Tampereen yliopisto

Kirsi Nokkonen

KEINOVALON JA SYÖVÄN YHTEYS

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta
Kandidaatintutkielma
Huhtikuu 2024

TIIVISTELMÄ

Kirsi Nokkonen: Keinovalon ja syövän välinen yhteys
Kandidaatintutkielma
Tampereen yliopisto
Terveystieteiden tutkinto-ohjelma
Huhtikuu 2024

Erilaisten syöpien esiintyvyys on ollut kasvussa jo pitkään, ja ne muodostavat merkittävän tautitaakan erityisesti korkean tulotason maissa. Syöpäsairaudet ovat yhteiskunnalle huomattava kuluerä, jonka merkitys tulee väestön ikääntyessä edelleen kasvamaan. Lisäksi syöpään sairastuminen aiheuttaa merkittävää inhimillistä kärsimystä sairastuneelle sekä hänen läheisilleen.

Jotta syöpäsairauksien ilmaantuvuus saataisiin käännettyä laskuun, on tärkeää tunnistaa millaiset asiat voivat lisätä sairastumisriskiä. Yhtenä mahdollisena riskitekijänä on tutkittu altistumista keinovalolle. Keinovalot ovat viimeisten vuosikymmenten aikana läpikäyneet suuria muutoksia. Led-valojen ja erilaisten älylaitteiden yleistyminen on lisännyt keinovaloaltistuksen määrää niin kodeissa kuin niiden ulkopuolellakin. Aamu- ja päiväpainotteisesta rytmistä on pikkuhiljaa siirrytty kohti niin kutsuttua 24/7 yhteiskuntaa, jossa palvelut ovat saatavilla vuorokauden ympäri lisäten näin yöaikaista keinovaloaltistusta esimerkiksi yötyön muodossa. Lisäksi valosaasteen on havaittu lisääntyneen etenkin kaupunkialueilla.

Keinovaloaltistuksen määrän lisääntyessä siihen mahdollisesti liittyviä terveysongelmia tulisi pyrkiä aktiivisesti tunnistamaan. Erityisesti ilta- ja yöaikainen altistuminen keinovalolle voi häiritä esimerkiksi melatoniinin tuotantoa ja vuorokausirytmiä, jotka ovat mahdollisesti yhteydessä myös kohonneeseen syöpäriskiin. Aiheeseen liittyvä tutkimus on kuitenkin pääosin hajanaista ja keskittyy esimerkiksi yksittäisiin syöpäsairauksiin tai väestöryhmiin.

Tässä tutkielmassa kootaan yhteen keinovalaistuksen ja syöpäsairauksien välistä yhteyttä tarkastelleiden tutkimuksien anti. Tarkoitus on selvittää mitä aiheesta tiedetään tällä hetkellä, sekä pohtia millaisiin asioihin tulevissa tutkimuksissa tulisi kiinnittää huomiota.

Keinovaloaltisteen ja syöpäriskin välinen yhteys näyttäisi vaihtelevan eri syöpätyyppien välillä. Esimerkiksi rintasyvän osalta suurin osa tutkimuksista löysi yhteyden, kun taas maksasyövän ja gynekologisten syöpien osalta yhteyttä ei ollut havaittavissa. Erityisesti sininen ja muu lyhyen aallonpituuden valo vaikuttaisi kasvattavan syöpäriskiä. Riski myös vaihteli joidenkin taustamuuttujien osalta. Esimerkiksi tupakointi näytti kasvattavan keinovaloaltisteen ja syöpävasteen välistä riskiä.

Tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimusta eri alueilta ja erilaisissa väestöryhmissä. Myös erilaisten keinovaloaltisteiden mittareihin tulisi kiinnittää huomiota, erityisesti aallonpituuksien osalta. Tutkimukset painottuivat rintasyöpään, kun taas muiden syöpien osalta oli tehty vain yksittäisiä tutkimuksia. Tulevaisuudessa tarvitaan siis lisää vertailukelpoista dataa eri syöpäsairauksien osalta.

Avainsanat: Keinovalo, syöpä, yöaikainen valaistus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO **1**
2 SYÖPÄ JA KEINOVALAISTUS **3**
2.1 Syövät ja niiden aiheuttama tautitaakka 3
2.2 Keinovalaistus 5
2.3 Mahdolliset taustamekanismit 8
2.3.1 Vuorokausirytmi ja aivojen keskuskello 8
2.3.2 Melatoniini 10
2.3.3 Uni ja sen merkitys terveydelle 11
3 MENETELMÄT **14**
4 KEINOVALAISTUKSEN YHTEYS SYÖPIIN **16**
4.1 Syöpätyypit 16
4.2 Alueelliset erot 18
4.3 Erilaisten taustamuuttujien vaikutus yhteyteen 20
4.4. Erilaiset valoaltisteet ja niiden mittarit 23
4.5 Sekoittavat tekijät ja niiden vakiointi 25
5 POHDINTA **29**
5.1 Tulosten pohdinta 29
5.2 Tulosten luotettavuus 34
5.2.1 Sekoittavat tekijät 34
5.2.2 Mittareihin liittyvä harha 36
5.3 Tutkielman vahvuudet, heikkoudet ja eettisyys 38
5.4 Jatkotutkimusaiheet 39
5.5 Johtopäätökset 40
6 LÄHDELUETTELO **42**
LIITTEET **1**

1 JOHDANTO

Syöpä on yksi yleisimmistä ei-tarttuvista taudeista ympäri maailmaa ja siihen sairastuu vuosittain jo yli 19 miljoonaa ihmistä (International Agency for Research on Cancer [IARC], 2021). Syöpätapausten määrän ennustetaan lisääntyvän tulevaisuudessa merkittävästi, ja esimerkiksi IARC:n mukaan arvioin mukaan vuosittaisten tapausten määrän odotetaan kasvavan peräti 77 prosenttia vuoteen 2050 mennessä (IARC, 2024). Diagnostiikka ja erilaiset hoitomuodot ovat kehittyneet huomattavasti viimeisten vuosikymmenten aikana, mutta siitä huolimatta syöpään menehtyy edelleen vuosittain lähes kymmenen miljoonaa ihmistä (IARC, 2021). Syöpähoitojen kehittyminen ja aiempaa varhaisempi tunnistus on mahdollistanut sen, että yhä useampi sairastunut voidaan parantaa (Joensuu, 2015). Erilaiset syöpäsairaudet ovat kuitenkin edelleen merkittävä tautitaakka, jolla on suuri vaikutus hyvinvointiin ja talouteen sekä yksilön että yhteiskunnan tasolla. Kansanterveyden näkökulmasta onkin erittäin tärkeää löytää syöpäsairauksien mahdollisia riskitekijöitä, joihin vaikuttamalla voidaan vähentää uusien syöpätapauksien määrää.

Syövän riskitekijöitä on pyritty kartoittamaan jo pitkään ja monia onkin jo onnistuttu tunnistamaan. Muun muassa geeneillä, ympäristötekijöillä sekä yksilön elintavoilla tiedetään olevan merkittävä vaikutus sairastumisriskiin. Esimerkiksi ilmansaasteet, erilaiset kemikaalit, tupakointi, alkoholi ja epäterveellinen ruokavalio ovat tunnettuja syövän riskitekijöitä. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos [THL], 2023a.) Yhdeksi riskitekijäksi on myös ehdotettu altistumista keinovalolle.

Erilaisia keinovalon lähteitä on hyödynnetty lähes niin kauan kuin ihmisiä on ollut. Viimeisen kahdensadan vuoden aikana keinovalaistuksessa on kuitenkin tapahtunut merkittäviä harppauksia erilaisten sähköisten valonlähteiden keksimisen ja niiden yleistymisen myötä. (Rantanen, 2015, 51–76.) Keinovalot ovat mahdollistaneet sen, että valoisa aika ei enää rajoitu auringonnousun ja -laskun väliseen aikaan. Tästä on seurannut paljon positiivisia ilmiöitä, kuten turvallisuuden parantuminen ja mahdollisuus kehittää esimerkiksi ympärivuorokautista sairaanhoitoa. Keinovalo ei kuitenkaan ole yksiselitteisesti pelkästään myönteinen asia. Kun vuorokaudenajat eivät enää rytmitä yhteiskunnan toimintaa samalla tavalla kuin ennen, on esimerkiksi yötyö lisääntynyt (Miettinen, 2008). Kadut ja kodit ovat usein valaistuja kun ulkona on pimeää, ja erilaiset ruudut altistavat meitä valolle usein vielä viime hetkille ennen

nukkumaanmenoa (Sandman, 2020). Myös valosaasteen määrä on lisääntynyt merkittävästi viimeisten vuosikymmenten vuoden aikana (Lyytimäki & Rinne, 2013, 42–53).

Luonnollisen valonkierron tiedetään olevan yhteydessä elimistön toimintaan vaikuttamalla ihmisen vuorokausirytmiin ja sitä kautta esimerkiksi hormonitoimintaan, aineenvaihduntaan ja immuunijärjestelmään (Partonen, 2004; Stenberg, 2019). Kun biologinen kello ei saa ympäristöltä viestiä vuorokaudenajan vaihtelusta, sen toiminta voi häiriintyä (Partonen, 2004), mikä puolestaan voi heijastua terveyteen monella tavalla (esim. Fishbein ym., 2021). Yöaikaisen keinovaloaltistuksen ja syöpäsairauksien väliseksi mekanismiksi on ehdotettu muun muassa melatoniinin tuotannon tukahtumista (Haim & Zubidat, 2015) ja vuorokausirytmin häiriintymistä (Shilts ym., 2018; Liu ym., 2022).

Keinovalaistusta ja erilaisia syöpäsairauksia käsittelevistä tutkimuksista on tehty joitain kirjallisuuskatsauksia. Ne ovat kuitenkin käsitelleet pääasiassa yö- ja vuorotyöhön liittyvää valoaltistusta, tai yksittäisiä syöpäsairauksia (katso esim. Rivera-Izquierdo ym., 2020; Fagundo-Rivera ym., 2020; Urbano ym., 2021). Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on selvittää, mitä yöaikaisen keinovalaistuksen ja erilaisten syöpäsairauksen välisestä yhteydestä tiedetään eri syöpäsairauksien osalta yleisessä väestössä. Tarkoitus on esimerkiksi kartoittaa, millaisia syöpäsairauksia on tutkittu, millaisissa väestöryhmissä, millä alueilla ja millaisilla keinovaloaltisteilla tutkimuksia on tehty. Tässä tutkielmassa keinovalaistuksella viitataan ensisijaisesti sähköisiin valonlähteisiin, kuten loisteputki- tai led-valaisimiin.

2 SYÖPÄ JA KEINOVALAISTUS

2.1 Syövät ja niiden aiheuttama tautitaakka

Soluissa tapahtuu jatkuvaa uusiutumista, kun uusia soluja syntyy ja vanhoja kuolee. Myös uusia syöpäsoluja syntyy päivittäin, mutta immuunijärjestelmä normaalisti tuhoaa ne. Jos syöpäsolut eivät jostain syystä tuhoudu ja ne pääsevätkin jakautumaan hallitsemattomasti, ne voivat muodostaa massan, jota kutsutaan kasvaimeksi. Aina syöpäsolut eivät muodosta yhtenäistä massaa, vaan ne voivat myös levitä ympäri elimistöä esimerkiksi verenkierron mukana. Sanaa syöpä käytetään pahanlaatuisista kasvaimista, jotka voivat kasvaa hallitsemattomasti ja lähettää etäpesäkkeitä muihin kudoksiin. (Kaikki syövästä, n.d..) Syövällä ei tarkoiteta yhtä yhtenäistä taudinkuvaa, vaan se koostuu useista erilaisista syöpätaudeista, jotka voidaan luokitella lähtökudoksen ja kasvainkudoksen mukaan esimerkiksi sarkoomiin, karsinoomiin tai leukemiaan. Erilaisia syöpätyyppejä on olemassa yli 200. (Cancer Research UK, n.d.a.)

Syöpä on yksi yleisimmistä ei-tarttuvista taudeista ja aiheuttaa merkittävän tautitaakan ympäri maailmaa. WHO:n arvion mukaan globaalilla tasolla jopa joka kuudes kuolema liittyy syöpään (WHO, 2020). Esimerkiksi vuonna 2020 maailmalla diagnosoitiin yli 19 miljoonaa uutta tapausta ja 10 miljoonaa ihmistä menehtyi syöpään (IARC, 2021). Suomessa uusia syöpädiagnooseja tehdään vuosittain kymmeniä tuhansia (Syöpäsäätiö, 2023). Vuonna 2021 Suomessa raportoitiin yli 36 tuhatta uutta syöpätapausta ja yli 13 tuhatta syöpäkuolemaa (Seppä ym., 2023a). Syöpä onkin myös Suomessa yksi merkittävimmistä kansantaudeista (THL, 2023b).

Syöpäilmaantuvuuden trendejä on vaikeaa arvioida tarkasti kovin pitkältä ajalta, sillä syöpärekisterit ovat suhteellisen uusi ilmiö ihmiskunnan historiassa. Esimerkiksi WHO on kerännyt dataa syöpäilmaantuvuudesta ja -kuolleisuudesta pisimmillään 1953 vuodesta lähtien. Koska monien maiden syöpätilastoja on saatavilla vasta 1900-luvun jälkipuolelta, on kehityskulkua haastavaa arvioida tätä pidemmältä ajalta. Olemassa olevan data osoittaa kuitenkin, että erilaiset syövät ovat lisääntyneet merkittävästi 1900-luvun jälkimmäiseltä puoliskolta alkaen ja trendi on monien maiden osalta jatkunut edelleen 2000-luvulla. (WHO, 2024a.) Vaikka ikä nostaa riskiä sairastua erilaisiin syöpäsairauksiin ja valtaosa syöpätapauksista liittyy ikääntymiseen (Pukkala ym., n.d.), ei syöpien lisääntyminen ole rajautunut pelkästään ikäihmisiin. Esimerkiksi vuonna 2023 julkaistu tutkimus osoitti, että alle 50-vuotiaiden syöpäilmaantuvuus on noussut 1,82 miljoonasta 3,26 miljoonaan tapaukseen

vuodessa, vuodesta 1990 vuoteen 2019. Tämä tarkoittaa kaikkiaan 79,1 prosentin nousua. (Zhao ym., 2023.) Maakohtaisesti tarkasteltuna voidaan havaita, että vaikka eri syöpätautien ja sukupuolten välillä on eroavaisuuksia, on syöpien ikävakioitu kokonaisilmaantuvuus esimerkiksi Slovakian, Irlannin, Latvian, Liettuan, Viron, Ecuadorin ja Etelä-Korean osalta ollut edelleen nousujohteista viimeisten vuosikymmenten aikana (WHO, 2024a). Tulevaisuudessa syöpäilmaantuvuuden uskotaan lisääntyvän entisestään. WHO:n arvion mukaan syöpäilmaantuvuus tulee nousemaan noin 35,3 miljoonaan tapaukseen vuodessa vuoteen 2050 mennessä (WHO, 2024b).

Syöpien aiheuttamat taloudelliset kustannukset ovat yhteiskunnalle huomattavia. Pelkästään Suomessa syövän kustannukset olivat vuonna 2021 noin 1,4 miljardia euroa. Summa koostuu muun muassa erikoissairaanhoidon ja perusterveydenhuollon kustannuksista, lääkkeistä ja tulonsiirroista. Siinä ei ole huomioitu työkyvyttömyyden aiheuttamia yhteiskunnallisia kustannuksia, kuten työpanoksen ja verotulojen menetyksiä. (Syöpäsäätiö, 2022.) Globaalilla tasolla tarkkoja arvioita kustannuksista on vaikea tehdä, mutta esimerkiksi Chen ja kollegoiden arvion mukaan syövän maailmanlaajuiset kustannukset vuosien 2020 ja 2050 välillä tulevat olemaan noin 25,2 biljoonaa dollaria. Tutkimus kattaa kuitenkin vain osan syöpäsairauksista (29 syöpätyyppiä) ja maista (204 maata/aluetta). (Che ym., 2023.)

Osittain tämä johtuu väestön ikääntymisestä (esim. Huovinen, n.d.). Muun muassa antibiootit, rokotteet ja sanitaation paraneminen ovat vähentäneet merkittävästi esimerkiksi infektioihin liittyviä kuolemia, jolloin ihmiset elävät pidempään ja ehtivät todennäköisemmin sairastumaan erilaisiin syöpäsairauksiin elämänsä aikana (WHO, 2020). Tämä ei kuitenkaan yksinään selitä syöpien merkittävää lisääntymistä. Osasyynä kehityskulkuun ovat muuttunut elinympäristömme ja elämäntapamme, jotka ovat lisänneet syöpien ikävakioitua esiintyvyyttä erityisesti korkean tulotason maissa (World Cancer Research Fund International, n.d.). Pikaruokakulttuuri ja vähäravinteisen runsasenergisen ravinnot jatkuva saatavuus ja liiallinen käyttö altistavat syövälle sekä suoraan että välillisesti, esimerkiksi ylipainon ja lihavuuden yleistymisen muodossa (Syöpäjärjestöt, n.d.). Matkat kuljetaan usein autolla ja kotityöt voi ulkoistaa erilaisille kodinkoneille, jolloin liikunta jää usein vähäiseksi (Vuori, 2006). Huomattava vaikutus on myös muuttuneella työelämällä, jossa yhä useampi työ sisältää staattista paikallaanoloa ja etenkin istumista (Church, 2011; Eurostat, 2019). Nykyinen elinympäristömme ei siis monilta osin vastaa riittävästi kehomme tarpeisiin. Erilaisten arvioiden mukaan syövistä noin kolmannes olisikin ehkäistävissä pelkästään

elintapamuutoksilla (World Cancer Research Fund, 2009). Ympäristön osuus taas vaihteli kaksosilla tehtyjä tutkimuksia vertailevassa analyysissä syöpätyypistä riippuen 58 prosentista 82 prosenttiin (Verkasalo ym., 2000). Sekä elintavoilla että ympäristötekijöillä on siis merkittävä vaikutus syövän syntyyn.

Myös altistumista keinovalolle on tutkittu potentiaalisena riskitekijänä erilaisten syöpäsairauksien synnylle. Keinovalaistukselle altistumiseen voidaan jossain määrin vaikuttaa elintavoilla, esimerkiksi kiinnittämällä huomiota älylaitteiden käyttöön tai kodin valaistukseen. Ympäristöperäiseen valosaasteeseen, jonka aiheuttajina voivat toimia esimerkiksi katuvalot, valomainostaulut tai teollisuuslaitosten ja niiden varastoalueiden ympärivuorokautinen valaistus, on paljon haastavampaa vaikuttaa yksilötasolla (Lyytimäki & Rinne, 2013, 175–217). Jotta valosaasteeseen voidaan vaikuttaa yhteiskunnallisella tasolla, on tärkeää kartuttaa tietoa siitä, millaisia vaikutuksia sillä voi olla ihmisten ja ympäristön hyvinvoinnille.

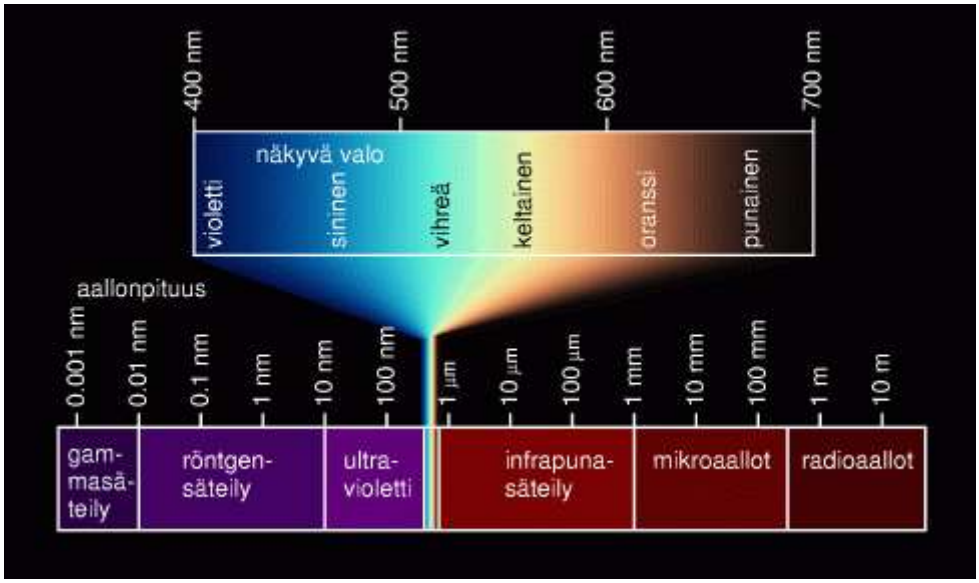
2.2 Keinovalaistus

Yöaikaisen keinovalaistuksen, johon tutkimuksissa viitataan usein termillä LAN (light at night) tai ALAN (artificial light at night), on epäilty olevan terveyden kannalta haitallista, koska se tukahduttaa melatoniinin luonnollista tuotantoa, sekä sekoittaa aivojen keskuskellon toimintaa ja kehon luonnollista vuorokausirytmiä (Harvard Health Publishing, 2020). Erityisen epäedullisena pidetään usein sinistä valoa, koska se vaikuttaa elimistön toimintaan voimakkaammin, kuin lämpimän sävyiset valot (Wong & Bahmani, 2022).

