoli.

Jenkinin ym. uusiseelantilaisessa poikkileikkaustutkimuksessa osallistujia oli 4175 ja he olivat 2–14-vuotiaita. Tutkimuksessa käytettyinä alueina toimivat terveysministeriön määrittämät väestönlaskenta-alueet, joissa kussakin asui noin 2500 asukasta. Väestönlaskenta-alueet jaoteltiin viidesosiin vihreyden mukaan. Tässä tutkimuksessa yhteyttä vihreyden ja ylipainoisuuden välillä ei havaittu (OR 0,96 CI 95 % 0,88–1,04.) (Jenkin ym. 2015)

Lovasi ym. tutkivat 11562 esikouluikäistä lasta. Tutkittavana oli pääasiassa matalan sosioekonomisen statuksen omaavia lapsia. Tutkittavana ympäristömuuttujina muuttujana katujen ympärillä olevien puitten määrä ja puistot 400 metrin puskurilla postinumeroalueesta. Ylipainoisuuden rajana oli 85. persentiili ja lihavuuden 95. persentiili nojaten yhdysvaltalaisiin kasvukäyriin. Puistojen määrä ei korreloinut merkitsevästi lihavuuden kanssa, mutta kvartiilivälin lisäys katujen ympärillä olevissa puissa vähensi lihavuuden esiintyvyyttä 12 % (OR 0,88 95 % CI: 0,79–0,99). (Lovasi ym. 2013) Sekoittavina

tekijöinä oli otettu huomioon vain ikä, sukupuoli ja naapurustokohtaiset tekijät, joten on todennäköistä, että puuston yhteys lihavuuteen ei ole kausaalinen.

Eräässä tutkimuksessa (Paciência ym. 2021), jossa osallistujia oli 845, tutkittiin 7–12-vuotiaita Porton asukkaita. Tutkittavana ympäristömuuttujana oli vihreys koulujen ympäristössä 500 metrin säteellä, mittarina avointen alueiden pinta-ala. Karttadata hankittiin European Urban Atlaksesta. Tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei havaittu vihreyden ja lihavuuden esiintyvyyden tai kehonkoostumuksen välillä. Huomioon otetut sekoittavat tekijät olivat ikä, sukupuoli vanhempien koulutus, fyysinen aktiviteetti, energiansaanti ja astma. Näistä fyysisen aktiivisuuden määrä tosin saattaa olla lihavuuden esiintyvyyden määrää vähentävä tekijä, joka on riippuvainen viheralueiden määrästä.

Taulukko 2. Poikkileikkaustutkimusten, joissa tiedot saatiin karttatietokannoista, tulokset koottuna

Tutkimus	Tutkittava ympäristömuuttuja	Otoskoko	Vanhempien sosio-ekonominen status huomioitu sekoittavana tekijänä	Tutkittavien lasten iät (vuotta)	Yhteys lihavuuden ja elinympäristön vihreyden välillä
Beynon ym. 2021	Avointen tilojen määrä maankäyttötietokannasta alueittain	129 893	Kyllä	4–5	Kvartiilivälin (2,25 %) lisäys vihreässä maan- alassa vähensi lihavuuden todennäköisyyttä 2 %
Wilding ym. 2020	Vihreys maankäyttötietokannasta alueittain	14084 + 5637	Kyllä	4–5 ja 10–11	1 % lisää vihreää maan- pinta-alaa vähensi liha- vuuden riskiä 0,3 % 10–11-vuotiailla
Schalkwijk ym. 2018	Vihreys maankäyttötietokannasta alueittain	6467	Kyllä	7	Vähiten vihreillä alueilla asuvat lapset 14 % todennäköisemmin ylipainoisia kuin vih- reimmillä alueilla asu- vat, vaikutus suurempi vähän koulutettujen vanhempien lapsilla
Wilhelmsen ym. 2017	Vihreys 1000 ja 5000 metrin säteellä koulusta, data maankäyttötieto- kannasta	15 966	Ei	15–16	Vihreimmillä alueilla lasten ylipainoisuuden riski 38 % suurempi verrattuna kaikkein vähiten vihreisiin aluei- siin
Zhou ym. 2020	Vihreys maankäyttötieto- kannasta	22 678	Kyllä	4–8	Matalasti koulutettujen vanhempien lapsilla vihreys vähentää liha- vuutta
Poulain ym.	Vihreys maankäyttötieto- kannasta	800	Ei	3–19	Ei yhteyttä
Jacobs ym. 2021	Vihreys 1000 metrin säteellä koulusta, tiedot maankäyttötietokannasta	2144	Ei	8–13	Ei tilastollisesti merkit- sevää yhteyttä
Jenkin ym. 2015	Vihreys maankäyttötieto- kannasta väestönlasken- ta-alueittain	4175	Kyllä	2–14	Ei tilastollisesti merkit- sevää yhteyttä
Lovasi ym.	Puistot 400 metrin sä- teellä kotiosoitteesta	11 562	Ei	4–6	Ei tilastollisesti merkit- sevää yhteyttä
Paciencia ym. 2021	Vihreys maankäyttötieto- kannasta	845	Kyllä	7–12	Ei tilastollisesti merkit- sevää yhteyttä
Melo ym.	Vihreät alueet 100, 500, 1000 ja 1500 metrin säteellä kotoa	382	Ei	12–18	Ei tilastollisesti merkit- sevää yhteyttä

3.2.2. Poikkileikkaustutkimukset, joissa NDVI oli tutkittavana ympäristömuuttujana

Etelä- ja Väli-Amerikan alueella toteutetussa laajassa 20040 lasta käsittävässä poikkileikkaustutkimuksessa (Zafra-Tanaka ym. 2023) osallistujat olivat 1–5-vuotiaita. Osallistujia oli 159 maasta ja kuudesta eri kaupungista. Tieto lasten pituuksista ja painoista saatiin kansallisista terveystutkimuksista, joten niitä ei ollut objektiivisesti mitattu. Vihreyden mittarina oli NDVI mutta vain kaupunkitasolla, joten tarkkaa tietoa yksittäisten lasten altistumisesta ei saatu. Yhteyttä ei havaittu ylipainon ja vihreyden välillä (OR=0,99 (0,88–1,12)). Kuitenkin tässä tutkimuksessa oli merkittäviä metodologisia puutteita edellä mainittujen seikkojen takia.

