

Turun yliopiston maantieteen ja geologian laitos

Saija Korhonen

ILMANLAADUN, ILMAN LÄMPÖTILAN JA ILMANPAINEN VAIKUTUKSET SYDÄN-JA
AIVOINFARKTIEN POTILASMÄÄRIIN NELJÄSSÄ SUOMEN SAIRAANHOITOPIIRISSÄ
VUOSINA 2000–2015

Maantieteen pro gradu -tutkielma

Asiasanat: Ilmanlaatu, ilman lämpötila, ilmanpaine, korrelaatio, sydäninfarkti, aivoinfarkti,
vuodenaikaisuus

Turku 2018

*Turun yliopiston laatujärjestelän mukaisesti tämä julkaisun alkuperäisyys on tarkistetty Turnitin
OriginalityCheck –järjestelmällä*

TURUN YLIOPISTO

Luonnontieteiden ja tekniikan tiedekunta
Maantieteen ja geologian laitos

KORHONEN, SAIJA: Ilmanlaadun, ilman lämpötilan ja ilmanpaineen vaikutukset sydän- ja aivoinfarktien potilasmääriin neljässä Suomen sairaanhoitopiirissä vuosina 2000-2015

Pro gradu –tutkielma, 71 s., 12 liites.

40 op

Maantiede

Toukokuu 2018

Ilmanlaatua ja sen vaikutuksia terveyteen on tutkittu järjestelmällisesti jo monia vuosikymmeniä. Tutkimusten pohjalta osataan sanoa, että ilman suuret pienihiukkaspitoisuudet ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat yhteydessä sydän- ja aivoinfarktien suurentuneeseen potilasmäärään. Tutkimus on keskittynyt enimmäkseen maihin, joissa ilmanlaatu on ympäri vuoden huonoa. Tämän lisäksi nykyään tiedostetaan myös muiden ilmastotekijöiden kuten lämpötilan ja ilmanpaineen vaikutukset kuolleisuuteen.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, onko mahdollista havaita Suomen sairaanhoitopiireissä samanlaisia yhteyksiä kuin kansainvälisissä tutkimuksissa. Tutkimukseen otettiin mukaan Helsingin ja Uudenmaan, Varsinais-Suomen, Pohjois-Savon sekä Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirien sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärät sekä vastaavien alueiden pienihiukkasten, hengitettävien hiukkasten, typpidioksidin ja otsonin pitoisuudet sekä ilman lämpötila ja ilmanpaine. Kyseisten muuttujien yhteyttä tutkittiin vuodesta 2000 vuoteen 2015. Hypoteesina oli, että myös Suomen sairaanhoitopiirien tasolla olisi löydettävissä yhteys ilmanlaadun, ilman lämpötilan ja ilmanpaineen sekä sydän- ja aivoinfarktien välillä. Tutkimuksessa oltiin myös kiinnostuneita mahdollisista potilasmäärissä nähtävistä sykleistä, jotka toistuvat tutkimusajanjaksolla.

Tutkimus pohjautui suhteellisen riskikertoimen ja korrelaatiokertoimien laskuun. Eri ilmanlaadun muuttujien ja potilasmäärien yhteyttä havainnointiin myös visuaalisesti hajontakaavioiden ja diagrammien avulla. Odotettua yhteyttä ei ollut aineistosta löydettävissä. Tutkimuksen perusteella on kuitenkin syytä olettaa, että jatkotutkimuksiin olisi aihetta.

Asiasanat: Ilmanlaatu, ilman lämpötila, ilmanpaine, korrelaatio, sydäninfarkti, aivoinfarkti, vuodenaikaisuus

UNIVERSITY OF TURKU
Faculty of Science and Engineering
Department of Geography and Geology

KORHONEN, SAIJA: The effect of air quality, air temperature, and air pressure on the number of heart attacks and strokes diagnosed in four Finnish hospital districts from 2000 to 2015

Master's Thesis, 71 p., 12 ap.

40 ECTS

Geography

May 2018

Air quality and its effects on human health has been studied systematically for decades. Previous studies hold that large amount of fine particles and coarse particles in air are connected to increased number of heart attacks and strokes. However, prior research primarily concentrates on countries where air quality is poor year-round. Additionally, it is apparent that other factors - such as air temperature and atmospheric pressure - affect overall mortality.

This study examines if the results of previous international, extensive studies between the connections of air quality, air temperature, air pressure, and heart attacks and strokes get support in the Finnish hospital districts. This study includes the Hospital Districts of Helsinki and Uusimaa, Varsinais-Suomi, Pohjois-Savo and North Ostrobothnia. In each Hospital District, the numbers of heart attacks and strokes were compared to the regional quantities of atmospheric fine and coarse particles, nitrogen dioxide, ozone, air temperature and air pressure. The study period was from 2000 to 2015. The hypothesis was that there is a connection between air quality, air temperature, atmospheric pressure and the number of heart attacks and strokes. The study also focused on observing eventual recurring cycles in the number of patients in the study period.

The study calculates the risk factors and correlation coefficients. The connection between air quality, air parameters, and the number of patients were visualized with scatter plots and diagrams. The hypothesized connection between air quality and rates of heart attacks and strokes was not observed. However, there is a need for further study with improved research set up.

Keywords: air quality, air temperature, air pressure, correlation, heart attack, stroke, seasonality

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	1
2 Terveysmaantiede.....	3
2.1 Tautiekologia.....	5
3 Biostatistiikka ja epidemiologia	6
4 Infarkti.....	9
4.1 Etiologia	9
4.2 Insidenssi ja prevalenssi Suomessa.....	9
4.3 Ilmanlaadun vaikutukset sydämen ja aivojen verenkiertohäiriöihin.....	10
5 Ilmanlaatu, sää ja ilmasto	12
5.1 Ilmanlaadun seuranta Suomessa	13
5.2 Ilmansaasteet, niiden päästölähteet sekä niiden terveysvaikutukset.....	14
5.2.1 Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	17
5.2.2 Pienhiukkaset (PM _{2.5})	17
5.2.3 Typpidioksidi (NO ₂)	18
5.2.4 Otsoni (O ₃).....	19
5.3 Lämpötila	20
5.4 Ilmanpaine	20
6 Tutkimusalueet	21
6.1 Sairaanhoidopiirit	21
6.1.1 Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoidopiiri.....	22
6.1.2 Varsinais-Suomen sairaanhoidopiiri	24
6.1.3 Pohjois-Savon sairaanhoidopiiri	25
6.1.4 Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoidopiiri.....	27
7 Aineistot ja menetelmät	28
7.1 Ilmanlaatu- ja sääaineisto	28
7.2 Infarktiaineisto	30
7.3 Menetelmät	34
7.3.1 Hypoteesin testaus ja suhteellinen riski	34
7.3.2 Riippuvuuden tutkiminen ja korrelaatio.....	36
8 Tulokset.....	38
8.1 Potilasaineiston alueellinen ja ajallinen vaihtelu.....	38
8.2 Potilasmäärien vaihtelu suhteessa ilmanlaatuun, ilman lämpötilaan ja ilmanpaineeseen. 40	
8.2.1 Pienhiukkaset.....	40
8.2.2 Hengitettävät hiukkaset.....	41
8.2.3 Typpidioksidi	42
8.2.4 Otsoni.....	44
8.2.5 Ilman lämpötila	44

8.2.6 Ilmanpaine.....	49
9 Tulosten tarkastelu ja pohdinta.....	52
10 Mahdolliset virhelähteet	55
11 Johtopäätökset	58
Kiitokset.....	58
LÄHTEET.....	59
LIITTEET.....	63

1 Johdanto

Vuoden 1952 joulukuussa Lontoossa kärsittiin yhdestä historian pahimmasta ilmanlaadun hetkellisestä heikkenemisestä (Bell & Davis 2001). Vaikka tätä ennen oli maailmalla sattunut useampia ilmanlaadun huononemiseen liittyviä jaksoja, oli Lontoon ilmanlaadun heikkeneminen alkusysäys ilmanlaadun epidemiologisten vaikutusten tarkemmalle tutkimiselle. Pian tapahtumien jälkeen ymmärrettiin yhteys huonon ilmanlaadun ja kasvaneen kuolleisuuden välillä. Lontoon ilmanlaadun huononemisen taustalla vaikuttivat sumuinen sää ja hiilen käyttö niin energiantuotannossa ja tehtailla kuin kodin lämmityksessäkin.

1970-luvulla EU:ssa säädettiin uusia lakeja, joiden tavoitteena oli vähentää ilmansaasteita, jotka vaikuttivat ilmanlaatuun, ihmisten terveyteen ja alueelliseen ilmastoon. Vaikka ilmansaasteita on systemaattisesti vähennetty puhdistamalla teollisuuden ja liikenteen päästöjä, kärsivät monet Euroopan maat silti ilmanlaatuongelmista ja niihin yhdistettävistä ihmisten terveysongelmista (Air pollution 2016). Vaikka toimenpiteitä on tehty ilmalaadun parantamiseksi, ilmanlaatuongelmat aiheuttavat Euroopan ympäristökeskuksen mukaan vieläkin vuosittain yli 400 000 ennen aikaista kuolemaa Euroopassa. Näiden lisäksi ilmansaasteet vahingoittavat ekosysteemejä.

Ilmanlaatua ja sen terveysvaikutuksia on tutkittu paljon, mutta edelleen on paljon tutkittavaa ja monia mekanismeja selvittämättä. Ilmanlaadun tutkiminen on keskittynyt maihin, joissa ilmanlaatu on pääsääntöisesti huono ympäri vuoden ja raja-arvojen ylityksiä tapahtuu paljon. Tulokset ovat pääasiassa olleet selkeitä eli ilmanlaadun ja kuolleisuuden sekä erilaisten sairauksien väliltä löytyy kiistaton yhteys. Tutkimusta on tehty vähemmän maissa, joissa ilmanlaatu on vain ajoittain huonoa. Onko ilmanlaadun ja tähän tutkimukseen valittujen sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärissä löydettävissä yhteyttä, myöskin Suomen tasolla?

Ilmanlaadun tutkimiseen on Suomessa hyvät edellytykset, koska ilmanlaatu on yleisesti hyvä ja poikkeustapaukset nousevat helpommin esille. Poikkeavien ilmanlaatujaksojen tutkiminen on yksinkertaisempaa ja helpompaa kuin pidemmän, monia vuosikymmeniä kestävä tutkimuksen tekeminen. Kun tutkitaan hetkellisten poikkeavien ilmanlaatujaksojen vaikutuksia, ovat lyhytaikaiset seuraukset helpommin nähtävissä. Suomessa terveydenhuollon kustannukset ovat suuria ja ikääntyvän väestön myötä kustannukset ovat nousemassa. Aivohalvaukseen, jonka yleisimmin aiheuttaa aivoinfarkti, sairastuu Suomessa vuosittain noin 24 000 henkeä (Aivoinfarkti ja TIA 2016). Vuonna 2010 aivoinfarkteja oli 194 tapausta 100 000 asukasta kohden. Suomessa joutuu vuosittain noin 20 000 sydäninfarktipotilasta (sepelvatimotautikohtaus) sairaalahoitoon

ja lisäksi 6 000 ihmistä kuolee tautiin kotona tai matkalla sairaalaan (Sydäninfarktin toteaminen 2013).

Tutkimuksessa selvitetään ilmanlaadun sekä ilmanpaineen ja lämpötilan yhteyttä sydän- ja aivoinfarkteihin. Tutkimukseen valittiin Helsingin ja Uudenmaan, Varsinais-Suomen, Pohjois-Savon sekä Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirit. Tutkimuksessa tarkasteltiin vuosien 2000–2015 ilmanlaadun ja infarktien korrelaatiota. Tutkimuksen hypoteesina oli, että huono ilmanlaatu lisää sydän- ja aivoinfarkteja ja että tämä näkyisi näiden kahden korrelaationa. Lisäksi tutkittiin ilmanpaineen sekä erikseen talvikuukausien (joulukuu–helmikuu) ja kesäkuukausien (kesäkuu–elokuu) lämpötilojen vaikutuksia sydän- ja aivoinfarktien esiintyvyyteen. Sydän- ja aivoinfarkteja tutkittiin eri muuttujien kanssa itsenäisesti, eikä potilasmääriä yhdistetty, vaikkakin molempien tautitilojen syntymekanismi on melko sama.

Koska terveystieteellisessä tutkimuksessa käytetty termistö on osittain lääketieteeseen pohjautuvaa, on tutkimuksen lukemisen ja ymmärtämisen helpottamiseksi luotu lääketieteellisille käsitteille oma sanasto. Kaikki kursivoidut lääketieteen termit löytyvät selitettynä aakkosjärjestyksessä liitteestä 16.

Tutkimusongelmana olivat ilmanlaadun vaikutukset infarktien alueelliseen esiintyvyyteen. Vastemuuttujana toimivat infarktit ja selittävinä muuttujina ilmanlaatu, ilman lämpötila sekä ilmanpaine, joiden on havaittu olevan yhteydessä infarktien määrään ja esiintyvyyteen. Tutkimuksessa ei ollut tarkoitus keskittyä yksittäisten henkilöiden tautikuormaan ja henkilötason tietoihin vaan tehdä laajempaa tutkimusta avoimella datalla. Tarkoituksena oli löytää valideja hypoteeseja, joita voidaan edelleen testata suuremmissa tutkimushankkeissa ja avustaa niiden suunnittelussa. Kerätyn aineiston ja kirjallisuuden avulla pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

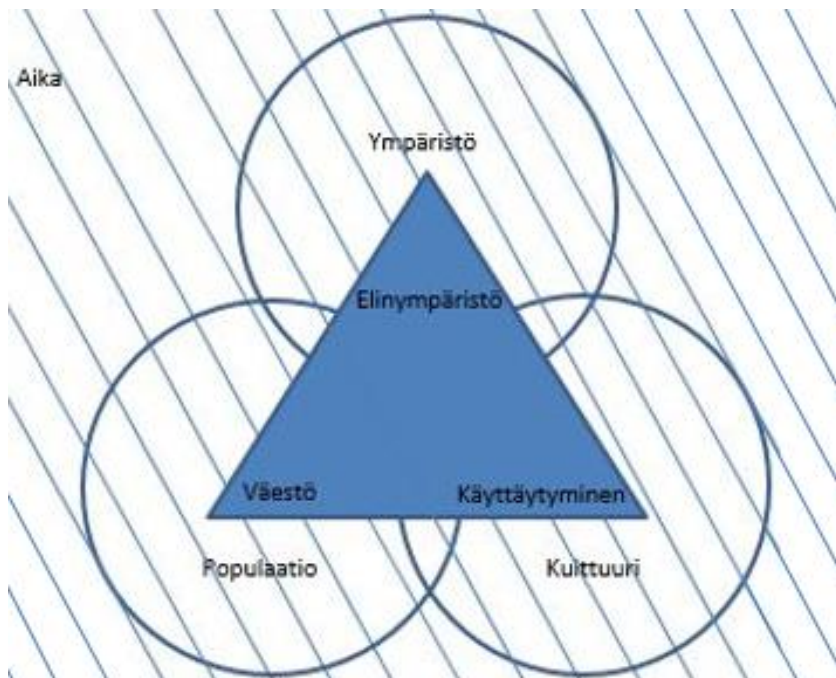
- 1) Onko aiemmissa eri puolella maailmaa tehdyissä tutkimuksissa havaittu yhteys ilmanlaadun ja sydän- ja aivoinfarktien välillä nähtävissä myös Suomen sairaanhoitopiireissä?
- 2) Mikä on tutkittavien ympäristötekijöiden (pienhiukkaspitoisuus, hengitettävien hiukkasten pitoisuus, typpidioksidipitoisuus, otsonipitoisuus, ilman lämpötila ja ilmanpaine) keskinäinen merkitys sydän- ja aivoinfarktien esiintymisessä tutkimukseen valituissa sairaanhoitopiireissä?
- 3) Onko sydän- ja aivoinfarktien esiintymisessä havaittavissa 16 vuoden tutkimusajanjaksolla trendejä tai syklisyyttä?

2 Terveysmaantiede

Terveysmaantiede on osana ihmismaantieteitä, ja se käsittää ihmisen ja ympäristön vuorovaikutuksen ja sen tutkimisen. Terveysmaantieteessä tutkitaan terveyttä kokonaisvaltaisesti. Tärkeää on löytää terveyteen vaikuttavat ympäristölliset, sosiaaliset, kulttuuriset ja poliittiset tekijät. Terveyden tutkiminen ei perustu enää niin vahvasti epidemiologiaan (Dummer 2008: 1177). Ihmisen terveydellä ja ympäristöoloilla on monissa sairauksissa ja taudeissa selvä yhteys. Ympäristöoloiksi mielletään fyysiset ympäristöolot kuten ilmanlaatu ja sen vaikutukset esimerkiksi astman puhkeamiseen (Elliot 2009). Ympäristöolojen ja ihmisterveyden tutkiminen ei ole yksiselitteistä. Ihmiskehoon vaikuttavat monet eri tekijät, kuten geeniperimä, joka saa ihmiset reagoimaan eri tavoin erilaisiin ärsykkeisiin. Tutkimuksen tekeminen ympäristön ja terveyden vuorovaikutuksen selvittämiseksi ei ole helppoa, kuten ei myöskään altisteiden ja lopputulosten mittaaminen eikä todisteiden arvioiminen. Terveysmaantieteessä keskitytään usein enemmän yhteisöjen kollektiiviseen terveyteen kuin yksilöiden terveydentilaan (Kearns & Collins 2010:15–32).