Haitallisena pidetystä, väärään kohteeseen suuntautuvasta tai liian voimakkaasta keinovalosta käytetään myös nimitystä valosaaste. Valosaasteella ei ole yhtä yhtenäistä määritelmää, mutta usein sen ajatellaan aiheuttavan jonkinlaisia terveys- tai ympäristöhaittoja. (Lyytimäki & Rinne, 2013, 15–53.) Yöaikaisella valosaasteella voi olla vaikutuksia ihmisen terveyteen myös välillisesti, sillä se heijastuu luonnon biodiversiteettiin ja erilaisiin ekosysteemeihin (Lyytimäki & Rinne, 2013, 101–139). Yöaikaisen keinovalaistuksen vaikutuksista ihmisen tai luonnon hyvinvointiin on kuitenkin olemassa vasta rajallisesti tutkimuksia, joten on mahdollista, että sillä on terveyteemme laajempia vaikutuksia, kuin tällä hetkellä osataan vielä edes ajatella.

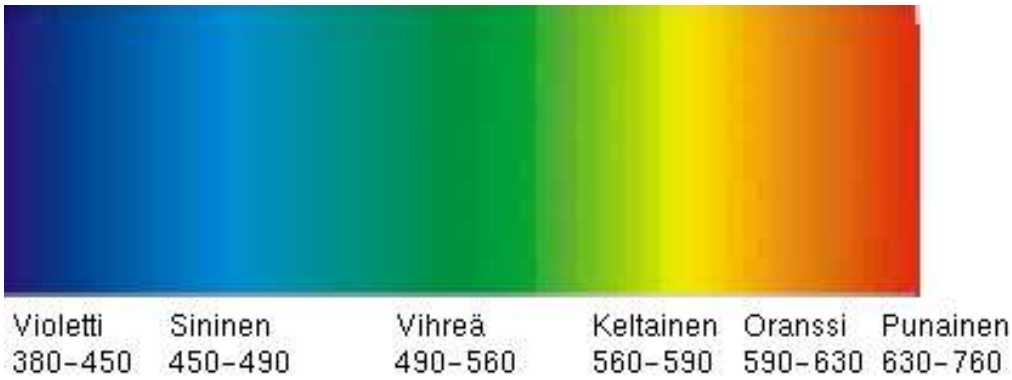
Valolla tarkoitetaan sähkömagneettista säteilyä, jota mitataan yleensä nanometreinä (nm). Sähkömagneettinen säteily voidaan jakaa aallonpitoisuuksien ja syntytavan mukaan gamma-, röntgen-, ultravioletti- ja infrapunasäteilyyn, mikro- ja radioaaltoihin sekä ihmissilmin

havaittavaan, eli näkyvään valoon. (kuva 1). (Turun yliopisto, n.d.) Näkyvän valon aallonpituus sijoittuu suunnilleen 400–780 nanometrin välille (Pastila, 2009, 264).



KUVA 1. Sähkömagneettisen säteilyn alueet aallonpituuksien mukaan. (Turun yliopisto, n.d.)

Lyhyet aallonpituudet näkyvät niin kutsuttuina kylminä sävyinä, kuten sinisenä ja violettina, kun taas pitkät aaltopituudet näkyvät lämpiminä sävyinä, kuten punaisena ja oranssina värinä (kuva 2) (Pastila, 2009, 264). Valkoinen valo taas on tasainen yhdistelmä kaikkia spektrin värejä (Wikipedia, 2024). Eri värien taajuuksien rajat vaihtelevat hieman eri lähteistä riippuen.



KUVA 2. Näkyvän valon spektri aallonpituuksien mukaan. (Ilmatieteenlaitos, n.d.)

Ihminen on historian saatossa kehitellyt monia keinotekoisia valonlähteitä, kuten erilaiset kynttilät, öljylamput ja kaasukäyttöiset valaisimet. Sähkökäyttöiset valaisimet kehiteltiin 1800-luvulla, jolloin niitä alettiin hyödyntää ensisijaisesti teollisuudessa. Sittemmin 1900-luvun alkupuoliskolla sähkövalaisimet alkoivat yleistyä myös kotitalouksissa ja nykyisin

sähkövalaistusta pidetäänkin usein jopa itsestäänselvyytenä etenkin korkean tulotason maissa. (Rantanen, 2015, 52–76.)

Ensimmäiset sähkökäyttöiset valaisimet olivat hehkulamppuja, joita pidetään yhä edelleen yhtenä ihmishistorian mullistavimmista keksinnöistä. Noin 1900-luvun puolessa välissä yleistyivät myös erilaiset purkauslamput. (Halonen & Eloholma, 2005.) Ensimmäiset led-valot taas tulivat markkinoille 1960-luvulla, ja niitä hyödynnettiin aluksi esimerkiksi erilaisten laitteiden merkkivaloina (Rantanen, 2015, 69). 1990-luvulla japanilainen Shuji Nakamura onnistui ensimmäisenä kehittämään sinisen led-valon, jota tarvittiin valkoisen led-valon muodostamiseen (Technology Academy Finland, n.d.). Tämän jälkeen led-valojen käyttö on lisääntynyt merkittävästi samaan aikaan, kun muiden sähkövalojen (hehkulamput, halogeenilamput, loisteputkivalaisimet) osuus on vastaavasti pienentynyt (International Energy Agency, 2021). Samalla myös sinisen valon määrä on moninkertaistunut (American Medical Association, 2016).

Koska keinovalon tiedetään vaikuttavan tiettyihin elimistön toimintoihin, kuten vuorokausirytmiin (Partonen, 2004), uneen (Blume ym., 2019) ja melatoniinin tuotantoon (Souza de Toledo ym., 2023), on sen arveltu voivan kasvattaa myös yksilön syöpäriskiä näiden mekanismien kautta. Seuraavaksi käydään lyhyesti läpi näitä potentiaalisia mekanismeja ja sitä, miten ne voivat selittää keinovalon ja syövän mahdollista yhteyttä.

2.3 Mahdolliset taustamekanismit

2.3.1 Vuorokausirytmi ja aivojen keskuskello

Ihmisen luontainen vuorokausirytmi on biologinen prosessi, jonka noin vuorokauden kestävä kierto on olennainen osa ihmisen uni-valverytmiä (Partonen, 2015). Uni-valverytmi taas tarkoittaa yksilön uni- ja valvetilan vuorottelua (Partonen, 2023a). Vuorokausirytmiin liittyy monia kehon toimintoja, kuten verenpaineen ja ruumiinlämmön muutokset, sekä kortisolin ja melatoniinin erityksen vaihtelu. Nukkuessa verenpaine ja ruumiinlämpö laskevat ja herätessä nousevat. Melatoniini nousee illan hämärtyessä ja laskee aamulla valon lisääntyessä, kun taas kortisoli päinvastoin laskee yön ajaksi ja lähtee nousuun aamulla. Nämä biologiset toiminnot yhdessä muodostavat elimistön vuorokausirytmin. (Stenberg, 2019.) Yksilölle ominainen vuorokausirytmi vaihtelee osittain myös kronotyypin mukaan. Kronotyypit on perinteisesti jaoteltu aamu-, ilta- ja johonkin aamu- ja iltavirkun väliltä. Kronotyyppi määräytyy pääasiassa ympäristön ja geneettisen perimän mukaan, mutta siihen voi vaikuttaa myös esimerkiksi henkilön ikä. (Montaruli ym., 2021.)

Vuorokausirytmiin liittyy oleellisesti aivojen hypotalamuksessa sijaitseva superkiasmaattinen tumake, joka säätelee elimistön toimintaa. Elimistön toiminnan säätelyyn osallistuu myös useita muita sisäisiä kelloja, jotka sijaitsevat muun muassa maksassa, haimassa ja suolessa. Superkiasmaattista tumaketta pidetään kuitenkin elimistön varsinaisena keskuskellona. Näiden biologisten kellojen toimintaa tahdistavat ympäristöstä saadut vihjeet, kuten valon ja hämärän vaihtelu. Ympäristön vihjeiden puuttuminen tai sekoittuminen voi häiritä kellojen toimintaa. Mikäli kellojen toiminta häiriintyy, myös niiden säätelemät elimistön toiminnot voivat häiriintyä. (Partonen, 2004.)

Viivästynyt ja aikaistunut unijakso ovat uni-valverytmin häiriöitä, joissa yksilön biologinen kello on ristiriidassa niin sanotun sosiaalisen kellon kanssa. Viivästyneessä unijaksossa vuorokausirytmi on nimensä mukaisesti viivästynyt ja oireista kärsivä ei saa unta toivottuun aikaan illalla, vaan uni tulee vasta aamuyöllä. Vastaavasti myös aamuherääminen on tällöin viivästynyt. Aamuvirkkuja suosivassa yhteiskunnallisessa rakenteessa esimerkiksi koulu- ja työpäivät alkavat usein aikaisin aamulla, jolloin viivästyneestä unijaksosta kärsivälle alkaa kertyä kroonista univajetta. Aikaistuneessa unijaksossa sen sijaan biologinen kello kulkee sosiaalista kelloa edellä, jolloin väsymys iskee liian aikaisin ja myös herääminen voi ajoittua toivottua varhaisemmaksi. (Partinen & Huutoniemi, 2020, 267–269.)

Vaikka yhteiskunta toimiikin yhä pääasiassa aamupainotteisesti, on kehityskulku edennyt pikkuhiljaa kohti niin sanottua 24/7 yhteiskuntaa, jossa palvelut ovat saatavilla vuorokauden ympäri. Tämä tarkoittaa sitä, että samalla kun esimerkiksi kaupat ovat auki kaksikymmentäneljä tuntia vuorokaudessa, myös vuoro- ja yötyön määrä jatkaa lisääntymistään. (Miettinen, 2008.) Viimeisten vuosien ja vuosikymmenten aikana ovat yleistyneet myös erilaiset älylaitteet, kuten puhelimet, tabletit ja tietokoneet, jotka ovat hyvin ominaisia modernille yhteiskunnalle. Älylaitteet hohtavat usein sinistä valoa, joka voi tukahduttaa kehon luonnollisia kronobiologisia toimintoja ja voi näin altistaa erilaisille terveyshaitoille (Wong & Bahmani, 2022). Älylaitteet, vuorotyö ja ympärivuorokautinen valaistus etenkin kaupunkialueilla altistaa ihmiset jatkuvalle valosaasteelle, jonka terveysvaikutuksia ei vielä kunnolla tunneta.

Vuorokausirytmin häiriintymisen (circadian disruption) on epäilty olevan yhteydessä moniin sairauksiin (esim. Fishbein ym., 2021). Se on joissain tutkimuksissa yhdistetty myös erilaisiin syöpäsairauksiin (esim. Shilts ym., 2018; Huang ym., 2023). Vuorokausirytmin häiriintymisen ja syöpäsairauksien välisiä mekanismeja ei vielä täysin tunneta, mutta esimerkiksi Huang kollegoineen havaitsi tutkimuksessaan viisi potentiaalista vaikutusmekanismia. Ensinnäkin kasvainsolut käyvät läpi useita biokemiallisia reaktioita, kuten solujen kasvun, lisääntymisen, vanhenemisen ja kuoleman. Elimistön sisäiset kellot (circadian clock) voivat vaikuttaa kasvaimien syntyyn säätelemällä näitä toimintoja. Toisekseen vuorokausityrmillä on merkittävä rooli myös syöpäkantasolujen uudismuodostumisessa. Kolmanneksi *vuorokausirytmin säätelyyn liittyvän* Clock-geenin komponentit säätelevät angiogeneettisten (verisuonten uudelleenmuodostuskseen liittyvien) tekijöiden ilmentymistä syöpäsoluissa. Agniogeneesiä edistävien tekijöiden lisääntyminen kasvaimen mikroympäristössä edesauttaa kasvaimen ja etäpesäkkeiden muodostusta mahdollistamalla uusien verisuonien muodostumisen. Neljänneksi Clock-geeni säätelee myös myelooisten (luuytimeen liittyvien) solujen välittämää tulehdusta, joka on keskeinen syövän merkkiaine. Lisäksi myös vuorokausirytmin häiriintymiseen mahdollisesti liittyvä immuuniheikentymä on olennainen osa syövän etenemistä. (Huang ym., 2023.)

Liu ja kollegat (2022) puolestaan tarkastelivat tutkimuksessaan kellogeenien vaikutusta syöpään. Kellogeenit ovat geenejä, jotka ovat nimensä mukaisesti yhteydessä biologisten kellojen toimintaan. Ne osallistuvat ympäristöstä tulevien viestien käsittelyyn ja vakauttavat kellojen toimintaa vaihtelevissa olosuhteissa. Kellogeeneissä esiintyvät virheet vaikuttavat

biologisten kellojen käyttäytymiseen esimerkiksi epäsäännöllistämällä niiden toimintaa. Vuorokausirytmin kannalta yksi tärkeimmistä kellogeeneistä on Huang'n ja kollegoidenkin (2023) tutkimuksessa mainittu Clock-geeni (circadian locomoter output cycles kaput), jonka toiminta on keskeisessä asemassa valon ja hämärän välisen vaihtelun tunnistamisessa. (Partonen, 2004.) Liu kollegoineen havaitsi, että erilaisilla kellogeeneillä oli erilaisia vaikutuksia syöpäsairauksiin. Osa kellogeeneistä esimerkiksi ehkäisi syöpäsolujen leviämistä, kun taas osa vahvisti kantasyöpäsolujen lisääntymistä ja etäpesäkkeiden muodostumista. (Liu ym., 2022.)

2.3.2 Melatoniini

Melatoniini, joka tunnetaan myös nimellä pimeähormoni, on hormoni, jota erittyy pääasiassa aivojen takaosassa sijaitsevasta käpyrauhasessa. Pimeä aktivoi melatoniinin tuotantoa, kun taas valo tukahduttaa sitä. Silmien retinalla sijaitsevat melanopsiini-gangliosolut tunnistavat valon ja pimeyden vaihtelut, ja lähettävät niistä viestin aivojen keskuskellolle. Keskuskello välittää viestin eteenpäin käpyrauhaseen noradrenaliinin avulla. (Partinen & Huutoniemi, 2020, 95–96.)

Melatoniinin eritykseen vaikuttavat valon lisäksi muun muassa yksilön ravitsemus, sairaudet ja lääkitykset (Minich ym., 2022). Myös iällä on merkittävä vaikutus melatoniinin tuotantoon. Vastasyntyneillä melatoniinin eritys on vähäistä, mutta se alkaa nopeasti nousta varhaisessa lapsuudessa. Lapsuus- ja varhaisteini-iässä melatoniinin eritys on suurimmillaan, jonka jälkeen se alkaa laskea iän myötä. Suunnilleen keski-iän jälkeen melatoniinin eritys alkaa olla jo hyvin matalaa ja ikäihmisillä tuotanto palaa lähes samalle tasolle kuin vastasyntyneillä. (Grivas & Savvidou, 2007.) Melatoniinin tuotannossa on kausittaista vaihtelua korkeammilla maantieteellisillä leveysasteilla, joissa kesällä rytmi on usein aikaistunut, kun taas talvella melatoniinia erittyy pidempiä aikoja ja suurempia määriä (Grivas & Savvidou, 2007).

Myös esimerkiksi viivästynyt tai aikaistunut unijakso voi vaikuttaa melatoniinin tuotantoon. Tällöin melatoniinin DLMO-aika voi olla merkittävästi viivästynyt tai aikaistunut. DLMO:lla (dim light melatonin onset) viitataan hämäränaikaiseen melatoniinin nousuun. DLMO alkaa aikuisilla tavallisesti noin kello 20:n ja 21.30:n välillä, joskin aamuvirkuilla aika voi olla aikaisempi ja iltavirkuilla myöhäisempi. Korkeimmillaan melatoniinin tuotanto on suunnilleen puolen yön aikaan, jonka jälkeen tuotanto alkaa pikkuhiljaa laskea aamua kohden. (Partinen & Huutoniemi, 2020, 96.) Yksi melatoniinin tärkeimmistä tehtävistä onkin toimia osana kehon uni-valverytmiä. Yksinkertaistetusti tämä tarkoittaa sitä, että auringon laskettua hämärän

lisääntyessä melatoniinia pitäisi alkaa muodostua, mikä viestii keholle, että on aika mennä nukkumaan. Mikäli melatoniinin tuotanto on syystä tai toisesta häiriintynyt, tämä viesti ei kulje normaalisti. (Brown, 1994.)

Muiden ominaisuuksiensa lisäksi melatoniinilla on myös antioksidanttisia ja immuunijärjestelmää tukevia ominaisuuksia (Wang ym., 2022; Minich ym., 2022). Sillä on havaittu hyödyllisiä ominaisuuksia osana monien sairauksien hoitoa tai ennaltaehkäisyä (esim. Minich ym., 2022). Melatoniini vaikuttaa tämänhetkisen tiedon valossa lupaavalta myös erilaisten syöpäsairauksien hoidon ja ennaltaehkäisyn suhteen (Li ym., 2017; Wang ym., 2022; Minich ym., 2022). Melatoniinin on esimerkiksi havaittu ehkäisevän solujen muuttumista pahanlaatuisiksi säätelemällä erilaisia kasvutekijöitä. Se voi myös vaikuttaa prosessiin, jossa syöpäsolut vaimentavat kasvaimen muodostumista ehkäisevien solujen toimintaa, jotka normaalisti käynnistäisivät apoptoosin, eli ohjelmoidun solukuoleman. Syövän etenemisvaiheessa melatoniini voi estää syöpäsolujen kasvua ja invaasiota, eli leviämistä. (Wang ym., 2022.) Melatoniini voi vaikuttaa myös esimerkiksi soluviestintään, kasvaimen aineenvaihduntaan, verisuonten muodostumiseen ja epigeneettisten muutosten syntyyn (Li ym., 2017). Lisäksi melatoniinin tiedetään säätelevän osaltaan estrogeenin toimintaa (esim. Rato ym., 1999; Kiefer ym., 2002; Sánchez-Barceló ym., 2005). Estrogeenin taas tiedetään olevan yhteydessä hormoniperäisten syöpien syntyyn (National Cancer Institute, 2005).

Melatoniinilla vaikuttaisi siis olevan monia potentiaalisesti syöpää ehkäiseviä vaikutuksia. Mikäli melatoniinia ei kuitenkaan erity riittävästi, jäävät myös sen antikarsinogeeniset vaikutuksen vähäiseksi. Melatoniin tuotantoa voi häiritä muun muassa luonnollisesta valonkierrosta poikkeava keinovalaistus. Altistuminen keinovalolle pimeän aikaan voi välittää elimistölle virheellisiä viestejä vuorokaudenajasta ja sekoittaa näin keskuskellon toimintaa. Tällöin myöskään ilta-aikainen melatoniinin eritys ei käynnisty normaalisti. (Gooley ym., 2011.)

2.3.3 Uni ja sen merkitys terveydelle

Uni on aivotoiminnan tila, jonka aikana aivot ja muu elimistö palautuvat päivän fyysisestä ja psyykkisestä rasituksesta. Nukkuessa muun muassa hormonitoiminnassa, aineenvaihdunnassa ja immuunijärjestelmässä tapahtuu muutoksia, jotka ylläpitävät elimistön normaalia toimintaa. (Stenberg, 2019.) Unella on keskeinen asema terveyden ja toimintakyvyn kannalta. Se on

vahvasti yhteydessä niin psyykkiseen kuin fyysiseenkin hyvinvointiin, kuten myös kognitiivisten toimintojen kehittämiseen ja ylläpitämiseen. (Härmä & Sallinen, 2006.)

Uni koostuu erilaisista univaiheista, jotka voidaan jakaa perusuneen (N1, N2 ja N3) sekä vilkeuneen (REM). Eri univaiheiden aikana fysiologisessa toiminnassa tapahtuu erinäisiä fysiologisia muutoksia, jotka poikkeavat toisistaan univaiheesta riippuen. (Stenberg, 2019.) N1 ja N2 vaiheet vastaavat torkeunta sekä kevyttä unta. REM-unen aikana taas nähdään suurin osa unista, joihin päivän tapahtumat saattavat osaltaan heijastua. REM-uni on muun muassa oppimisen ja mieleen painamisen kannalta olennainen osa unisykliä. (Partinen, 2019.) N3 vaiheen syvää unta voidaan pitää kaikkein tärkeimpänä unisyklin vaiheena. N3 unen aikana korjataan vaurioita, poistetaan kuona-aineita ja täytetään solujen energiavarastoja. (Partinen, 2023.) Markku Partisen (2019) sanoin: ” Syvässä unessa opitaan tietoja ja REM-unessa opitaan taitoja.”

Uneen voi kuitenkin liittyä erilaisia häiriötiloja, tai se voi olla määrältään tai laadultaan riittämätöntä. Unen tarve vaihtelee yksilöllisistä tekijöistä riippuen, mutta 7–9 tunnin yöunia pidetään usein terveyden kannalta ihanteellisina. Ihmisellä saattaa kuitenkin olla haasteita nukahtaa tai pysyä unessa riittävän pitkään. (Partonen, 2023b.) Toisaalta myös kestoltaan pitkä uni voi olla terveyden kannalta riittämätöntä, mikäli syvän unen määrä jää liian vähäiseksi. Esimerkiksi stressi, alkoholi ja huono unihygienia voivat heikentää unen laatua (Järnefelt, 2023).