Toinen poikkileikkaustutkimus (Bao ym. 2021) tutki 6–18-vuotiaita kiinalaisia lapsia ja nuoria, osallistujia oli 56620. Ylipainoisuuden mittarina toimi ISO-BMI, ylipainon rajana oli +1 SD ja lihavuuden +2 SD WHO:n suositusten mukaisesti. NDVI laskettiin 1000 metrin säteellä koulusta. Kvartiilivälin lisäksi NDVI:ssä, joka oli 0,13 yksikköä, oli yhteydessä 12 % vähäisempään ylipainon (OR 0,88 95 % CI 0,84–0,92) ja 20 % vähäisempään lihavuuden (OR 0,80 95 % CI: 0,75–0,85) riskiin. Tilastollinen malli oli vakioitu iän, sukupuolen, etnisyyden, alueen, maaseutumaisuuden ja aluekohtaisen bruttokansatuotteen mukaan. Yksilökohtaista sosioekonomista statusta ei ollut siis huomioitu, kuten Chen ym. tutkimuksessa ja tuloksetkin olivat samankaltaisia.

Petraviciene ym. (2018) tutkivat NDVI:n yhteyttä lihavuuteen 4–6-vuotiailla liettualaislapsilla poikkileikkaustutkimuksessa. Otokoko oli 1489. Lihavuutta mitattiin ISO-BMI:llä ja NDVI:tä mitattiin 100, 300 ja 500 metrin säteellä kotiosoitteesta. Lapsilla, joilla NDVI 100 metrin säteellä kodista oli alle medianin, oli 72 % suurempi riski olla lihavia verrattuna lapsiin, joiden kodin lähialueiden vihreys oli yli medianin (OR 1,72 95 % CI 1,15–2,60). Kuitenkaan samaa ei havaittu 300 ja 500 metrin säteille eli tulokset eivät olleet niiden osalta tilastollisesti merkitseviä. Sekoittavina tekijöinä oli otettu huomioon perhetilanne, äidin ikä synnyttäessä, koulutustaso, tupakointi raskauden aikana, tupakansavulle altistuminen, äidin työllisyystilanne, äiti-lapsisuhde, typpioksidin määrä, ja lapsen ikä, syntymäpaino ja liikunnan vähäisyys. Tässä tutkimuksessa huomioituja sekoittavia tekijöitä oli tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksista eniten. Kuitenkin tutkimuksen otoskoko oli suhteellisen pieni. Tulokset viittaavat kuitenkin siihen, että pienillä lapsilla kodin välittömässä läheisyydessä sijaitsevalla vihreydellä saattaa olla merkitystä ylipainon kehittämisessä.

Dadvand ym. (2014) poikkileikkaustutkimuksessa osallistujia oli 3 178. Osallistujat olivat 9–12-vuotiaita espanjalaislapsia. Lihavuuden mittarina tutkimuksessa oli ISO-BMI, perustuen IOTF:n suositukseen (Cole ym. 2000). Vihreyden mittarina oli NDVI 100, 250, 500 ja 1000 metrin säteellä kotiosoitteesta. Yhden kvartiilivälin nousu vihreydessä (0,12 NDVI-yksikköä 500 metrin säteelle) oli yhteydessä noin 17 % vähentyneeseen riskiin (OR 0,83 95 % CI 0,72-0,95 500 metrin säteelle) olla ylipainoinen tai lihava. Muun kokoisten mittausvyöhykkeiden osalta tulokset olivat hyvin samankaltaisia. Vihreydelle ja ylipainoisuuden todennäköisyydelle löydettiin voimakkaampi yhteys kuin muissa vastaavissa tutkimuksissa, ottaen huomioon, että tässä tutkimuksessa oli otettu huomioon sekoittavina tekijöinä vanhempien koulutus, koulun tyyppi, urheiluaktiivisuus ja sisarusten määrä.

Bellisario ym. (2022) poikkileikkaustutkimus käsitti 63 koulua ja 2065 lasta Piedmontin alueelta Italiasta. Tutkimusdata kerättiin 11–13-vuotiailta kyselyillä. Painoindeksi oli itseraportoitu, ja ylipainoon määrittelyyn käytettiin IOTF:n suosituksia (Cole ym. 2000). NDVI laskettiin 1500 metrin säteelle koulusta. Vihreämmillä alueilla ylipainoisuuden todennäköisyys oli peräti 89 % alhaisempi kuin vähemmän vihreämmillä alueilla (OR 0,11, 95 % CI 0,02-0,56). Sekoittavina tekijöinä oli otettu huomioon sosio-ekonominen status, ikä ja sukupuoli. Suurta eroa muihin tutkimuksiin saattaa selittää esimerkiksi se, että koska tutkimuksessa oli osallistujia myös maaseutumaisemmilta alueilta, vaihtelu vihreydessä oli suurempaa kuin useissa muissa tutkimuksissa.

Alankomaalaistutkimuksessa (Bloemsma ym. 2019) osallistujia oli 3680. Osallistujat olivat 3–17-vuotiaita ja kyseessä oli poikkileikkaustutkimus. Painoindeksi saatiin kyselytutkimuksesta, ja lihavuuden raja-arvoiksi sovellettiin IOTF:n suosituksia (Cole ym. 2000). NDVI laskettiin 300 ja 300 metrin säteille kotiosoitteista. Kvartiilivälin (0,13 NDVI-yksikköä) nousu ympäristön vihreydessä 300 metrin säteellä kotoa oli yhteydessä 14 % vähäisempään lihavuuden riskiin (OR 0,86 95 % CI 0,71-1,04), joskaan tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Yhteys heikkeni entisestään (OR 0,94 0,77–1,15), kun kontrolloitiin ilman typpioksidipitoisuuden mukaan. Tämä viittaa siihen, että elinympäristön vihreyden terveyttä parantava vaikutus voisi selittyä ainakin osittain ilmansaasteiden vähenemisellä.