Terveysmaantiede on laaja tieteenala, johon heijastuvat maantieteilijöiden kehittyvät menetelmät, empiirinen fokuksituminen ja filosofinen ymmärrys terveydestä ja lääketieteestä (Kearns & Collins 2010:15–32). Terveysmaantieteilijät eivät pysty vain arvioimaan, miksi jokin tauti esiintyy tietyssä paikassa vaan myös kartoittamaan taudin kulkua ajassa ja paikassa (Brown ym. 2010:1–12). Terveysmaantieteessä keskeisimmät käsitteet ovat paikka, terveys ja hyvinvointi. Käsitteenä paikka muodostaa raamit terveyden ymmärtämiseksi, sillä monet sairaudet ovat vahvasti sidoksissa paikkaan. Kehittyneiden paikkatieto-ohjelmien avulla pystytään nykyään esittämään tarkemmin erilaisten tautien esiintymistä eri alueilla (Kearns & Collins 2010:15–32).

Terveyden määrittelyssä on siirrytty kohti holistisempaa kokonaisuutta, jossa terveys määritellään fyysisen, sosiaalisen ja henkisen hyvinvoinnin kautta (Keskeisiä käsitteitä 2018). Keskeistä terveystieteessä oli 1950-luvulla terveyden määrittely yksilön kyvyksi sopeutua ympäristöönsä (May 1958). Tämän jälkeen myös tautien tutkiminen muuttui. May kehitti 1950-luvulla vuorovaikutuskolmion (kuva 1), jonka tarkoituksena oli tukea näkemystä terveyden holistisemmasta määrittelystä. Terveys oli muuttunut biologisesti nähtävissä olevasta kokonaisuudesta mitattavaksi, sopeutumista kuvaavaksi populaation, ympäristön ja kulttuurin vuorovaikutukseksi. Termi populaatio käsittää tekijät kuten erilaisen genetiikan, *immunologian*, ravinnonlaadun sekä demografisen rakenteen. Ympäristö sisältää tarttuvat taudit, fyysiset, kemikaaliset ja psykososiaaliset muuttujat sekä terveydenhuollon ja terveystieteiden. Kulttuuri sisältää sekä ruokavalion ja asumismuodon että sen konseptuaalisen maailman, jonka avulla todellisuus pyritään hahmottamaan ja ymmärrys maailmasta rakentuu.



Kuva 1. Vuorovaikutuskolmio, joka kuvaa sitä miten ympäristö, kulttuuri ja populaatio vaikuttavat tiettyä aikana taudin kehittymiseen. (Lähde: May 1958, mukaillen)

Mayn mukaan taudin kehittymiseen kuuluu ihmisen sopeutumattomuus ympäristöön. Vuonna 1958 May tuomitsi ajatuksen siitä, että erilaisille taudeille olisi olemassa joku selkeä yksittäinen syy. Hänen mukaansa tauti ei voi kehittyä ilman kolmen eri tekijän yhtenevää esiintymistä ajassa ja paikassa. Tauti on elävien solujen tai kudoksien muuttumista niin, että se vaarantaa yksilön selviytymisen omassa elinympäristössään. Taudin kehittymiselle tarvitaan ympäristön aikaansaama ärsyke, jonka tulee aiheuttaa yksilössä jonkinasteinen vaste. Ärsyke voi olla fyysinen, biologinen tai henkinen. Vielä 1950-luvulla ei tiedetty paljoakaan ympäristön aiheuttamasta fyysisen ärsykkeen, kuten ilmanlaadun mekaanisesta vasteesta ihmiselimestössä, mutta olemassa oleva yhteys oli tiedostettu.

1990-luvulla terveystieteeseen nousi uusi suuntaus, jossa sosiaalitieteet saivat enemmän jalansijaa (Mayer 2010:33–54). Sosiaalitieteet toivat mukanaan ajatuksen yksilöiden ja ryhmien roolista, paikan vaikuttavuudesta ja yleistämisen kyseenalaistamisesta. Vaikka terveystiede on viime vuosina kehittynyt enemmän kvantitatiivisesta tutkimuksesta teoreettiseen suuntaan, ovat tämän tutkimuksen asetelmat enemmän kvantitatiiviseen tutkimukseen pohjautuvia.

2.1 Tautiekologia

Kuten Mayer mainitsee (2010:33–54), 1960-luvun alussa terveystieteitä hallitsi tautien kartoitus ja tautiekologia, joista kummatkin yrittävät selittää, miksi taudit esiintyvät tietyssä paikassa tietyssä aikana. Kvantitatiivisia oppeja hyödynnettiin heti ja Gerald Pyle (1969) selvitti diffuusioteoriaa hyödyntäen koleraan leviämisen periaatteita. Tautikartoituksen tavoitteena on tutkia eri terveysriskien vaihtelua eri maantieteellisillä alueilla. Taudin jakautumista kuvataan kartalla ja samalla korostetaan alueita, joilla riskit sairastua tai tautimäärät ovat kohonneet. Tautiekologia on yksi terveystieteen vanhimpia alahaaroja. Tautiekologiassa pyritään vastaamaan kysymyksiin miksi jokin tauti esiintyy jossakin tietynlaisessa paikassa. Tautiekologiassa ollaan kiinnostuneita sekä ympäristöstä että sen ihmispopulaatiosta ja kulttuurista. Tautiekologiassa paikat ovat sijainteja, joilla on samankaltaisia ympäristöllisiä, kulttuurisia ja populaatioperusteisia ominaispiirteitä. Ekologia on habitaattien (eli asuinalueiden) tutkimista. Tästä johdettuna tautiekologia tutkii taudin ja sen esiintymisympäristön, jossa kyseinen tauti esiintyy, välistä yhteyttä (May 1958: xxiii).

Tauti ei voi kehittyä ilman geneettistä vaikutusta ja ympäristön aiheuttamaa ärsykettä. Nämä vaihtelevat maantieteellisen ja kulttuurisen paikan mukaan. Ympäristön aiheuttaman stimuluksen vaste kudoksissa riippuu yksilön geneettisestä materiaalista (Mayer 2010:33-54). Kulttuurin vaikutus taudin puhkeamiseen välittyy ihmisten käyttäytymisen kautta. Koska ihmiset käyttäytyvät tiettyyn pisteeseen asti kulttuurilleen ominaisella tavalla luo tämä käyttäytyminen mahdollisuudet eri tautien syntymiselle (Mayer 2010:33–54). Oppongin ym. mukaan (2010:79-95) tautiekologia tarjoaa puitteet sille, miten maantieteellisesti epätasaista tautien ilmenemistä selitetään. Yksinkertaisimmillaan taudin esiintymiselle annetaan kolme vaikuttavaa tekijää: genetiikka, ympäristö ja käyttäytyminen. Nämä tekijät vaikuttavat eri tavalla eri osissa maailmaa. Joissakin tartuntataudeissa ja *degeneratiivisia muutoksia* aiheuttavissa taudeissa, joihin sydän- ja aivoinfarktit lukeutuvat, elinympäristöllä on suurin vaikutus taudin puhkeamiseen ja sairastumiseen.

Spatiaalisten tutkimusten tekeminen on tärkeää ja sen avulla voidaan tunnistaa ympäristö- ja populaatiomuuttujia, jotka vaihtelevat samassa skaalassa (Mayer 2010:33–54). Meaden (1977) mukaan ihmisten käyttäytymisessä, joka on yksi kulttuurin ilmenemismuoto, on spatiaalinen ulottuvuus. Ihmisten käyttäytyminen luo monia erilaisia ympäristötiloja, joissa taudit ja terveys ilmenevät eri tavoin. Esimerkiksi terveydenhuollon sijoittuminen tai luonnonkatastrofit, jotka altistavat ihmisiä erilaisille (tartunta)taudeille. Ihmiset kulkevat monien erilaisten mikroympäristöjen läpi päivän aikana, ja näitä voidaan luokitella sen mukaan, kuinka suuren riskin ne aiheuttavat terveydelle. Toiset ympäristöt ovat terveydelle vaarallisempia kuin toiset ja altisteet myös vaihtelevat. Suurimman osan päivästä ihmiset viettävät kotonaan ja työpaikoillaan,

ja täällä tapahtuu myös suurin osa altistumisesta erilaisille mikroympäristöille. Kotona asunnon lämpötila, kosteus, ilmanvaihto, ruuan säilytys ja sanitaatio ovat avainasemassa. Työympäristössä taas korostuu altistuminen kemikaaleille, melulle, stressille, työtapaturmille ja väkijoukoille, jotka voivat levittää erilaisia infektioita. Ihmisten liikkumisella on iso vaikutus terveydentilaan ja koettuun terveyteen. Esimerkiksi kausittainen matkustelu altistaa ihmisiä uusille ympäristöille ja aiheuttaa uudenlaista mentaalista ärsykettä. Mayerin (2010:33-54) mukaan liikkuminen on jatkumo, jota voidaan rajata ja analysoida eri skaaloilla. Tutkimuksen kannalta ihmisten eksaktien liikkeiden selvittäminen on hankalaa. Aina on myös pohdittava tutkimuksen kokoa, jos tutkitaan kokonaisvaltaisesti jonkin sairauden tai taudin esiintymistä koko väestössä ja sen ilmaantuvuutta eri alueilla, on mahdotonta tutkia kaikkien ihmisten elinympäristöjä ja määrittää heidän päivittäisiä liikkeitään. Meaden (1977) mukaan holistisessa perspektiivissä on lähtökohtaisesti metodologisia ongelmia, kun yritetään analysoida kulttuurien interaktioita tietyn ihmispopulaation elinympäristössä.

Yleensä ilmastolla on suuri rooli siinä, mikä tauti esiintyy missäkin ja minä ajankohtana. Tähän liittyen monissa taudeissa on nähtävissä tietynlaista kausittaista vaihtelua. Monissa sydäntaudeissa on demonstroitu tapausmäärien kasvua talvisin niin eteläisellä kuin pohjoisellakin pallonpuoliskolla (Pell & Cobbe 1999). Rakennetulla ympäristöllä kuten taloilla, tehtailla, rakennuksilla ja moottoriteillä on vaikutuksia eri sairauksien ja tautien esiintyvyyteen. Myös eri maankäyttömuodot vaikuttavat tautien esiintyvyyteen.

3 Biostatistiikka ja epidemiologia

Epidemiologia on tutkimusala, joka tutkii tautien syitä ja esiintyvyyttä väestössä (Nieminen & Uhari 2012:17-26). Nykyään korostetaan, että epidemiologiaan kuuluu myös sairauksien ennusteen, terveydenhuollon ja kliinisen toiminnan tutkiminen (Auvinen 2002: 78-82). Pääpaino on ei-tarttuvien sairauksien tutkimisessa. Epidemiologisen transition eli yhteiskunnassa tapahtuneen tautikirjon muutoksen myötä keskeisimmät terveysongelmat ovat vaihtuneet ja varsinkin lasten infektiokuolleisuus on vähentynyt. Erilaiset elintapasairaudet ja ilman epäpuhtauksien kertyminen elimistöön ovat yleistyneet ihmisten eläessä pidempään. Epidemiologiassa sairauden esiintyvyyttä kuvataan yleensä joko insidenssillä tai prevalenssilla. Insidenssillä tarkoitetaan uusien tapausten määrää suhteessa tutkimusväestön kokoon. Insidenssi on siis kuvaaja sairastumisen yleisyydelle. Prevalenssillä voidaan ilmasta erilaisten sairaustilojen yleisyyttä ilmoittamalla sairaiden osuutta tutkimusväestöstä joko tietyllä hetkellä tai tietyllä jaksolla (Auvinen 2002: 78-82).

Epidemiologiassa tärkeänä mittarina toimii tutkittavien tapahtumien lukumäärien laskeminen esimerkiksi sairastuneiden tai kuolleiden lukumäärä ja sen suhteuttaminen

riskialttiiseen väestöön (Nieminen & Uhari 2012). Riskiväestöllä tarkoitetaan ihmisjoukkoa, jolle kyseinen tutkittava ilmiö voi tapahtua (Koskinen ym. 2007). Epidemiologiassa sairauden esiintyvyyttä kuvataan yleisimmin ilmaantuvuuden avulla. Ilmaantuvuus eli insidenssi määritellään uusien tapausten lukumääräksi (kuolemat, taudit, tapaturmat) eli terveiden henkilöiden sairastuminen, tutkittavien henkilöiden kuoleminen tai joutuminen tapaturmaan. Niemisen ja Uharin (2012) mukaan ilmaantuvuus voidaan ilmaista tapausten lukumääränä sellaisenaan tai ilmaantumistiheytenä eli suhdelukuna. Ilmaantuvuustiheys on tietyssä ajanjaksona ilmaantuneiden tapahtumien lukumäärä laskettuna keskimääräisestä riskialttiista väestöstä. Saadut luvut ovat usein pieniä ja luottavuuden lisäämiseksi käytetään usein vakiokertoimia. Jotta ilmaantuvuutta voidaan laskea, tulee diagnostiikan olla vertailukelpoista eri tarkasteluajankohtina.

Toinen tapa kuvata sairauden esiintymistä on prevalenssi (Nieminen & Uhari 2012:17-26). Prevalenssi eli vallitsevuus on sairaiden osuus tutkimusväestöstä, ja se voidaan ilmoittaa joko tietyssä ajankohtana (pisteprevalenssi) tai tietyllä ajanjaksolla (periodiprevalenssi). Vallitsevuuteen vaikuttavat sairauden kesto, uusien tapausten määrä ja tautia kantavien saapuminen ja poistuminen seurattavasta ryhmästä. Insidenssin ja prevalenssin ero muodostuu siitä, että prevalenssi kuvaa sairaustilan yleisyyttä ja ilmaantuvuus eli insidenssi kuvaa sairastumisen yleisyyttä. Tässä tutkimuksessa keskitytään insidenssin tutkimiseen. Prevalenssi soveltuu huonommin sairauden syytekijöiden tutkimiseen, sillä se riippuu paitsi ilmaantuvuudesta myös kuolleisuudesta ja parantuvuudesta.

Epidemiologiassa tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sairauden esiintymiseen, kutsutaan altistuksiksi (Lääketieteen termit s.a.). Epidemiologiassa altistus voi olla fyysikaalisen tai kemiallisen tekijän ohella esimerkiksi demografinen, sosiaalinen tai biologinen ominaisuus, joka aiheuttaa sairauden syntymisen kannalta oleellisen vasteen. Altisteet, joita yleisimmin tutkitaan, ovat: ikä, sukupuoli, elintapa, ammatti, asuinalue, sosiaaliluokka, lääkitys, sairaus ja geneettinen ominaisuus (Anssi Auvinen 2017). Vasteena toimii tutkittava sairaus tai terveydentila. Auvisen mukaan epidemiologiaan pohjautuvassa tutkimuksessa kerätään järjestelmällisesti tietoa sekä altistuksesta että vasteesta. Altistuksen ja sairauden yhteyttä voidaan kuvata suhteellisen riskin avulla. Sitä, miten hyvin mittaus kykenee tunnistamaan mitattavaa ominaisuutta, kutsutaan validiteetiksi. Mittauksiin liittyy aina virheitä, joiden lähteenä voi olla tulosten kirjaus, menetelmä, mittaustapa tai biologinen vaihtelu. Biologisiin ilmiöihin liittyy aina tietynasteista vaihtelua. Epidemiologisessa tutkimuksessa harhan voi aiheuttaa vertailussa olevien väestöjen liiallinen erilaisuus, joka johtaa vertailukelvottomuuteen. Ennen validien päätelmien tekemistä tutkittavan muuttujan vaikutuksesta sairauden esiintyvyyteen on epidemiologisessa tutkimuksessa arvioitava harhan, sattuman ja sekoittuneisuuden vaikutusta. Laskemalla tilastollinen merkitsevyys, joka kertoo kuinka

suurella todennäköisyydellä sattuma tuottaisi yhtä suuren eron, voidaan arvioida satunnaisvirhettä.