Valolla on merkittävä rooli nukahtamisessa ja unessa pysymisessä. Esimerkiksi Blumen ja kollegoiden tekemässä katsauksessa havaittiin päiväaikaisen altistumisen luonnonvalolle edistävän nukahtamista illalla ja parantavan unen laatua. Sillä havaittiin myös positiivinen vaikutus unen kestoon. Ilta- ja yöaikaan sijoittuvalla keinovalolla sen sijaan oli päinvastaisia vaikutuksia. Sen havaittiin muun muassa vähentävän ilta-aikaista väsymystä ja syvän unen määrää. Lisäksi se oli yhteydessä matalampaan vireystilaan seuraavana aamuna. Altistuminen puhelimen siniselle valolle ennen nukkumaanmenoa yhdistyi monessa tutkimuksessa esimerkiksi uniongelmiin, huonolaatuiseen uneen ja pidempään nukahtamisaikaan. (Blume ym., 2019.) Myös Silvanin ja kollegoiden (2022) nuoria aikuisia koskevassa katsauksessa sinisen valon havaittiin olevan yhteydessä heikentyneeseen unen laatuun ja kestoon, sekä nukahtamisajan pitenemiseen.

Nukahtamisen ja unessa pysymisen vaikeus, liian vähäinen ja laadultaan riittämätön uni sekä erilaiset unihäiriöt voivat aiheuttaa univajetta (Partonen, 2023b). Univajeen taas tiedetään olevan yhteydessä moniin terveysongelmiin, kuten sepelvaltimotautiin, tyypin 2 diabetekseen, masennukseen ja erilaisiin infektiosairauksiin (Paunio & Porkka-Heiskanen, 2008). Myös univajeen ja syövän välistä yhteyttä on tutkittu, mutta tulokset eivät ole olleet yhtenäisiä. Esimerkiksi Zhou ja kollegat käsittelivät katsauksessaan unihäiriöiden ja keuhkosyövän välistä yhteyttä tarkastelleita tutkimuksia. He havaitsivat, että sekä alle että yli 7–8 tuntia nukkuvilla oli kohonnut riski sairastua keuhkosyöpään. Myös unettomuudesta kärsivät olivat suuremmassa riskissä sairastua. (Zhou ym., 2023.) Zhaon ja kollegoiden meta-analyysissä taas kokonaisriskissä (kaikille syöpätyypeille) ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja unen keston mukaan tarkasteltaessa. Erilaisten syöpätyyppien mukaan tarkasteltuna pitkät yöunet näyttivät kuitenkin pienentävän riskiä sairastua hormoniperäisiin syöpiin ja kasvattavan riskiä sairastua suolistosyöpään. (Zhao ym., 2013.) Myös Chen'n ja kollegoiden (2018) tutkimuksessa pitkät yöunet kasvattivat suolistosyöpäriskiä, kun taas lyhyet yöunet olivat yhteydessä kohonneeseen kokonaisriskiin, mutta ainoastaan aasialaisilla.

Univajeen uskotaan kuitenkin vaikuttavan esimerkiksi immuniteettiin (esim. Stenberg & Aho, 2014). Immuniteettiheikentymä taas kasvattaa riskiä sairastua erilaisiin syöpäsairauksiin (Junttila, 2020). Uni on yhteydessä myös DNA-vaurioiden korjaantumiseen. Esimerkiksi Cheung'n ja kollegoiden tutkimuksessa havaittiin, että yövuoroja tekevillä lääkäreillä esiintyi 30 prosenttia enemmän DNA-vaurioita, kuin niillä lääkäreillä, jotka eivät työskennelleet yövuorossa. DNA-vauriot lisääntyivät yli 25 prosenttia yhden yön akuutin univajeen jälkeen. DNA-vaurioita korjaavien geenien määrän taas havaittiin laskevan akuutin univajeen jälkeen. (Cheung ym., 2018.) DNA-vauriot voivat myös johtaa erilaisten syöpäsairauksien syntyyn (Cancer research UK, n.d.b). Univaje voi siis olla potentiaalinen mekanismi syöpäsairauksien ja yöaikaisen keinovaloaltistuksen välillä. Sen osalta tarvitaan kuitenkin vielä lisää tutkimusnäyttöä.

3 MENETELMÄT

Tässä tutkielmassa pyritään selvittämään mitä tällä hetkellä tiedetään keinovalon ja erilaisten syöpäsairauksien välisestä yhteydestä. Tutkielmassa ollaan kiinnostuneita esimerkiksi siitä, millaisiin syöpäsairauksiin keinovalo mahdollisesti on yhteydessä, ja onko yhteydessä eroja esimerkiksi eri alueiden ja ihmisryhmien välillä. Myös se, onko erilaisten keinovaloaltisteiden välillä eroja syöpävasteisiin liittyen, on tarkastelun kohteena. Tavoitteena on sekä koota yhteen olemassa olevaa tietoa, että tunnistaa niitä ilmiöitä, joiden osalta tieto on vielä puutteellista.

Tutkimuskysymykseen pyritään vastaamaan narratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla. Se sopii työkaluksi silloin kun halutaan selvittää, mitä tutkittavasta ilmiöstä tiedetään, millaisia käsitteitä siihen liittyy ja miten nämä käsitteet ovat yhteydessä toisiinsa. Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla alkuperäistutkimuksista voidaan tunnistaa niiden vahvuuksia ja heikkouksia, sekä tutkimusten välisiä eroja ja yhtäläisyyksiä. Se voi myös auttaa ymmärtämään sitä, millaista tietoa vielä tarvitaan. (Vilkka, 2023.)

Lopullinen haku on suoritettu testihakujen jälkeen kuudessa tietokannassa: CINAHL, Scopus, Web of Science, Medline (Pubmed), ProQuest Central ja Medline (Ovid). Hakusanoina käytetty cancer risk TAI cancer incidence TAI cancer prevention JA artificial light TAI light at night TAI light exposure TAI light cycle TAI domestic light TAI room light TAI indoor light TAI outdoor light TAI light pollution.

Koska yötyön ja erilaisten syöpäsairauksien välistä yhteyttä on tutkittu jo suhteellisen paljon ja siihen liittyen on tehty myös useita kirjallisuuskatsauksia, on vuoro- ja yötyötä tarkastelevat tutkimukset jätetty pois tästä kirjallisuuskatsauksesta. Myös ne tutkimukset, joissa ensisijainen altiste oli valoaltistuksesta riippumaton vuorokausirytmin häiriintyminen, sekä tutkimukset, jotka keskittyivät syövän tai sen oireiden hoitoon suljettiin pois. Mukaan ei otettu myöskään tutkimuksia, jotka keskittyivät ultraviolettisäteilyn ja ihosyövän väliseen yhteyteen, kuten solariumien käyttöön.

Katsaukseen hyväksyttiin syövän ennaltaehkäisyyn ja riskitekijöiden tunnistamiseen liittyvät tutkimukset, riippumatta syöpätyypistä. Käytännön syistä mukaan voitiin ottaa vain ne tutkimukset, jotka olivat vapaasti saatavilla. Katsaukseen hyväksyttiin ainoastaan ihmisillä tehdyt tutkimukset.

Tulokset on rajattu englannin- ja suomenkielisiin tuloksiin. Opinnäytetyön laajuuden ja käytettävissä olevat resurssit huomioiden, tutkimustuloksia päädyttiin rajaamaan ajallisesti. Koska aihepiiristä löytyi kiitettävästi tuoreita tutkimuksia, rajattiin hausta pois ennen vuotta 2010 tehdyt tutkimukset. Näin tulokset ovat mahdollisimman ajantasaisia. Edellä mainituista syistä jokaisesta tietokannasta käytiin läpi ensimmäiset sata hakutulosta, relevanssin mukaan lajiteltuna.

Otsikoiden perusteella kaikista tietokannoista hyväksyttiin jatkoon yhteensä 82 tutkimusta, joista 66 pääsi edelleen jatkoon abstraktien perusteella. Monet artikkeleista löytyivät useammasta tietokannasta, joten päällekkäisyyksien karsimisen jälkeen jäljelle jäi 23 tutkimusta. Silmäilevän lukemisen jälkeen katsaukseen hyväksyttiin lopulta kaikki 23 alkuperäistutkimusta. Tarkemmat tietokantakohtaiset rajaukset ja haun eteneminen on esitetty liitteenä olevassa taulukossa (taulukko 1).

4 KEINOVALAISTUKSEN YHTEYS SYÖPIIN

4.1 Syöpätyypit

Alkuperäistutkimuksissa tarkasteltiin useita eri syöpätyyppejä. Tutkimuksia löytyi koskien rinta-, eturauhas-, suolisto-, kilpirauhas-, haima-, kohdunrungon- ja maksasyöpää, sekä non-Hodgkinin lymfoomaa ja akuuttia lymfaattista leukemiaa. Lisäksi yksi tutkimuksista tarkasteli yleisesti ”naisten syöpiä” (female cancers), joihin oli luokiteltu naisten rinta-, keuhko-, maksa-, kohdunkaulan-, maha- ja paksusuolisyövät (Kim ym., 2015).

Ylivoimaisesti eniten tutkimuksia oli tehty rintasyövästä, jota oli tarkasteltu yhteensä viidessätoista tutkimuksessa. Tutkimuksista kolmetoista löysi jonkinlaisen yhteyden valoaltistuksen ja rintasyövän välillä (Li ym., 2010; Bauer ym, 2013; Hurley ym., 2014; Kim ym., 2015; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016b; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Rybnikova & Portnov, 2018; Garcia-Saenz., 2018; Xiao ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Sweeney ym., 2022) joskaan Li’n ja kollegoiden (2010) havaitsema yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kaksi tutkimuksista ei havainnut lainkaan yhteyttä rintasyövän ja valoaltistuksen välillä (Johns ym., 2018; Ritonja ym., 2020). Huomionarvoista on, että kaikki tutkimukset käsittelivät ainoastaan naisten rintasyöpiä. Miesten rintasyöpiä ei siis ole huomioitu näissä tuloksissa.

Useissa tutkimuksissa oli tarkasteltu keinovaloaltistuksen vaikutusta erikseen estrogeenireseptori-positiivisiin (ER+) ja -negatiivisiin (ER-) kasvaimiin, eli sen mukaan onko estrogeeni yhteydessä kasvaimen kasvuun (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; James ym., 2017; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz., 2018; Xiao ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Sweeney ym., 2022). Monissa tutkimuksissa rintasyövät oli jaoteltu estrogeenireseptoristatuksen (ER) lisäksi myös progesteronireseptoristatuksen (PR) mukaan (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Garcia-Saenz., 2018; Xiao ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Sweeney ym., 2022). Niissä tutkimuksissa, joissa estrogeeni- ja progesteronireseptoristatusten välillä havaittiin eroa, valoaltistus oli yleensä yhteydessä ER+/PR+ tyyppisiin kasvaimiin, kun taas ER-/PR- tyyppisten kasvaimien osalta yhteyttä ei ollut, tai se oli heikompi kuin ER+/PR+ tyyppisissä kasvaimissa (Li ym., 2010; James ym., 2017; Garcia-Saenz., 2018; Xiao ym., 2020; Xiao ym., 2021a). Poikkeuksena oli Hurleyn ja kollegoiden (2014) tutkimus, jossa he havaitsivat hieman korkeamman riskin keinovaloaltisteen ja ER-/PR- tyyppisten kasvainten

välillä. Muissa tutkimuksissa ER+/PR+ ja ER-/PR- ryhmien välillä ei ollut eroa (Johns ym., 2018; Ritonja ym., 2020; Sweeney ym., 2022).

Gynekologisista syövistä tutkimuksia oli tehty kohdunrungon- ja kohdunkaulan syövistä. Kumpikaan tutkimuksista ei löytänyt yhteyttä keinovaloaltisteen ja syövän välillä (Kim ym., 2015; Medgyesi ym., 2023).

Kaksi tutkimuksista käsitteli eturauhassyövän ja keinovalon välistä yhteyttä (Garcia-Saenz ym., 2018; Chowdhury-Paulino ym., 2023). Chowdhury-Paulino ja kollegat tarkastelivat keinovalon yhteyttä eturauhassyöpään sekä kokonaisvaloaltistuksen että intensiteetin mukaan ryhmitellyn kumulatiivisen keinovaloaltistuksen mukaan. He eivät löytäneet kohorttitutkimuksessaan yhteyttä keinovaloaltistuksen intensiteetin ja eturauhassyövän välillä, mutta he havaitsivat positiivisen yhteyden kokonaisvaloaltistuksen (baseline LAN) ja eturauhassyövän kokonaisilmaantuvuuden välillä niillä, jotka eivät muuttaneet tutkimuksen aikana. (Chowdhury-Paulino ym., 2023.) Garcia-Saenz'n ja kollegoiden (2018) tapaus-verrokkitutkimuksessa keinovalon ja eturauhassyövän välillä havaittiin yhteys, vaikkakin enemmistö korkeimmalle keinovaloaltistukselle altistuneista kuului verrokkiryhmään, joilla ei ollut syöpähistoriaa.

Kim ja kollegat tarkastelivat tutkimuksessaan muun muassa naisten maha- ja paksusuolensyöpä. He eivät kuitenkaan havainneet yhteyttä keinovaloaltistuksen ja kummankaan syövän välillä. (Kim ym., 2015.) Garcia-Saenz kollegoineen sen sijaan huomasi yhteyden suolistosyöpien (paksu ja peräsuolen syövät) ja keinotekoisen valon välillä, joskaan tulokset eivät olleet yhtenäisiä eri keinovaloaltisteiden välillä. Yhteys oli voimakkaampi paksusuolen, kuin peräsuolen syövän osalta. (Garcia-Saenz ym., 2020.)

Maksasyövän osalta tutkimuksissa ei havaittu keinovalon ja syövän välistä yhteyttä (Kim ym., 2015; Park ym., 2022). Myöskään keuhkosyöpien osalta yhteyttä ei ollut havaittavissa (Kim ym., 2015). Haimasyövän ja keinovalon välillä sen sijaan oli selkeä yhteys, joka korostui erityisesti suurimman keinovaloaltisteen saaneessa ryhmässä (Xiao ym., 2021b). Kilpirauhassyövän ja keinovalon välillä havaittiin myös vastaava yhteys, joka vaikutti olevan vahvimmillaan suurimpien kasvainten ryhmissä (Zhang ym., 2021).

Non-hodgkinin lymfooma (NHL) tarkastelevassa tutkimuksessa huomioitiin pääkategorian lisäksi yleisimmät alakategoriat: Diffuusi suurisoluinen B-solulymfooma (DLBCL), follikulaarinen lymfooma (FL) ja krooninen lymfaattinen leukemia/pienisoluinen B-

solulymfooma (CLL/SLL). Tulokset eri syöpätyyppien välillä eivät olleet yhtenäisiä: NHL sekä DLBCL olivat selvästi yhteydessä lisääntyneeseen keinovaloaltistukseen, kun taas FL:n ja CLL:n/SLL:n ja keinovaloaltisteen välillä ei ollut havaittavaa yhteyttä. (Zhong ym. 2020.)

Yksi tutkimuksista tarkasteli akuuttia lymfaattista leukemiaa (ALL), joka ei muodosta kiinteää kasvainta, vaan kyseessä on pahanlaatuinen veritauti, jossa lymfoblasti pääsee lisääntymään luuytimessä ja estämään normaalien verisolujen muodostumista (Akuutti lymfaattinen leukemia, n.d.). Tutkimuksessa havaittiin keinovaloaltisteen olevan joissain ryhmissä yhteydessä akuutin lymfaattisen leukemian muodostumiseen, mutta taustamuuttujilla, kuten etnisyydellä ja iällä, oli selkeä vaikutus keinovaloaltisteen ja syöpäriskin välisen yhteyden voimakkuuteen (Zhong ym., 2023).

4.2 Alueelliset erot

Enemmistö tutkimuksista sijoittui Pohjois-Amerikkaan, jossa neljätoista tutkimusta oli toteutettu Yhdysvalloissa ja yksi Kanadassa (Li ym., 2010; Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; James ym., 2017; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Zhong ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Zhang ym., 2021; Sweeney ym., 2022; Medgyesi ym., 2022; Park ym., 2022; Zhong ym., 2023; Chowdhury-Paulino ym., 2023). Yhdysvaltojen sisällä tutkimukset painottuivat itäisempiin osavaltioihin (Florida, Louisiana, New Jersey, North Carolina, Pennsylvania, Georgia, Michigan, Connecticut) ja Kaliforniaan. Tutkimukset kohdistuivat laajasti kaikkiin tässä katsauksessa esitettyihin syöpätyyppeihin, lukuun ottamatta keuhko-, kohdunkaula, maha- ja peräsuolisyöpää. Myös tulosten välillä oli huomattavasti variaatioita. Osa tutkimuksista havaitsi ainakin jonkinasteisen yhteyden keinovalon ja syövän välillä (Li ym., 2010; Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; James ym., 2017; Xiao ym., 2020; Zhong ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Zhang ym., 2021; Sweeney ym., 2022; Zhong ym., 2023; Chowdhury-Paulino ym., 2023). Osassa tutkimuksista yhteys oli kuitenkin heikko tai se ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Sweeney ym., 2022; Chowdhury-Paulino ym., 2023). Kaksi tutkimuksista ei havainnut yhteyttä syövän ja keinovaloaltisteen välillä lainkaan (Medgyesi ym., 2022; Park ym., 2022). Kanadassa tehty tutkimus kohdistui Vancouverin alueella asuvaan väestöön. Myöskään siinä ei havaittu syövän ja keinovalon välistä yhteyttä. (Ritonja ym., 2020.)

Neljä tutkimuksista oli tehty Israelissa ja ne tarkastelivat kaikki rintasyövän ja keinovaloaltisteen välistä yhteyttä. Tutkimuksen tehtiin eri alueilla (Ashkelon, Haifa Bay Area,

Beerseba, Tiberias) ja niissä kaikissa havaittiin selkeä yhteys rintasyövän ja keinovaloaltisteen välillä. Huomionarvoista kuitenkin on, että kaikissa tutkimuksissa otoskoko oli suhteellisen pieni, mikä voi aiheuttaa harhaa sekä vaikuttaa tulosten yleistettävyyteen. (Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016b; Keshet-Sitton ym., 2016c; Rybnikova & Portnov, 2018.)

Israelin lisäksi Aasiassa oli tehty aiheesta tutkimusta Pohjois-Koreassa, jossa tarkasteltiin keinovaloaltistuksen yhteyttä erilaisiin naisten syöpiin (rinta-, keuhko-, maksa-, kohdunkaulan-, maha- ja paksusuolisyövät). Tässä ekologisessa tutkimuksessa yhteys löydettiin vain keinovaloaltisteen ja rintasyövän väliltä, kun taas muiden syöpien osalta vastaavaa yhteyttä ei ollut havaittavissa. Tutkimus kohdistui koko Pohjois-Koreaan, jonka väkiluku oli tutkimuksentekohetkellä lähes 49 miljoonaa henkilöä. Alue oli jaettu tutkimuksessa 248:aan vyöhykkeeseen, joille kullekin laskettiin tutkittavien syöpätautien sen hetkinen prevalenssi. Otoskoko oli näin ollen suurin kaikista tässä katsauksessa käytetyistä alkuperäistutkimuksista, joskin kyse on ekologisesta tutkimuksesta. (Kim ym., 2015.)

Loput tutkimuksista sijoittuivat Eurooppaan, Espanjan ja Iso-Britannian alueelle (Garcia-Saenz ym., 2018; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2020). Espanjassa tehdyt tutkimukset toteutettiin Asturiasin, Barcelonan, Cantabrian, Gironan, Granadan, Guipúzcoan, Huelvan, Leónin, Madridin, Navarran ja Valencia alueilla. Tutkimuksissa havaittiin yhteys keinovalon ja suolisto-, rinta- sekä eturauhassyövän välillä, mutta tuloksissa oli myös hajontaa: esimerkiksi eturauhassyövän osalta yhteys havaittiin vain kokonaisvalon (baseline LAN) kanssa, mutta se ei ollut lineaarinen keinovaloaltistuksen intensiteetin kanssa. (Garcia-Saenz ym., 2018; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2020.) Iso-Britanniassa toteutettu laaja kohorttitutkimus ei löytänyt yhteyttä keinovalon ja rintasyövän välillä (Johns ym., 2018).

Eri maiden sisällä tutkimusalueita oli osassa tutkimuksia jaoteltu sen mukaan, ovatko ne luokiteltu kaupungiksi vai maaseuduksi. Yhtenäistä määritelmää kaupungin tai maaseudun väliseen rajanvetoon ei ollut, mutta kriteereinä oli useimmiten käytetty kunkin alueen väestölukua. Yhteensä kuusi tutkimusta oli tehnyt vertailua kaupungiksi ja maaseuduksi luokiteltujen alueiden välillä ja pyrkinyt selvittämään onko niiden välillä eroa keinovaloaltisteen ja syöpävasteen välillä (Hurley ym., 2014; Kim ym., 2015; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Ritonja ym., 2020).

Keshet-Sitton kollegoineen (2016a) havaitsivat tutkimuksessaan, että sekä kaupungissa että maaseudulla asuvien rintasyöpätapauksien altistuminen keinovalaistukselle oli merkittävästi

suurempaa kuin samalla alueella asuvien verrokkien. Myös Kim'n ja kollegoiden tutkimus osoitti yhteyden rintasyövän ja keinovaloaltistuksen välillä, mutta heidän tutkimuksessaan yhteys oli tilastollisesti merkittävämpi maaseudulla, kuin kaupungissa. Muiden syöpien osalta vastaavaa yhteyttä ei kuitenkaan ollut havaittavissa kummallakaan alueella. (Kim ym., 2015.)