Taulukko 3: NDVI:tä vihreyden mittarina käyttäneiden poikkileikkaustutkimusten tulokset koottuna

Zafra-Tanaka ym. 2023	NDVI kaupungeittain	20040	Kaupungeittain	1–5	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä
Bao ym. 2021	NDVI 100 metrin säteellä koulusta	56 620	Alueittain	6–18	Kvartiilivälin eli 0,13 yksikön lisäys NDVI:ssä yhteydessä 12 % vähäisempään ylipainon riskiin
Petraviciene ym. 2022	NDVI 100, 300 ja 500 metrin säteellä kotiosoitteesta	1 489	Kyllä	4–6	Matala NDVI 100 metrin säteellä lisäsi lihavuuden todennäköisyyttä 72 %, muilla säteillä yhteyttä ei havaittu
Bellisario ym. 2022	NDVI 1500 metrin säteellä kotiosoitteesta	2065	Kyllä	11–13	Vihreämmillä alueilla ylipainoisuus 89 % vähemmän todennäköistä
Dadvand ym. 2014	NDVI 100, 250, 500 ja 10000 metrin säteellä kotiosoitteesta	3 178	Kyllä	9–12	Kvartiilivälin (0,12 NDVI-yksikköä) korkeampi vihreys yhteydessä 17 % vähäisempään ylipainon riskiin
Bloemsma ym. 2019	NDVI 300 ja 3000 metrin säteellä kotiosoitteesta	3 680	Kyllä	3–17	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä
Yang ym.	NDVI 1000 metrin säteellä koulusta	1148	Ei	10–11	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä
Markevych ym.	NDVI 500 metrin säteellä kotiosoitteesta	1192	Kyllä	15	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä

3.3. Mekanismit, joiden kautta vihreys on yhteydessä lapsuudenaikaiseen ylipainoon

3.3.1. Liikunnan määrä

Markevychin ym. (2016) tutkimuksessa tiedot saatiin kahdesta tutkimuksesta, joihin osallistui yhteensä 1192 15-vuotiasta saksalaista nuorta. Vihreyden määritelmänä oli NDVI 500 metrin säteellä kotiosoitteesta ja fyysisen aktiivisuuden määrää arvioitiin kyselyillä ja kiihtyvyyssmittareilla. Toisena tutkitavana ympäristömuuttujana oli puiden peittämä pinta-ala. Yhteyttä ei havaittu liikunnan määrän ja elinympäristön vihreyden välillä, riippumatta siitä, otettiinko sekoittavat tekijät huomioon vai ei. Tut-

kimuksissa sekoittavina tekijöinä huomioitiin ikä, sukupuoli, painoindeksi ja vanhempien koulutustaso. Se, ettei tilastollisesti merkitsevää tulosta havaittu, ei selity pienellä otoskoollla, sillä luottamusvälit olivat kapeat. Esimerkiksi kvartiilivälin lisäys (0,1 tai 0,12 riippuen tutkimuksesta) NDVI:ssä johti 2 % vähentyneeseen kohtalaisen raskaan liikunnan harrastamiseen (CR: 0,98 95 % CI: 0,94–1,03) tuloksen kuitenkin ollessa tilastollisesti merkityksetön. Vastaavat luvut puiden peittämän pinta-alan osalta olivat CR: 1,01 ja 95 % luottamusväli 0,99–1,02. Täten tutkimuksen mukaan vihreyden vaikutus lasten liikunnan harrastamiseen on korkeintaankin hyvin vähäinen.

Muutkin tutkimukset viittaavat siihen suuntaan, ettei ympäristön vihreillä olisi suurta vaikutusta lasten ylipainoisuuden osalta. Melo ym. (2021) käyttivät 382 12–18-vuotiasta portugalilaisnuorta käsitteäessä tutkimuksessaan vihreyden mittarina NDVI:tä 300, 500, 1000 ja 1500 metrin säteellä nuoren kotiosoitteesta. Lisäksi tutkittavana muuttujana oli etäisyys lähimpään urbaaniin viheralueeseen. Tieto pituudesta ja painosta saatiin kyselytutkimuksella. Kuitenkin tieto fyysisestä aktiivisuudesta mitattiin objektiivisesti kiihtyvyydmittarilla. Ylipainon rajana oli painoindeksi, joka ylitti keskiarvon yhdellä keskihajonnalla ja lihavuuden rajana oli ylitys kahdella keskihajonnalla. Tilastollisesti merkitsevää yhteyttä vihreyden ja lihavuuden tai liikunnan määrän välillä ei havaittu.

Toisaalta vihreys koulun ympäristössä saattaa vaikuttaa siihen, miten lapset kulkevat kouluun. Yangin ym. (2020) 10–11-vuotiailla Hongkongissa toteuttamassa tutkimuksessa oli 1148 osallistujaa. Kvartiilivälin nousu vihreässä 800 metrin säteellä koulusta oli yhteydessä 9 % suurempaan todennäköisyyteen (OR: 1,09 95 % CI: 1,02–1,17) kulkea kouluun jalan tai pyörällä. Saman ei kuitenkaan havaittu pätevän 400 metrin säteelle tai vihreydelle kodin ympäristössä. Lisäksi vihreys koulujen ympäristössä oli yhteydessä vähäisempään ylipainon esiintyvyyteen. Kuitenkin analyysissa selvisi, että suurin osa vihreyden vaikutuksesta painoindeksiin välittyy jollain muulla mekanismilla, kuin jalan tai pyörällä kouluun kulkemisella.