Epidemiologiassa syyt, jotka vaikuttavat tautiin ja sen kehittymiseen, voidaan jakaa kolmeen luokkaan: riittävään syyhyn, välttämättömään syyhyn ja riskitekijään (Nieminen & Uhari 2012:32-33). Riittävällä syyllä tarkoitetaan tilannetta, jossa syyn läsnäolo saa aina taudin aikaseksi. Lääketieteessä tämä on harvinaista, mutta jotkin geenivirheet voidaan lukea kyseiseen ryhmään. Välttämätön syy on taudin ilmaantumisellem edellytys, mutta kuitenkin pelkän syyn läsnäolo ei riitä taudin puhkeamiseen. Esimerkiksi tupakanpolto ei ole välttämätön syy keuhkosityövän kehittymiselle, koska syöpä voi ilmaantua ilman tupakointiakin. Riskitekijöiksi luokitellaan sellaiset tekijät, jotka lisäävät sairastumisen tai taudin todennäköisyyttä sellaisilla yksilöillä, joilla riskitekijä on, verrattuna muuten samankaltaisiin yksilöihin, joilta riskitekijä puuttuu. Tässä tutkielmassa huono ilmanlaatu voi toimia riskitekijänä sydän- ja aivoinfarktin kehittymiselle. Ilmanlaadun vaikutuksessa sydän- ja aivoinfarktiin on nähtävissä epäsuora syy-yhteys, sillä huonon ilmanlaadun seurauksena ei koko alueen väestöllä ole nähtävissä sydän- ja aivoinfarkteja, vaan vaikutukset ovat selvemmin nähtävissä huonokuntoisemmilla henkilöillä. Tällöin välittävien tekijöiden, kuten henkilöiden iän ja olemassa olevien perussairauksien, vaikutukset tulevat näkyviin.

Epidemiologiassa riskillä tarkoitetaan sellaisia ihmisiä, jotka ovat tutkimuksen alkaessa terveitä, mutta heitä kohtaa tutkimusjakson aikana riskitapahtuma, ja heidät suhteutetaan tutkimuksen aikana terveinä pysyneisiin (Nieminen & Uhari 2012:21-22). Riskitapahtumiin luetaan erilaiset sairaudet, tapaturmat ja kuolemat. Riskialttiiden yksilöiden tarkka määrittäminen on usein hankalaa.

Tässä tutkimuksessa selvitetään sairauden (sydän- ja aivoinfarktin) ilmaantumisen suhdetta samanaikaisesti tutkittavien tekijöiden (ilmanlaatu, ilman lämpötila ja ilmanpaine) muutokseen rajatulla maantieteellisellä alueella (Helsingin ja Uudenmaan, Varsinais-Suomen, Pohjois-Savon sekä Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirit). Ekologisessa poikkileikkaustutkimuksessa, jota tämäkin tutkimus mukailee, ei identifioida lainkaan yksilöitä. Tällainen tutkimus tuottaa tärkeitä hypoteeseja, joita voidaan ja joita kannattaa testata tarkemmilla tutkimusasetelmilla. Virhemahdollisuutta tällaisessa tutkimuksessa nimitetään ekologiseksi harhaksi. (Nieminen & Uhari 2012:3) Ekologinen harha -käsite on olemassa useammassa eri tieteenalassa. Sitä voidaan käyttää niin epidemiologiassa kuin paikkatietoon pohjautuvissa tutkimuksissa määrittämisessä erilaisia tutkimuksen virhelähteitä. Auvisen (2002: 82–83) mukaan ekologinen harha, varsinkin epidemiologiassa, johtuu siitä, että tiedot ovat saatavissa vain ryhmätasolla. Tutkija ei aina tiedä, missä altistusryhmässä sairaustapaukset esiintyvät ryhmän sisällä.

4 Infarkti

4.1 Etiologia

Infarktit voidaan jakaa syntyvän perusteella iskeemisiin ja hemorragisiin (Symptoms and causes 2017). Iskeemisessä aivoinfarktissa aivojen verisuoni tukkeutuu plakin muodostumisen takia, mutta myös muualta elimistöstä liikkeelle lähtenyt verihyytymä voi tukkia aivojen pieniä verisuonia. Verisuoneen syntyvän tukoksen takia verisuonen suonittamalle alueelle ei kulkeudu tarpeeksi verta ja happea, minkä seurauksena alueen kudokset vaurioituu. Suurin osa eli noin 85 % aivoinfarkteista muodostuu verisuonitukkeuman seurauksena. Hemorraagisessa infarktissa aivojen verisuoni vuotaa tai katkeaa, mikä voi johtua korkeasta verenpaineesta.

Sydän- ja aivoinfarktien taustalla vaikuttaa yleensä ateroskleroosi eli valtimoidenkovettumatauti, jonka takia veren kulku suonessa vaikeutuu ja sen seurauksena alueen kudokset voivat kärsiä hapenpuutteesta (Mustajoki 2017). Ateroskleroosissa valtimoiden sisäpintaa verhoavan sisäkalvon alle alkaa kertyä pääasiassa veren LDL-kolesterolista peräisin olevaa materiaalia, jolloin plakki kasvaa ja alkaa ahtauttamaan valtimoa. Valtimo voi tästä syystä revetä, jolloin verenkierto valtimon suonitusalueen kudoksissa voi loppua kokonaan. Tämän seurauksena potilaalle voi aiheutua vakavia sairauksia kuten tutkimuksessa käsiteltävät sydän- ja aivoinfarkti. Ihmiselimistön suonista alttiimpia ovat sydänlihaskudoksen hapen ja ravinteiden saannista huolehtivat sepelvaltimot, joissa täysi sepelvaltimon tukos johtaa sydäninfarktiin eli kudoksen hapen saannin estymiseen. Ateroskleroosia kehittyy usein myös aivovaltimoihin, joissa veren virtauksen estyminen johtaa aivoinfarktiin. Atulan (2017) mukaan sydän- ja aivoinfarktin samankaltaisen syntyvän vuoksi niillä on yhteiset riskitekijät, joista tärkeimmät ovat ikä, diabetes, keskivartalolihavuus, liiallinen alkoholin käyttö, tupakointi, suurentunut veren kolesterolipitoisuus ja kohonnut verenpaine. Sydän- ja aivoinfarktille altistaa myös yli 55-vuoden ikä, etninen tausta (suurempi riski sairastua on Amerikassa asuvilla Afrikasta saapuneilla siirtolaisilla) ja sukupuoli, sillä miehillä on suurempi riski sairastua infarktiin (Mayo Clinic 2017).

4.2 Insidenssi ja prevalenssi Suomessa

Vaikka sydän- ja verisuonitautien kuolleisuus on 1970-luvulta lähtien vähentynyt, aiheutuu vajaa puolet työikäisten kuolemista Suomessa vielä sydän- ja verisuonisairauksista (Sydän- ja verisuonitautien yleisyys 2014). Sydän- ja verisuonisairaudet muodostavatkin suurimman yksittäisen kuolinsyiden ryhmän Suomessa. Suomessa alle 45-vuotiaiden miesten sairastuvuus aivoinfarktiin on noussut vuodesta 2000 vuoteen 2010 1,5-kertaisesti (Aivoinfarkti ja TIA 2016). Vuonna 2010 ensimmäiseen aivoinfarktiin sairastuneista 51,2 % oli miehiä ja heidän keski-ikänsä oli

72,7 vuotta. Aivoinfarktipotilaista noin viidennes eli 21 % oli työikäisiä (alle 65-vuotiaita). Sydäninfarktin osalta työikäisen väestön sepelvaltimotautikuolleisuus pienentyi 1970-luvun alun huippuvuosista vuoteen 2011 mennessä noin 85 % (Sydäninfarktin diagnostiikkaa 2014). Nykyään tyypillinen sydäninfarktipotilas on iäkäs nainen, vaikkakin aiempina vuosikymmeninä tyypillinen sydäninfarktipotilas oli 40-60 –vuotias mies. Sairaaloiden hoitoilmoitusten perusteella akuuttien sepelvaltimotautitapahtumien kokonaismäärä on vähentynyt ja tautikirjo on muuttunut (Sydäninfarktin diagnostiikkaa 2014). *NSTEMI*-tapausten osuus sepelvaltimotautitapahtumissa on kasvanut ja *STEMI*-tapausten osuus on laskenut. Sydänsähkökäyrän eli elektrokardiogrammin (EKG) avulla voidaan potilaalta todeta sydäninfarkti. Sydänsähkökäyrän muutoksien perusteella voidaan infarktit jakaa *NSTEMI*- ja *STEMI*-tapauksiin.

Sydän- ja aivoinfarktien esiintyvyydessä havaitaan usein tietynlaista vuodenaikoihin sidoksissa olevaa lyhyen aikavälin vaihtelua ja vuosikymmenien ajanjaksolla esiintyvää pidempiaikaista vaihtelua. Vaihtelu on usein seurausta elintapojen ja ympäristöolojen muutoksista. Kirjallisuudessa viitataan paljon siihen, että sydän- ja aivoinfarktit painottuvat syksyyn ja kevääseen. Sydäninfarkteja esiintyy kesäaikaan vähemmän kuin talvisin (Mohammad ym. 2017).

4.3 Ilmanlaadun vaikutukset sydämen ja aivojen verenkiertohäiriöihin

Ilmanlaadun yhteys terveyteen tiedostettiin jo varhaisessa vaiheessa, mutta vieläkin kaikki ilmansaasteiden vaikutusmekanismit ihmiskehossa eivät ole tunnettuja. Monissa huonon ilmanlaadun aikaansaamissa sairauksissa syy-seuraus –suhde voidaan helposti identifioida (Tuomisto 2001). Verenkiertoelimistön sairauksien *patologian* yhteys ilmanlaatuun on kuitenkin vielä huonosti tiedossa. Mekanismi liittyy oletettavasti *sytokiinien* ja muiden tulehduksen välittäjäaineiden aiheuttamaan aseptiseen tulehdusreaktioon sydämessä ja keuhkojen ääreisosissa. Tulehdus on aseptinen, kun laukaisevaa tekijää ei tunneta. Septisestä tulehduksesta taas puhutaan, kun tulehduksen aiheuttaa bakteeri, virus tai sieni.

Ilmansaasteista löytyvät kemialliset yhdisteet, voivat vaikuttaa soluihin aktivoimalla erilaisia *alavirran signaalireittejä*, jotka voivat muuttaa solun *proteiinien valmistusta ja muokkausta* (Pennanen & Salonen 2006). Tällä on edelleen vaikutusta *DNA:n replikaatioon* eli jakautumiseen ja sytokiinien tuotantoon. Sytokiinit säätelevät tulehdusta. Elimistön tulehdustila voi aiheuttaa *mutaation DNA:ssa*, joka voi johtaa *syövän esiasteiden* muodostumiseen. Inflammatio eli tulehdustila vaikuttaa myös keuhkoputkien lumenin eli halkaisijan (ontelon) kokoon, tekee keuhkojen kaasunvaihdosta tehottomampaa ja vaikeuttaa näin hengitystä. Kiinteät partikkelit aiheuttavat itsessään tulehdusta *arterioiden* (pienet verisuonet ennen hiussuonia)

seinämissä, mikä voi lopulta johtaa sydän- ja aivoinfarktiin. Näiden partikkeleiden hidas poistuminen kudoksista aiheuttaa niiden kerääntymistä elimistöön. Ilmansaastepartikkelit poistuvat elimistöstä pääasiassa nielun kautta limaan sekoittuneena. Edelleen ne kulkeutuvat joko vatsaan tai suuonteloon *värekarvallisten epiteelisolujen* avustamana. Värekarvalliset epiteelit poistavat elimistölle vieraita kappaleita ja pölyä hengitysteistä (Yleistä epiteeleistä 2006). Astmaatikoilla näiden solujen toiminta on vaurioitunut ja siksi he kuuluvat riskiryhmään ja kärsivät usein erilaisista ilmansaasteiden aiheuttamista terveyshaitoista (Pennanen & Salonen).

Ilmanlaadun vaikutuksista terveyteen on tehty paljon tutkimusta. Kiinassa, missä ilmanlaatu on paikoitellen maailman huonointa, on tutkittu paljon ilmanlaadun vaikutuksia ihmisten terveyteen. Viime aikoina on tutkittu myös alle 2,5 µm kokoisten pienhiukkasten pitkäaikaisaltistuksien vaikutuksia ihmisten terveyteen ja varsinkin niiden yhteyttä infarkteihin. Lin ym. (2017) kuudessa köyhässä ja keskituloisessa maassa tekemän tutkimuksen mukaan huonon ilmanlaadun ja aivoverenkierron häiriön väliltä löytyy selvä yhteys. Tutkimuksessa hyödynnettiin satelliittikuvia, joiden avulla pystyttiin mallintamaan pienhiukkaspitoisuuksia useilla eri alueilla. Tutkimuksesta saatujen tulosten mukaan riski sairastua aivoverenkiertohäiriöön suureni tasaisesti, mitä enemmän PM_{2,5}-hiukkasia (Particulate matter, pienhiukkasia, joiden halkaisija on alle 2,5 µm) potilaan asuinseudun hengitysilmassa oli. Kuutiossa ilmaa 10 mikrogramman lisäksi haitallisia pienhiukkasia aiheutti 13 % suuremman sairastumisriskin. Kyseinen yhteys oli havaittavissa riippumatta altistuneiden iästä, sukupuolesta, sisäilman saastetasoista ja tupakoinnista.

Samankaltaisia tutkimustuloksia on saatu Yhdysvalloissa. Di ym. (2017) tekivät tutkimusta yhdysvaltalaisen yli 65-vuotiaiden kuolleisuudesta ja sen yhteydestä PM_{2,5}-hiukkasten ja otsonin pitoisuuksiin ilmakehässä. Ilmanlaadun mallintamisessa koko tutkimusalueelle he hyödynsivät satelliittikuvista tehtyjä mittauksia, maankäyttöaineistoa, meteorologista aineistoa ja yhdistivät tähän 1928 PM_{2,5}-monitorintiasemasta saatuja pitoisuusmittausten tuloksia. Tutkimuksessa oli noin 61 miljoonaa osallistujaa vuosina 2000–2012. Tulokset viittasivat voimakkaasti siihen, että pitkäaikainen altistuminen PM_{2,5} hiukkasille lisää kuolemanriskiä, vaikka arvot olivat Yhdysvalloissa hyväksytyjen ilmanlaatustandardien rajoissa (alle 12 µg/m³). Tutkimuksessa pystyttiin myös osoittamaan, että tupakoinnilla ja tuloilla ei ollut suurta merkitystä tutkittavien kuolemanriskiin. Tutkimuksessa ei löydetty raja-arvoa, missä PM_{2,5}-hiukkaskonsentraatio ei enää olisi haitallinen ja lisäisi kuolemanriskiä tutkimuskohortissa.

Suomessa ja Euroopan unionissa vuotuinen raja-arvo PM_{2,5}-hiukkasille on 25 mikrogrammaa kuutiossa ilmaa (Lisää näyttöä ilmansaasteiden ja aivoverenkiertohäiriöiden yhteydestä 2017). Viimeaikaisten tutkimusten perusteella

voidaan kuitenkin olettaa, että terveyshaittoja alkaa todennäköisesti ilmaantua jo tätä raja-arvoa alhaisemmillä tasoilla, kuten Di ym. (2017) omassa tutkimuksessaan osoittavat. Suuri osa PM_{2,5} hiukkasista kulkeutuu Suomeen ulkomailta (Lisää näyttöä ilmansaasteiden ja aivoverenkiertohäiriöiden yhteydestä 2017). Myös puulämmitys taajamissa aiheuttaa paikallisesti merkittäviä pitoisuuksien nousua. Kaupunkialueilla merkittävä yksittäinen PM_{2,5} -pitoisuutta nostava tekijä on autojen ilmaan nostattama katupöly.

5 Ilmanlaatu, sää ja ilmasto

On syytä korostaa, että termit ilmasto ja sää tarkoittavat eri asioita. Ilmastolla tarkoitetaan alueen ilmakehän pitkäaikaisia ominaispiireiteitä. Säällä tarkoitetaan ilmakehän hetkittäistä tai lyhytaikaista tilaa. Sää kertoo siis lyhyen aikavälin, kuten minuuttien ja kuukausien, muutoksista ilmakehässä. Ilmasto on taas keskimääräinen sää tilassa ja ajassa pidemmällä ajanjaksolla tarkasteltuna (National Weather Service 2009). Suomen ilmastossa on havaittavissa sekä merellisiä että mantereisiä piirteitä (Nykyinen ilmasto – 30 vuoden keskiarvot s.a.). Suomessa vallitsevaan säähän vaikuttaa suuresti se, mistä suunnasta ilmavirtaukset tulevat ja miten matala- ja korkeapaineen keskukset ovat sijoittuneet. Koska Suomi sijaitsee länsituulten vyöhykkeellä, sää voi Suomessa muuttua melko nopeastikin, varsinkin talvisin.