Toisessa tutkimuksessa Keshet-Sitton ja kollegat taas havaitsivat, että osa keinovaloaltistukseen liittyvistä riskitekijöistä vaihteli kaupungissa ja maaseudulla asuvien välillä. Esimerkiksi nukkuminen yöaikaan verhot suljettuina pienensi hieman sairastumisriskiä maaseudulla asuvilla, mutta ei kaupungissa asuvilla. Matkapuhelimen päivittäinen käyttö taas oli yhteydessä kohonneeseen riskiin kaupungissa, muttei maaseudulla asuvilla. Myös asuminen voimakkaan keinovalon läheisyydessä kasvatti hieman riskiä sairastua rintasyöpää kaupungissa asuvilla. Maaseudulla asuvilla vastaavaa yhteyttä ei havaittu. (Keshet-Sitton ym., 2016c.)

Hurley kollegoineen käytti tutkimuksessaan kolmiluokkaista jaottelua kaupunkiin (urban/suburban), ei-metropoliin (non-metropolitan city) ja maaseutuun (town/rural). Keinovaloaltistus oli voimakkainta kaupunkialueilla ja matalinta maaseudulla. Edelleen kahteen luokkaan jaettuna (urban/suburban ja non-metropolitan city/town/rural) ja niiden mukaan tarkisteltuna rintasyöpä oli yhteydessä keinovaloaltistukseen kaikilla asuinalueilla. (Hurley ym., 2014.)

James kollegoineen (2017) ei havainnut eroa keinovaloaltistuksen ja rintasyövän välisessä yhteydessä kaupungin ja maaseudulla välillä. Myöskään Ritonja ja kollegat (2020) eivät havainneet tuloksissaan eroja kaupungissa ja maaseudulla asuvien välillä.

4.3 Erilaisten taustamuuttujien vaikutus yhteyteen

Osa tutkimuksista vertaili tuloksia eri väestöryhmien välillä selvittääkseen, oliko keinovaloaltisteen ja syöpäriskin välisessä yhteydessä eroja eri ryhmien välillä. Esimerkiksi kahdeksassa rintasyöpään keskittyvistä tutkimuksista tarkasteltiin, onko keinovaloaltisteen ja rintasyöpäriskin välisessä yhteydessä eroja eri vaihdevuosistatuksen omaavilla naisilla. Missään näistä tutkimuksista ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa pre- ja postmenopausaalisten naisten välillä. (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2018; Ritonja ym., 2020; Sweeney ym., 2022.)

Tutkimustuloksia oli vertailtu myös eri painoindeksiluokkien välillä. Yli puolet näistä tutkimuksista ei havainnut tuloksissa eroja painoindeksin mukaan tarkasteltuna (James ym., 2017; Zhong ym., 2020; Zhang ym., 2021; Park ym., 2022; Medgyesi ym., 2022). Medgyesi ja kollegat (2022) huomasivat, että riski sairastua kohdunrungon syöpään oli kyllä suurempi painoindeksin mukaan liikalihavilla, mutta keinovaloaltistus sen sijaan ei ollut yhteydessä sairastumisriskiin. Kiintoisaa kyllä, niissä tutkimuksissa, joissa painoindeksin havaittiin vaikuttavan keinovaloaltisteen ja syöpäriskin väliseen yhteyteen, yhteys oli voimakkaampi normaalipainoisilla (< 25 kg/m2), kuin ylipainoisilla ja lihavilla (≥ 25 kg/m2) naisilla (Hurley ym., 2014; Xiao ym., 2020). Xiaon ja kollegoiden (2021b) tutkimuksessa yhteys oli voimakkaampi normaalipainosten (< 25 kg/m2) lisäksi myös ylipainoisilla (25–< 30 kg/m2), toisin kuin lihavilla (≥ 30 kg/m2). (Hurleyn ja kollegoiden tutkimuksessa painoindeksi ei yksinään vaikuttanut olevan yhteydessä riskiin, mutta vaihdevuosistatuksen mukaan tarkasteltuna premenopausaalisten naisten riski rajoittui niihin, joiden BMI oli < 25 kg/m2. Niillä, joiden BMI oli ≥ 25 vastaavaa yhteyttä ei havaittu. Postmenopausaalisilla naisilla painon ei havaittu olevan yhteydessä riskiin. (Hurley ym., 2014.)

Koska enemmistö alkuperäistutkimuksista keskittyi naisten rintasyöpään, sukupuolten välisistä eroista ei ollut tehty paljon tutkimuksia. Kolme tutkimusta oli kuitenkin vertaillut keinovaloaltisteen ja syöpäriskin välistä yhteyttä myös naisten ja miesten välillä (Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021b; Zhong ym., 2023). Zhang ja kollegat (2021) havaitsivat keinovaloaltisteen ja kilpirauhassyövän välillä positiivisen yhteyden, jossa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa miesten ja naisten välillä. Myös Xiaon ja kollegoiden (2021b) tutkimuksessa keinovalo oli yhteydessä haimasyöpään sekä miehillä että naisilla, eikä sukupuolten välillä ollut merkittävää eroa tuloksissa. Lapsilla tehdyssä tutkimuksessa taas havaittiin, että keinovaloaltistus kasvatti pojilla riskiä sairastua akuuttiin lymfaattiseen leukemiaan, toisin kuin tytöillä, joilla vastaavaa yhteyttä ei havaittu (Zhong ym., 2023).

Joidenkin tutkimuksien kohdalla vertailua oli tehty myös osallistujien etnisten taustojen välillä (Bauer ym., 2013; James ym., 2017; Zhong ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Zhang ym., 2021; Sweeney ym., 2022; Zhong ym., 2023). Osa tutkimuksista havaitsi syöpäriskien välillä eroja eri etnisissä ryhmissä, kun taas toisissa tutkimuksissa etnisellä taustalla ei vaikuttanut olevan merkitystä keinovaloaltisteen ja syöpäriskin väliseen yhteyteen. Bauerin ja kollegoiden (2013) tutkimuksessa keinovaloaltistus oli yhteydessä rintasyöpäriskiin vain valkoisilla, mutta ei mustilla naisilla. Sweeneyn ja kollegoiden (2022) tutkimuksessa taas ei-

latinalaisamerikkalaisilla (non-Hispanic) mustilla naisilla keinovaloaltisteen ja rintasyövän välinen sairastumisriski oli suurempi, kuin ei-latinalaisamerikkalaisilla valkoisilla naisilla. Xiaon ja kollegoiden (2021a) tutkimuksessa erot mustien ja valkoisten naisten rintasyöpäriskissä vaihtelivat syöpätyypin ja -asteen mukaan: Mustilla naisilla keinovaloaltistus nosti erityisesti ER-positiivisen ja paikallisten syöpien riskiä, kun taas valkoisilla naisilla keinovaloaltistus oli yhteydessä pidemmälle edenneisiin, levinneisiin syöpiin. Akuuttia lymfaattista leukemiaa koskevassa tutkimuksessa havaittiin, että latinalaisamerikkalaisilla (Hispanic) lapsilla oli suurentunut sairastumisriski, kun taas ei-latinalaisamerikkalaisilla Mustilla lapsilla riski oli pienentynyt. Ei-latinalaisamerikkalaisten valkoisten lasten kohdalla keinovaloaltistus ei vaikuttanut olevan yhteydessä syöpäriskiin. (Zhong ym., 2023.) Kolme tutkimuksista havaitsi keinovaloaltistuksen ja syöpäriskin välillä positiivisen yhteyden, joka pysyi samanlaisena riippumatta osallistujien etnisestä taustasta (James ym., 2017; Zhong ym., 2020; Zhang ym., 2021).

Myös sosioekonomisen taustan, koulutuksen sekä tuloluokan mukaan oli tehty vertailua eri ryhmien välillä. Garcia-Saenz'n ja kollegoiden (2020) tutkimuksessa keinovaloaltistuksen ja syöpäriskin yhteys oli nähtävissä molemmissa koulutuksen mukaisissa ryhmissä, mutta se oli voimakkaampi korkeammin koulutettujen ryhmässä (toisen asteen tai korkeampi koulutus), verrattuna matalamman koulutuksen saaneiden ryhmään (perusasteen- tai matalampi koulutus). Zhong'n ja kollegoiden lapsia koskevassa tutkimuksessa oli käytetty muuttujana äidin koulutustasoa. Sillä ei kuitenkaan havaittu vaikutusta keinovaloaltisteen ja non-Hodgkinin lymfooman väliseen yhteyteen. (Zhong ym., 2023.) Myöskään muissa tutkimuksissa, joissa vertailtiin ryhmiä sosioekonomisen taustan, tulotason tai koulutuksen mukaan, ei tuloksissa havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä (James ym., 2017; Zhong ym., 2020; Xiao ym., 2020; Zhang ym., 2021 Park ym., 2022).

Lisäksi joissain tutkimuksissa keinovaloaltistuksen ja syöpäriskin välistä yhteyttä oli tarkisteltu eri tupakointistatusten välillä (James ym., 2017; Zhong ym., 2020; Xiao ym., 2020; Garcia-Saenz ym., 2020; Xiao ym., 2021b; Park ym., 2022;). Jamesin ja kollegoiden (2017) tutkimuksessa keinovaloaltistuksen ja rintasyövän välinen yhteys oli havaittavissa vain entisillä ja nykyisillä tupakoitsijoilla, mutta ei niillä, jotka eivät olleet koskaan tupakoineet. Vastaavasti myös Garcia-Saenz'n ja kollegoiden (2020) tutkimuksessa keinovaloaltistuksen ja syövän välinen yhteys löytyi vain tupakoivilta (ever smokers), kun taas tupakoimattomien (never

smokers) ryhmässä vastaavaa yhteyttä ei havaittu. Muissa tutkimuksissa ryhmien välillä ei havaittu eroja (Xiao ym., 2020; Zhong ym., 2020; Xiao ym., 2021b; Park ym., 2022).

4.4. Erilaiset valoaltisteet ja niiden mittarit

Enemmistö tutkimuksista hyödynsi keinovaloaltistuksen mittauksessa satelliittikuvia. Satelliittikuvia verrattiin alueittain joko erilaisista syöpärekistereistä saatuihin tietoihin kunkin syövän alueellisesta ilmaantuvuudesta/vallitsevuudesta, tai niitä verrattiin suoraan osallistujien ilmoittamiin osoitteisiin. (Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; Kim ym., 2015; James ym., 2017; Rybnikova & Portnov, 2018; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Zhang ym., 2021; Park ym., 2022; Medgyesi ym., 2022; Sweeney ym., 2022; Chowdhury-Paulino, ym. 2023.) Yleisimmin käytetty lähde satelliittikuville oli U.S. Defense Meteorological Satellite Program's (DMSP), jota hyödynsivät lähes kaikki satelliittikuvia käyttäneet tutkimukset (Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; Kim ym., 2015; James ym., 2017; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Medgyesi ym., 2022; Sweeney ym., 2022; Park ym., 2022; Chowdhury-Paulino, ym. 2023). Tietokanta sisältää satelliittikuvia, joista voidaan erottaa esimerkiksi kuun- ja auringonvalon heijastukset. Kuvista voidaan havaita myös esimerkiksi tulipalojen tai revontulien kaltaiset valonlähteet. Kuvat osoittavat näkyvän valon sekä infrapunavalon. Korkean resoluution kuvissa pikselitarkkuus on 0,55 km ja matalan resoluution kuvissa 2,7 kilometriä. (National Centers for Environmental Information, n.d..)

Tutkimustuloksissa oli jonkin verran hajontaa niiden tutkimusten välillä, jotka olivat hyödyntäneet satelliittikuvia keinovaloaltistuksen mittareina. Yhteensä yksitoista tutkimuksista löysi jonkinlaisen yhteyden keinovaloaltistuksen ja syöpävasteen välillä. Yksi tutkimuksista oli toteutettu Etelä-Koreassa ja toinen Israelissa, kun taas muut sijoittuivat Yhdysvaltoihin. Tutkimukset tarkastelivat rinta-, haima-, eturauhas-, keuhko-, maksa, kohdunkaula-, maha-, paksusuoli-, sekä kilpirauhassyöpiä. (Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; Kim ym., 2015; James ym., 2017; Rybnikova & Portnov, 2018; Xiao ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Zhang ym., 2021; Sweeney ym., 2022; Chowdhury-Paulino, ym. 2023) Kim'n ja kollegoiden (2015) tutkimuksessa keinovaloaltistus oli yhteydessä rintasyöpään, mutta ei muihin tutkittuihin naisten syöpiin (keuhko-, maksa-, kohdunkaula-, maha- ja paksusuolisyövät). Sweeneyn ja kollegoiden (2022) tutkimuksessa taas satelliitilla havaitun keinovaloaltisteen ja rintasyövän välinen yhteys ei ympäristötekijöiden vakioinnin jälkeen ollut enää nähtävissä. Kolmessa tutkimuksessa satelliittikuvilla mitatun keinovaloaltistuksen ja

syöpäriskin välillä ei havaittu yhteyttä. Nämä tutkimukset oli tehty Yhdysvalloissa sekä Kanadassa ja niissä tutkittiin rinta-, maksa- ja kohdunrungon syöpiä. (Ritonja ym., 2020; Park ym., 2022; Medgyesi ym., 2022.)

Kaksi tutkimuksista oli hyödyntänyt keinovaloaltistuksen mittaamisessa Fabio Falchin ja kollegoiden kehittelemää The new world atlas of artificial night sky brightness -kartastoa (Falch ym., 2016a), jolla on ollut mahdollista paikata joitain perinteiseen satelliittidataan liittyviä mittaamisen haasteita. Nämä tutkimukset on toteutettu Yhdysvalloissa ja niissä on tutkittu keinovaloaltisteen yhteyttä non-Hodgkinin lymfoomaan sekä akuuttiin lymfaattiseen leukemiaan. Molemmissa tutkimuksissa havaittiin keinovaloaltistuksen ja syöpäriskin välinen yhteys, joskin tuloksissa oli variaatiota eri väestöryhmien ja syöpätyyppien alakategorioiden välillä. (Zhong ym., 2020; Zhong ym., 2023.)

Satelliittikuvien lisäksi tutkimuksissa hyödynnettiin myös muita avaruudesta käsin otettuja kuvia. Espanjassa tehdyt tutkimukset käyttivät tutkimuksissaan International Space Station:lta (ISS) peräisin olevia kuvia, joiden avulla on ollut mahdollista jaotella keinovaloaltistus erilaisiin alaluokkiin spektrien mukaan (Garcia-Saenz ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2020). Vuonna 2018 toteutetussa rinta- ja eturauhassyöpää koskevassa tutkimuksessaan Garcia-Saenz kollegoineen oli tarkistellut kahta erilaista keinovaloaltistusta: näkyvää valoa (visual light) sekä siniseen valoon yhteydessä olevaa MSI (melatonin suppression index) -valoa. Tässä tutkimuksessa sinisen spektrin valon havaittiin olevan positiivisesti yhteydessä sekä rinta- että eturauhassyöpään, kun taas muu näkyvä valo oli negatiivisesti yhteydessä eturauhassyöpään. Rintasyöpäriskin ja näkyvän valon välillä ei havaittu yhteyttä. (Garcia-Saenz ym., 2018.) Suolistosyöpää koskevassa tutkimuksessaan Garcia-Saenz kollegoineen oli tarkastellut keinovaloaltistusta sinisen ja koko näkyvän valon spektrin lisäksi aallonpituuksien mukaan jaoteltuna. Tässä tutkimuksessa oli havaittavissa samankaltainen tulos: sininen valo oli yhteydessä suolistosyöpäriskiin, mutta näkyvän valon osalta vastaavaa yhteyttä ei havaittu. Eri aallonpituuksien mukaan tarkasteltuna yhteys oli havaittavissa lyhyen-, muttei pitkän aallonpituuden osalta. (Garcia-Saenz ym., 2020.) Myös Israelissa toteutetussa rintasyöpää tarkastelevassa tutkimuksessa oli ryhmitelty keinovaloaltisteet siniseen, vihreään ja punaiseen valoon. Myös tässä tutkimuksessa sinisen valon havaittiin olevan yhteydessä syöpäriskiin. Punaisen valon osalta yhteys oli selvästi heikompi, mutta silti tilastollisesti merkitsevä. Myös vihreän valon havaittiin olevan yhteydessä kohonneeseen rintasyöpäriskiin, mutta alueellisten

muuttujien vakioinnin jälkeen yhteys oli havaittavissa vain sinisen valon osalta. (Rybnikova & Portnov, 2018.)

Objektiivisten mittareiden lisäksi keinovaloaltistusta oli mitattu erilaisilla kyselyillä. Osallistujien oman ilmoituksen perusteella mitattua keinovaloaltistusta oli hyödynnetty kuudessa eri tutkimuksessa, jotka kaikki tarkastelivat keinovalon ja rintasyövän välistä yhteyttä (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; Johns ym., 2018; Sweeney ym., 2022). Kyselyillä kerättiin tietoa muun muassa makuuhuoneen valonlähteistä, puhelimen käytöstä sekä verhojen ja unimaskin käytöstä nukkuessa. Keshet-Sitton'n ja kollegoiden tutkimuksessa päivittäinen puhelimen käyttö ja voimakkaiden keinovalolähteiden läheisyydessä asuminen kasvatti rintasyöpäriskiä. Verhot suljettuna nukkuminen, sekä lukuvalon (bed light) tai huoneenvalon (room light) valossa lukeminen ennen nukkumaanmenoa taas pienensi riskiä. (Keshet-Sitton ym., 2016c.) Myös toisessa Keshet-Sitton'n ja kollegoiden tutkimuksessa naisilla, jotka olivat lukeneet kohtalaisessa valaistuksessa (reading lamp) ja naisilla, jotka nukkuivat verhot kiinni, oli pienentynyt riski sairastua rintasyöpään. Naiset, jotka olivat asuneet lähellä voimakkaita keinovalon lähteitä, olivat suuremmassa riskissä sairastua rintasyöpään. Muilla tutkituilla keinovaloaltisteilla, kuten huoneenvalossa lukemisella, television ääreen nukahtamisella tai makuuhuoneen valaistukset intensiteetillä, ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä rintasyöpäriskiin. (Keshet-Sitton ym., 2016a.) Sweeneyn ja kollegoiden (2022) tutkimuksessa taas nukkuminen valot tai televisio päällä kasvatti hieman rintasyöpäriskiä verrattuna niihin, jotka eivät altistuneet yöaikaan sisävalolle. Johns'n ja kollegoiden tutkimuksessa arvioitiin altistumista keinovalolle sekä kahdenkymmenen vuoden iässä että tutkimuksen tekohetkellä. Vastaukset oli jaettu kolmiportaisesti vaihtoehtoihin *low*, *med* ja *high*. Tässä tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä keinovaloaltistuksen ja syöpävasteen välillä lukuun ottamatta yöheräämiseen liittyvää keinovaloaltistusta kaksikymmentävuotiaana, joka näytti suojaavan rintasyövältä. (Johns ym., 2018.) Hurley kollegoineen (2014) tai Li kollegoineen (2018) eivät havainneet tilastollisesti merkitsevää yhteyttä osallistujien ilmoittaman subjektiivisen keinovaloaltistuksen ja rintasyöpäriskin välillä.

4.5 Sekoittavat tekijät ja niiden vakiointi

Alkuperäistutkimuksissa oli huomioitu ensinnäkin osallistujien ikä, joka oli vakioitu kaikissa tutkimuksissa. Monissa tutkimuksissa huomioitiin myös osallistujien etninen tausta (Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; James ym., 2017; Johns ym., 2018; Rybnikova & Portnov, 2018;

Garcia-Saenz ym., 2018; Zhong ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Zhang ym., 2021; Medgyesi ym., 2022; Park ym., 2022; Sweeney ym., 2022; Chowdhury-Paulino ym., 2023; Zhong ym., 2023) sekä syntymäpaikka (Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; Zhong ym., 2023). Demografisista tekijöistä oli huomioitu myös esimerkiksi koulutus, tuloluokka ja sosioekonominen asema (Bauer ym., 2013; James ym., 2017; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2020; Xiao ym., 2020; Zhong ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Zhang ym., 2021; Sweeney ym., 2022; Park ym., 2022; Medgyesi ym., 2022; Zhong ym., 2023; Chowdhury-Paulino ym., 2023).

Monet tutkimuksista keräsivät tietoa myös osallistujien elintavoista. Suurin osa tutkimuksista oli huomioinut esimerkiksi osallistujien painoindeksin (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Kim ym., 2015; James ym., 2017; Garcia-Saenz ym., 2018; Johns ym., 2018; Zhong ym., 2020; Garcia-Saenz ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021b; Park ym., 2022; Medgyesi ym., 2022; Chowdhury-Paulino ym., 2023). Myös alkoholin käyttö (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Kim ym., 2015; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Johns ym., 2018; Ritonja ym., 2020; Garcia-Saenz ym., 2020; Xiao ym., 2020; Zhong ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021b; Park ym., 2022) ja tupakointi (Li ym., 2010; Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2020; Zhong ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Park ym., 2022; Chowdhury-Paulino ym., 2023) oli huomioitu enemmistössä tutkimuksia, vaikkakaan Kimin ja kollegoiden (2015) ekologisessa tutkimuksessa tiedot alkoholin käytöstä ja tupakointistatuksesta (kuten myöskään painoindeksistä) eivät perustuneet osallistujien yksilöllisiin tietoihin, vaan ne pohjautuivat rekisteristä saatuun alueelliseen dataan.