3.3.2. Ilmansaasteet

Ilmansaasteilla vaikuttaisi oleva merkittävä vaikutus lapsuudenaikaisen lihavuuden esiintyvyyteen. Tämä on tosin merkittävä mekanismi todennäköisesti vain alueilla, joissa on paljon ilmansaasteita. Tutkimusta siitä, kuinka merkittävä vihreyden ilmaa puhdistavalla vaikutus on lapsuudenaikaisen liha-

vuuden esiintyvyyden suhteen, on rajallisesti. Kuitenkin esimerkiksi Baon ym. tutkimuksessa, johon jo luvussa 3.2.2. viitattiin, havaittiin, että löydetyistä NDVI:n yhteydestä lapsuudenaikaiseen painoindeksiin ainoastaan 6,5–29,1 % selittyy vihreyden ilmansaasteita vähentävällä vaikutuksella ja toisaalta fyysinen aktiivisuuskaan ei selittänyt vihreyden ja painoindexin välistä yhteyttä. Ilman typpidioksidipitoisuuden suhteen kontrolloiminen vähensi havaittua yhteyttä NDVI:n ja lapsuudenaikaisen lihavuuden välillä Bloemsman ym. tutkimuksessa, joskaan kyseisessä tutkimuksessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä typpidioksidipitoisuuden ja lapsuudenaikaisen lihavuuden välillä.

4. Pohdinta

4.1. Keskeiset löydökset

Tähän kirjallisuuskatsaukseen sisällytettiin useita eri menetelmillä tehtyjä tutkimuksia. Sen lisäksi, että tutkimuksissa oli merkittäviä metodologisia eroja, niin myös tulokset olivat erittäin heterogeenisiä. Elinympäristön vihreys vähensi lapsuudenaikaisen lihavuuden riskiä suurimmillaan jopa 89 % (Bellisario ym. 2022) ja toisaalta toisessa tutkimuksessa (Wilhelmsen ym. 2017) vihreyden määrä koulun ympäristössä oli yhteydessä merkittävästi kasvaneeseen ylipainoisuuden riskiin. Useimmissa tutkimuksissa, jossa yhteys ympäristön vihreyden ja lapsuudenaikaisen ylipainon tai lihavuuden välillä yhteys havaittiin, vihreyden vaikutus oli kuitenkin yhteydessä noin 5–20 % vähäisempään ylipainon tai lihavuuden esiintyvyyteen. Lisäksi niissäkin tutkimuksista, joissa tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei havaittu, suuntauksena oli, että vihreys olisi yhteydessä matalampaan painoindeksiin ja ylipainon tai lihavuuden riskiin.

Tulosten heterogeenisyyttä selittävät suuret vaihtelut eri tutkimusten menetelmissä, tutkittavissa populaatioissa ja huomioiduissa sekoittavissa tekijöissä. Tulokset eivät siis ole täysin vertailukelpoisia keskenään. On mahdollista, että eri maissa vihreyden merkitys lapsuudenaikaisen ylipainon kehittymisessä on aidosti erilainen, esimerkiksi kulttuurillisten seikkojen takia.

Mekanismeista, joiden kautta vihreys vaikuttaa ylipainoon, on vielä vähemmän näyttöä. Yleinen hypoteesi on, että vihreys vaikuttaisi fyysisen aktiivisuuden lisääntymisen kautta. Kuitenkaan liikunnan määrällä ei ollut merkitystä tähän kirjallisuuskatsaukseen valikoituneissa tutkimuksissa ja Markevychin ym. tulokset osoittivat, että vihreydellä ei olisi suurta merkitystä liikunnan määrään. Kasvillisuuden ilmansaasteita vähentävä roolikaan ei täysin selitä vähäisempää ylipainon esiintyvyyttä vihreimmillä alueilla. Koska mekanistista syytä ei ole kyetty osoittamaan ylipainon ja vihreyden välillä, herää kysymys siitä, onko vihreydellä aidosti kausaalista yhteyttä lapsuudenaikaisen ylipainon synnylle, vai voisiko tutkimuksissa havaittu yhteys vihreyden ja lapsuudenaikaisen painoindeksin avulla selittyä osittain sekoittavilla tekijöillä, joita ei ole otettu huomioon.

4.2. Vertailu aikaisempiin kirjallisuuskatsauksiin

Zhou ym. (2021) esittävät kirjallisuuskatsauksessaan, että NDVI olisi parempi mittari ympäristön mittaamiseen kuin maankäyttötietokannoista saadut tiedot, sillä vain NDVI oli yhteydessä pienempiin painoindeksihin lapsilla. Kirjallisuuskatsauksen mukaan eri maankäyttötietokannoista saadut tiedot vihreydessä korreloivat toistensa kanssa voimakkaasti. NDVI kuvaakin vihreyden määrää todennäköisesti kokonaisvaltaisemmin, sillä myös alueilla, jotka ei ensisijaisesti ole viheralueita, voi olla kasvillisuutta. Toisaalta NDVI sisällyttää vihreiksi alueiksi myös pellot ja suot sekä muut vihreät alueet, jotka eivät välttämättä sovellu oleskeluun yhtä hyvin kuin maankäyttötietokannoissa viheralueiksi merkityt alueet.

Luo ym. meta-analyysi antoi samansuuntaisia tuloksia, sillä tässäkin meta-analyysissä vihreyden mittaamisesta ainoastaan NDVI oli merkitsevästi yhteydessä vähäisempään ylipainon esiintyvyyteen (OR 0,88 95 % CI). Sen sijaan matkalla lähimmälle viheralueelle, viheralueiden osuus tai puistojen määrä asuinalueella ei ollut tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä ylipainoon. Tosin kirjoittajien mukaan meta-analyysiin sisällytettyjen tutkimusten tulokset olivat heterogeenisiä, minkä takia tulokset eivät välttämättä olleet luotettavia. Jia ym. (2021) tarkastelivat pääasiassa tutkimuksia, joissa ympäristömuuttujana oli viheralueiden saavutettavuus. Meta-analyysi ei löytänyt yhteyttä viheralueiden saavutettavuuden ja lasten painoindexien välille, mutta viheralueiden saavutettavuus oli yhteydessä vähäisempään ylipainon todennäköisyyteen (OR: 0,91, 95 % CI: 0,88–0,95). Toisaalta meta-analyysiin sisällytettyjen yksittäisten tutkimusten tulokset olivat vaihtelevia. Tästä voidaan päätellä, että NDVI ja maankäyttötietokannat ovat todennäköisesti parempia mittaamaan vihreydelle altistumista.