Suomen ilmastoon vaikuttaa eniten maantieteellinen sijainti 60 ja 70 leveysasteen välissä pohjoisella pallonpuoliskolla Euraasian mantereella. Suomella on paljon rannikkovyöhykettä, jolloin ilmavirran suunnasta riippuen koetaan merelliselle ja/tai mantereiselle ilmastolle ominaisia piirteitä. Suomen keskilämpötila on paljon koreampi verrattuna muihin samoilla leveyspiireillä sijaitseviin alueisiin. Tämä johtuu pääasiassa Itämerestä, suuresta järvien määrästä ja ennen kaikkea Atlantilta tulevista ilmavirroista, joita Golf-virta lämmittää (Nykyinen ilmasto – 30 vuoden keskiarvot s.a.). Koska Suomi sijaitsee vyöhykkeellä, jossa länsituulet vallitsevat, sää voi muuttua nopeasti, varsinkin talvella. Muutokset säässä aiheuttavat tarpeen sisäilman lämmittämiseen talvella ja päinvastoin kesällä ilmastoinnin tarve kasvaa. Nämä itsessään vaikuttavat myös energiankulutuksen ja puunpolton kautta ilmansaasteiden ja pienhiukkasten määrään ilmassa. Länsituulten vallitessa sää on usein etenkin talvella keskimääräistä lämpimämpi ja selkeä Skandeilla esiintyvän Föhn-ilmiön seurauksena. Joskus Aasian mantereinen ilmasto levittyy myös Suomeen saakka aiheuttaen kylmiä talvia ja kuumia kesiä, mikä voi näkyä sydän- ja aivoinfarktien tapausmäärien hetkellisenä nousuna.

Ilmasto ei sinänsä ole mahdollista mitata. Mitata voidaan vain yksittäisiä suureita, kuten lämpötilaa ja sateen määrää, jotka muodostavat osan alueen ilmastosta ja säästä (Linacre 1992: 31-34). Mittauksissa on usein havaittavissa jonkinasteista virhettä, ja tämä

tulee ottaa huomioon arvioitaessa tuloksen luotettavuutta. Mittaustuloksessa voi esiintyä virheitä, jotka johtuvat joko havainnointitavasta, instrumentista, näytteen otosta tai siitä, miten hyvin instrumentti pystyy mittaamaan tarkasteltavaa ilmiötä. Jos pelkästään ihminen havainnoi joitakin ilmiöitä, voi esiintyä myös virheitä, kun tutkija ei ole enää objektiivisessa roolissa tai hän saattaa myös alitajuntaisesti määritellä esimerkiksi pilvien peittävyttä väärin. Instrumentista johtuvat virheet voidaan edelleen luokitella systeemiin ja sattumanvaraisiin virheisiin. Systeemiset virheet voivat johtua esimerkiksi mittauslaitteen huonosta kalibroinnista.

5.1 Ilmanlaadun seuranta Suomessa

Suomessa ilmanlaatua seurataan jatkuvasti reaaliajassa lähemmäs sadalla eri asemalla (Ilmanlaatuhavainnot s.a.). Ilmatieteen laitos vastaa koko Suomen alueella ilmanlaadun perustason seurannasta erilaisilla tausta-asemilla. Näiden avulla pyritään kuvaamaan laajemman alueen ilmanlaadun perustasoa, jolloin pystytään tunnistamaan myös erilaisia kaukokulkeuman seurauksena syntyneitä episoditilanteita. Ilmatieteen laitos aloitti vuonna 2007 ilmanlaatuhavaintojen jakamisen Ilmanlaatuportaalin kautta. Suomen lainsäädännössä on määritelty, mitä mittauksia vaaditaan ja kuka niistä on vastuussa.

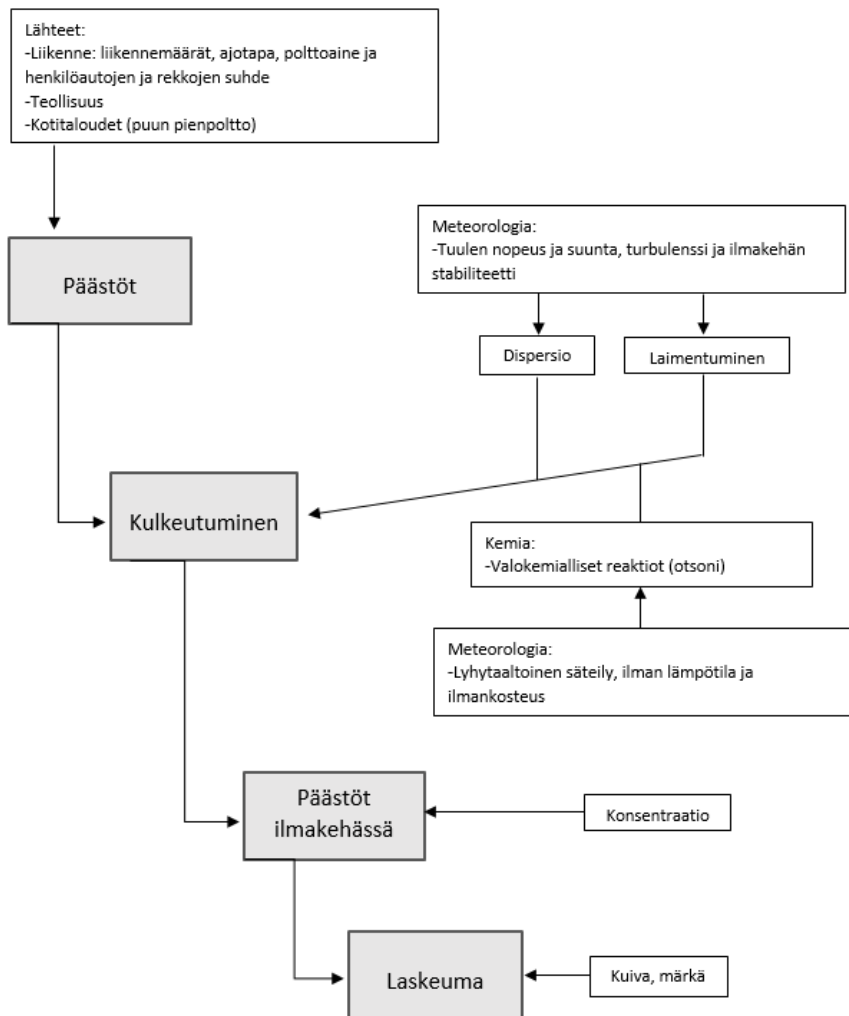
Kaupungit ja teollisuuslaitokset ovat vastuussa omilla alueillaan ilmanlaadun mittaamisesta. Myös alueella toimiva teollisuus, joka aiheuttaa päästöjä, rahoittaa mittaustoimintaa tai muodostaa oman mittausverkoston. Mittausasemat ovat sijoitettu niin, että pystytään valvomaan ilmanlaatua alueilla, joissa ihmiset joutuisivat mahdollisesti hengittämään terveydelle haitallisia saasteita. Siksi asemia sijaitsee paljon kaupunkien keskusta-alueilla ja muilla vilkasliikenteisillä ja tiheästi asutuilla alueilla. Asemilla mitataan reaaliajassa ilmanlaatua ja mahdollisia raja-arvojen ylityksiä. Kun teollisuusalueelle sijoitetaan mittausasemaa, tulee ottaa huomioon mittausaseman sijoituksessa tuulen suunta ja asuttu alue, joka todennäköisimmin kärsii saastekuormasta. Myös pienhiukkasten määrää ilmassa on alettu seuraamaan tarkemmin. Varsinkin puun pienpoltossa vapautuu paljon pienhiukkasia ilmaan ja siksi rakennettujen pientaloyhdyskuntien ilmanlaadun seuranta on kasvanut lisääntyneen puun pienpolton seurauksena (Pennanen & Salonen 2006; Ilmanlaatuhavainnot s.a.).

Reaaliaikaisesti mitataan rikkidioksidia (SO_2), typpidioksidia (NO_2), otsonia (O_3), hiilimonoksidia (CO) ja haisevia rikkiyhdisteitä (TRS) (Ilmanlaatuhavainnot s.a.). Lisäksi mitataan hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($\text{PM}_{2,5}$) pitoisuuksia, joskin näissä havaintohistoria ei ulotu niin kauas ja havaintoverkosto ei ole niin laaja, kuin esimerkiksi rikkidioksidin osalta. Tähän tutkimukseen on valittu Ilmatieteen laitoksen ylläpitämästä palvelusta avointa aineistoa eri alueiden otsonin, typpidioksidin,

pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista eri ajanjaksoilta sekä tietoa ilman lämpötilasta ja ilmanpaineesta. Havaintoasemilla käytetään kalibroituja mittalaitteita ja -antureita. Havaintoasemilta saadaan havaintoarvoja tuntikeskiarvona kerran tunnissa. Vaikkakin erilaisilla testeillä voidaan poistaa selkeitä virhelukemia, saattaa reaaliaikaisissa mittauksissa esiintyä silti virheitä. Avoimen datan ilmanlaatuhavainnot kirjataan aina maailman standardiajassa eli UTC-ajassa, ja Suomessa ollaan tätä aikaa edellä talvella kaksi ja kesällä kolme tuntia.

5.2 Ilmansaasteet, niiden päästölähteet sekä niiden terveysvaikutukset

Ilmansaasteet määritellään haitallisiksi aineiksi, jotka ovat joko kaasumaisia tai hiukkasmaisia ja ne ovat peräisin luonnosta tai ovat seurausta ihmistoiminnasta (Ilmansaasteet 2016; Pennanen & Salonen 2006). Paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavat monet tekijät, kuten päästömäärät, vuodenaika, sääolot ja ympäröivän maaston muodot (Ilmansaasteet 2016). Saasteita ilmakehään pääsee niin kulkuneuvoista, voimalaitoksista, maataloudesta, kotitalouksista kuin jätteistä ja niiden käsittelystä (kuva 2). Ilmansaasteet hajaantuvat ja laimentuvat ilmakehässä. Ilmansaasteiden laimentumiseen ja hajaantumiseen vaikuttavat meteorologiset olot (Mayer, H. 1999). Merkittävin vaikutus on tuulen suunnalla, tuulen nopeudella, turbulenssilla ja ilmakehän stabiliteetilla. Heikkotuulisina hetkinä, jolloin ilmassan ja päästöjen sekoittuminen ja sen seurauksena laimentuminen ovat heikointa, mitataan tavallista suurempia pienhiukkasten tuntipitoisuuksia (Ilmansaasteet 2016). Keväisin suuri katupölyn määrä ja otsonin lisääntynyt muodostuminen johtavat heikentyneeseen ilmanlaatuun. Otsonia muodostuu liikenteen, energiantuotannon ja paikallisesti kemianteollisuuden typpidioksidin päästöjen reagoitessa auringon ultraviolettivalon ja hapen kanssa, jolloin reaktiotuotteina muodostuu typpimonoksidia ja otsonia (Tuomisto 2001). Paikallisella tasolla eivät kuitenkaan vaikuta ainoastaan lähialueiden päästöt vaan myös kaukokulkeumalla on suuri osuus ilmanlaadun heikkenemiseen varsinkin Etelä-Suomessa. Haitallisimmat ilmansaasteet ovat kaasumainen otsoni ja liikenteen hiukkaspäästöt, koska ne purkautuvat suoraan hengityskorkeudelle (Hoffrén 2008).



Kuva 2. Ilmansaasteiden siirtyminen ilmakehässä (Lähde: Mayer 1999, mukaillen)

Suurimpia päästölähteitä Suomessa ovat tieliikenne, energiantuotanto- ja teollisuuslaitokset, puun pienpoltto, työkonet ja satamissa ja rannikoiden läheisyydessä olevat laivat (Pennanen & Salonen 2006). Hiukkaspäästöongelma ei kuitenkaan johdu pelkästään teollisuudesta ja puun pienpoltosta. Suomeen tulee myös ilmansaasteita kaukokulkeumana muista Euroopan maista kuten Venäjältä ja Baltiasta, minkä takia huono ilmanlaatu ei ole vain kansallinen ongelma. Eniten terveyshaittoja tulee hiukkasmaisista ilmansaasteista, joiden terveyshaitat ovat määrällisesti suurempia ja vakavampia kuin muiden ympäristötekijöiden aiheuttamat terveyshaitat (Ilmansaasteet 2016). Vaikka monien päästölähteiden saastemäärät ovat vähentyneet, niin joillakin sektoreilla on huomattavissa trendi, jossa ilman pienhiukkasten määrä (PM_{2,5}) kasvaa. Varsinkin hiilen palamisreaktion seurauksena kotitalouksien sekä kaupallisten ja institutionaalisten rakennusten päästöt ovat nousseet. Suomessa arvioidaan tapahtuvan vuosittain noin 1800 huonon ilmanlaadun aiheuttamaa ennen aikaista kuolemaa. Suurimmat haitat kärsivät ne, joilla altistuminen on voimakasta ja

pitkäaikaista ja jotka sairastavat kroonista sydän- ja verisuonitautia tai hengityselinsairauksia.

Tuomiston (2001) mukaan ilman epäpuhtauksien vaikutukset ihmisten terveyteen ovat joko suoria tai nähtävissä vasta pidemmän ajan kuluttua. Suorissa tapauksissa oireet ovat nähtävissä välittömästi, kuten rikkidioksidin vaikutus astmapotilaan hengenahdistukseen. Pidemmällä aikavälillä nähtävät terveysvaikutukset, kuten krooninen bronkiitti eli keuhkoputken tulehdus, voivat kehittyä puun tai kivihiilen polton seurauksena. Nykyään ilmansaasteiden aiheuttamat vaikutukset ovat siirtymässä hieman enemmän pitkäaikaisvaikutuksiin, kun lainsäädännön avulla on tehostettu ilmanlaadun parantumista muun muassa autojen katalysaattoreiden ja teollisuuden prosessien puhdistamisen avulla.

Lainsäädäntö ohjaa paljon ilmanlaadun mittaamista ja tarkkailua. Euroopan unionin tasolla on monia eri direktiivejä, jotka määrittelevät erilaisille saastuttaville hiukkaspartikkeleille raja-arvot. Uusi ilmanlaadun direktiivi (Directive 2008/50/EC) tuli voimaan vuonna 2008, ja se antoi raja-arvot PM_{2,5} -hiukkasille (pienhiukkasille) altistumiselle sekä tavoitteet hiukkasten vähentämiselle (Air Quality - Existing Legislation 2016). Nykyään on ongelmia myös PM₁₀ (hengitettävien hiukkasten) pitämisessä sallituissa raja-arvoissa, sillä monissa EU-maiden suuremmissa kaupungeissa tapahtuu vuosittain yli 35 raja-arvon ylitystä, mikä on enemmän kuin direktiivit sallivat (Pennanen & Salonen 2006).

Yksi suurimmista syistä kaupunkien ilmanlaadun huononemiselle on urbaanien alueiden väestönkasvu. Tämä johtaa urbaanien alueiden kasvamiseen ja maankäytön muutoksiin, jotka vaikuttavat alueen matkustusaikoihin ja paikalliseen säähän (Mayer, H. 1999; Stone 2008). Urbaanien alueiden väestönkasvulla on monia seurauksia ja yksi niistä on suuremmat ilmansaastepäästöt, jotka aiheutuvat energiankäytön lisääntymisestä (Stone 2008). Suurin lähde ilmansaasteille on kaupungeissa silti useimmiten liikenne. Liikenteen pakokaasupäästöille altistumista tapahtuu myös sisätiloissa, kun ilman epäpuhtaudet kulkeutuvat ilmanvaihdon mukana sisälle (Hoffrén 2008). Moottoriliikenteen ilmansaastepäästöt ovat yhteydessä liikennemääriin ja liikennöintitiheyteen, ajotapaan (jarruttaminen ja kiihdyttäminen lisäävät tienpinnan kulumista ja täten pienhiukkasten määrä lisääntyy) ja henkilöautojen ja rekkujen suhteeseen (Mayer, H. 1999). Ilmanlaatuun vaikuttaa myös autoissa käytettävä polttoaine. Dieselmoottorit tuottavat paljon ihmisille haitallisia pienhiukkas- ja typenoksidipäästöjä (Hoffrén 2008). Renkaat ja jarrut aiheuttavat kuitenkin usein suurempia hiukkas- ja typenoksidipäästöjä kuin pakokaasu (Ziemann 2017). Nastarenkaat kuluttavat tietä enemmän kuin nastattomat, ja myös säällä on merkitystä, sillä lauhoina talvina tiet kuluvat nopeammin. Stonen (2008) tekemän tutkimuksen mukaan myös metropolialueilla, joissa kaupungistumisaste on korkea, tapahtuu kompakteja kaupunkia useammin otsonipitoisuuksien ylityksiä.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan pääasiassa hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpioksidin pitoisuuksia tiettyinä aikoina mittauspisteissä, jotka sijaitsevat eri puolella Suomea. Ihmistoiminnan seurauksena muodostuu paljon hengitettäviä hiukkasia pääasiassa liikenteen ja teollisuuden, kuten energiantuotannon, päästöistä (Pennanen & Salonen 2006). Luonnossa hengitettäviä hiukkasia muodostuu merien suolaahiukkasista, siitepölystä ja erilaisista *endotoksiineista*, joita muodostavat maaperässä elävät bakteerit. Pienhiukkasia muodostuu myös erilaisista pakokaasuista ja luonnossa maastopaloissa ja tulivuoren purkauksissa. Ilmansaasteiden käyttäytymiseen ilmakehässä vaikuttaa vallitseva sää ja kaupunkien rakenne.