Osassa tutkimuksista oli kerätty tietoja osallistujien unitottumuksista, kuten unen kestosta ja laadusta (Li ym., 2010; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2020; Xiao ym., 2020; Zhang ym., 2021; Park ym., 2022). Taustamuuttujien vakioinnin lisäksi osa tutkimuksista tarkasteli sitä, miten osallistujien unitottumukset vaikuttivat keinovaloaltisteen ja syöpäriskin väliseen yhteyteen yksittäisenä muuttujana. Esimerkiksi Xiao kollegoineen (2020) havaitsi, että yhteys keinovaloaltisteen ja rintasyövän välillä oli voimakkaampi niillä, jotka nukkuivat alle 7 tuntia vuorokaudessa. Vastaavasti

Keshet-Sitton (2016a; 2016c) ja kollegat havaitsivat kahdessa erillisessä tutkimuksessaan, että rintasyöpäriski oli pienempi niillä naisilla, jotka nukkuivat pidempään.

Osassa tutkimuksista kerättiin tietoja sellaisista taustatekijöistä, jotka voivat mahdollisesti vaikuttaa hormoniperäisten syöpien muodostumiseen. Tietoja kerättiin esimerkiksi raskauksista (Li ym., 2010; Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016b; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Garcia-Saenz ym., 2018; Johns ym., 2018; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Sweeney ym., 2022; Medgyesi ym., 2022), imetyshistoriasta (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Johns ym., 2018) ja vaihdevuosistatuksesta (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2018; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Sweeney ym., 2022; Medgyesi ym., 2022). Yhteesä yksitoista tutkimusta oli kerännyt tietoa myös ehkäisypillereiden (James ym., 2017; Johns ym., 2018; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2020; Medgyesi ym., 2022) tai hormonihoidon käytöstä (Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; Johns ym., 2018; Xiao ym., 2020; Zhong ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Zhang ym., 2021; Medgyesi ym., 2022).

Suurin osa tutkimuksista keräsi myös jonkinlaista tietoa yksilön terveyshistoriasta (James ym., 2017; Johns ym., 2018; Xiao ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Zhong ym., 2020; Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021b; Chowdhury-Paulino ym., 2023), sekä perheen/sukulaisten syöpähistoria, joka voi antaa viitteitä mahdollisesta perinnöllisestä alttiudesta sairastua syöpään (Li ym., 2010; Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Garcia-Saenz ym., 2018; Zhong ym., 2020; Garcia-Saenz ym., 2020; Xiao ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Sweeney ym., 2022; Chowdhury-Paulino ym., 2023.). Myös mahdollinen osallistuminen syöpäseulontaan oli otettu huomioon osassa tutkimuksista (James ym., 2017; Xiao ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Chowdhury-Paulino ym., 2023). Lisäksi niissä tutkimuksissa, joissa tehtiin vertailua erilaisten syöpästatusten välillä, oli syöpätapauksista kerätty tiedot myös esimerkiksi levinneisyydestä, sekä kasvaimen koosta ja sijainnista Bauer ym., 2013; James ym., 2017; Garcia-Saenz ym., 2018; Johns ym., 2018; Xiao ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Xiao ym., 2021a; Sweeney ym., 2022).

Vaikka tässä kirjallisuuskatsauksessa ei tarkasteltu tutkimuksia, jotka olivat keskittyneet nimenomaisesti yö- tai vuorotyötä tekeviin, oli muutama tutkimuksista ottanut mahdollisen yö-/vuorotyöhistorian huomioon taustamuuttujana. Missään näistä kolmesta tutkimuksesta yö-/vuorotyöhistoria ei vaikuttanut tuloksiin. (James ym., 2017; Johns ym., 2018; Ritonja ym.,

2020.) Lisäksi neljä tutkimuksista käytti aiempaa yötyöhistoriaa poissulkukriteerinä estääkseen sen mahdollisen vaikutuksen lopputulokseen (Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; Garcia-Saenz ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2020;).

Myös joidenkin ympäristötekijöiden vaikutus huomioitiin osassa tutkimuksia. Näitä olivat esimerkiksi melu- (Sweeney ym., 2022) ja ilmansaasteet (Kim ym., 2015; James ym., 2017; Garcia-Saenz ym., 2020; Zhong ym., 2023). Lähes kaikki tutkimuksen huomioivat myös asuinalueen urbanisaation tai väkinluvun (Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; Kim ym., 2015; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016b; Keshet-Sitton ym., 2016c; James ym., 2017; Rybnikova & Portnov, 2018; Xiao ym., 2020; Zhong ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Park ym., 2022; Medgyesi ym., 2022; Sweeney ym., 2022; Chowdhury-Paulino ym., 2023) sekä sosioekonomisen tason (Bauer ym., 2013; Hurley ym., 2014; Keshet-Sitton ym., 2016b; James ym., 2017; Rybnikova & Portnov, 2018; Garcia-Saenz ym., 2018; Johns ym., 2018; Garcia-Saenz ym., 2020; Xiao ym., 2020; Ritonja ym., 2020; Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021b; Sweeney ym., 2022; Park ym., 2022; Chowdhury-Paulino ym., 2023).

Tässä katsauksessa käytetyissä tutkimuksissa on otettu huomioon erinäisiä taustamuuttujia, jotka voivat vaikuttaa syöpäriskiin ja aiheuttaa näin harhaa tutkimustuloksille. On kuitenkin syytä huomata, että on mahdollisesti olemassa myös sellaisia sekoittavia tekijöitä, joita ei näissä tutkimuksessa ole osattu huomioida. Tämän vuoksi on edullista, että katsaukseen on voitu kerätä tietoa esimerkiksi useista eri syöpätyypeistä, alueellisista eroista sekä erilaisista väestöryhmistä. Alkuperäistutkimuksissa tarkastellut väestöt eivät kuitenkaan välttämättä edusta riittävän tasapuolisesti esimerkiksi erilaisia ikä-, sukupuoli- ja etnisiä ryhmiä. Myös alueellisia eroja tarkasteltaessa tietyt maat, maanosat tai asuinalueet ovat korostuneet vaikuttaen mahdollisesti tutkimustuloksiin tai niiden yleistettävyyteen.

5 POHDINTA

5.1 Tulosten pohdinta

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää, mitä tiedetään yöaikaisen keinovaloaltistuksen ja erilaisten syöpäsairauksien välisestä yhteydestä. Tulosten valossa vaikuttaa siltä, että keinovaloaltisteen syöpävasteissa on eroja eri syöpätyyppien välillä. Enemmistö rintasyöpää tarkastelevista tutkimuksista havaitsi yhteyden, samoin kuin haima- ja kilpirauhassyöpää koskevat tutkimukset. Non-Hodgkinin lymfooman osalta keinovaloaltisteen huomattiin olevan yhteydessä NHL:ään ja DLBCL:ään. Myös akuutin lymfaattisen leukemian osalta positiivinen yhteys oli havaittavissa, mutta ainoastaan latinalaisamerikkalaisilla lapsilla. Maksa-, keuhko-, maha- ja gynekologisia syöpiä tarkastelevissa tutkimuksessa yhteyttä ei sen sijaan havaittu, kuten ei myöskään non-Hodgkinin lymfoomassa FL:n ja CLL:n/SLL:n osalta.

Joidenkin syöpätyyppien osalta tutkimuksissa saatiin ristiriitaisia tuloksia. Eturauhassyövän osalta Chowdhury-Paulinon ja kollegoiden (2023) tutkimuksessa havaittiin yhteys ainoastaan kokonaisvaloaltistuksen ja syövän välillä, kun taas altistuksen intensiteetin mukaan tarkasteltuna lineaerista yhteyttä ei havaittu. Garcia-Saenz'n ja kollegoiden (2018) tutkimuksessa sen sijaan keinovaloaltistuksen ja eturauhassyövän välinen positiivinen yhteys oli selkeästi havaittavissa. Myös suolistosyövän osalta tutkimustuloksissa oli eroja kahden eri tutkimuksen välillä. Kim'n ja kollegoiden (2015) tutkimuksessa yhteyttä keinovalon ja paksusuolensyövän ei löytynyt, kun taas Garcia-Saenz'n ja kollegoiden (2020) tutkimuksessa yhteys löytyi sekä paksu-, että peräsuolen syövän väliltä.

Niiden syöpätyyppien osalta, joita oli tarkasteltu vain yhdessä tai kahdessa tutkimuksessa, ei voida tällä hetkellä tehdä juurikaan vertailua. Keinovaloaltistus voi olla yhteydessä vain tietynlaisiin syöpätyyppeihin tai tietynlaisissa väestöissä. Tutkimusasetelmiin, mittareihin, taustamuuttujiin tai muihin tekijöihin voi kuitenkin liittyä harhaa ja sekoittavia tekijöitä, jotka vaikuttavat tulosten luotettavuuteen. Rintasyövän osalta tutkimuksia löytyi kiitettävästi ja tuloksissa oli paljon yhteneväisyyksiä. Yksittäisissä tutkimuksissa tarkasteltujen syöpätautien osalta tarvitaan kuitenkin lisää tutkimusta ja vertailukelpoista dataa.

Monissa tutkimuksissa oli nostettu esiin keinovaloaltistuksen mahdolliset vaikutukset hormonitoimintaan ja näin edelleen hormoniperäisiin syöpiin. Rintasyövän osalta teoria vaikuttaakin lupaavalta. Hieman yli puolet rintasyövän estrogeeni- ja

progesteronireseptoristatusta tarkastelevista tutkimuksista havaitsi, että keinovaloaltistus kasvatti erityisesti hormoniperäisiä rintasyöpiä. Myös kilpirauhas- ja eturauhassyöpää koskevat tutkimukset havaitsivat yhteyden keinovaloaltisteen ja syöpävasteen välillä. Sen sijaan kummassakaan gynekologisia syöpiä tarkastelevassa tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä. Myöskään niissä tutkimuksissa, joissa rintasyöpäriskiä tarkisteltiin vaihdevuosistatuksen mukaan, tilastollisesti merkitseviä eroja ei havaittu. Mikäli keinovaloaltistus on yhteydessä syöpäriskiä lisääville hormonimuutoksille, se ei välttämättä nosta riskiä kuin tietynlaisille hormoniperäisille syöville. Tämän selvittämiseksi tarvitaan lisää tietoa keinovalon vaikutuksista ihmisen hormonitoimintaan ja edelleen hormoniperäisten syöpien syntymekanismeihin.

Osassa tutkimuksia esitettiin myös elimistön immuunipuolustuksen heikkeneminen mahdollisena mekanismina keinovaloaltistuksen ja syöpäsairauksien välillä. Immuuniheikentymän tiedetään kasvattavan riskiä sairastua esimerkiksi leukemiaan ja non-Hodgkinin lymfoomaan (Junttila, 2020). Keinovaloaltistuksen havaittiinkin olevan yhteydessä sekä akuuttiin lymfaattiseen leukemiaan että non-Hodgkinin lymfoomaan. On siis mahdollista, että yöaikaisen keinovaloaltistuksen aiheuttama elimistön stressitila on yksi potentiaalinen riskitekijä näiden sairauksien taustalla.

Xiao kollegoineen (2020) nosti esiin myös keinovalon aiheuttaman unettomuuden mahdolliset vaikutukset syömiseen ja näin edelleen syöpäriskiin. Univajeen tiedetään vaikuttavan aineenvaihduntaan esimerkiksi lisäämällä kortisolin ja greliinin määrää verenkierrossa samalla, kun taas leptiinin määrä pienenee. Tämä lisää ruokahalua ja nälän tunnetta, joka voi johtaa syömisen lisääntymiseen. (Partonen, 2023b.) Liiallinen energian saanti kulutukseen nähden altistaan jatkuessaan ylipainolle ja lihavuudelle, jotka tiedetään monen syövän riskitekijöiksi (esim. Seppä ym., 2023b). Hieman yllättäen, niissä tutkimuksissa, joissa painoindeksin havaittiin vaikuttavan keinovaloaltisteen ja syöpäriskin väliseen yhteyteen, yhteys oli voimakkaampi normaalipainoisten ryhmässä, kuin ylipainoisten tai lihavien ryhmässä. Poikkeuksena Xiaon ja kollegoiden (2021b) tutkimus, jossa voimakkaampi yhteys havaittiin normaalipainoisten lisäksi myös ylipainoisilla, mutta ei lihavilla. Yksi selittävä tekijä voi olla se, että painon lasku itsessään voi olla merkki syövästä (Kaikki syövästä, 2022). Tutkimukset kuitenkin keräsivät osallistujien taustatiedot (mukaan lukien painoindeksi) kyselylomakkeilla tutkimuksen alussa. Tämän jälkeen 15–16 vuoden seurantaikana tietoja ei tiettävästi päivitetty. On siis mahdotonta sanoa, onko painoindeksissä tapahtunut muutoksia tänä aikana, ja kuinka

pian kyselylomakkeen täyttämisen jälkeen syöpädiagnoosi on tehty. On mahdollista, että osallistujien painoindeksi on muuttunut alkukyselyn jälkeen, jolloin sairastumisajankohdan painosta ei ole luotettavaa tietoa. Painoindeksin vaikutuksesta keinovaloaltistuksen ja syöpäriskin väliseen yhteyteen tarvittaisiin siis lisää tutkimusta, jossa osallistujien painoa seurattaisiin aktiivisesti esimerkiksi vuosittaisella kyselyllä.

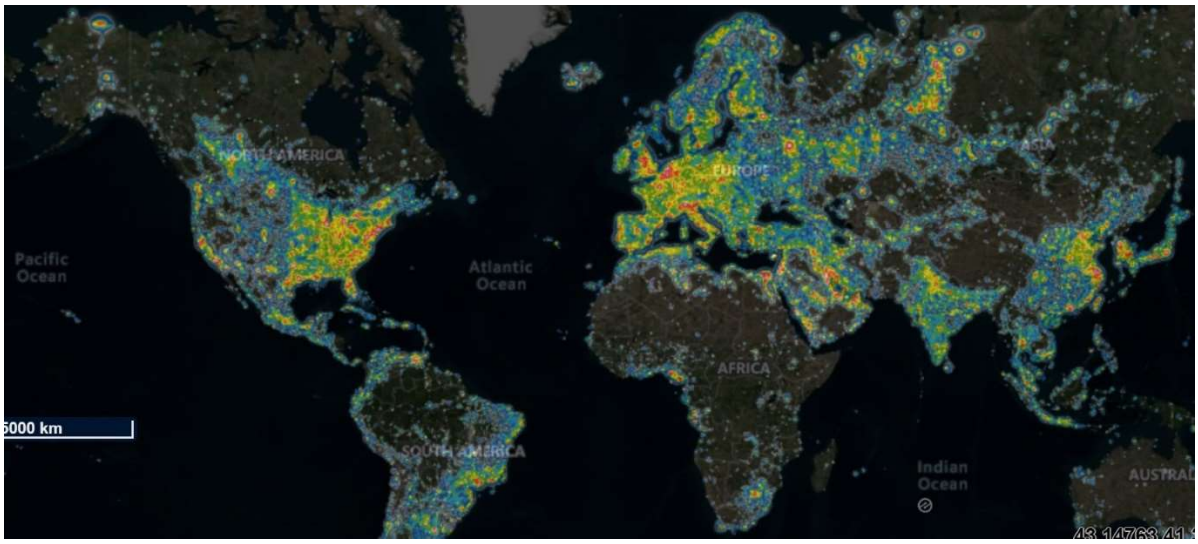
Niissä tutkimuksissa, joissa tupakointistatuksen havaittiin vaikuttavan keinovaloaltistuksen ja syöpäriskin väliseen yhteyteen, oli positiivinen yhteys havaittavissa vain tupakoitsijoilla. Aiempi tupakointihistoria näytti vaikuttavan riskiin, vaikka tutkittava olisikin lopettanut tupakoinnin ennen tutkimukseen osallistumista. Tulokset vaikuttaisivat olevan linjassa sen kanssa, että tupakoinnin tiedetään olevan yksi merkittävimmistä yksittäisistä syöpäriskiä kasvattavista tekijöistä (esim. Seppä ym., 2023b). Tupakointistatuksen vakiointi ei kuitenkaan poistanut keinovalaistuksen ja syövän välistä yhteyttä, eli se ei yksinään selitä syöpäriskin nousua. Näyttäisi siltä, että voisi vahvistaa keinovaloaltistuksen mahdollista vaikutusta yksilön syöpäriskiin.

Etnisen taustan osalta tulokset eivät olleet yhtä yhtenäisiä. Bauerin ja kollegoiden (2013) tutkimuksessa keinovaloaltistus kasvatti rintasyöpäriskiä vain valkoisilla, mutta ei mustilla naisilla. Sweeneyn ja kollegoiden (2022) tutkimuksessa taas keinokeinovaloaltistus oli yhteydessä rintasyöpään molemmissa ryhmissä, mutta Mustilla naisilla yhteys oli voimakkaampi, kuin valkoisilla naisilla. Lisäksi Xiaon ja kollegoiden (2021a) tutkimuksessa yhteys vaihteli eri etnisiin ryhmiin kuuluvilla naisilla syövän asteen ja estrogeenireseptoristatuksen mukaan. Tulosten epäyhtenäisyys voi viestiä mahdollisista sekoittavista tekijöistä. Tutkimukset sijoittuivat Yhdysvaltoihin, jossa riskin sairastua tai kuolla rintasyöpään on havaittu vaihtelevan eri etnisten ryhmien välillä: vuosien 2006–2010 syöpätilastoihin pohjautuvassa tutkimuksessa havaittiin esimerkiksi, että vaikka rintasyöpää diagnosoitiin eniten valkoisilla naisilla, oli syöpäkuolleisuus korkeinta mustilla naisilla (DeSantis ym., 2013). Taustalla saattaa olla muun muassa koulutukseen, tuloihin tai hoidon saatavuuteen liittyviä tekijöitä, jotka ovat myös jakautuneet eriarvoisesti eri etnisten ryhmien välillä (American Psychological Association, 2017).

Akuutin lymfaattisen leukemian osalta etnisellä taustalla näyttäisi olevan selkeä vaikutus keinovaloaltisteen ja sairastumisriskin välillä: keinovaloaltistus kasvatti sairastumisriskiä ainoastaan latinalaisamerikkalaisilla lapsilla (Zhong ym., 2023). Tämä on linjassa tutkimuksien kanssa, joissa latinalaisamerikkalaisilla lapsilla on havaittu muita etnisiä ryhmiä korkeampi

riski sairastua ja kuolla akuuttiin lymfaattiseen leukemiaan (Bencomo-Alvarez ym., 2021; Smith ym., 2022). Akuutin lymfaattisen leukemian riskitekijöitä ovat esimerkiksi tietyt geneettiset syndroomat, sekä altistuminen määrätyn laisille kemikaaleille (American Cancer Society, 2024). Keinovaloaltistuksen aiheuttamat muutokset elimistössä voisivat mahdollisesti toimia jonkinlaisena ärsykkeenä, joka aktivoi riskitekijöiden vaikutuksen ja lisää näin sairastumisriskiä. Tämän selvittämiseksi tarvittaisiin kuitenkin lisää tietoa sekä akuutin lymfaattisen leukemian riskitekijöistä, että mahdollisesta korrelaatiosta jo-tunnettujen riskitekijöiden ja keinovaloaltistuksen välillä.

Tutkimukset sijoittuivat pääasiassa Pohjois-Amerikkaan, sekä osittain Eurooppaan ja Aasiaan. Muiden maanosien, eli Etelä-Amerikan, Afrikan sekä Australian ja Oseanian, alueelta ei löydetty tutkimuksia näillä hakukriteereillä. Tutkimukset painottuvat siis pohjoiseen pallonpuoliskoon, jossa illat ja yöt ovat usein pimeämpiä ja keinovalaistukselle on mahdollisesti enemmän tarvetta. World Atlas -kartastosta voidaan havaita, että satelliittikuvien perusteella valosaaste näyttäisi olevan voimakkainta Yhdysvaltojen, Euroopan, Etelä- ja Kaakkois-Aasian alueilla, sekä Brasilian itäpuolella (kuva 3) (Falchi ym., 2016). Pimeiden iltojen lisäksi myös esimerkiksi kaupunkien ja maaseudun väliset erot valon määrässä ja lähteissä voivat näkyä korkeampana valosaasteen määränä. Alueella, joka on tiheämmin asutettu, tai jossa on enemmän ympäri vuorokauden toimivia yrityksiä tai esimeriksi valaistuja mainostauluja, esiintyy todennäköisesti enemmän myös keinovalon lähteitä (Lyytimäki & Rinne, 2013, 42–99).



KUVA 3. Valosaasteen jakautuminen World Atlas -kartaston satelliittikuvissa (Falchi ym., 2016)

Toisaalta esimerkiksi älylaiteperäistä keinovaloaltistusta ei voida mitata satelliittikuvin ja onkin vaikeaa arvioida objektiivisesti, millaisia alueellisia altistuksella mahdollisesti on. Petroc Taylorin (2023) arvioin mukaan esimerkiksi vuonna 2022 maailmassa oli noin 6,3 miljardia älypuhelinta. Samana vuonna väkiluku oli noin 7,9 miljardia (Worldometer, n.d.). Älypuhelimet eivät toki jakaudu tasaisesti ja yhdellä ihmisellä voi olla useita älypuhelimia. Luvut antavat kuitenkin viitteitä siitä, että älypuhelimet ovat yleistyneet nopealla vauhdilla ja niiden käyttäjiä on todennäköisesti miljardeja. Tämä taas tarkoittaa sitä, että valtaosa maailman väestöstä altistuu todennäköisesti älylaitteiden siniselle valolle säännöllisesti, tavalla tai toisella. Älypuhelimen käytön alueellisia eroja on pyritty selvittämään esimerkiksi Jacob Poushterin ja kollegoiden tutkimuksessa, jossa havaittiin, että älypuhelimen omistaminen oli yleisempää korkeamman tulotason maissa, kuin matalamman tulotason maissa. Älypuhelimen omistavia aikuisia oli prosentuaalisesti eniten Etelä-Koreassa, Israelissa, Australiassa, Ruotsissa ja Alankomaissa. Vähiten älypuhelimia omistavia taas löytyi Tansaniasta, Intiasta, Indonesiasta, Tunisiasta ja Keniasta. (Poushter, 2018.) Tulevaisuudessa olisikin tärkeää tehdä tutkimusta keinovaloaltistuksen ja syövän välisestä yhteydestä monipuolisesti myös esimerkiksi eteläisellä pallonpuoliskolla sekä eri tulotasoluokkia edustavissa maissa.