Ye ym. (2022) päätyivät meta-analyysin sisältäneessä kirjallisuuskatsauksessaan siihen, että 0,1 yhden yksikön nousu NDVI:ssä oli yhteydessä 9 % vähentyneeseen lapsuudenaikaisen lihavuuden riskiin (OR: 0,91 95 % CI: 0,84–0,98). Tämä tulos on linjassa tämän kirjallisuuskatsauksen kanssa, kun tarkastellaan kaikkia tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksia. An ym. (2019) kirjallisuuskatsaus käsitteli Kiinassa tehtyjä tutkimuksia. Tutkimukseen sisällytetyistä tutkimuksesta kaikki 16, jotka raportoivat kvantitatiivisia havaintoja, havaitsivat tilastollisesti merkitsevän yhteyden vihreiden alueiden vähäisyyden ja korkean painoindexin sekä liikunnan vähäisyyden välillä.

5. Johtopäätökset

Tähän kirjallisuuskatsaukseen sisällytettyjen tutkimusten tuloksissa liittyen lapsuudenaikaiseen ylipainoisuuteen ja elinympäristön vihreyden väliseen yhteyteen on paljon vaihtelua, mikä johtuu erilaisista tutkimusmenetelmistä. Kuitenkin voidaan todeta, että pääsääntöisesti on havaittu negatiivinen korrelaatio elinympäristön vihreyden ja lapsuudenaikaisen ylipainon todennäköisyyden välillä. Suurimmassa osassa tutkimuksia vihreyden on havaittu olevan yhteydessä noin 5–20 % vähentyneeseen lapsuudenaikaisen ylipainon todennäköisyyteen. Meta-analysit havaitsivat noin 10 % vähäisemmän ylipainon tai lihavuuden todennäköisyyden lapsilla, jotka asuivat vihreämmillä alueilla.

Aiheen tutkimuksen keskeisinä haasteina ovat sekoittavien tekijöiden riittävä huomioon ottaminen. Sekoittavilla tekijöillä on keskeistä, sillä vihreyden mahdollinen vaikutus lapsuudenaikaisen ylipainoisuuden kehittymiseen on todennäköisesti suhteellisen pieni ja sekoittavat tekijät todennäköisesti vaikuttavat vihreyttä enemmän. Sekoittavista tekijöistä kenties tärkein on vanhempien, erityisesti äidin koulutustaso ja sosioekonominen asema. Suuri osa tutkimuksista ei kuitenkaan ottanut sekoittavia tekijöitä huomioon, joten kausatiivista tutkimusta ei näissä tutkimuksissa pystytty luotettavasti osoittamaan.

Mekanismeista, joiden kautta elinympäristön vihreys on yhteydessä lapsuudenaikaisen ylipainon kehittymiseen, on melko vähän. Tähän kirjallisuuskatsauksen sisällytetyt tutkimukset antoivat eriävää näyttöä siitä, että vihreyden ja liikunnan harrastamisella olisi positiivinen korrelaatio. Sen sijaan on alustavaa näyttöä siitä, että vihreyden määrä vaikuttaa positiivisesti ilmanlaatuun ja täten lasten ylipainoon.

Lapsuudenaikaisen ylipainon ja elinympäristön vihreyden välistä yhteyttä kartoittavissa tutkimuksissa otoskokojen pitäisi olla melko suuria, jotta mahdollinen yhteys tulisi esiin. Suurimmassa osassa tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksista luottamusvälit olivat melko leveitä suhteessa havaittujen yhteyksien suuruuteen. Lisäksi suuri osa oli poikkileikkaustutkimuksia. Erityisesti riittävän laajoja pitkittäistutkimuksia, joissa sekoittavia tekijöitä olisi otettu riittävässä määrin huomioon, on rajoitetusti ja niitä tulisi tehdä enemmän.

Viittaukset:

- An, Ruopeng, Jing Shen, Qiuying Yang, ja Yan Yang. 2019. "Impact of Built Environment on Physical Activity and Obesity among Children and Adolescents in China: A Narrative Systematic Review." *Journal of Sport and Health Science* 8 (2): 153–69. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.11.003>.
- Avgerinos, Konstantinos I., Nikolaos Spyrou, Christos S. Mantzoros, and Maria Dalamaga. 2019. "Obesity and Cancer Risk: Emerging Biological Mechanisms and Perspectives." *Metabolism: Clinical and Experimental* 92 (March): 121–35. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.11.001>.
- Bao, Wen-Wen, Bo-Yi Yang, Zhi-Yong Zou, Jun Ma, Jin Jing, Hai-Jun Wang, Jia-You Luo, ym. 2021. "Greenness Surrounding Schools and Adiposity in Children and Adolescents: Findings from a National Population-Based Study in China." *Environmental Research* 192 (January): 110289. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110289>.
- Bellisario, Valeria, Rosanna Irene Comoretto, Paola Berchiolla, Emanuele Koumantakis, Giulia Squillacioti, Alberto Borraccino, Roberto Bono, Patrizia Lemma, Lorena Charrier ja Paola Dalmasso. 2022. "The Association between Greenness and Urbanization Level with Weight Status among Adolescents: New Evidence from the HBSC 2018 Italian Survey." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (10). <https://doi.org/10.3390/ijerph19105897>.
- Beynon, Claire, Nora Pashayan, Elizabeth Fisher, Dougal S. Hargreaves, Linda Bailey ja Rosalind Raine. 2021. "A Cross-Sectional Study Using the Childhood Measurement Programme for Wales to Examine Population-Level Risk Factors Associated with Childhood Obesity." *Public Health Nutrition* 24 (11): 3428–36. <https://doi.org/10.1017/S1368980020001913>.
- Bloemsmas, Lisan D., Alet H. Wijga, Jochem O. Klompmaaker, Nicole A. H. Janssen, Henriëtte A. Smit, Gerard H. Koppelman, Bert Brunekreef, Erik Lebret, Gerard Hoek ja Ulrike Gehring. 2019. "The Associations of Air Pollution, Traffic Noise and Green Space with Overweight throughout Childhood: The PIAMA Birth Cohort Study." *Environmental Research* 169 (February): 348–56. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.026>.
- Bont, J de, R Hughes, K Tilling, Y Diaz, M de Castro, M Cirach, S Fossati, M Nieuwenhuijsen, T Duarte-Salles ja M Vrijheid. 2020. "Early Life Exposure to Air Pollution, Green Spaces and Built Environment ja Body Mass Index Growth Trajectories during the First 5 Years of Life: A Large Longitudinal Study." *ENVIRONMENTAL POLLUTION* 266 (November). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115266>.
- Chen, Li, Di Gao, Tao Ma, Manman Chen, Yanhui Li, Ying Ma, Bo Wen, ym. 2022. "Could Greenness Modify the Effects of Physical Activity and Air Pollutants on Overweight and Obesity among Children and Adolescents?" *The Science of the Total Environment* 832 (August): 155117. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155117>.
- Cole, T. J., M. C. Bellizzi, K. M. Flegal ja W. H. Dietz. 2000. "Establishing a Standard Definition for Child Overweight and Obesity Worldwide: International Survey." *BMJ (Clinical Research Ed.)* 320 (7244): 1240–43. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>.
- Cole, T. J. ja T. Lobstein. 2012. "Extended International (IOTF) Body Mass Index Cut-Offs for Thinness, Overweight and Obesity." *Pediatric Obesity* 7 (4): 284–94. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2012.00064.x>.
- Dadvand, Payam, Cristina M. Villanueva, Laia Font-Ribera, David Martinez, Xavier Basagaña, Jordina Belmonte, Martine Vrijheid, Regina Gražulevičienė, Manolis Kogevinas ja Mark J. Nieuwenhuijsen. 2014. "Risks and Benefits of Green Spaces for Children: A Cross-Sectional Study of Associations with Sedentary Behavior, Obesity, Asthma, and Allergy." *Environmental Health Perspectives* 122 (12): 1329–35. <https://doi.org/10.1289/ehp.1308038>.
- Daniels, Kimberly, Félice Lê-Scherban, Amy H. Auchincloss, Kari Moore, Steven Melly, Hanieh Razzaghi, Christopher B. Forrest ja Ana V. Diez Roux. 2021. "Longitudinal Associations of Neighborhood Environment Features with Pediatric Body Mass Index." *Health & Place* 71 (September): 102656. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102656>.
- Dixon, Brittney N., Umelo A. Ugwoaba, Andrea N. Brockmann ja Kathryn M. Ross. 2021. "Associations between the Built Environment and Dietary Intake, Physical Activity, and Obesity: A Scoping Review of Reviews." *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity* 22 (4): e13171. <https://doi.org/10.1111/obr.13171>.
- Fong, Kelvin, Jaime E. Hart ja Peter James. 2018. "A Review of Epidemiologic Studies on Greenness and Health: Updated Literature Through 2017." *Current Environmental Health Reports* 5 (1): 77–87. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0179-y>.

- Gascon, Mireia, Margarita Triguero-Mas, David Martínez, Payam Dadvand, Joan Forn, Antoni Plasència ja Mark J. Nieuwenhuijsen. 2015. "Mental Health Benefits of Long-Term Exposure to Residential Green and Blue Spaces: A Systematic Review." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (4): 4354. <https://doi.org/10.3390/ijerph120404354>.
- Gose, Maria, Sandra Plachta-Danielzik, Bianca Willié, Maïke Johannsen, Beate Landsberg ja Manfred J. Müller. 2013. "Longitudinal Influences of Neighbourhood Built and Social Environment on Children's Weight Status." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10 (10): 5083–96. <https://doi.org/10.3390/ijerph10105083>.
- Guh, Daphne P, Wei Zhang, Nick Bansback, Zubin Amarsi, C Laird Birmingham ja Aslam H Anis. 2009. "The Incidence of Co-Morbidities Related to Obesity and Overweight: A Systematic Review and Meta-Analysis." *BMC Public Health* 9 (March): 88. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-88>.
- Hebebrand, Johannes ja Anke Hinney. 2009. "Environmental and Genetic Risk Factors in Obesity." *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America, Eating Disorders and Obesity*, 18 (1): 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2008.07.006>.
- Huang, Jia-Yi ja Sui-Jian Qi. 2015. "Childhood Obesity and Food Intake." *World Journal of Pediatrics: WJP* 11 (2): 101–7. <https://doi.org/10.1007/s12519-015-0018-2>.
- Jacobs, Jane, Nic Crooks, Steven Allender, Claudia Strugnell, Kathryn Backholer ja Melanie Nichols. 2021. "Is the Physical Activity Environment Surrounding Primary Schools Associated with Students' Weight Status, Physical Activity or Active Transport, in Regional Areas of Victoria, Australia? A Cross-Sectional Study." *BMJ Open* 11 (7): e045785. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-045785>.
- Jenkin, Gabrielle L., Amber L. Pearson, Graham Bentham, Peter Day ja Simon Kingham. 2015. "Neighbourhood Influences on Children's Weight-Related Behaviours and Body Mass Index." *AIMS Public Health* 2 (3): 501–15. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2015.3.501>.
- Jia, Peng, Xinxin Cao, Hongxi Yang, Shaoqing Dai, Pan He, Ganlin Huang, Tong Wu ja Yaogang Wang. 2021. "Green Space Access in the Neighbourhood and Childhood Obesity." *Obesity Reviews : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity* 22 Suppl 1 (Suppl 1): e13100. <https://doi.org/10.1111/obr.13100>.
- Jia, Peng, Yuxuan Zou, Zhifeng Wu, Dong Zhang, Tong Wu, Melody Smith ja Qian Xiao. 2021. "Street Connectivity, Physical Activity, and Childhood Obesity: A Systematic Review and Meta-analysis." *Obesity Reviews* 22 (Suppl 1): e12943. <https://doi.org/10.1111/obr.12943>.
- Jimenez, Marcia P., Nicole V. DeVille, Elise G. Elliott, Jessica E. Schiff, Grete E. Wilt, Jaime E. Hart ja Peter James. 2021. "Associations between Nature Exposure and Health: A Review of the Evidence." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (9): 4790. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094790>.
- Kolotkin, R. L., K. Meter ja G. R. Williams. 2001. "Quality of Life and Obesity." *Obesity Reviews* 2 (4): 219–29. <https://doi.org/10.1046/j.1467-789X.2001.00040.x>.
- Lee, Eun Young ja Kun-Ho Yoon. 2018. "Epidemic Obesity in Children and Adolescents: Risk Factors and Prevention." *Frontiers of Medicine* 12 (6): 658–66. <https://doi.org/10.1007/s11684-018-0640-1>.
- Lee, Ji Hyun ja Jahyeon Cho. 2022. "Sleep and Obesity." *Sleep Medicine Clinics, Causes of Sleep Complaints*, 17 (1): 111–16. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2021.10.009>.
- Ling, Jiying, Sisi Chen, Nagwan R. Zahry ja Tsui-Sui Annie Kao. 2023. "Economic Burden of Childhood Overweight and Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Obesity Reviews : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity* 24 (2): e13535. <https://doi.org/10.1111/obr.13535>.
- "Lihavuus (lapset, nuoret ja aikuiset)". Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecim, Suomen Lihavuustutkijat ry:n ja Suomen Lastenlääkäriyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2023
- Llewellyn, A., M. Simmonds, C. G. Owen ja N. Woolacott. 2016. "Childhood Obesity as a Predictor of Morbidity in Adulthood: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Obesity Reviews* 17 (1): 56–67. <https://doi.org/10.1111/obr.12316>.
- Lovasi, Gina S., Ofira Schwartz-Soicher, James W. Quinn, Diana K. Berger, Kathryn M. Neckerman, Risa Jaslow, Karen K. Lee ja Andrew Rundle. 2013. "Neighborhood Safety and Green Space as Predictors of Obesity among Preschool Children from Low-Income Families in New York City." *Preventive Medicine* 57 (3): 189–93. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.05.012>.
- Markevych, I, MP Smith, S Jochner, M Standl, I Bruske, A von Berg, CP Bauer, ym. 2016. "Neighbourhood and Physical Activity in German Adolescents: GINIplus and LISAPlus." *ENVIRONMENTAL RESEARCH* 147 (May): 284–93. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.02.023>.