5.2.1 Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)

Hengitettäväksi hiukkasiksi kutsutaan halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (μm) hiukkasia, jotka ovat yleensä liukenemattomia mineraaleja ja orgaanisia yhdisteitä (Ilmanlaatuhavainnot s.a.; Pennanen & Salonen 2006). Hiukkaset voivat olla kemialliselta koostumukseltaan vaaratonta pölyä tai merisuolaa, mutta niihin voi olla sitoutuneena myös ihmiselle haitallisia hiilivetyjä tai raskasmetalleja (Ilmanlaatuhavainnot s.a.). Tämän kokoiset hiukkaset pystyvät kulkeutumaan hengitysilmän mukana ihmisen keuhkoputkiin eli *bronkiolihin* asti. Merkittävin osa kaupunki-ilman hengitettävistä hiukkasista on liikenteen nostattamaa katupölyä. Pitoisuudet kohoavat erityisesti maaliskuusta huhtikuussa, jolloin sää on yleensä kuivaa ja liikenne saa asfalttipölyn ja kuluneen hiekoitushiekan nousemaan kaduilla hengityskorkeudelle. Astmaatikoita ja pikkulapsia voivat saada erilaisia oireita kuten yskää ja nuhaa sekä erilaisia hengitysoireita (taulukko 1). Hengitettävät hiukkaset voivat indusoida astmakohtauksen ja hengitystieinfektioita (Pennanen & Salonen 2006).

5.2.2 Pienhiukkaset (PM_{2.5})

Pienhiukkaspartikkelin halkaisija on alle 2.5 μm ja suurin osa näistä partikkeleista on liukenevia epäorgaanisia yhdisteitä ja osa myös liukenematonta nokea (Pennanen & Salonen 2006). Nämä partikkelit voivat kulkeutua syvemmälle *bronkiolihin* ja *alveolaaritilaan* ja pysyä kudoksissa jopa vuosia ja näin vaikuttaa sepelvaltimotaudin ja aivoverenkiertohäiriön syntymiseen. Pienhiukkasia tulee ilmaan polttoaineiden palamisessa, kaukokulkeutumaan sekä erityisesti puun pienpoltossa. Pienhiukkasiksi muuntuvat myös ilmaan päästetyt rikkidioksidi- ja typpidioksidikaasut (Pennanen & Salonen 2006; Ilmanlaatuhavainnot s.a.). Pienhiukkaset poistuvat ilmakehästä tehokkaasti vasta sateen mukana, ja ne voivat kulkeutua ilmamassojen mukana tuhansia kilometrejä (Ilmanlaatuhavainnot s.a.). Kaukokulkeutuma muodostaakin huomattavan

osan myös kaupunki-ilman pienhiukkaspitoisuuksista, ja tämä tasaa kaupunkien välisiä pitoisuuseroja pienhiukkasten osalta.

Astmaatikoilla ja iäkkäillä sepelvaltimotautia sekä keuhkohtaumatautia sairastavilla voi esiintyä hengitys- ja sydänoireita, ja keuhkojen ja sydämen toimintakyky voi pienhiukkasten vaikutuksesta heikentyä (Pennanen & Salonen 2006). Myös perusterveillä ihmisillä voi esiintyä lievää hengenahdistusta ja silmien, nenän ja kurkun ärsytystä (Ilmansaasteiden terveysvaikutukset s.a.) (taulukko 1). Diabetespotilailla on huomattu, että hengitettävät hiukkaset nostavat verenpainetta (Hoffmann ym. 2012). Tämä lisää vasemman kammion työmäärää (iskuvoimaa), jotta se ylittää aortassa olevan paineen ja veri pääsee kiertämään elimistössä. Kohonneessa verenpaineessa sydän rasittuu, kun se joutuu pumppaamaan verta suurempaa painetta kohden. Tämä johtaa sydänlihaksen lisääntyneeseen hapentarpeeseen. Tämä voi selittää diabetespotilaiden alttiutta sydänperäisiin kuolemiin, sydän- ja aivoinfarktiin, lyhytaikaisen huonontuneen ilmanlaadun seurauksena.

5.2.3 Typpidioksidi (NO₂)

Typpidioksidi (NO₂) on hengitysteiden ärsytystä aiheuttava kaasu, joka voi aiheuttaa hengitys- ja sydänoireita astmaatikoille sekä sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastaville (Ilmansaasteiden terveysvaikutukset s.a.) (taulukko 1). Tämän seurauksena keuhkojen ja sydämen toimintakyky voi heiketä. Rasche ym. (2008) Saksassa tekemän tutkimuksen mukaan nopea typpioksidien pitoisuuden kasvu ilmakehässä altistaa ihmisiä sydäninfarkteille. Riski liittyy oletettavasti happiradikaalien suurentuneeseen määrään sydän- ja verisuonielimistössä, joka aiheuttaa soluvaurioita. Tutkimuksessa havaittiin myös, että hengitettävien hiukkasten konsentraation nopealla muutoksella ei ole samankaltaisia vaikutuksia sydäninfarkteihin, kuin typpioksideilla. Altistuminen typpidioksidille saattaa herkistää myös pakkaselle ja siitepölylle (Ilmansaasteiden terveysvaikutukset s.a.). Ekosysteemeihin päädyttyään typpidioksidi puolestaan aiheuttaa sekä happamoitumista että rehevöitymistä (Ilmanlaatuhavainnot s.a.). Typpidioksidi on osallisena myös toisen ilmansaasteen, otsonin muodostumisessa. Typpidioksidia vapautuu ilmaan kaikesta palamisesta. Suurimmat typpioksidipäästöt aiheuttavat nykyään tieliikenne, energiantuotanto ja teollisuus (Mayer, H. 1999). Suomessa typpidioksidin päästöt jakautuvat siten, että 51 % tulee energiantuotannosta ja erilaisista teollisuuden prosesseista ja loput 48 % liikenteestä (Ilmanlaatuhavainnot s.a.). Kaupungeissa liikenteen päästöillä on kuitenkin prosentuaalista määräänsä suuremmat vaikutukset, kun liikenteen päästöt tapahtuvat ihmisten hengityskorkeudelle. Kaupunki-ilman typpidioksidipitoisuudet ovat laskeneet autojen katalyysattoreiden yleistyttyä.

5.2.4 Otsoni (O₃)

Alailmakehän otsoni on yksi haitallisimmista ilmansaasteista (Hoffrén 2008). Otsoni on herkästi reagoiva kaasu, ja se vaikuttaa muiden saasteiden muodostumiseen, kuten pienhiukkasten muodostumiseen hiilivedystä (Hänninen ym. 2010). Otsonin terveysvaikutukset ovat usein suoraan nähtävissä toisin kuin useimpien muiden ilmansaasteiden kohdalla. Haittavaikutukset kohdistuvat usein ilmateihin ja keuhkojen kaasujenvaihtoon (taulukko 1). Korkeat otsonipitoisuudet voivat aiheuttaa nenän, silmän, ja kurkun limakalvojen ärsytystä (Ilmansaasteiden terveysvaikutukset s.a.). Hengityssairailta voi myös hengenahdistus ja yskä lisääntyä ja toimintakyky heikentyä. Otsonia siirtyy usein kaukokulkeumana Suomen ilmakehään.

Otsonia ei esiinny päästöissä itsessään sellaisenaan. Otsonia muodostuu fotokemiallisen reaktion seurauksena, kun auringon säteily on suurimmillaan ja ilmassassa on myös typen oksideja ja hiilivetyä (Alailmakehän otsoni 2016). Typen oksidit, joita muodostuu liikenteen päästöistä, ovat oleellisia otsonin syntymisen kannalta (Borrego ym. 2004). Typpidioksidin konsentraatio on huomattavasti korkeampi aamuisin kuin iltaisin. Tämä johtuu siitä, että ruuhka-aika on aamuisin lyhempi. Typpioksidipäästöt ovatkin korkeimmillaan keskusta-alueilla (Mayer, H. 1999; Borrego ym. 2004). Tästä huolimatta suurempia otsonipitoisuuksia voidaan mitata maaseudulla, satojen kilometrien päässä itse päästölähteistä (Ilmanlaatuhavainnot s.a.).

Taulukko 1. Kooste tutkielmassa tarkasteltavista ilmansaasteista sekä niiden lähteistä ja terveysvaikutuksista. (Lähde: Ilmansaasteiden terveysvaikutukset s.a., mukailten).

Ilmansaaste	Syy/Lähde	Terveysvaikutus
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	Katupöly	Erityisesti astmaatit, hengitystiesairauksista kärsivät ja pikkulapset voivat saada oireita, kuten yskää, nuhaa sekä silmien ja kurkun kutinaa ja hengitysoireita.
Pienhiukkaset (PM _{2.5})	Kaukokulkeutuvat saasteet ja savu	Pääasiassa iäkkäät sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavat sekä astmaatit voivat saada hengitystie- ja sydänoireita. Myös terveet ihmiset voivat kokea nenän, kurkun ja silmien ärsytystä tai hengenahdistusta.
Typpidioksidi (NO ₂)	Pakokaasut	Astmaatit sekä yleensä iäkkäät sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavat voivat saada hengitystie- ja sydänoireita sekä heidän keuhkojen ja sydämen toimintakykynsä voi heiketä. Herkkyys siitepölylle ja pakkaselle saattaa lisääntyä.

Ilmansaaste	Syy/Lähde	Terveysvaikutus
Otsoni (O ₃)	Kaukokulkeutuminen	Korkeat otsonipitoisuudet voivat aiheuttaa silmien, nenän ja kurkun limakalvojen ärsytystä. Hengityssairailta voivat myös yskä ja hengenahdistus lisääntyä ja toimintakyky heikentyä. Otsoni voi pahentaa siitepölyn aiheuttamia allergiaoireita.

5.3 Lämpötila

Italian vuoden 2003 helleaaltoa tutkittaessa havaittiin, että helle lisäsi varsinkin kaupungeissa asuvien vanhempien ihmisten kuolleisuutta (Conti ym. 2005). Eniten kuolleisuus nousi pohjoisessa ja korkeammalla vuoristossa sijaitseissa kaupungeissa, missä ilmasto on pääosin viileämpää kuin Etelä-Italian kaupungeissa ja täten lämpötilanvaihtelut suurempia. Erot olivat huomattavissa, vaikka verrattiin vain kahden eri vuoden kesien kuolleisuus- ja lämpötilatilastoja. Conti ym. toteavat että, korkean lämpötilan havaittiin vaikuttavan kuolleisuuteen Italiassa kahdesta neljään päivän viiveellä.

Sydäninfarkteissa on huomattavissa jonkinasteista vuodenaikaista vaihtelua. Ruotsissa tehdyn 16-vuotisen tutkimuksen aikana havaittiin, että sydäninfarktien tapausmäärien huiput osuvat talviaikaan ja kesäisin tapausmääriä on vähemmän (Mohammad ym. 2017). Todennäköisesti kylmä ilma voi toimia ulkoisena tekijänä sydäninfarktin synnyssä. Lämpötilalla on suurempi vaikutus sydäninfarktin kuin aivoinfarktin syntymiseen. Vaikutukset olivat havaittavissa sukupuolesta, iästä, diabeteksesta, kohonneesta verenpaineesta, munuaisten vajaatoiminnasta ja erilaisten lääkkeiden käytöstä riippumatta. Tutkimuksen avulla ei kuitenkaan pystytty selvittämään minkälaisia vaikutuksia ihmisten vuodenaikaisella käyttäytymisellä oli sairastavuuteen. Samanlaisia tutkimustuloksia on saatu myös Suomessa. Ruuhela ym. (2018) tekemän tutkimuksen mukaan kovat pakkaset lisäävät kuolleisuutta. Kuolleisuusriski lisääntyy normaalisti lämpimissä ja kylmissä olosuhteissa eli kuolleisuuden lämpötilariippuvuus muodostaa U-muotoisen riskikäyrän. Kylmyyteen liittyvä kuolleisuusriski voi kohota jopa viikkojen ajaksi, kun taas korkea lämpötila kasvattaa kuolleisuusriskiä muutaman vuorokauden ajan (Ruuhela ym 2017). Ihmiselimistö sopeutuu lyhyen aikavälin lämpötilan vaihteluihin pääasiassa keväisin ja syksyisin, jolloin myös lämpötilan vaihtelut ovat suuria.

5.4 Ilmanpaine

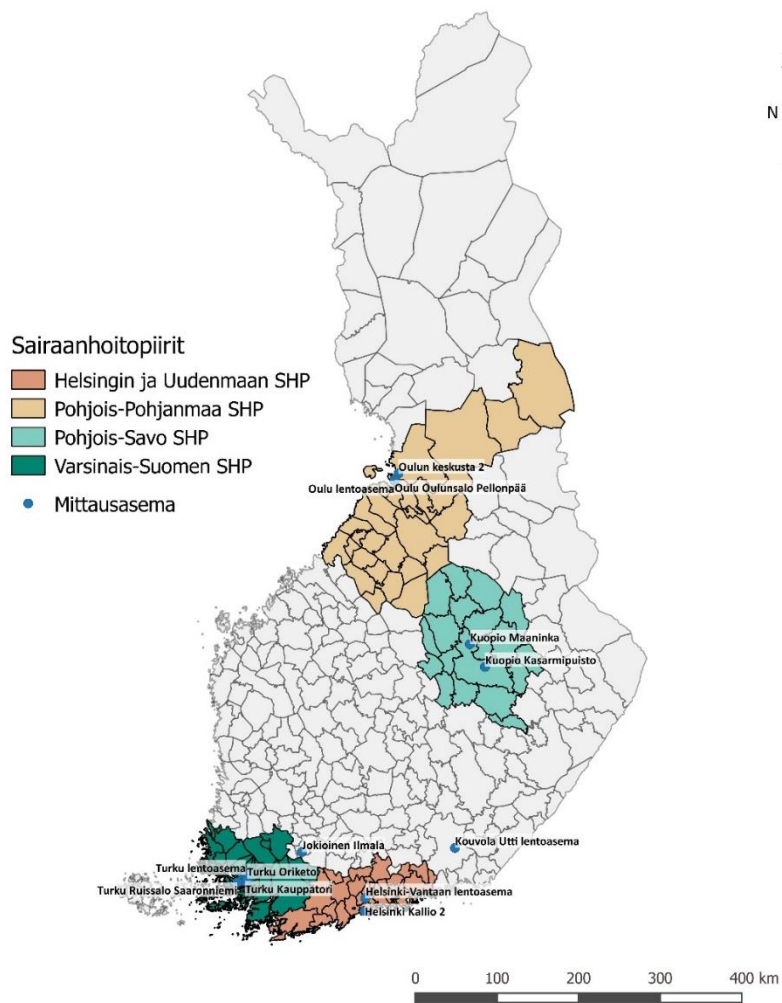
Ilmanpaine voidaan jakaa staattiseen ja dynaamiseen paineeseen (Ilmanpaine s.a.) ja meteorologiassa ilmanpaineella tarkoitetaan yleensä staattista ilmanpainetta.

Dynaamisen ilmanpaineen taas aiheuttaa esimerkiksi tuuli tai ilmastointi. Tutkimuksissa on havaittu yhteys ilmanpaineen muutoksen ja kasvaneen sydän- ja aivoinfarktin riskin välillä. Houck ym. (2005) tutkivat yhteyksiä ilmanpaineen laskun ja seuraavan päivän sydäninfarktien välillä. Tutkimus tehtiin Teksasissa ja siihen osallistui 1327 potilasta kolmelta tutkimusvuodelta, tutkimuksessa vertailtiin ilmapaine-eroja ja potilaiden sairastumispäiviä. Tutkimuksessa todettiin myös, että vuodenajalla oli vaikutusta infarktien määriin. Ilmanpaineen muutokset talvella ja syksyllä korreloivat merkitsevästi sydäninfarktin kanssa, mutta samanlaista korrelaatiota ei huomattu keväältä ja kesältä. Tutkimuksessa pohdittiin ilmanpaineen vaikutusta plakin (verisuonen kolesterolikertymä) repeämiseen. Danet ym. (1999) tutkivat meteorologisten parametrien vaikutuksia sydäninfarkteihin ja sydänperäisiin kuolemiin Ranskassa. Tutkimuksessa havaittiin V:n muotoinen riskikäyrä ilmanpaineen ja sydäninfarktien sekä sydänperäisten kuolemien välillä. Kun ilmanpaine oli alle 1016 mbar, niin huomattiin 10 mbar laskun aiheuttavan 12 % kasvua sydäninfarkteihin ja sydänperäisiin kuolemiin. Kun ilmanpaine oli yli 1016 mbar, niin 10 mbar nousu ilmanpaineessa nosti tapauksia 11 %.