Alueellisia eroja keinovaloaltistuksen ja syöpävasteen välisessä yhteydessä tarkasteltiin osassa tutkimuksia myös maaseudun ja kaupunkien välillä. Puolet näistä tutkimuksista ei havainnut tuloksissa eroja eri asuinalueiden välillä. Ne tutkimukset, joissa eroja havaittiin, eivät olleet tuloksiltaan yhtenäisiä. Näiden tulosten valossa vaikuttaisikin siltä, että asuinalue (maaseutu vs. kaupunki) itsessään ei ole vaikutusten kannalta yhtä oleellinen, kuin se, miten paljon yksilö todellisuudessa altistuu keinovalolle. Vaikka altistumista lisäävät monet ympäristöön liittyvät tekijät, kuten katuvalot, asutus ja valaistut mainokset (Lyytimäki & Rinne, 2013, 55–99), voi altistumiseen vaikuttaa ainakin jossain määrin myös omilla valonnoillaan. Ilta-aikaiselle keinovalolle altistumista voidaan vähentää esimerkiksi nukkumalla verhot suljettuina tai käyttämällä unimaskia. Myös esimerkiksi kodin valaistus ja älylaitteiden käyttö vaikuttaa altistuksen määrään. Maaseudulla asuva voi siis altistua keinovalaistukselle enemmän kuin kaupungissa asuva ja päinvastoin. Jatkossa keinovaloaltistuksen ja syöpävasteen välistä yhteyttä tekevissä tutkimuksissa kannattaisikin mahdollisesti siirtyä asuinalueen väkiluvun/urbanisaation mukaisesta jaottelusta tarkastelemaan enemmän yksilöllistä keinovaloaltistusta.

Kaikissa keinovaloaltistusta aallonpituuksien mukaan tarkistelleissa tutkimuksissa sininen valo oli selkeästi yhteydessä syöpäriskiin, kun taas muun näkyvän valon spektrin osalta vastaavaa yhteyttä ei havaittu. Vaikuttaisikin siltä, että lyhyen aallonpituuden, ja erityisesti sinisen spektrin keinovaloaltistus kasvattaisi riskiä sairastua erilaisiin syöpäsairauksiin. Tulos ei ole yllättävä, sillä sinisen valon tiedetään vaikuttavan muita valospektrejä voimakkaammin esimerkiksi melatoniinin tuotantoon ja muihin kronobiologisiin toimintoihin (Wong & Bahmani, 2022). Suurin osa tutkimuksista ei kuitenkaan erotellut valoa eri aallonpitoisuuksien mukaan, vaan keinovaloaltistusta mitattiin lähinnä sen intensiteetin mukaan. Tämä herättää kysymyksen siitä, millaisten aallonpituuksien valolle osallistujat ovat todellisuudessa altistuneet ja miten se on vaikuttanut tutkimuksen lopputulokseen. On mahdollista, että valoaltistuksen mittaamiseen liittyvät haasteet vääristävät lopputulosta ja heikentävät tulosten vertailukelpoisuutta.

5.2 Tulosten luotettavuus

5.2.1 Sekoittavat tekijät

Tässä tutkielmassa käytetyistä alkuperäistutkimuksista kolme oli ekologisia tutkimuksia (Kim ym., 2015; Keshet-Sitton ym., 2016b; Rybnikova & Portnov, 2018), kaksitoista kohorttitutkimuksia (Hurley ym., 2014; James ym., 2017; Johns ym., 2018; Xiao ym., 2020; ; Zhong ym., 2020; Zhang ym., 2021; Xiao ym., 2021a; Xiao ym., 2021b; Sweeney ym., 2022; Medgyesi ym., 2022; Park ym., 2022; Chowdhury-Paulino ym., 2023) ja kahdeksan tapaus-verrokkitutkimuksia (Li ym., 2010; Bauer ym., 2013; Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016c; Garcia-Saenz ym., 2018; Ritonja ym., 2020; Garcia-Saenz ym., 2020; Zhong ym., 2023;). Jokaisessa tutkimusasetelmassa on omat vahvuutensa ja heikkoutensa, mutta yleisesti ottaen kaikkiin edellä mainittuihin tutkimusmuotoihin liittyy merkittävä harhan ja sekoittavien tekijöiden mahdollisuus, joten tutkimustulokset kertovat vain altisteen ja vasteen välisestä korrelaatiosta (Sipilä, 2017).

Suurin osa tutkimuksista hyödynsi aineiston analyysissä Coxin regressiomallia, jonka avulla voi kontrolloida mahdollisia sekoittavia tekijöitä (Sarna, 2012, 145). Tutkimuksissa oli otettu huomioon erilaisia taustamuuttujia, joiden tiedetään tai arvellaan olevan yhteydessä syöpäriskiin. Riskitekijät eri syöpätyyppien välillä vaihtelevat, mutta on paljon sellaisia tekijöitä, joiden tiedetään olevan yhteydessä useisiin eri syöpätauteihin. Tällaisia muuttujia ovat esimerkiksi ikä, tupakointi, alkoholinkäyttö, fyysinen aktiivisuus sekä ravitsemustottumukset.

Myös monet ympäristötekijät kuten ilmansaasteet, säteily ja erilaiset kemikaalit voivat nostaa yksilön syöpäriskiä. (Pukkala ym., n.d..) Koska tässä katsauksessa tehdyt tutkimukset ovat voineet tarkastella ainoastaan keinovaloaltisteen ja syöpäriskin välistä korrelaatiota, on johtopäätösten vetämisen kannalta erityisen tärkeää, että mahdolliset sekoittavat tekijät on otettu huomioon.

Ekologisia tutkimuksia lukuun ottamatta osallistujilta oli kerätty tietoa heidän demografisista ominaisuuksistaan sekä elintavoistaan. Kaikissa tutkimuksissa oli tehty ikävakiointia. Myös painoindeksi, tupakointistatus, alkoholin käyttö ja etnisyys oli otettu huomioon suurimmassa osassa tutkimuksia. Noin puolet tutkimuksista keräsi tietoa myös osallistujien sukulaisten/perheenjäsenten syöpähistoriasta. Lähinnä rintasyöpää tarkastelevissa tutkimuksissa oli kerätty tietoa myös osallistujien vaihdevuosistatuksesta sekä lisääntymishistoriasta, kuten raskauksien lukumäärästä, imetyshistoriasta ja äidin iästä ensimmäisen raskauden aikana. Noin puolet tutkimuksista keräsi tietoa osallistujien koulutuksesta tai sosioekonomisesta statuksesta ja reilu kolmannes huomio osallistujien fyysisen aktiivisuuden. Myös joitain muita yksilöllisiä taustamuuttujia, kuten parisuhdestatus, diabetes, kahvin juonti ja osallistuminen syöpäseulontaan, otettiin huomioon muutamissa tutkimuksissa. On kuitenkin mahdollista, että nämä tai jotkin muut taustamuuttujat ovat vaikuttaneet lopputulokseen tutkimuksissa, joissa niitä ei ole otettu huomioon. Vaikutukset saattavat olla myös välillisiä. Kuten aiemmin tässä tutkielmassa on tuotu esiin, altistuminen keinovalolle pimeän aikaan voi esimerkiksi vaikuttaa elimistön keskuskelloon. Keskuskello taas säätelee monia kronobiologisia toimintoja, kuten kortisolin eritystä (Stenberg, 2019). Liiallinen kortisolin eritys kasvattaa riskiä muun muassa ylipainoon ja lihavuuteen, jotka tiedetään edelleen monien syöpäsairauksien riskitekijöiksi (Partonen, 2023b; THL, 2023a). Lähtökohtaisesti ne tutkimukset, joissa potentiaalisten riskitekijöiden vaikutukset on pystytty vakiomaan, tarjoavat luotettavamman kuvan todellisesta ilmiöstä, kuin ne tutkimukset, joissa muita riskitekijöitä ei ole otettu huomioon.

Ympäristötekijöistä alkuperäistutkimuksissa huomioitiin lähinnä osallistujien asuinalueen sosioekonominen status ja urbanisaatio (yleensä alueen väkilukuun perustuen). Vain neljässä tutkimuksessa oli huomioitu ilmansaasteet (Kim ym., 2015; Keshet-Sitton ym., 2016a; Garcia-Saenz ym., 2020; Sweeney ym., 2022). Ilmansaasteet kuitenkin korreloivat valosaasteen kanssa (McIsaac ym., 2021). Ilmansaasteiden tiedetään myös kasvattavan monien sairauksien riskiä,

mukaan lukien esimerkiksi keuhkosyöpä (WHO, 2022). Niissä tutkimuksissa, joissa tätä ei ole otettu huomioon, saattavat ilmansaasteet olla sekoittavia tekijöitä.

Tutkimuksissa saattaa esiintyä myös edustuksellisuuteen liittyvää harhaa. Esimerkiksi eri etnisiä ryhmiä tarkastelevissa tutkimuksissa eri ryhmien edustajia ei ollut mukana samassa suhteessa. Maaseudun ja kaupungin välisiä eroja tarkastelevissa tutkimuksissa korostuivat kaupungissa asuvat. Asuinalueiden välillä oli myös väestöön liittyviä eroja: esimerkiksi Hurleyn ja kollegoiden (2014) tutkimuksessa havaittiin, että ne, jotka asuivat korkeimman intensiteetin keinovalaistuksen alueella, edustivat todennäköisesti jotain muuta etnistä ryhmää, kuin valkoisia, verrattuna niihin, jotka asuivat matalimman intensiteetin alueella. Mikäli jokin ryhmä on tutkimuksessa aliedustettuna, voi pieni otoskoko vaikuttaa tuloksiin ja niiden yleistettävyyteen. Tässä tutkielmassa käytetyissä alkuperäistutkimuksissa oli yleisesti ottaen suhteellisen suuret otoskoot, mikä on tulosten luotettavuuden kannalta positiivinen asia. Pienimmän otoksen tutkimukset oli kaikki tehty Israelissa ja niissä oli kaikissa seurattu alle kolmeasataa ihmistä (Keshet-Sitton ym., 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016b; Keshet-Sitton ym., 2016c). Enemmistössä tutkimuksia otoskoko oli kuitenkin kymmeniä tai satoja tuhansia.

Tulosten vertailukelpoisuutta haastaa osaltaan se, että alkuperäistutkimuksissa oli käytetty erilaisia raja-arvoja tilastollisen merkitsevyyden laskemiseen. Kim ym., 2015; 2016a; Keshet-Sitton ym., 2016b; Keshet-Sitton ym., 2016c; Rybnikova & Portnov, 2018; Sweeney ym., 2022; Zhong ym., 2023). Suhteellisen riskin laskemisessa oli käytetty kerroinsuhdetta (OR), hasardisuhdetta (HR) sekä riskisuhdetta (RR). Eri tutkimukset olivat kuitenkin tulkinneet arvoja eri tavalla. Tämän tutkielman menetelmin eri tutkimuksissa saatuja tuloksia ei voidakaan täysin vertailla, vaan tulokset perustuvat alkuperäistutkimusten kirjoittajien tulkintoihin.

5.2.2 Mittareihin liittyvä harha

Alkuperäistutkimuksissa keinovaloaltistuksen mittareina oli käytetty pääasiassa erilaisilla kyselyillä kerättyä tietoa itsearvioidusta altistuksesta, sekä satelliitilla mitattua objektiivista keinovaloaltistusta. Kyselyihin liittyy aina harhan mahdollisuutta, sillä vastaajat saattavat esimerkiksi muistaa asioita väärin (Luoto, 2009) tai pyrkiä tietoisesti tai tiedostamatta muokkaamaan vastauksiaan sosiaalisesti hyväksyttävämmäksi (Hirsjärvi & Hurme, 2022, 33). Osallistujat saattavat myös arvioida vastausvaihtoehtoja eri tavalla, jolloin eri osallistujat voivat raportoida samanlaisen altistuksen eri tavalla (Luoto, 2009). Kun vertaillaan eri tutkimuksien tuloksia keskenään, voi kysymysten asettelussa olla merkittäviä eroja eri tutkimusten välillä.

Vaikka tarkoituksena olisi ollut teoriassa mitata samaa asiaa, voi kysymyksen muotoilussa olla eroja, jotka saavat osallistujat vastaamaan niihin eri tavalla. Toisaalta osallistujien vastauksissa voi olla eroja, vaikka kysymyksen asettelu olisi tismalleen samanlainen, koska eri ihmiset voivat tulkita saman kysymyksen eri tavalla (Luoto, 2009). Kysely voi kuitenkin olla hyvä keino kerätä tietoa osallistujien subjektiivisista kokemuksista sekä mahdollisista taustamuuttujista.

Mittarin luotettavuuden kannalta on oleellista, mitä osallistujilta kysytään ja millaisia vastausvaihtoehtoja heille annetaan. Esimerkiksi Johns'n ja kollegoiden tutkimuksessa osallistujilta kerättiin tietoja nukkumistottumuksista sekä tutkimuksen tekohetkellä, että 20 vuoden iässä. Keinovaloaltistuksen mittaus perustui vastaajien omaan arvioon. Tutkimuksessa havaittiin, että vaikka tutkimuksessa ei muuten havaittu yhteyttä keinovaloaltistuksen ja syöpäriskin välillä, yöheräämiseen liittyvä keinovaloaltistus kaksikymmentävuotiaana näytti suojaavan rintasyövältä premenopausaalisilla naisilla. (Johns ym., 2018.) Huomionarvoista on, että yöheräämiseen liittyvää keinovaloaltistusta mitattiin ainoastaan kyllä ja ei - vastausvaihtoehdoilla, jolloin tietoa siitä, kuinka usein ja millaiselle valolle yöherääminen on vastaajat altistanut, ei ole. Tietoa ei kerätty myöskään siitä, onko kyse ollut satunnaisesta vai toistuvasta heräilystä, tai mihin yöheräämiset ovat liittyneet. Tulosten kannalta voi olla oleellista, onko kyseessä ollut esimerkiksi pienen lapsen vanhempi, yövuoroon lähtijä tai unihäiriöistä kärsivä henkilö, vai ovatko yöheräämiset liittyneet johonkin muuhun. Jotta tuloksesta voitaisiin tehdä tarkempia johtopäätöksiä, tarvittaisiin aiheesta enemmän taustatietoja.

Satelliitilla mitattu keinovaloaltistus korostui tässä tutkielmassa käytetyissä tutkimuksissa. Siihen liittyy kuitenkin paljon avoimia kysymyksiä, kuten se, kuinka luotettavasti satelliittikuvalla pystytään mittaamaan todellista altistumista, onko kuvaresoluutio riittävän tarkka varmistamaan, että valoaltistus saadaan mitattua juuri oikealta alueelta, ja millaista valoa satelliittikuvilla pystytään tosiasiassa mittaamaan. Esimerkiksi Rean ja kollegoiden (2011) sekä Huss'n ja kollegoiden (2019) tutkimuksissa havaittiin, että satelliitilla mitattu keinovaloaltistus ei korreloinut tutkimuksessa mitatun keinovaloaltistuksen kanssa. Lisäksi McIsaac kollegoineen (2021) havaitsi, että tutkimuksissa, joissa matalan resoluution satelliittikuvia käytettiin valoaltistuksen mittarina, esiintyi enemmän harhaa, kuin korkean resoluution satelliittikuvia käyttäneissä tutkimuksissa. Perinteisistä satelliittikuvista (kuten esimerkiksi DMSP-tietokannan kuvista, joita enemmistö tässä tutkielmassa tarkastelluista

alkuperäistutkimuksista oli käyttänyt) ei voida erotella näkyvän valon eri aallonpituuksia (National Centers for Environmental Information, n.d.). Aallonpituuden vaikuttaisivat kuitenkin olevan merkittävässä asemassa keinovalon ja syöpäsairauksien välisen yhteyden osalta. Satelliittikuvat eivät siis välttämättä ole riittävän luotettavia mittareita todellisen keinovaloaltistuksen mittaamiseen.

Osassa tutkimuksia on myös nostettu esille se, että tutkimusajankohdan jälkeen valaistus on monilla alueilla muuttunut led-painotteiseksi. Led-valo eroaa kuitenkin aallonpituuksiensa puolesta monista aiemmin käytetyistä keinovalon lähteistä, sillä se sisältää enemmän sinistä valoa (Rantanen, 2015, 97). Mikäli aiemmin esitetty teoria siitä, että vain lyhyen aallonpituuden valo olisikin yhteydessä syöpäriskiin, eivät perinteisiin satelliittikuviin pohjautuvat tutkimustulokset todennäköisesti anna realistista kuvaa siitä, miten yöaikainen keinovaloaltistus todellisuudessa vaikuttaa erilaisten syöpäsairauksien syntymekanismeihin.

Toinen muutos, joka on tapahtunut monen tutkimuksen seurannan jälkeen, ovat erilaiset älylaitteet ja niiden yleistyminen. Kuten tässä tutkielmassa aiemmin on nostettu esiin, esimerkiksi älypuhelimien käyttö on lisääntynyt merkittävästi viimeisen vuosikymmenen aikana (esim. Tilastokeskus, 2023). Juuri mikään tutkimuksista ei kuitenkaan mitannut älylaitteiden käyttöä ja sen yhteyttä erilaisiin syöpäsairauksiin. Tulevaisuudessa tarvittaisiinkin lisää tutkimusta älylaiteperäisen keinovalaistuksen vaikutuksesta syöpäriskiin.

5.3 Tutkielman vahvuudet, heikkoudet ja eettisyys

Tässä tutkielmassa on pyritty noudattamaan hyviä tieteellisiä käytäntöjä, kuten rehellisyyttä, tarkkuutta ja huolellisuutta tutkielman kaikissa vaiheissa. Tulokset on raportoitu avoimesti ja alkuperäistutkimusten tekijöiden työtä kunnioittaen. Tutkielmassa käytettyihin lähteisiin on pyritty viittaamaan selkeästi ja asianmukaisesti. Tutkielman eri vaiheissa on noudatettu tieteelliselle tiedolle asetettuja vaatimuksia, ja ne on toteutettu eettisesti kestävällä tavalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023.)

Tämän tutkielman vahvuuksia ovat tulosten monipuolinen raportointi ja pohdinta. Tuloksissa on pyritty esittelemään alkuperäistutkimuksien havainnot mahdollisimman kattavasti ja avoimesti, tutkimuskysymys huomioon ottaen. Myös tutkimusten heikkouksia, kuten mahdollisia harhan lähteitä ja sekoittavia tekijöitä, sekä niiden vaikutuksia lopputulokseen on pyritty arvioimaan mahdollisimman avoimesti. Lisäksi tutkielman aihe on hyvin ajankohtainen ja kansanterveyden näkökulmasta tärkeä.

Tutkielmaan liittyy kuitenkin myös joitain heikkouksia, jotka tulee ottaa huomioon. Ensinnäkin tietokantojen hakutuloksista on käyty läpi vain ensimmäiset sata kustakin käytetystä tietokannasta. Mukana ei ole myöskään esimerkiksi käsihaulla löytyneitä tutkimuksia. Hakutuloksista on myös rajattu pois ennen vuotta 2010 tehdyt tutkimukset, sekä muun kuin suomen- ja englanninkieliset tutkimukset. Tuloksissa saattaa siis esiintyä tutkimuksien valikoitumisesta aiheutunutta harhaa. Toinen huomioon otettava asia on, että tutkielmassa on luotettu alkuperäistutkimuksien arvioihin tutkimustuloksista. Kaikissa alkuperäistutkimuksissa ei ollut ilmoitettu esimerkiksi tilastolliselle merkitsevyydelle asetettua rajaa. Tulosten muuttaminen vertailukelpoisemmaksi olisi vaatinut sellaista tilastollista käsittelyä, jota opinnäytetyön luonteen ja laajuuden vuoksi ei voitu soveltaa tässä tutkielmassa.

5.4 Jatkotutkimusaiheet

Tässä tutkielmassa on koottu yhteen, mitä tällä hetkellä tiedetään keinovaloaltistuksen ja erilaisten syöpäsairauksien välisestä yhteydestä. Olemassa olevan tiedon kokoamisen lisäksi se on tarjonnut tietoa siitä, mitä ei vielä tiedetä ja millaiset asiat olisi tärkeää huomioida tulevissa tutkimuksissa.