- Mayne, Stephanie L., Shannon Kelleher, Chloe Hannan, Mary Kate Kelly, Maura Powell, George Dalembert, Katie McPeak, Brian P. Jenssen ja Alexander G. Fiks. 2023. "Neighborhood Greenspace and Changes in Pediatric Obesity During COVID-19." *American Journal of Preventive Medicine* 64 (1): 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2022.07.014>.
- Melo, Juliana, Ana Isabel Ribeiro, Susana Aznar jareia Pizarro ja Maria Paula Santos. 2021. "Urban Green Spaces, Greenness Exposure and Species Richness in Residential Environments and Relations with Physical Activity and BMI in Portuguese Adolescents." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (12). <https://doi.org/10.3390/ijerph18126588>.
- Morales Camacho, William Javier, Jorge Mario Molina Díaz, Sandra Plata Ortiz, Jessica Estefanía Plata Ortiz, María Alejandra Morales Camacho ja Bertha Patricia Calderón. 2019. "Childhood Obesity: Aetiology, Comorbidities, and Treatment." *Diabetes/Metabolism Research and Reviews* 35 (8): e3203. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3203>.
- Paciência, Inês, João Cavaleiro Rufo, Francisca Mendes, Mariana Farraia, Pedro Cunha, Diana Silva, Luís Delgado, Patrícia Padrão, Pedro Moreira ja André Moreira. 2021. "A Cross-Sectional Study of the Impact of School Neighbourhood on Children Obesity and Body Composition." *European Journal of Pediatrics* 180 (2): 535–45. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03798-y>.
- Peeters, Anna, Jan J. Barendregt, Frans Willekens, Johan P. Mackenbach, Abdullah Al Mamun ja Luc Bonneux. 2003. "Obesity in Adulthood and Its Consequences for Life Expectancy: A Life-Table Analysis." *Annals of Internal Medicine* 138 (1): 24–32. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-138-1-200301070-00008>.
- Petraviciene, Inga, Regina Grazuleviciene, Sandra Andrusaityte, Audrius Dedele ja Mark J. Nieuwenhuijsen. 2018. "Impact of the Social and Natural Environment on Preschool-Age Children Weight." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (3). <https://doi.org/10.3390/ijerph15030449>.
- Saari, Antti, Ulla Sankilampi, Marja-Leena Hannila, Vesa Kiviniemi, Kari Kesseli ja Leo Dunkel. 2011. "New Finnish Growth References for Children and Adolescents Aged 0 to 20 Years: Length/Height-for-Age, Weight-for-Length/Height ja Body Mass Index-for-Age." *Annals of Medicine* 43 (3): 235–48. <https://doi.org/10.3109/07853890.2010.515603>.
- Sanders, T., X. Feng, P. P. Fahey, C. Lonsdale ja T. Astell-Burt. 2015. "Greener Neighbourhoods, Slimmer Children? Evidence from 4423 Participants Aged 6 to 13 Years in the Longitudinal Study of Australian Children." *International Journal of Obesity (2005)* 39 (8): 1224–29. <https://doi.org/10.1038/ijo.2015.69>.
- Sanders, Taren, Xiaoqi Feng, Paul P. Fahey, Chris Lonsdale ja Thomas Astell-Burt. 2015. "Green Space and Child Weight Status: Does Outcome Measurement Matter? Evidence from an Australian Longitudinal Study." *Journal of Obesity* 2015: 194838. <https://doi.org/10.1155/2015/194838>.
- Schalkwijk, Annemarie A. H., Babette C. van der Zwaard, Giel Nijpels, Petra J. M. Elders ja Lucinda Platt. 2018. "The Impact of Greenspace and Condition of the Neighbourhood on Child Overweight." *European Journal of Public Health* 28 (1): 88–94. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckx037>.
- Simmonds, M., A. Llewellyn, C. G. Owen ja N. Woolacott. 2016. "Predicting Adult Obesity from Childhood Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Obesity Reviews* 17 (2): 95–107. <https://doi.org/10.1111/obr.12334>.
- Smith, Justin D., Emily Fu ja Marissa A. Kobayashi. 2020. "Prevention and Management of Childhood Obesity and Its Psychological and Health Comorbidities." *Annual Review of Clinical Psychology* 16 (May): 351–78. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-100219-060201>.
- Suglia, Shakira F., Rachel C. Shelton, Amber Hsiao, Y. Claire Wang jarew Rundle ja Bruce G. Link. 2016. "Why the Neighborhood Social Environment Is Critical in Obesity Prevention." *Journal of Urban Health : Bulletin of the New York Academy of Medicine* 93 (1): 206–12. <https://doi.org/10.1007/s11524-015-0017-6>.
- Taveras, Elsie M., Matthew W. Gillman, Michelle-Marie Peña, Susan Redline ja Sheryl L. Rifas-Shiman. 2014. "Chronic Sleep Curtailment and Adiposity." *Pediatrics* 133 (6): 1013–22. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3065>.
- Theall, Katherine P., M. Pia Chaparro, Kara Denstel, Alissa Bilfield ja Stacy S. Drury. 2019. "Childhood Obesity and the Associated Roles of Neighborhood and Biologic Stress." *Preventive Medicine Reports* 14 (June): 100849. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2019.100849>.
- Tomiyaama, A. Janet. 2019. "Stress and Obesity." *Annual Review of Psychology* 70 (1): 703–18. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102936>.
- Twohig-Bennett, Caoimhe ja Andy Jones. 2018. "The Health Benefits of the Great Outdoors: A Systematic Review and Meta-Analysis of Greenspace Exposure and Health Outcomes." *Environmental Research* 166 (October): 628–37. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.030>.