6 Tutkimusalueet

6.1 Sairaanhoidopiirit

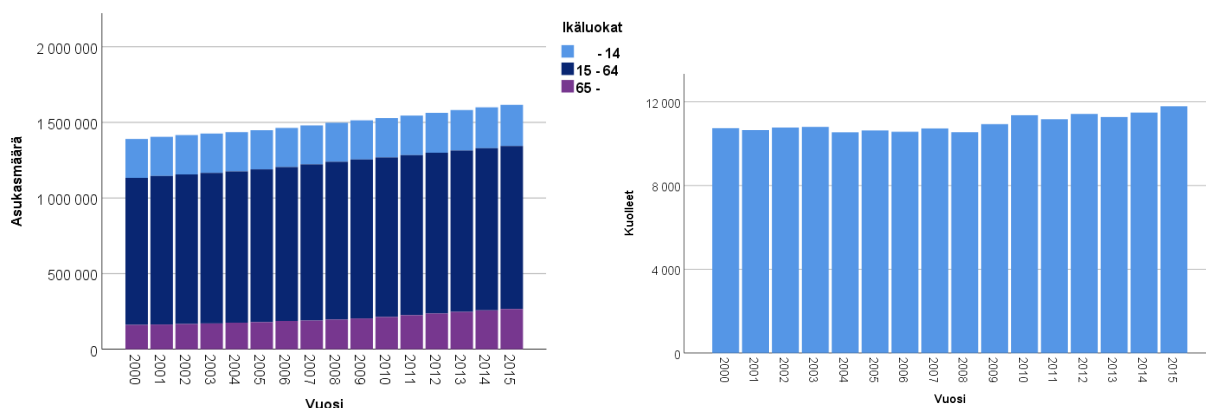
Sairaanhoidopiirit muodostavat terveydenhuollon hallinnolliset yksiköt, ja ne muodostuvat kunnista. Sairaanhoidopiirit ovat vastuussa erikoissairaanhoidon järjestämisestä alueellaan. Vuonna 2015 Suomessa oli 21 sairaanhoidopiiriä (Sairaanhoidopiirien jäsenkunnat 2017). Tutkimukseen valikoituivat sairaanhoidopiirit pääasiassa niiden maantieteellisen sijainnin sekä potilasmäärien takia. Valitut sairaanhoidopiirit edustavat pohjoisia, eteläisiä, itäisiä ja läntisiä ilmasto-oloja (kuva 3). Osa sairaanhoidopiireistä sijaitsee enemmän rannikolla ja osa sisämaassa. Suuremmat sairaanhoidopiirit valikoituivat tutkimukseen, sillä niistä oli paremmin aineistoa saatavilla.



Kuva 3. Tutkimukseen valitut sairaanhoitopiirit ja niiden alueella sijaitsevat ilmanlaadun, ilman lämpötilan ja ilmanpaineen mittausasemat.

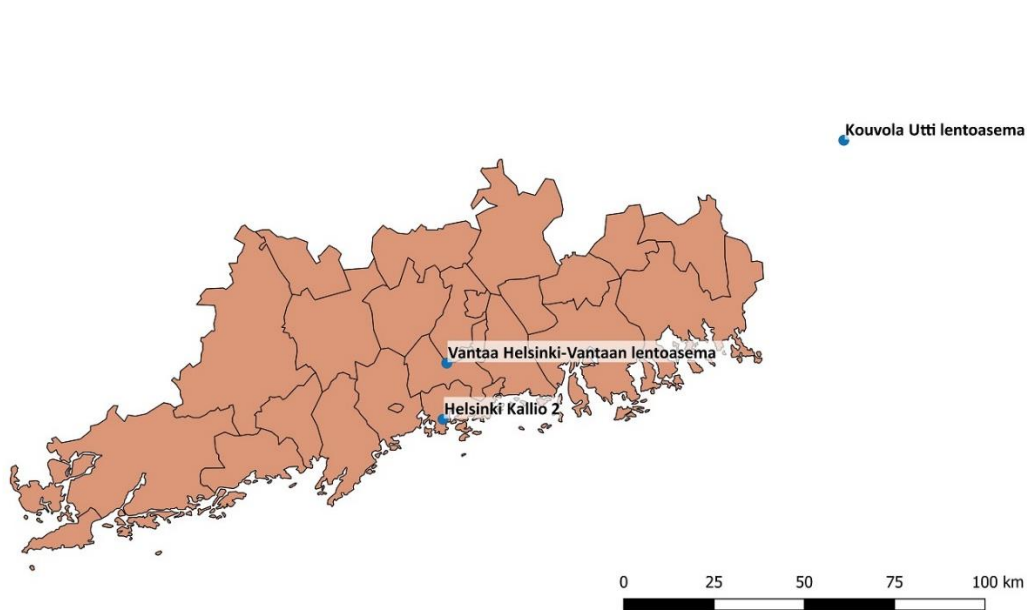
6.1.1 Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri

Vuonna 2015 Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin alueella asui noin puolitoista miljoonaa ihmistä ja siihen kuului 24 kuntaa (kuvat 4 ja 5) (Sairaanhoitopiirien jäsenkunnat 2017; StatFin 2018). Vuosittainen kuolleisuus on kasvanut noin tuhannella ihmisellä tutkimusajanjakson aikana. Samalla tavalla myös väestönmäärä on kasvanut reilulla 200 000 asukkaalla 16 vuoden aikana (liite 1).



Kuva 4. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin väestönkehitys ikäluokittain tutkimusajanjaksolla (vas.) ja tutkimusajanjakson vuosittaiset kuolleiden määrät (oik.) (Lähde: StatFin 2018, mukailen).

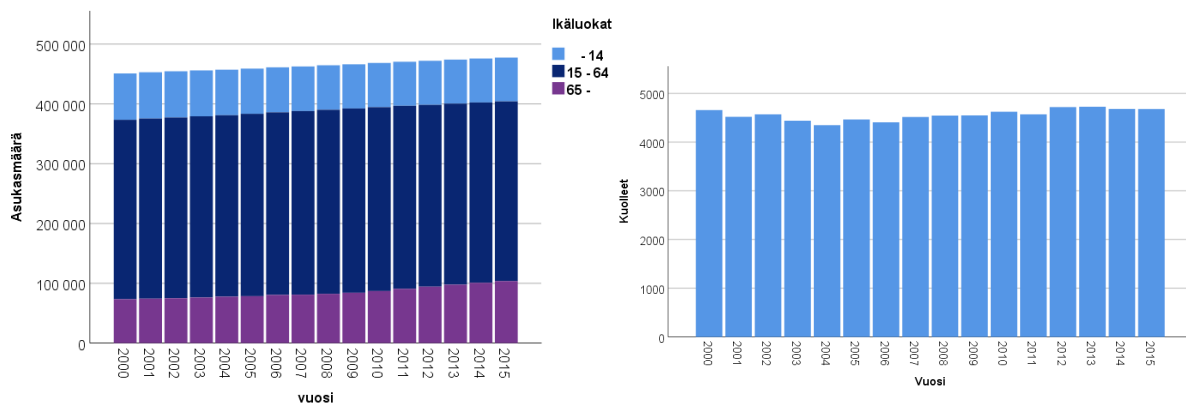
Helsingin sairaanhoitopiirin alueella mitattiin hengitettäviä hiukkasia ja pienhiukkaspitoisuuksia, typpidioksidipitoisuuksia ja otsonin pitoisuuksia sekä ilmanpainetta ja lämpötilaa vuosilta 2000-2015 Kallio 2 ilmanlaatumittausasemalla (60,19 N, 24,95 E, 21 mmpy) (Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat s.a.). Lämpötila mitattiin Helsinki-Vantaan lentoaseman mittausasemalla (60,32 N, 24,91 E, 40 mmpy) ja ilmanpaine Kouvolan lentoasemalla (60,90 N, 26,95 E, 102 mmpy) (Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat s.a.). Kallion asema sijaitsee lähellä Helsingin keskustaa Kallion asuinalueella ja mittausympäristö on tiiviisti rakennettua kaupunkialuetta. Helsinki-Vantaan lentokentällä on metsäisiä kalliomoreeni- sekä hiekkakangasselänteitä ja paikoitellen pieniä soita. Lentokentän läheisyydestä löytyy myös laajaa savikkotasankoa. Lähin kaupunkimainen asutuskeskusta on yli kahden kilometrin päässä, ja eteläpuolella noin seitsemän kilometrin päässä sijaitsee Helsingin keskusta-alue. Rantaviiva sijaitsee etelässä noin 17 kilometrin päässä. Kouvolan lentoasemalla sääasema sijaitsee pienellä niityllä, jota ympäröi mäntykangas. Asema-alue sijaitsee ensimmäisen Salpausselän tasankopinnalla kuivalla mäntykankaalla. Aseman pohjoispuolella on järviä ja etelässä soita.



Kuva 5. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri ja mittausasemat (Pohjakartta: Hallintorajat 2015 Maanmittauslaitos).

6.1.2 Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri

Vuonna 2015 asukasmäärä Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä oli 477 372 (StatFin 2018). Kuudentoista vuoden aikana asukasmäärä on kasvanut melkein 30 000 asukkaalla (liite 1). Kuolleisuudessa ei ole tapahtunut suuria muutoksia (kuva 6). Vuonna 2015 Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiriin kuului 28 kuntaa, vuonna 2011 jäsenkuntia oli 29 (kuva 7) (Sairaanhoitopiirien jäsenkunnat 2017; Sairaanhoitopiiri 2018).

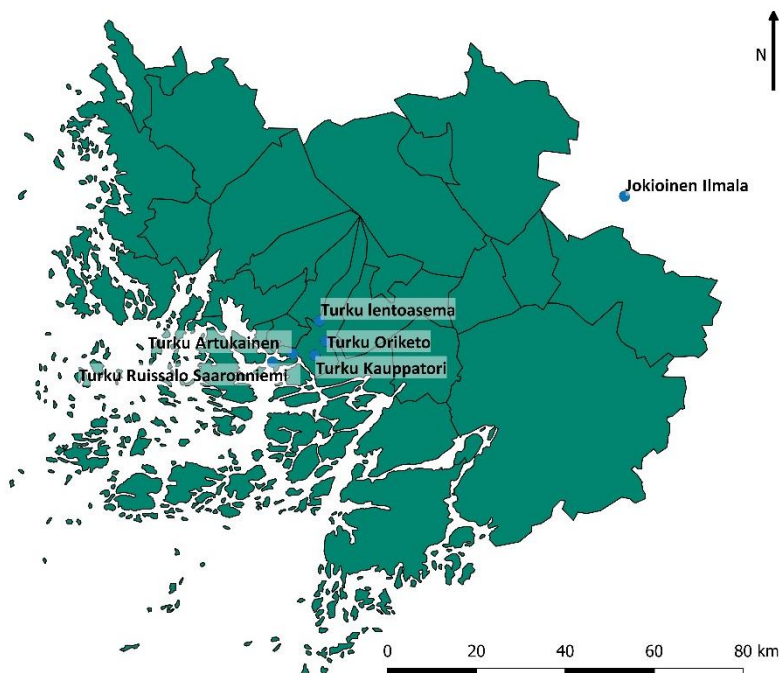


Kuva 6. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin vuosien 2000-2015 ikäluokat (vas.) sekä kuolleet asukkaat (oik.) (Lähde: StatFin 2018, mukaillen).

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä mitattiin hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksia ilmassa sekä ilmanpainetta ja lämpötilaa kuudeltatoista vuodelta. Hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuudet mitattiin Turun

Kauppatorin (60,45 N, 22,27 E, 5 mmpy) ja Orikedon (60,48 N, 22,31 E, 25 mmpy) mittauspisteessä (Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat s.a.). Lämpötila mitattiin Turun lentoasemalla (60,52 N, 22,28 E, 45 mmpy) ja Artukaisissa (60,45 N, 22,18 E, 8 mmpy). Ilmanpaine mitattiin Jokioisten Ilmalassa (60,81 N, 23,50 E, 10 mmpy).

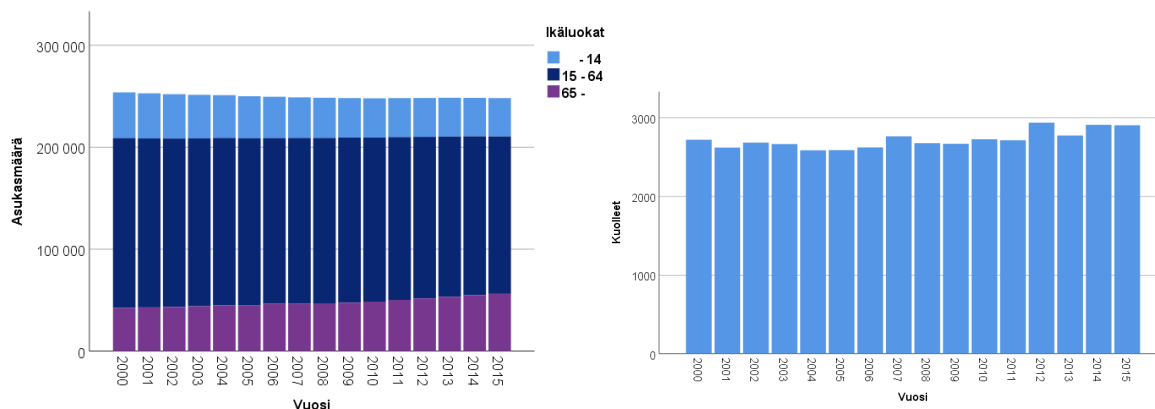
Turun Kauppatori on vilkkaasti liikennöityä aluetta ja toimii joukkoliikenteen solmukohtana (Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat s.a.). Oriketo on kaupunginosa Turussa. Oriketo sijaitsee noin viisi kilometriä keskustasta. Artukainen sijaitsee Turun esikaupunkialueella (60,45 N, 22,18 E, 8 mmpy). Jokioisten Ilmalan mittauspisteen ympäristö on peltosavikkoaluetta ja Forssan keskusta-alue sijaitsee idässä neljän kilometrin päässä (Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat s.a.).



Kuva 7. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin mittausasemat (Pohjakartta: Hallintorajat 2015 Maanmittauslaitos).

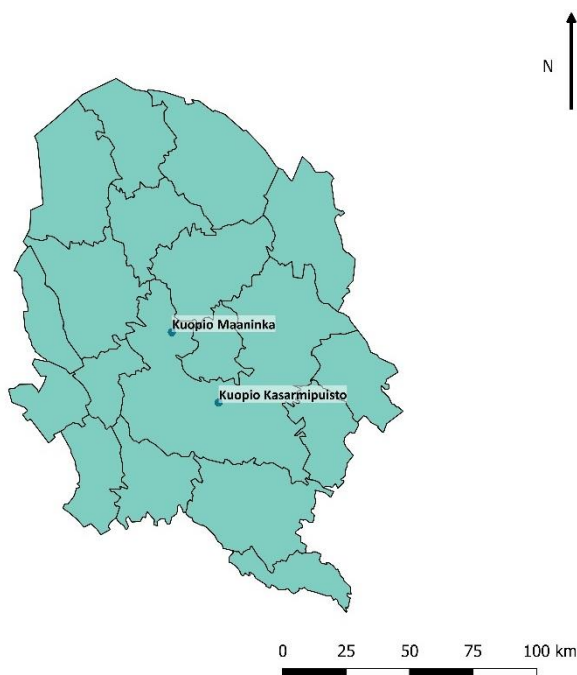
6.1.3 Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri

Vuonna 2000 Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin alueella oli 253 759 asukasta ja määrä vähentyi tutkimusajanjaksolla 5630 asukkaalla ja vuonna 2015 Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin alueella asui 248 129 asukasta (kuva 8 ja liite 1). Vuonna 2013 Pohjois-Savon sairaanhoitopiiriin kuului 20 kuntaa (kuva 9) (Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin alueen kuntien... 2013:6). Vuoteen 2015 kuntamäärä oli vähentynyt 19 (Sairaanhoitopiirien jäsenkunnat 2017). Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä kuolleisuustapauksia oli tutkimusajanjakson ensimmäisenä vuonna 2722 ja vuonna 2015 kuolleisuus oli kasvanut 2906 tapaukseen (liite 1) (StatFin 2018).



Kuva 8. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin vuosien 2000-2015 ikäluokat (vas.) sekä kuolleet asukkaat (oik.) (Lähde: StatFin 2018, mukaillen).