Tässä tutkielmassa esiin nostettuja jatkotutkimusaiheita ovat esimerkiksi keinovalon vaikutus ihmisen hormonitoimintaan ja hormoniperäisten syöpien syntymekanismeihin. Myös painoindeksin vaikutuksesta keinovaloaltistuksen ja syöpäriskin väliseen yhteyteen tarvittaisiin lisää tutkimusta. Tulevaisuudessa olisi erityisen tärkeää tarkastella keinovaloaltistuksen yhteyttä syöpäriskiin eri puolilla maailmaa, sekä erilaisten väestöryhmien keskuudessa. Kuten tässä tutkielmassa on aiemmin tuotu ilmi, keinovaloaltistus vaikuttaa elimistön kronobiologisiin toimintoihin, joihin voivat vaikuttaa myös monet muut tekijät, kuten ikä tai yksilöllinen kronotyyppi. Tutkimustuloksia tarvittaisiin siis eri alueilta ja erilaisissa väestöryhmissä, jotta voidaan vertailla miten nämä tekijät vaikuttavat mahdolliseen riskiin.

Tässä tutkielmassa on myös nostettu esille se, että suuri osa keinovaloaltistuksen ja syöpäsairauksien välistä yhteyttä tarkastelevista tutkimuksista sijoittuu aikaan, jolloin led-valojen tai älylaitteiden käyttö ei ollut yhtä yleistä kuin nykyisin. Mikäli lyhyen aallonpituuden valo on yhteydessä syöpäriskiin eri tavalla, kuin esimerkiksi perinteisemmät keinovalot, on mahdollisen yhteyden löytämiseksi kriittistä, että erityyppiset keinovaloaltisteet voidaan erotella toisistaan. Lisäksi eri värispektrien osalta tutkimusta löytyy erityisesti sinisen valon vaikutuksista elimistöön ja terveyteen. Näkyvän valon lyhyimmän aallonpituuden spektri

näkyy kuitenkin violettina valona (Pastila, 2009, 264). Tulevaisuudessa voisi siis olla aiheellista tarkastella onko myös violetilla valolla vastaavia vaikutuksia kuin sinisellä valolla ja mikäli näin ei ole, mistä ero voisi johtua.

Lähes kaikissa tutkimuksissa oli mainittu myös keinovalon vaikutukset melatoniiniin, ja mahdollisesti edelleen syöpäriskiin. Vaikka näissä tutkimuksissa ei ollut mahdollista tehdä luotettavia johtopäätöksiä taustamekanismeista, on melatoniini edelleen tulevaisuudessa kiinnostava tutkimuskohde. Melatoniinin potentiaalisista mahdollisuuksista syöpäsairauksien ennaltaehkäisyssä ja hoidossa on tehty viime vuosina paljon tutkimusta (esim. Minich ym., 2022; Targhazeh ym., 2022; Wang ym., 2022). Mikäli keinovaloaltistuksen ja syöpäsairauksien välillä voidaan tulevaisuudessa vahvistaa melatoniiniperäinen kausaliteetti, olisi aiheellista selvittää edelleen, voidaanko riskiä pienentää esimerkiksi melatoniinilisän käytöllä.

5.5 Johtopäätökset

Keinovaloalitus näyttäisi olevan yhteydessä syöpäriskiin erityisesti lyhyen aallonpituuden valon osalta. Yhteys vaikuttaisi kuitenkin rajoittuvan vain osaan erilaisista syöpäsairauksista. Monien syöpätyyppien osalta tutkimuksia oli kuitenkin tehty vain vähän, jonka vuoksi tuloksiin täytyy suhtautua varauksella.

Keinovaloaltistuksen vaikutuksen näyttäisivät vahvistuvan joissain sellaisissa ryhmissä, joissa sairastumisriskin tiedetään olevan muutenkin keskimääräistä korkeampi, kuten esimerkiksi tupakoitsijoilla. Tutkimustulokset antoivat vahvistusta teorialle, jonka mukaan keinovaloaltistus saattaisi olla yhteydessä erityisesti hormoniperäisiin syöpäsairauksiin.

Selkeitä eroja eri alueiden välillä ei havaittu, mutta tutkimukset toisaalta painottuivat pohjoiseen pallonpuoliskoon ja korkean tulotason maihin, jolloin tuloksia ei voitu vertailla esimerkiksi eteläisen pallonpuoliskon tai matalamman tulotason maihin, joissa keinovaloalisteet voisivat mahdollisesti poiketa tässä tutkielmassa käytetystä aineistosta.

Tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimusta keinovaloaltistuksen vaikutuksesta eri maissa ja maanosissa asuvien sairastumisriskiin. Myös eri syöpäsairauksien osalta tarvitaan enemmän aineistoa. Lisäksi on tärkeää löytää keinoja mitata valoaltistusta tarkemmin, esimerkiksi intensiteetin ja aallonpituuden vaihteluiden osalta. Tutkimuksissa havaittiin erityisesti sinisen ja muun lyhyen aallonpituuden valon olevan yhteydessä syöpäriskiin. Monet tutkimukset on kuitenkin toteutettu ennen led-valojen ja älylaitteiden yleistymistä, joten näyttöä erityisesti

niiden vaikutuksesta syöpäriskiin ei tällä hetkellä juuri ole. Keinovaloaltistuksen ja syöpävasteen välisen kausaliteetin vahvistamiseksi tarvitaan tutkimusta potentiaalisista mekanismeista, joita ei tässä tutkielmassa käytettyjen alkuperäsitutkimuksien menetelmin voitu havaita.

6 LÄHDELUETTELO

Akuutti lymfaattinen leukemia. (n.d.). Terveydentukena.fi. Pfizer Ltd. https://www.terveydentukena.fi/sairaudet-ja-hoito/syopa/tietoa-syovasta-ja-eri-syopatautien-hoidosta/syopataudit/verisyovat-2. Viitattu 28.3.2024.

American Cancer Society. (2024). Risk Factors for Acute Lymphocytic Leukemia (ALL). https://www.cancer.org/cancer/types/acute-lymphocytic-leukemia/causes-risks-prevention/risk-factors.html. Viitattu 12.4.2024.

American Medical Association. (2016). AMA adopts guidance to reduce harm from high intensity street lights. https://www.ama-assn.org/press-center/press-releases/ama-adopts-guidance-reduce-harm-high-intensity-street-lights. Viitattu 19.4.2024.

American Psychological Association [APA]. (2017). Ethnic and Racial Minorities & Socioeconomic Status. https://www.apa.org/pi/ses/resources/publications/minorities. Viitattu 12.4.2024.

Bauer, S.E., Wagner, S.E., Burch, J., Bayakly, R., Vena, J.E. (2013). A case-referent study: light at night and breast cancer risk in Georgia. Int J Health Geogr, 12:23. https://ij-healthgeographics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-072X-12-23. Viitattu 15.3.2024.

Bencomo-Alvarez, A.E., Gonzalez, M.A., Rubio, A.J., Olivas, I.M., Lara, J.J., Padilla, O., Orazi, A., Corral, J., Philipovskiy, A., Gaur, S., Mulla, Z.D., Dwivedi, A.K. & Eiring, A.M. (2021). Ethnic and border differences on blood cancer presentation and outcomes: A Texas population-based study. Cancer, 127(7):1068-1079. https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cncr.33347. Viitattu 12.4.2024.

Blume, C., Garbazza, C. & Spitschan, M. (2019). Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. Somnologie (Berl), 23(3):147–156. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6751071/. Viitattu 11.4.2024.

Brown, G.M. (1994). Light, melatonin and the sleep-wake cycle. Journal of Psychiatry & Neuroscience, 19(5):345-53. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1188623/. Viitattu 24.4.2024.

Cancer Research UK. (n.d.a). Types of cancer. https://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/what-is-cancer/how-cancer-starts/types-of-cancer. Viitattu 24.4.2024.

Cancer Research UK. (n.d.b). Genes, DNA and cancer. https://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/what-is-cancer/genes-dna-and-cancer. Viitattu 23.4.2024.

Chen, S., Cao, Z., Prettner, K., Kuhn, M., Yang, J., Jiao, L., Wang, Z., Li, W., Geldsetzer, P., Bärnighausen, T., Bloom, D. E. & Wang C. (2023). Estimates and Projections of the Global Economic Cost of 29 Cancers in 204 Countries and Territories From 2020 to 2050. JAMA Oncology, 9(4):465–472. https://jamanetwork.com/journals/jamaoncology/fullarticle/2801798. Viitattu 21.2.2024.

Chen., Y, Tan, F., Wei, L., Li, X., Lyu, Z., Feng, X., Wen, Y., Guo, L., He, J., Dai, M. & Li, N. (2018). Sleep duration and the risk of cancer: a systematic review and meta-analysis including dose-response relationship. BMC Cancer, 18(1):1149. https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-018-5025-y. Viitattu 19.4.2024.

Cheung, V., Yuen, V.M., Wong, G.T.C. & Choi, S.W. (2018). The effect of sleep deprivation and disruption on DNA damage and health of doctors. Anaesthesia, 74(4):434-440. https://associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/anae.14533. Viitattu 23.4.2024

Chowdhury-Paulino, I.M., Hart, J.E., James, P., Iyer, H.S., Wilt, G.E., Booker, B.D., Nethery, R.C., Laden, F., Mucci, L.A. & Markt, S.C. (2023). Association between Outdoor Light at Night and Prostate Cancer in the Health Professionals Follow-up Study. Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention, 32(10):1444-1450. https://aacrjournals.org/cebp/article-abstract/32/10/1444/729176/Association-between-Outdoor-Light-at-Night-and?redirectedFrom=fulltext. Viitattu 15.3.2024.

Church, T.S., Thomas, D.M., Tudor-Locke, C., Katzmarzyk, P.T., Earnest, C.P., Rodarte, R.Q., Martin, C.K., Blair, S.N. & Bouchard, C. (2011). Trends over 5 decades in U.S. occupation-related physical activity and their associations with obesity. PLoS One, 6(5):e19657. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019657. Viitattu 19.4.2024.

DeSantis, C., Ma, J., Bryan, L. & Jemal, A. (2014). Breast cancer statistics, 2013. CA Cancer Journal Clinic, 64(1):52-62. https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3322/caac.21203. Viitattu 12.4.2024.

Eurostat. (2019). Sit at work? You are one of 39%. European Union. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190305-1. Viitattu 19.4.2024.

Fagundo-Rivera, J., Gómez-Salgado, J., García-Iglesias, J.J., Gómez-Salgado. C., Camacho-Martín, S. & Ruiz-Frutos, C. (2020). Relationship between Night Shifts and Risk of Breast Cancer among Nurses: A Systematic Review. Medicina (Kaunas), 56(12):680. https://www.mdpi.com/1648-9144/56/12/680. Viitattu 19.4.2024.

Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C.C.M., Elvidge C.D., Baugh, K., Portnov, B.A., Rybnikova, N.A. & Furgoni, R. (2016a). The new world atlas of artificial night sky brightness. Science Advances, 2, e1600377. https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1600377. Viitattu 5.4.2024.

Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C.C.M., Elvidge C.D., Baugh, K., Portnov, B.A., Rybnikova, N.A. & Furgoni, R. (2016b). The new world atlas of artificial night sky brightness. Science Advances, 2(6):e1600377.

Fishbein, A.B., Knutson, K.L. & Zee, P.C. (2021). Circadian disruption and human health. The Journal of Clinical Investigation, 1;131(19): e148286. https://www.jci.org/articles/view/148286. Viitattu 17.4.2024.

Garcia-Saenz, A., de Miguel, A.S., Espinosa, A., Costas, L., Aragonés, N., Tonne, C., Moreno, V., Pérez-Gómez, B., Valentin, A., Pollán, M., Castaño-Vinyals, G., Aubé, M. & Kogevinas. M. (2020). Association Between Outdoor Light-at-night Exposure and Colorectal Cancer in Spain. Epidemiology, 31(5):718-727. https://journals.lww.com/epidem/abstract/2020/09000/association_between_outdoor_light_at_night.17.aspx. Viitattu 15.3.2024.

Garcia-Saenz, A., Sánchez de Miguel, A., Espinosa, A., Valentin. A,, Aragonés, N., Llorca, J., Amiano, P., Martín Sánchez, V., Guevara, M., Capelo, R., Tardón, A., Peiró-Perez, R., Jiménez-Moleón, J.J., Roca-Barceló, A., Pérez-Gómez, B., Dierssen-Sotos, T., Fernández-Villa, T., Moreno-Iribas, C., Moreno, V., García-Pérez, J., Castaño-Vinyals, G., Pollán, M., Aubé, M. &

Kogevinas, M. (2018). Evaluating the Association between Artificial Light-at-Night Exposure and Breast and Prostate Cancer Risk in Spain (MCC-Spain Study). Environ Health Perspect, 126(4):047011. https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP1837. Viitattu 15.3.2024.

Gooley, J.J., Chamberlain, K., Smith, K.A., Khalsa, S.B., Rajaratnam, S.M., Van Reen, E., Zeitzer, J.M., Czeisler, C.A. & Lockley, S.W. (2011). Exposure to room light before bedtime suppresses melatonin onset and shortens melatonin duration in humans. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 96(3):E463-72. https://academic.oup.com/jcem/article/96/3/E463/2597236. Viitattu 23.4.2024.

Grivas, T.B. & Savvidou, O.D. (2007). Melatonin the "light of night" in human biology and adolescent idiopathic scoliosis. Scoliosis 2, 6. https://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1748-7161-2-6#citeas. Viitattu 9.4.2024.

Haim, A. & Zubidat, A.E. (2015). Artificial light at night: melatonin as a mediator between the environment and epigenome. Philosophical Transactions of The Royal Society B, 370(1667):20140121. https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2014.0121. Viitattu 19.4.204.

Halonen, L. & Eloholma, M. (2005). Keinovalon historia. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 121(23):2565-73. https://www.duodecimlehti.fi/duo95374. Viitattu 16.4.2024.

Harvard Health Publishing. (2020). Blue light has a dark side. Harvard Medical School. https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/blue-light-has-a-dark-side. Viitattu 8.4.2024.

Hirsjärvi, S., & Hurme, H. (2022). *Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö* [2. painos]. Gaudeamus, 33.

Huang, C., Zhang, C., Cao, Y., Li, J. &. Bi, F. (2023). Major roles of the circadian clock in cancer. Cancer Biology & Medicine, 12;20(1):1–24. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9843445/. Viitattu 9.4.2024.

Huovinen, R. (n.d.). Yli 75-vuotiaiden syövät. Syöpäjärjestöt. https://www.syopajarjestot.fi/julkaisut/raportit/syopa-suomessa-2016/yli-75-vuotiaiden-syovat/. Viitattu 16.4.2024.

Hurley, S., Goldberg, D., Nelson, D., Hertz, A., Horn-Ross, P.L., Bernstein, L. & Reynolds, P. (2014). Light at night and breast cancer risk among California teachers. Epidemiology, 25(5):697-706. https://journals.lww.com/epidem/fulltext/2014/09000/light_at_night_and_breast_cancer_risk_among.11.aspx. Viitattu 15.3.2024.

Huss, A, van Wel, L., Bogaards, L., Vrijkotte, T., Wolf, L., Hoek, G. & Vermeulen, R. (2019). Shedding Some Light in the Dark-A Comparison of Personal Measurements with Satellite-Based Estimates of Exposure to Light at Night among Children in the Netherlands. Environmental Health Perspectives, 127(6):67001. https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP3431. Viitattu 16.4.2024.

Härmä, H. & Sallinen, M. (2006). Uni, terveys ja toimintakyky. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 122(14):1705–6. https://www.duodecimlehti.fi/duo95868. Viitattu 11.4.2024.

Ilmatieteen laitos. (n.d.). Valo ja spektri. https://space.fmi.fi/oppimateriaali/envisat/valonsade/spektri.html. Viitattu 19.4.2024.

International Agency for Research on Cancer [IARC]. (2024). Global cancer burden growing, amidst mounting need for services [lehdistötiedote]. Health Organization. Press release N°345. https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2024/02/pr345_E.pdf. Viitattu 19.4.2024.

International Agency for Research on Cancer [IARC]. (2021). World Cancer Day: Breast cancer overtakes lung cancer in terms of number of new cancer cases worldwide [lehdistötiedote]. World Health Organization. Press release N°294. https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2021/02/pr294_E.pdf. Viitattu 18.4.2024.

International Energy Agency [IEA]. (2021). Global lighting sales, historical and in the Net Zero Scenario, 2010-2030. https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-lighting-sales-historical-and-in-the-net-zero-scenario-2010-2030. Viitattu 24.4.2024.

James, P., Bertrand, K.A., Hart, J.E., Schernhammer, E.S., Tamimi, R.M. & Laden. F. (2017) Outdoor Light at Night and Breast Cancer Incidence in the Nurses' Health Study II. Environmental Health Perspectives, 125(8):087010. https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP935. Viitattu 15.3.2024.

Joensuu, H. (2015). Syövän hoidon voittokulku jatkuu. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 131(22):2163–70. https://www.duodecimlehti.fi/duo12537. Viitattu 24.4.2024.

Johns, L.E., Jones, M.E., Schoemaker, M.J., McFadden, E., Ashworth, A. & Swerdlow, A.J. (2018). Domestic light at night and breast cancer risk: a prospective analysis of 105000 UK women in the Generations Study. British Journal of Cancer, 118(4):600-606. https://www.nature.com/articles/bjc2017359. Viitattu 15.3.2024.

Junttila, I. (2020). Immuunisuppression aiheuttama syöpäriski. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 136(15):1675–82. https://www.duodecimlehti.fi/duo15715. Viitattu 12.4.2024.

Järnefelt, H. (2023). Hyvän unen edellytykset. Uniliitto ry:n jäsen- ja tiedotuslehti. Uniliitto. 4(2): 6–10.

Kaikki syövästä. (n.d.). Mikä on syöpä? Syöpäjärjestöt. https://kaikkisyovasta.fi/tietoa-syovasta/mika-on-syopa/. Viitattu 30.1.2024.

Kaikki syövästä. (2022). Miten löytää syöpä varhaisessa vaiheessa? Syöpäjärjestöt. https://kaikkisyovasta.fi/syopa-lehti/miten-loytaa-syopa-varhaisessa-vaiheessa/. Viitattu 12.4.2024.

Keshet-Sitton, A., Or-Chen, K., Huber, E. & Haim, A. (2016). Illuminating a Risk for Breast Cancer: A Preliminary Ecological Study on the Association Between Streetlight and Breast Cancer. Sage Journals, Integrative Cancer Therapies, 16(4):451-463. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1534735416678983. Viitattu 15.3.2024.

Keshet-Sitton, A., Or-Chen, K., Yitzhak, S., Tzabary, I. & Haim, A. (2016). Can Avoiding Light at Night Reduce the Risk of Breast Cancer? Sage Journals, Integrative Cancer Therapies, 15(2):145-52. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1534735415618787. Viitattu 15.3.2024.

Keshet-Sitton, A., Or-Chen, K., Yitzhak, S., Tzabary, I. & Haim, A. (2017). Light and the City: Breast Cancer Risk Factors Differ Between Urban and Rural Women in Israel. Sage Journals, Integrative Cancer Therapies, 16(2):176-187. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1534735416660194. Viitattu 15.3.2024.

Kiefer, T., Ram, P.T., Yuan, L. & Hill, S.M. (2002). Melatonin inhibits estrogen receptor transactivation and cAMP levels in breast cancer cells. Breast Cancer Research and Treatment, 71(1):37-45. https://link.springer.com/article/10.1023/A:1013301408464. Viitattu 23.4.2024.

Kim, Y.J., Lee, E., Lee, H.S., Kim, M. & Park, M.S. (2015). High prevalence of breast cancer in light polluted areas in urban and rural regions of South Korea: An ecologic study on the treatment prevalence of female cancers based on National Health Insurance data. Chronobiology International, 32(5):657-67. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/07420528.2015.1032413. Viitattu 15.3.2024.

Li, Q., Zheng, T., Holford, T.R., Boyle, P., Zhang, Y. & Dai, M. (2010). Light at night and breast cancer risk: results from a population-based case-control study in Connecticut, USA. Cancer Causes & Control, 21(12):2281-5. https://link.springer.com/article/10.1007/s10552-010-9653-z. Viitattu 15.3.2024.

Li, Y., Li, S., Zhou, Y., Meng, X., Zhang, J.J., Xu, D.P. & Li, H.B. (2017). Melatonin for the prevention and treatment of cancer. Oncotarget, 8(24):39896-39921. https://www.oncotarget.com/article/16379/text/. Viitattu 17.4.2024.

Lingas, E.C. (2023). A Narrative Review of the Carcinogenic Effect of Night Shift and the Potential Protective Role of Melatonin. Cureus, 15(8):e43326. https://www.cureus.com/articles/170097-a-narrative-review-of-the-carcinogenic-effect-of-night-shift-and-the-potential-protective-role-of-melatonin. Viitattu 9.4.2024.

Liu, H., Liu, Y., Hai, R., Liao, W. & Luo, X. (2022). The role of circadian clocks in cancer: Mechanisms and clinical implications. Genes & Diseases, 10(4):1279-1290. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352304222001490?via%3Dihub. Viitattu 17.4.2024.

Luoto, R. (2009). Kyselytutkimuksen suunnittelu. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 125(15):1647–53. https://www.duodecimlehti.fi/duo98221#s2. Viitattu 16.4.2024.

Lyytimäki, J. & Rinne, J. (2013). Valon varjopuolet: Valosaaste ympäristöongelmana. Gaudeamus, 15-99, 101-139, 175-217.

McIsaac, M.A., Sanders, E., Kuester, T., Aronson, K.J. & Kyba, C.C.M. (2021). The impact of image resolution on power, bias, and confounding: A simulation study of ambient light at night exposure. Environmental Epidemiology, 5(2):e145. https://journals.lww.com/environepidem/fulltext/2021/04000/the_impact_of_image_resolution_on_power,_bias,_and.13.aspx. Viitattu 16.4.2024.