- Tyson, Nichole ja Madelyn Frank. 2018. "Childhood and Adolescent Obesity Definitions as Related to BMI, Evaluation and Management Options." *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology* 48 (April): 158–64. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2017.06.003>.
- Vuorenmaa, Maaret, Päivi Mäki ja Tuuli Kauppala. 2022. "Tilastoraportti 36/2022: Lasten ja nuorten ylipaino ja lihavuus 2021", THL
- Wilding, Sam, Nida Ziauddeen, Dianna Smith, Paul Roderick, Debbie Chase ja Nisreen A. Alwan. 2020. "Are Environmental Area Characteristics at Birth Associated with Overweight and Obesity in School-Aged Children? Findings from the SLOPE (Studying Lifecourse Obesity Predictors) Population-Based Cohort in the South of England." *BMC Medicine* 18 (1): 43. <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01513-0>.
- Wilhelmsen, Christine Koteng, Katrine Skalleberg, Ruth Kjærsti Raanaas, Håvard Tveite ja Geir Aamodt. 2017. "Associations between Green Area in School Neighbourhoods and Overweight and Obesity among Norwegian Adolescents." *Preventive Medicine Reports* 7 (September): 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2017.05.020>.
- Williams, J., P. Scarborough, A. Matthews, G. Cowburn, C. Foster, N. Roberts ja M. Rayner. 2014. "A Systematic Review of the Influence of the Retail Food Environment around Schools on Obesity-Related Outcomes." *Obesity Reviews* 15 (5): 359–74. <https://doi.org/10.1111/obr.12142>.
- Yang, YY, Y Lu, LC Yang, ZH Gou ja XL Zhang. 2020. "Urban Greenery, Active School Transport, and Body Weight among Hong Kong Children." *TRAVEL BEHAVIOUR AND SOCIETY* 20 (July): 104–13. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.03.001>.
- Ye, Tingting, Pei Yu, Bo Wen, Zhengyu Yang, Wenzhong Huang, Yuming Guo, Michael J. Abramson ja Shanshan Li. 2022. "Greenspace and Health Outcomes in Children and Adolescents: A Systematic Review." *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)* 314 (December): 120193. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120193>.
- Zafra-Tanaka, Jessica Hanae, Ariela Braverman, Cecilia Anza-Ramirez, Ana Ortigoza, Mariana Lazo, Tamara Doberti, Lorena Rodriguez-Osiac, ym. 2023. "City Features Related to Obesity in Preschool Children: A Cross-Sectional Analysis of 159 Cities in Six Latin American Countries." *Lancet Regional Health. Americas* 20 (April): 100458. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100458>.
- Zhang, Yuanyuan, Hong Mei, Ke Xu, Chunan Li, Zhiguo Xia, Yafei Tan, Shaoping Yang ja Jianduan Zhang. 2021. "Association and Potential Mediators between Socioeconomic Status and Childhood Overweight/Obesity." *Preventive Medicine* 146 (May): 106451. <https://doi.org/10.1016/j.yjmed.2021.106451>.
- Zhou, Yusheng, Christoph Buck, Werner Maier, Thomas von Lengerke, Ulla Walter ja Maren Dreier. 2020. "Built Environment and Childhood Weight Status: A Multi-Level Study Using Population-Based Data in the City of Hannover, Germany." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (8). <https://doi.org/10.3390/ijerph17082694>.
- Zhou, Yusheng, Thomas von Lengerke ja Maren Dreier. 2021. "Comparing Different Data Sources by Examining the Associations between Surrounding Greenspace and Children's Weight Status." *International Journal of Health Geographics* 20 (1): 24. <https://doi.org/10.1186/s12942-021-00278-w>.
- Zwaard, Babette C. van der, Annemarie A. H. Schalkwijk, Petra J. M. Elders, Lucinda Platt ja Giel Nijpels. 2018. "Does Environment Influence Childhood BMI? A Longitudinal Analysis of Children Aged 3-11." *Journal of Epidemiology and Community Health* 72 (12): 1110–16. <https://doi.org/10.1136/jech-2018-210701>.