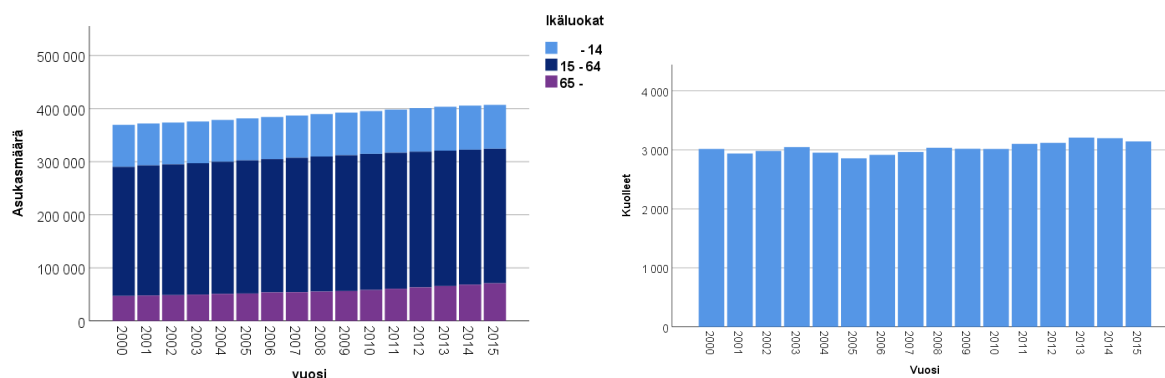
Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä mitattiin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia sekä ilmanpainetta ja lämpötilaa kuudentoista vuoden ajalta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitattiin tutkimusajanjaksolla Kuopion Kasarmipuistossa (kuva 9). Lämpötilaa ja ilmanpainetta mitattiin Kuopion Maaningassa (63,14 N, 27,31 E). Kasarmipuiston mittausasema sijaitsee 112 metriä merenpinnan yläpuolella (Kuopion ilmanlaatu vuonna 2015). Kasarmipuisto sijaitsee Kuopion keskustassa korttelin sisäosan puistossa, minkä ohi kulkevat vilkasliikenteiset Puistokatu ja Tullinportinkatu. Maaningan sääasema sijaitsee runsasjärvisellä alueella ja ympäristössä on myös savikkopeltoja (Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat s.a.). Sääasema sijaitsee pellonlaidalla. Länsipuolella Maaninkajärvi sijaitsee noin 100 m päässä.



Kuva 9. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin mittausasemat (Pohjakartta: Hallintorajat 2015 Maanmittauslaitos).

6.1.4 Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri

Vuonna 2000 Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä asukkaita oli 369 365. Vuoteen 2015 mennessä asukasmäärä oli noussut 407 160:een. Tutkimusjakson ensimmäisenä vuonna Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä kuoli 3015 asukasta, vuonna 2015 luku oli 3143 (kuva 10) (StatFin 2018). Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiriin kuuluu 29 jäsenkuntaa (kuva 11) (Sairaanhoitopiirien jäsenkunnat 2017).



Kuva 10. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin vuosien 2000-2015 ikäluokat (vas.) sekä kuolleet asukkaat (oik.) (Lähde: StatFin 2018, mukailen).

Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä mitattiin typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia ilmassa sekä ilmanpainetta ja ilman lämpötilaa. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitattiin Oulun keskustan ilmanlaadun mittausasemalla, joka sijaitsee vilkkaasti liikennöidyllä Saaristonkadulla ja aseman mittaustulokset edustavat Oulun keskusta-alueen ilmanlaatua (Ilmanlaadun seuranta s.a.) (kuva 11). Pellonpään (64,94 N, 25,37 E, 10 mmpy) ja Oulun lentoaseman (64,93 N, 25,37 E, 11 mmpy) sääasemilla mitattiin lämpötilaa ja ilmanpainetta. Sääasema sijaitsee Oulunsalon niemen juurella, missä melkein jokaisesta ilmansuunnasta meri ympäröi mittausasemaa (Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat s.a.). Lyhimmillään etäisyys mereen on noin kolme kilometriä. Oulunsalon niemellä on paljon mäntykankaita. Oulun kaupunki sijaitsee noin 10 kilometrin päässä pohjoiskoillisessa.



Kuva 11. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin mittausasemat (Pohjakartta: Hallintorajat 2015 Maanmittauslaitos).

7 Aineistot ja menetelmät

7.1 Ilmanlaatu- ja sääaineisto

Tutkimuksessa käytettiin kuntien ja teollisuuden tuottamaa avointa dataa kuvaamaan eri sairaanhoitopiirien ilmanlaatua. Tietoa eri kaupunkien pienhiukkasten, hengitettävien hiukkasten, typpidioksidin ja otsonin määrästä kerättiin Ilmatieteen laitoksen ylläpitämän ilmanlaatuportaalin internetsivulta, josta voidaan ladata tarkistettuja mittaustuloksia eri ajanjaksoilta ja sääasemilta CSV-tiedostomuodossa. Tarkistettuja mittaustuloksia kerättiin mahdollisuuksien mukaan vuosilta 2000–2015, ja ne esitettiin tiedostoissa pääasiassa tuntikeskiarvoina. Palvelu kuitenkin muutti tutkimuksen aikana uuteen internet-osoitteeseen ja tutkimuksessa käytetty ilmanlaatu aineisto kerättiin vanhan ilmanlaatuportaalin kautta. Uuden palvelun kautta ladattiin lämpötilahavaintoarvot sairaanhoitopiirien alueelta. Tutkimukseen liittyen oltiin yhteydessä Ilmatieteen laitoksen tutkijaan, jolta saatiin ehdotukset, mitkä sääasemat antavat ilmanpaineen osalta edustavan kuvan eri sairaanhoitopiirien alueella vallitsevasta ilmanpaineesta. Kaikista mitattavista suureista ei kuitenkaan ollut saatavilla aineistoa kaikilta vuosilta ja sairaanhoitopiireiltä. Taulukossa 2 on koottuna eri suureiden mittausajankasjoja.

Taulukko 2. Mitattavien suureiden mittauspisteet ja ajat.

Sairaanhoidopiiri	Mitattavat suureet					
	PM _{2,5}	PM ₁₀	NO ₂	Otsoni	Lämpötila	Ilmanpaine
Helsingin ja Uudenmaan	2000-2015	2000-2015	2000-2015	2000-2015	2000-2015	2000-2015
<i>Mittauspaikka, Helsinki*</i>	<i>Kallio</i>	<i>Kallio</i>	<i>Kallio</i>	<i>Kallio</i>	<i>Helsinki-Vantaa lentoasema</i>	<i>Kouvola Utti lentoasema</i>
Varsinais-Suomen		2000-2015	2000-2015		2000-2015	2000-2015
<i>Mittauspaikka, Turku*</i>		<i>Kauppatori 2000-2008, Oriketo 2008-2015</i>	<i>Kauppatori 2000-2008, Oriketo 2008-2015</i>		<i>Turun lentoasema 2000-2011, Artukainen 2011-2015</i>	<i>Jokioinen Ilmala</i>
Pohjois-Savon		2000-2015			2000-2015	2000-2015
<i>Mittauspaikka, Kuopio</i>		<i>Kasarmipuisto</i>				
Pohjois-Pohjanmaan		2000-2015	2000-2015		2000-2015	2000-2015
<i>Mittauspaikka, Oulu</i>		<i>Keskusta</i>	<i>Keskusta</i>		<i>Lentoasema 2000-2011, Pellonpää 2011-2015</i>	<i>2000-2011 Lentoasema, Pellonpää 2011-2015</i>

*lukuunottamatta ilmanpaine

Lämpötilan osalta on käytetty Ilmatieteen laitoksen vuorokauden keskilämpötiloja ja päivien minimi- ja maksimilämpötiloja. Vuorokauden keskilämpötila on kahdeksan päivittäin luetun havainnon aritmeettinen keskiarvo (Lämpötilat ja kosteus s.a.). Havaintoja luetaan lämpömittarista Suomen normaaliaikaan klo 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20 ja 23 (kesäaikana tuntia myöhemmin).

Ilmatieteen laitoksella mitataan ilmanpainetta automaattisesti ja mittauksessa käytetään sähköisiä paineantureita (Ilmanpaine s.a.). Ilmanpainetta mitataan suojatuissa tiloissa. Tällä pyritään estämään tuulen aiheuttaman dynaamisen paineen vaikutukset lukemiin. Jos tuuli pääsisi puhaltamaan ilmanpaineanturiin, aiheuttaisi tämä paineen heilahtelua. Suomessa ilmanpaineen minimilukemana pidetään 920 hPa ja maksimilukemana 1080 hPa (taulukko 3). Ilmanpaineen vaihteluihin vaikuttavat säärintamat ja ilmanpaine voi muuttua tunnin aikana noin 0-5 hPa. Koska ilmanpaineessa ei tapahdu lyhyessä ajassa suuria muutoksia, on tutkimuksessa käytetty kolmen tunnin välein tehtyjä havaintoja. Ilmanpaine vaihtelee myös alueellisesti melko vähän.

Taulukko 3. Mitattavien suureiden yksiköt ja raja-arvot (Lähde: Ilmanpaine (s.a.), Ilmanlaadun säädökset ja ohjeet (s.a.) ja Lämpötilaennätyksiä (s.a.)).

Mitattavat suureet	yksikkö	raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ohjearvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 (h)	70 (vrk)/150(h)
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 (vrk)	70(vrk)
PM _{2,5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 (vuosi)	
Otsoni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	tavoite arvo: 8h liukuva keskiarvo 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	yksikkö	minimi	maksimi
Ilmanpaine	hPa	920	1080
Lämpötila	°C	-51,5*	37,2*

*Suomessa mitattu

7.2 Infarktiaineisto

Infarkttilastot saatiin Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen (THL) ylläpitämästä Hoitoilmoitusjärjestelmä-palvelusta (Hilmo). Hilmo on valtakunnallinen sosiaali- ja terveydenhuollon järjestelmä, joka kattaa merkittävän osan sosiaali- ja terveydenhuollon laitos- ja asumispalveluista (Terveydenhuollon hoitoilmoitukset Rekisteriseloste 31.1.2013 Henkilötietolain (523/99) mukainen rekisteriseloste). Hoitoilmoitusrekisterin tarkoituksena on kerätä tietoa sairaaloiden, terveyskeskusten ja terveystalujen tarjoavien laitosten toiminnasta, niissä hoidossa olleista asiakkaista ja kotisairaanhoidon asiakkaista. Kerättyjä tietoja käytetään hyväksi tutkimuksessa, suunnittelussa ja tilastoinnissa. Tietosisällössä kuvataan sairaalapalvelujen tuottajaa, potilasta, hoitoon tuloa ja hoidosta poistumista sekä potilaan diagnooseja ja potilaan saamaa hoitoa. Hoitoilmoitusrekisteristä ei löydy tietoja potilaista, jotka eivät ehdi sairaalahoitoon ennen kuolemaansa, tällainen tieto löytyy vain kuolinsyyrekisteristä. Eli jos potilas saa akuutin sydän- tai aivoinfarktin, mutta menehtyy ennen pääsyä sairaalahoitoon, ei potilaasta tällöin tehdä ilmoitusta Hilmoon.

Hilmo-järjestelmästä sai karkeaa tietoa infarktien määristä eri sairaanhoitopiireissä ilman erillistä tutkimuslupahakemusta. Hilmo-järjestelmästä saatiin tietoa potilaiden saapumistavasta (taulukko 4), saapumispäivästä, potilaiden asuinkunnista ja eri sairaanhoitopiirien potilasmääristä. Tutkimuksessa käytettävät Hilmo-aineistopoiminnan tiedot sisältävät sydänpotilaiden (ICD-10 koodi: I21) ja aivoinfarktipotilaiden (ICD-10 koodi: I63) määriä vuosilta 2000–2015. Liitetaulukosta 2 on nähtävissä eri sydän- ja aivoinfarktien alaluokat ICD-10 koodien mukaan. Kaikki kyseisten diagnoosien potilasmäärät ovat aineistossa mukana. Aineistoon on laskettu sydäninfarktien osalta kaikki potilasmäärät, joissa potilas on ollut yli 18-vuotias ja aivoinfarktin osalta potilaat, jotka ovat olleet yli 15-vuotiaita. Vain potilaat, joilla on ensisijaisena diagnoosina sydän- tai aivoinfarkti, ovat aineistossa mukana. Määrät on

esitetty eri aikaskaaloissa vuosittain, kuukausittain ja viikoittain sen mukaan jaoteltuna, mikä on ollut potilaan sen hetkinen asuinkunta, maakunta ja sairaanhoitopiiri. Tapaukset on ryhmitelty lisäksi eri toimipaikkojen potilasmäärien mukaisesti. Potilaiden yksityisyydensuojan takia Terveiden ja hyvinvoinninlaitos (THL) ei luovuta tietoja pienistä potilasmääristä (1–4 potilasta per aikayksikkö ja maantieteellinen alue). Tästä syystä tutkielmaan valittiin käytettäväksi eri sairaanhoitopiirien sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärät ja tarkasteluajanjaksoksi viikot ja kuukaudet vuosilta 2000–2015, jolloin aineistossa esiintyy mahdollisimman vähän alueita ja ajanjaksoja, joilta aineistoa ei ole käytettävissä. Sairaanhoitopiireissä on tapahtunut hyvin vähän muutoksia viimeisen viidentoista vuoden aikana, mikä myös puoltaa niiden valintaa tarkastelualueiksi. Tutkimuksessa huomioidaan vain päivystyksen kautta saapuneet potilaat. Tämän metodologisen päätöksen takia tutkimus on otantatutkimus eli kaikkia infarktitapauksia ei tutkita. Tutkimuksessa päädyttiin tarkastelemaan vain päivystystapauksia, koska ne olivat määrällisesti merkittävämpiä ja tapahtumien kulku on helppo identifioida. Eri saapumistavalla tulleita potilaita ei voitu laskea yhteen. Muiden saapumistapojen luokissa oli vähemmän tapauksia, jolloin aineistossa alle viiden henkilön tapaukset oli merkitty Exceliin kahdella pisteellä, eikä yhteenlasku olisi ollut luotettava. Potilaiden hoitoon tuloa päivystys kuvaa kuitenkin parhaiten. Infarkti on usein äkillinen ja useimpien tapauksien kirjaaminen tapahtuu kuitenkin päivystyksen kautta.

Taulukko 4. Hilmo-aineiston saapumistapa tiedot (Lähde: Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2014).

Saapumistapa	Kuvaa hoitoon saapumistapaa
Päivystys	Potilas on tullut hoidettavaksi äkillisen hoidontarpeen vuoksi ilman ennalta varattua aikaa tai erillistä sopimusta läheteellä tai ilman lähetettä. Päivystyspotilaaksi katsotaan myös henkilö, joka on saapunut toisen laitoksen päivystys pisteestä ensimmäisen hoitovuorokauden aikana. Vastasyntynyt, joka on siirretty vuodeosastohoitoon
Hoidonvaraus	Potilas on tullut suunnitellusti ja sovittuna aikana hoitoon.
Siirto ajanvarauspoliklinikalta osastohoitoon	Potilas on tullut ajanvarauskäynnille avohoitoyksikköön, ja hänet on ajanvarauskäynnin yhteydessä päätetty ottaa vuodeosastohoitoon.

Erikoissairaalasiirto samassa sairaalassa	Potilas on siirretty pääerikoisalalta toiselle pääerikoisalalle, esim. sisätaudeista kirurgiaan. Potilaan siirtyessä siirtoviivepotilaaksi erikoisalahoitajakso ei katkea.
Sairaalasiirto	Potilas on siirretty toisesta sairaalasta.
Muu tapa	Potilas on tullut hoidettavaksi tavalla, joka ei sisälly tämän luokituksen muihin luokkiin.

Hilmo-aineistossa on viikot laskettu käyttäen ISO-8601-mukaista standardia viikoille ja R-ohjelman lubridate-pakettia. Siitä syystä viikot eivät vastaa perinteisiä kalenteriviikkoja, vaan viikolla yksi tarkoitetaan vuoden seitsemää ensimmäistä päivää, minkä vuoksi aineistossa esiintyi vuosittain muita viikkoja lyhyempi viikko 53, jossa oli pienemmät potilasmäärät. Kuukausitasolla Hilmo-aineisto noudattaa kuitenkin kalenterikuukausia.

Sydäninfarkteja on määrällisesti eniten Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä (taulukko 5). Myös suurin vaihteluväli potilasmäärissä esiintyy Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä. Pienimmät potilasmäärät löytyvät Länsi-Pohjan sairaanhoitopiiristä. Pohjois-Pohjanmaan ja Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä on keskimäärin hieman sairaanhoitopiirien keskiarvoa (kaikkien sairaanhoitopiirien keskiarvo 41,5) enemmän potilaita. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä on kolmanneksi suurin maksimi ja keskimääräinen potilasmäärä. Keskihajonta Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä on suurin heti Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin jälkeen.

Taulukko 5. Sydäninfarktien (I21) kuukausittaiset potilasmäärät sairaanhoitopiireittäin (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto).