Medgyesi, D.N., Trabert, B., Fisher, J.A., Xiao, Q., James, P., White, A.J., Madrigal, J.M. & Jones, R.R. (2022). Outdoor light at night and risk of endometrial cancer in the NIH-AARP diet and health study. Cancer Causes & Control, 34(2):181-187. https://link.springer.com/article/10.1007/s10552-022-01632-4. Viitattu 15.3.2024.

Miettinen, J. (2008). Vuorotyö ja terveys. Suomen työterveyslääkäriyhdistys. 26(2):113–116. https://www.ebm-guidelines.com/dtk/shk/avaa?p_artikkeli=ttl00526#T1. Viitattu 17.4.2024.

Minich, D.M., Henning, M., Darley, C., Fahoum, M., Schuler, C.B. & Frame, J. (2022). Is Melatonin the "Next Vitamin D"?: A Review of Emerging Science, Clinical Uses, Safety, and Dietary Supplements. Nutrients, 14(19):3934. https://www.mdpi.com/2072-6643/14/19/3934. Viitattu 21.2.2024.

Montaruli, A., Castelli, L., Mulè, A., Scurati, R., Esposito, F., Galasso, L. & Roveda, E. (2021). Biological Rhythm and Chronotype: New Perspectives in Health. Biomolecules, 11(4):487. https://www.mdpi.com/2218-273X/11/4/487. Viitattu 17.4.2024.

National Cancer Institute. (2005). Hormones. https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/hormones. Viitattu 23.4.2024.

National Centers for Environmental Information. (n.d.). DMSP Operational Linescan System (OLS). National Oceanic And Atmospheric Administration. https://www.ncei.noaa.gov/products/dmsp-operational-linescan-system. Viitattu 17.4.2024.

Park, Y., Ramirez, Y., Xiao, Q., Liao, LM., Jones, G.S. & McGlynn, K.A. (2022). Outdoor light at night and risk of liver cancer in the NIH-AARP diet and health study. Cancer Causes & Control, 33(9):1215-1218. https://link.springer.com/article/10.1007/s10552-022-01602-w. Viitattu 15.3.2024.

Partinen, M. (2019). Mitä uni on? Uniliitto. https://www.uniliitto.fi/2019/09/17/mita-uni-on/. Viitattu 11.4.2024.

Partinen, M. (2023). Mitä uni on? Uniliitto ry:n jäsen- ja tiedotuslehti. Uniliitto. 4(2): 4–5.

Partinen, M. & Huutoniemi, A. (2020). *Nuku hyvin*. Docendo, 95-96, 267–269.

Partonen, T. (2004). Sisäiset kellot. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 120(22):2663–9. https://www.duodecimlehti.fi/duo94632#s4. Viitattu 17.4.2024.

Partonen, T. (2023a). Uni-valverytmin (unirytmin) häiriöt. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00535. Viitattu 17.4.2024.

Partonen, T. (2023b). Unettomuus. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00534#s7. Viitattu 11.4.2024.

Partonen, T. (2015). Vuorokausirytmi ja unen säätely. Käypä hoito -suositus. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. https://www.kaypahoito.fi/nix01062. Viitattu 17.4.2024.

Pastila, R. (2009). *Ultravioletti- ja lasersäteily*. Säteilyturvakeskus, 264.

Paunio, T. & Porkka-Heiskanen, T. (2008). Unen merkitys sairauksien synnyssä. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 124(6):695–701. https://www.duodecimlehti.fi/duo97135. Viitattu 11.4.2024.

Petroc, T. (2023). Number of smartphone mobile network subscriptions worldwide from 2016 to 2022, with forecasts from 2023 to 2028. Statista. https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/. Viitattu 12.4.2024.

Poushter, J., Bishop, C. & and Chwe, H. (2018). Social Media Use Continues To Rise in Developing Countries, but Plateaus Across Developed Ones. Pew Research Center. https://www.pewresearch.org/global/2018/06/19/2-smartphone-ownership-on-the-rise-in-emerging-economies/. Viitattu 12.4.2024.

Pukkala, E., Pitkäniemi, J. & Heikkinen, S. (n.d.). Syövän riskitekijät. Syöpäjärjestöt. https://www.syopajarjestot.fi/julkaisut/raportit/syopa-suomessa-2016/syovan-riskitekijat/. Viitattu 19.4.2024.

Rantanen, K. (2015). *Valo ja sen hyödyntäminen ennen ja nyt*. Art House, 51-76, 97.

Rato, A.G., Pedrero, J.G., Martinez, M.A., del Rio, B., Lazo, P.S. & Ramos, S. (1999). Melatonin blocks the activation of estrogen receptor for DNA binding. FASEB Journal, 13(8):857–68. https://faseb.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1096/fasebj.13.8.857. Viitattu 23.4.2024.

Rea, M.S., Brons, J.A. & Figueiro, M.G. (2011). Measurements of light at night (LAN) for a sample of female school teachers. Chronobiology International, 28(8):673-80. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/07420528.2011.602198. Viitattu 16.4.2024.

Ritonja, J., McIsaac, M.A., Sanders, E., Kyba, C.C.M., Grundy, A., Cordina-Duverger, E., Spinelli, J.J. & Aronson, K.J. (2020). Outdoor light at night at residences and breast cancer risk in Canada. European Journal of Epidemiolody, 35(6):579-589. https://link.springer.com/article/10.1007/s10654-020-00610-x. Viitattu 15.3.2024.

Rivera-Izquierdo, M., Martínez-Ruiz, V., Castillo-Ruiz, E.M., Manzaneda-Navío, M., Pérez-Gómez, B. & Jiménez-Moleón, J.J. (2020). Shift Work and Prostate Cancer: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. International Journal of Environmental Research Public Health, 17(4):1345. https://www.mdpi.com/1660-4601/17/4/1345. Viitattu 19.4.2024.

Rybnikova, N. & Portnov, B.A. (2018). Population-level study links short-wavelength nighttime illumination with breast cancer incidence in a major metropolitan area. Chronobiology International, 35(9):1198-1208. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07420528.2018.1466802. Viitattu 15.3.2024.

Sánchez-Barceló, E.J., Cos, S., Mediavilla, D., Martínez-Campa, C., González, A. & Alonso-González, C. Melatonin-estrogen interactions in breast cancer. (2005). Journal of Pineal Research, 38(4):217-22. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-079X.2004.00207.x. Viitattu 23.4.2024.

Sandman, N. (2020). Älylaitteet ja nukkuminen. Suomen psykologiliitto. https://psykologilehti.fi/alylaitteet-ja-nukkuminen/. Viitattu 18.4.2024.

Sarna, S. (2012). Kliinisen biostatistiikan jatkokurssi [Opetusmateriaalit]. 145. https://www.mv.helsinki.fi/home/sarna/Opetus/Moniste%20Osa%202. Viitattu 15.4.2024.

Seppä, K., Heikkinen, S., Ryynänen, H., Albanes, D., Eriksson, J.G., Härkänen, T., Jousilahti, P., Knekt, P., Koskinen, S., Männistö, S., Rahkonen, O., Rissanen, H., Malila, N., Laaksonen, M. & Pitkäniemi, J. (2023b). Every tenth malignant solid tumor attributed to overweight and alcohol consumption: A population-based cohort study. METCA Study Group. European Journal of Cancer, 198:113502. https://www.ejcancer.com/article/S0959-8049(23)00804-3/fulltext. Viitattu 12.4.2024.

Seppä K., Tanskanen T., Heikkinen S., Malila N. & Pitkäniemi J. (2023a). Syöpä 2021. Tilastoraportti Suomen syöpätilanteesta. Suomen Syöpäyhdistys, Helsinki.

Shilts, J., Chen, G. & Hughey, J.J. (2018). Evidence for widespread dysregulation of circadian clock progression in human cancer. PeerJ, 6:e4327. https://peerj.com/articles/4327/. Viitattu 19.4.2024.

Silvani, M.I., Werder, R. & Perret, C. (2022). The influence of blue light on sleep, performance and wellbeing in young adults: A systematic review. Frontiers Of Physiology. 16(13):943108. https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2022.943108/full. Viitattu 11.4.2024.

Sipilä, R. (2017). Havainnoivat tutkimukset [Diaesitys]. Duodecim. Käypä hoito. https://www.kaypahoito.fi/wp-content/uploads/sites/15/2019/01/sipil%C3%A42017.pdf. Viitattu 24.4.2024.

Smith, A., Wahlster, L., Jeon, S., Yu, F., Black, S., Gazal, S., Mancuso, N., Metayer, C., Ma, X., Wiemels, J., Chiang, C. & Sankaran, V. (2022). Racial and Ethnic Disparities in Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia Risk Due to an IKZF1 Noncoding Regulatory Variant. Blood, 140(1): 8880-8881. https://ashpublications.org/blood/article/140/Supplement%201/8880/487439/Racial-and-Ethnic-Disparities-in-Childhood-Acute. Viitattu 12.4.2024.

de Toledo, L.H.S., Moraes, M.N., Poletini, M.O., Cipolla-Neto, J., Baron, J. & Mota T. (2023). Modeling the influence of nighttime light on melatonin suppression in humans: milestones and perspectives. Journal of Photochemistry and Photobiology, 16; 100199. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666469023000404?via%3Dihub. Viitattu 23.4.2024.

Stenberg, T. (2019). Elimistön fysiologiaa unen aikana. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 135(9):831–7. https://www.duodecimlehti.fi/duo14897. Viitattu 11.4.2024.

Stenberg, T. & Aho, V. (2014). Vaikuttaako uni immuniteettiin? Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 130(4):305-6. https://www.duodecimlehti.fi/duo11497. Viitattu 19.4.2024.

Sweeney, M.R., Nichols, H.B., Jones, R.R., Olshan, A.F., Keil, A.P., Engel, L.S., James, P., Jackson, C.L., Sandler, D.P. & White, A.J. (2022). Light at night and the risk of breast cancer: Findings from the Sister study. Environmental International, 169:107495. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022004226?via%3Dihub. Viitattu 15.3.2024.

Syöpäjärjestöt. (n.d.). Ravinto. Hyvä elämä ilman syöpää. https://www.ilmansyopaa.fi/tunne-syopariskit/ravinto/. Viitattu 16.4.2024.

Syöpäsäätiö. (2022). Syövän kustannukset Suomesssa [verkkoaineisto]. https://syopa.azurewebsites.net/home/run?reportid=96b30451-1be3-42a8-9b75-62248531b428&groupid=bbae2e7e-5577-4070-a901-bd5456df5629. Viitattu 29.1.2024.

Syöpäsäätiö. (2023). Syöpä lukuina. https://syopasaatio.fi/syopa-lukuina/. Viitattu 29.1.2024.

Targhazeh, N., Reiter, R.J., Rahimi, M., Qujeq, D., Yousefi, T., Shahavi, M.H. & Mir, S.M. (2022). Oncostatic activities of melatonin: Roles in cell cycle, apoptosis, and autophagy. Biochimie, 202:34-48. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300908422001705?via%3Dihub. Viitattu 16.4.2024.

Technology Academy Finland. (n.d.). Blue and white LEDs – Shuji Nakamura. Millennium Technology Prize. https://millenniumprize.org/winners/blue-and-white-leds/. Viitattu 8.4.2024.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos [THL]. (2023a). Syövän riskitekijät. https://thl.fi/aiheet/kansantaudit/syopa/syovan-riskitekijat. Viitattu 16.4.2024.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos [THL]. (2023b). Yleistietoa kansantaudeista. https://thl.fi/aiheet/kansantaudit/yleistietoa-kansantaudeista. Viitattu 24.4.2024.

Tilastokeskus. (2023). Väestön tieto- ja viestintätekniikan käyttö sukupuolen ja ikäluokan mukaan, 2013–2023.

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__sutivi/statfin_sutivi_pxt_13ud.px/table/tableViewLayout1/. Viitattu 16.4.2024.

Tuomisto, J. (2020). Aiheuttavatko kemikaalit suurimman osan syövästä? Duodecim terveyskirjasto. https://www.terveyskirjasto.fi/asy00613. Viitattu 16.4.2024.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta [TENK]. (2023). Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk. Viitattu 23.4.2024.

Turun yliopisto. (n.d.). Sähkömagneettinen säteily. https://www.astro.utu.fi/zubi/radiat/elmag.htm. Viitattu 19.4.2024.

Urbano, T., Vinceti, M., Wise, L.A. & Filippini, T. (2021). Light at night and risk of breast cancer: a systematic review and dose-response meta-analysis. International Journal of Health Geographics, 20(1):44. https://ij-healthgeographics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12942-021-00297-7. Viitattu 19.4.2024.

Verkasalo, P., Kaprio, J., Koskenvuo, M., Pukkala, E., Lichtenstein, P., Holm, N., Iliadou, A., Skytthe, A. & Hemminki, K. (2000). Ympäristö ja perimä syövän synnyssä: kolmen pohjoismaisen kaksosaineiston analyyseja. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 116(22):2497–2503. https://www.duodecimlehti.fi/duo91888. Viitattu 16.4.2024.

Vilkka, H. (2023). *Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina*. Art House. s. 21–24.

Vuori, I. (2006). Voidaanko arkiliikunnalla edistää terveyttä? Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 122(9):1003–4. https://www.duodecimlehti.fi/duo95701. Viitattu 16.4.2024.

Wang, L., Wang, C. & Choi, W.S. (2022). Use of Melatonin in Cancer Treatment: Where Are We? International Journals of Molecular Sciences, 23(7):3779. https://www.mdpi.com/1422-0067/23/7/3779. Viitattu 16.4.2024.

Wikipedia. (2024). Valo. https://fi.wikipedia.org/wiki/Valo. Viitattu 19.4.2024.

Wong, N.A. & Bahmani, H. (2022). A review of the current state of research on artificial blue light safety as it applies to digital devices. Heliyon, 15;8(8):e10282. https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(22)01570-5?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844022015705%3Fshowall%3Dtrue. Viitattu 9.4.2024.

Wong, R., Crane, A., Sheth, J. & Mayrovitz, H.N. (2023). Shift Work as a Cardiovascular Disease Risk Factor: A Narrative Review. Cureus, 30;15(6):e41186. https://www.cureus.com/articles/165748-shift-work-as-a-cardiovascular-disease-risk-factor-a-narrative-review#!/. Viitattu 9.4.2024.

World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. (2009). Policy and Action for Cancer Prevention. Food, Nutrition, and Physical Activity: a Global Perspective. Washington DC: AICR. https://www.wcrf.org/wp-content/uploads/2020/12/Policy_Report.pdf. Viitattu 16.4.2024.

World Cancer Research Fund International. (n.d.). Cancer rates by Human Development Index. https://www.wcrf.org/cancer-trends/cancer-rates-human-development-index/. Viitattu 30.1.2024.

World Health Organization [WHO]. (2024a). Age-standardized rate (World) per 100 000, incidence, males and females.

World Health Organization [WHO]. (2024b). Estimated number of new cases from 2022 to 2050, Both sexes, age [0-85+]. https://gco.iarc.fr/tomorrow/en/dataviz/isotype?years=2050. Viitattu 16.4.2024.

World Heath Organization [WHO]. (2022). Ambient (outdoor) air pollution. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health. Viitattu 16.4.2024.

World Heath Organization [WHO]. (2020). WHO report on cancer: setting priorities, investing wisely and providing care for all. Geneva.

Worldometer. (n.d.). World Population (2024 and historical). https://www.worldometers.info/world-population/. Viitattu 12.4.2024.

Xiao, Q., Gierach, G.L., Bauer, C., Blot, W.J., James, P. & Jones, R.R. The Association between Outdoor Artificial Light at Night and Breast Cancer Risk in Black and White Women in the Southern Community Cohort Study. (2021). Environmental Health Perspectives, 129(8):87701. https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP9381. Viitattu 15.3.2024.

Xiao, Q., James, P., Breheny, P., Jia, P., Park, Y., Zhang, D., Fisher, J.A., Ward, M.H. & Jones, R.R. (2020). Outdoor light at night and postmenopausal breast cancer risk in the NIH-AARP diet and health study. International Journal of Cancer,147(9):2363-2372. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ijc.33016. Viitattu 15.3.2024.

Xiao, Q., Jones, R.R., James, P. & Stolzenberg-Solomon, R.Z. (2021). Light at Night and Risk of Pancreatic Cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study. Cancer Research. 81(6):1616-1622. https://aacrjournals.org/cancerres/article/81/6/1616/670526/Light-at-Night-and-Risk-of-Pancreatic-Cancer-in. Viitattu 15.3.2024.

Zhang, D., Jones, R.R., James, P., Kitahara, C.M. & Xiao, Q. (2021). Associations between artificial light at night and risk for thyroid cancer: A large US cohort study. Cancer, 127(9):1448-1458. https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cncr.33392. Viitattu 15.3.2024.

Zhao, H., Yin, J.Y., Yang, W.S., Qin, Q., Li, T.T., Shi, Y., Deng, Q., Wei, S., Liu, L., Wang, X. & Nie, S.F. (2013). Sleep duration and cancer risk: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 14(12):7509-15. http://koreascience.or.kr/article/JAKO201305981342540.page. Viitattu 19.4.2024.

Zhao, J., Xu, L., Sun, J., Song, M., Wang, L., Yuan, S., Zhu, Y., Wan, Z., Larsson, S., Tsilidis, S., Dunlop, M., Campbell, H. Rudan, I., Song, P. Theodoratou, E., Ding, K & Li, X. (2023). Global trends in incidence, death, burden and risk factors of early-onset cancer from 1990 to 2019. BMJ Oncology, 2:e000049. https://bmjoncology.bmj.com/content/2/1/e000049. Viitattu 15.3.2024.

Zhong, C., Franklin, M., Wiemels, J., McKean-Cowdin, R., Chung, N.T., Benbow, J., Wang, S.S., Lacey, J.V. Jr & Longcore, T. (2020). Outdoor artificial light at night and risk of non-Hodgkin lymphoma among women in the California Teachers Study cohort. Cancer Epidemiology. 69:101811. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877782120301454?via%3Dihub. Viitattu 15.3.2024.

Zhong, C., Wang, R., Morimoto, L.M., Longcore, T., Franklin, M., Rogne, T., Metayer, C., Wiemels, J.L. & Ma, X. (2023). Outdoor artificial light at night, air pollution, and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia in the California Linkage Study of Early-Onset Cancers. Scientific Reports, 13(1):583. https://www.nature.com/articles/s41598-022-23682-z. Viitattu 15.3.2024.

Zhou, T., Wang, Z., Qiao, C., Wang, S., Hu, S., Wang, X., Ma, X., Wang, D., Li, J., Li, Z. & Hou, W. (2023). Sleep disturbances and the risk of lung cancer: a meta-epidemiological study. BMC Cancer. 23(1):884. https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-023-11392-2. Viitattu 19.4.2024.

LIITTEET

Liite 1. Tietokantahaun eteneminen.

Tietokanta	**Hakusanat**	**Kieli**	**Aika**	**Muut**	Hakutulokset	Otsikko	Abstrakti
CINAHL	cancer risk* OR cancer incidence* OR cancer prevention* AND artificial light* OR light at night* OR light exposure* OR light cycle* OR domestic light* OR room light* OR indoor light* OR outdoor light* OR light pollution*	Englanti	2010-2024	Saatavuus: Koko teksti vapaasti saatavilla	32	8	6
Scopus	"cancer risk*" OR "cancer incidence*" OR "cancer prevention*" AND "artificial light*" OR "light at night*" OR "light exposure*" OR "light cycle*" OR "domestic light*" OR "room light*" OR "indoor light*" OR "outdoor light*" OR "light pollution*"	Englanti	2010-2024	Dokumentin tyyppi: artikkeli Saatavuus: Koko teksti vapaasti saatavilla	108	22	18
Web of Science	cancer risk* OR cancer incidence* OR cancer prevention* AND artificial light* OR light at night* OR light exposure* OR light cycle* OR domestic light* OR room light* OR indoor light* OR outdoor light* OR light pollution*	Englanti	2010-2024	Dokumentin tyyppi: artikkeli Saatavuus: Koko teksti vapaasti saatavilla	1 582	26	21
Medline (Pubmed)	cancer risk* OR cancer incidence* OR cancer prevention* AND artificial light* OR light at night* OR light exposure* OR light cycle* OR domestic light* OR room light* OR indoor light* OR outdoor light* OR light pollution*	Englanti, Suomi	2010-2024	Saatavuus: Koko teksti vapaasti saatavilla Laji: Ihmiset	1 581	15	11
ProQuest Central	"cancer risk*" OR "cancer incidence*" OR "cancer prevention*" AND "artificial light*" OR "light at night*" OR "light exposure*" OR "light cycle*" OR "domestic light*" OR "room light*" OR "indoor light*" OR "outdoor light*" OR "light pollution*"	Englanti, Suomi	2010-2024	Saatavuus: Koko teksti vapaasti saatavilla Aineiston tyyppi: Scholarly journals Dokumentin tyyppi: Raportit ja artikkelit	3 250	8	8
Medline (Ovid)	cancer risk* OR cancer incidence* OR cancer prevention* AND artificial light* OR light at night* OR light exposure* OR light cycle* OR domestic light* OR room light* OR indoor light* OR outdoor light* OR light pollution*	-	2010-2024	Aineisto: Journals Ovid Full text Rajaukset: Ovid Full Text Available, Articles with Abstracts ja Original Articles	74	3	2