	Vaihteluväli	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Keskihajonta	Varianssi
Etelä-Karjalan SHP	37	19	56	35,73	7,560	57,159
Etelä-Pohjanmaan SHP	41	19	60	35,35	8,352	69,757
Etelä-Savon SHP	35	15	50	30,24	7,473	55,848
Helsingin ja Uudenmaan SHP	130	80	210	145,37	28,941	837,596
Itä-Savon SHP	27	4	31	13,69	4,541	20,624
Kainuun SHP	39	11	50	24,98	6,126	37,534
Kanta-Hämeen SHP	28	16	44	29,75	6,547	42,869
Keski-Pohjanmaan SHP	21	10	31	19,00	4,976	24,764
Keski-Suomen SHP	43	23	66	40,59	9,204	84,714
Kymenlaakson SHP	44	12	56	29,95	9,101	82,830
Lapin SHP	27	5	32	19,16	4,716	22,241
Länsi-Pohjan SHP	25	4	29	13,91	4,710	22,186
Pirkanmaan SHP	60	45	105	68,75	12,228	149,518
Pohjois-Karjalan SHP	42	16	58	31,44	7,446	55,441
Pohjois-Pohjanmaan SHP	54	39	93	63,78	9,357	87,557
Pohjois-Savon SHP	45	36	81	56,55	8,965	80,375
Päijät-Hämeen SHP	49	19	68	37,71	8,454	71,475
Satakunnan SHP	42	17	59	39,79	7,717	59,551
Vaasan SHP	29	13	42	26,01	5,897	34,770
Varsinais-Suomen SHP	66	34	100	68,27	13,159	173,149

Myös aivoinfarkteja esiintyy eniten Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä (taulukko 6). Länsi-Pohjassa aivoinfarkteja esiintyy vähiten kaikista Suomen sairaanhoitopiireistä. Pirkanmaan ja Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä on myös keskimäärästä suuremmat potilasmäärät. Varsinais-Suomessa on yli puolet pienemmät keskiarvoiset potilasmäärät verrattuna Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiriin. Pohjois-Savon ja Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissa potilasmäärät ovat kutakuinkin yhtä suuria.

Taulukko 6. Aivoinfarktien (I63) kuukausittaiset potilasmäärät sairaanhoitopiireittäin (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto).

		Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Keskihajonta	Varianssi
Etelä-Karjalan SHP	41	13	54	31,23	8,266	68,324
Etelä-Pohjanmaan SHP	38	16	54	34,42	8,265	68,318
Etelä-Savon SHP	35	12	47	28,54	7,531	56,711
Helsingin ja Uudenmaan SHP	118	111	229	166,00	19,581	383,424
Itä-Savon SHP	22	6	28	14,46	4,047	16,376
Kainuun SHP	34	5	39	18,66	5,894	34,740
Kanta-Hämeen SHP	64	17	81	37,34	13,006	169,147
Keski-Pohjanmaan SHP	31	4	35	16,28	4,778	22,831
Keski-Suomen SHP	65	18	83	40,59	13,833	191,364
Kymenlaakson SHP	58	11	69	34,32	12,890	166,157
Lapin SHP	33	4	37	16,67	4,802	23,059
Länsi-Pohjan SHP	16	4	20	11,09	3,459	11,966
Pirkanmaan SHP	67	41	108	78,57	13,663	186,676
Pohjois-Karjalan SHP	37	19	56	33,70	6,745	45,500
Pohjois-Pohjanmaan SHP	51	35	86	55,31	10,643	113,263
Pohjois-Savon SHP	47	28	75	48,42	8,038	64,612
Päijät-Hämeen SHP	66	16	82	42,02	16,047	257,492
Satakunnan SHP	40	22	62	37,98	8,199	67,230
Vaasan SHP	28	12	40	24,72	6,326	40,023
Varsinais-Suomen SHP	76	41	117	71,76	16,575	274,741

7.3 Menetelmät

7.3.1 Hypoteesin testaus ja suhteellinen riski

Tutkimuksessa esiintyvät muuttujat, eli ilmanlaatu, ilman lämpötila ja ilmanpaine sekä potilasmäärät, ovat kaikki jatkuvia muuttuja. Potilasmäärät kuuluvat absoluuttiseen mitta-asteikkoon ja ilmanlaatu, ilman lämpötila ja ilmanpaine välimatka-asteikkoon (Nummenmaa 2008). Tutkimuksessa tarkastellaan erikseen sydän- ja aivoinfarkteja, vaikka syntymekanismit niissä ovat melkein samat. Aineistolle tehtiin syklisyystestaus SPSS:n spectral analysis -toiminnolla. Koska aineistossa ei ollut nähtävissä

minkäänasteista syklisyyttä, voitiin data jaotella viikko- ja kuukausitason tarkasteluun. Jos aineistossa olisi havaittu syklisyyttä, olisi se vaikuttanut korrelaatiota tutkiviin menetelmiin. Tämän jälkeen tutkittavat ilmanlaadun suureet muutettiin Excelin pivot-työkalussa viikkokeskiarvoiksi, jotka ajallisesti vastasivat THL:ltä saatujen infarkttilastojen viikkoarvoja. Tämän jälkeen tutkittiin eri sairaanhoitopiirien potilasmäärien ja ilmanlaadun välistä korrelaatiota.

Tässä tutkielmassa kohteena on altistuksen ja vasteen yhteys ja tavoitteena on hypoteesin testaus. Tutkielmassa vasteena toimi sydän- ja aivoinfarkti ja altistuksena ilmanlaatu, sekä lämpötila ja ilmanpaine. Hypoteesin testaamisen avulla pyritään aineiston perusteella päättämään hypoteesin paikkansapitävyyttä. Nollahypoteesin (H0) mukaan tutkittavalla tekijällä (ilmanlaadulla, lämpötilalla ja ilmanpaineella) ei ole vaikutusta tutkittavaan ilmiöön (sydän- ja aivoinfarktiin). Vaihtoehtoisessa hypoteesissa (H1) todetaan, että tutkittavalla tekijällä on vaikutusta tutkittavaan ilmiöön. Koska tutkitaan tilastollista merkitsevyyttä, on hypoteesin testaus laadullista päättelyä (Auvinen 2017:82-88). Lähtökohtana on, että H0 pitää paikkansa ja tilastollisen testauksen avulla tutkitaan tilannetta, kuinka suurella todennäköisyydellä tutkimusaineistossa havaittu ero syntyisi, jos H0 on tosi. Nollahypoteesi hylätään ja vaihtoehtoinen hypoteesi hyväksytään, jos tilastollinen merkitsevyys (eli todennäköisyys havaitulle erolle) on riittävän pieni (raja-arvona alle 0,05). Aineistolla tehtiin myös riskin arviointia, jossa arvioitiin vaikutuksen suuruutta suhteellisen riskin (RR=Relative Risk) avulla.

Altistuksen ja sairauden välistä yhteyttä mitattiin tutkielmassa esiintyvyyssuhteella eli suhteellisella riskillä (RR). Kyseisellä mallilla kuvataan tutkittavan tekijän vaikutusta suhteessa muiden riskitekijöiden vaikutukseen. Vaikutusta kuvataan tällöin suhteellisella riskillä (riskisuhteella), jossa RR saa arvon 1, jos vaikutusta ei ole. Tutkimuksessa suhteellinen riski on laskettu jakamalla suhteellinen tautikuorma poikkeavissa ilmanlaadun tilanteissa sillä suhteellisella potilasmäärällä, joka vallitsee normaaleissa ilmanlaadun tilanteissa.

Ilmanlaadun osalta sovellettiin Ruuhelan ym. (2017) käyttämää menetelmää. Ruuhela ym. (2017) tutkivat lämpötilojen vaikutuksia kuolleisuuteen Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin alueella. Tutkimuksessa laskettiin kuolleisuusdatasta ensin liukuva keskiarvo (365 päivän Gaussinen painotus) ja hetkellisiä arvoja (1, 7 tai 14 päivän keskiarvoja) on verrattu laskettuun liukuvaan keskiarvoon. Näin on saatu suhteellinen arvo kuolleisuudelle, joka reagoi lyhyen ajan vaihteluun, mutta on suhteellisen immuuni pitkän ajan vaihteluille. Sen jälkeen tämä suhteellinen riski on luokiteltu lämpötilan mukaan. Tässä tutkimuksessa suhteellinen potilasmäärä laskettiin jakamalla alkuperäiset tapausmäärät oletetuilla tapauksilla, joka oli 13 viikon keskiarvo potilasmäärästä. Sen jälkeen verrattiin suhteellisia tapausmääriä eri vuodenaikojen ilmanlaatusuureisiin ja

niissä esiintyviin normaalioloihin ja niin sanottuihin ääritilanteisiin. Ääritilanteet laskettiin aineistosta käyttäen 90 prosenttipistettä, joka jakaa havaintoarvot luvun molemmin puolin. Prosenttipisteen avulla lasketaan oikea lukuarvo, jonka avulla havaintoarvot jaetaan 10 % luokkaan, joista muodostuu ääritilanteet ja 90 % luokkaan, joka muodostaa normaalin ilmanlaadun tilanteen. Kunkin vuodenajan suhteelliset potilasmäärät jaettiin siis kahteen luokkaan tutkittavan ympäristömuuttujan arvon mukaan. Näille luokille laskettiin vuodenaikaiset suhteelliset riskit ja niiden osamääränä saatiin tulokseksi suhteellinen riski. Tuotetuissa kuvaajissa esitetään koko tutkimusajalta eri viikkojaksojen suhteellinen riski jaoteltuna eri sairaanhoitopiireihin ja eri ilmanlaatusuureisiin.

7.3.2 Riippuvuuden tutkiminen ja korrelaatio

Tutkimuksessa tarkasteltavalla riippuvuudella tarkoitetaan sitä, että kahden tai useamman muuttujan arvot eivät ole täysin satunnaisia, vaan niissä on samankaltaista vaihtelua havaittavissa. Kahden muuttujan samankaltaista vaihtelua kutsutaan yhteisvaihteluksi ja sen voimakkuuden tutkimisen avulla pystytään tarkastelemaan kahta samanaikaisesti esiintyvää ilmiötä, niiden liittymistä toisiinsa ja niiden välisiä syy-seuraussuhteita (Nummenmaa 2008).

Ilmanpaineen ja infarktien yhteyttä tutkittiin viikkotasolla ja kuukausitasolla Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla. Yhteyttä tutkittiin korrelaatiokertoimen avulla, koska tällöin voidaan vertailla muuttujia riippumatta niiden mittayksiköstä. Vuosien 2000–2015 kaikkien samojen kuukausien ilmapaine-arvoja verrattiin infarktimääriin. Jokaiselle tammikuulle, joita tutkimusajanjaksolle osui 16, laskettiin keskimääräisen ilmanpaine-arvon ja verrattiin sitä kuukauden infarktimäärään ja laskettiin niille korrelaatiokerroin ja p-arvo. Jokaisen kalenterikuukauden kohdalla toimittiin samoin. Ilmanpaineen viikkokeskiarvoille laskettiin myös muutoskerroin (edellisen viikon ilmanpaine vähennettynä seuraavan viikon ilmanpaineella) ja ilmanpaineen muutosta verrattiin sydän- ja aivoinfarktien esiintyvyyteen.

Tutkielmassa aineistoa käsittelin sekä Excel-ohjelman laskentafunktiolla että SPSS-laskentaohjelmalla. Korrelaatiokertoimet laskettiin Excelissä hyödyntäen CORREL-funktiota, jossa ensimmäiseksi argumentiksi laitetaan viittaus ensimmäisen muuttujan arvoihin ja toiseksi argumentiksi viittaus toisen muuttujan arvoihin. P-arvot laskettiin myös Excelissä erillisellä funktiolla, jonka toimivuus tarkastettiin erikseen myös SPSS-laskentaohjelmassa.

Aiempien tutkimusten ja saatujen tuloksien perusteella voidaan olettaa, että ilmanlaadun ja sydän- ja aivoinfarktien välillä olisi yhteisvaihtelua. Uharin & Niemisen

(2012) mukaan kuitenkin mielessä on pidettävä, että kahden muuttujan keskinäinen riippuvuus ei toimi riittävänä todisteena muuttujien välillä olevasta kausaalisesta suhteesta vaan näennäinen syy-seuraus –suhde voi johtua sekoittavasta tekijästä, joka vaikuttaa molempiin tarkasteltaviin muuttujiin.

Suoraviivaisen riippuvuuden voimakkuutta voidaan kuvata korrelaatiokertoimella. Korrelaatiokertoimen arvo vaihtelee välillä -1 ja +1. Riippuvuudet lähellä +1 viittaavat positiiviseen riippuvuuteen, jolloin havaintokaaviossa nähdään nouseva pisteparvi. Lähellä nollaa olevat arvot kertovat tilanteesta, jossa muuttujien välillä ei ole suoraviivaista riippuvuutta. Lähellä -1 olevat arvot kertovat negatiivisesta riippuvuudesta, jolloin muuttujista tehty hajontakaavion pisteparvi on laskeva. Korrelaatiokertoimen avulla tutkittiin ilmanpainetta ja ilman lämpötilaa suhteessa infarktien potilasmääriin.

Pelkän korrelaation laskeminen ei riitä johtopäätösten tekemiseen. Siksi tutkittiin myös saatujen korrelaatiokertoimien merkitsevyyttä. Tässä tutkimuksessa otantaa pyritään yleistämään koko perusjoukkoon, tällöin havaitun korrelaation täytyy kuitenkin olla riittävän suuri (Holopainen ym. 2004). P-arvon avulla voidaan tarkistaa merkitsevyys. P-arvolla selvitetään, miten todennäköistä on saada kyseinen korrelaatiokertoimen arvo ilman, että samankaltaista korrelaatiota esiintyisi perusjoukossa. Mitä pienempi p-arvo on, sitä enemmän tukea kyseisen korrelaation yleistäminen perusjoukkoon saa. Tutkielmassa käytettiin alle 0,05 (5 %) suuruisia p-arvoja, jota pidetään riittävänä näyttönä perusjoukossa esiintyvän korrelaation puolesta.

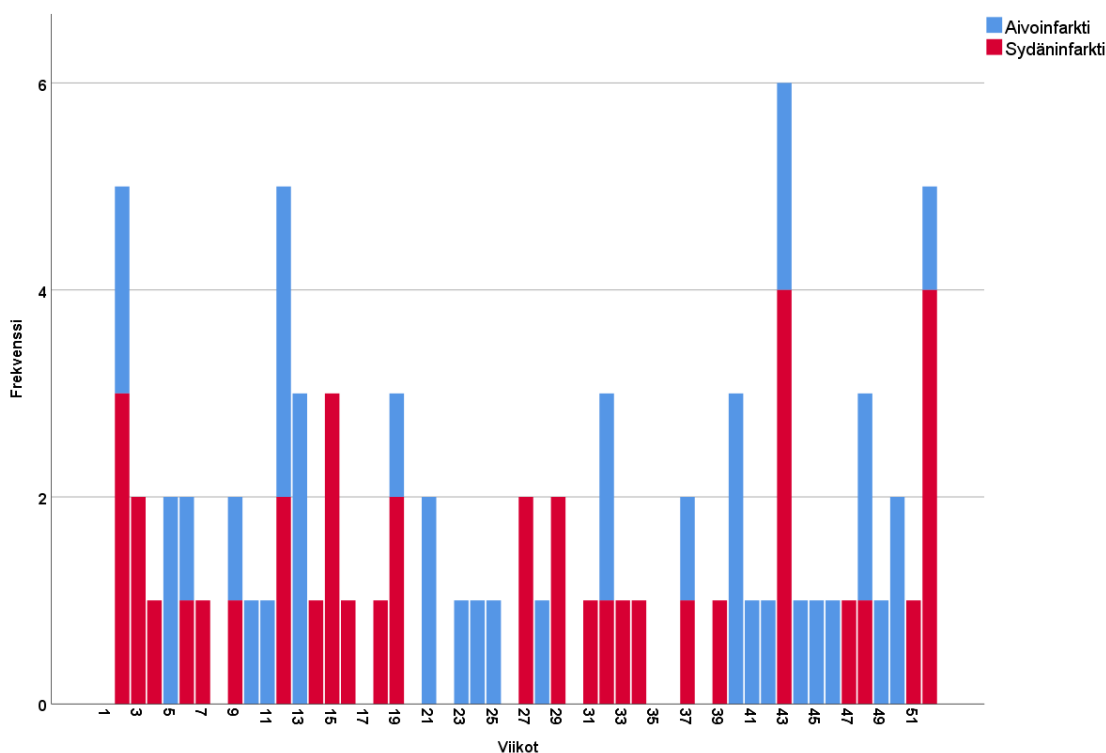
Lämpötilan osalta tutkittiin korrelaatiota talvikuukausien (joulukuu–helmikuu) kylmimpien viikkolämpötilojen ja sydän- ja aivoinfarktien välillä sekä kesäkuukausien (kesäkuu–elokuu) ylimpien viikkolämpötilojen ja sydän- ja aivoinfarktien välillä. Tähän menetelmään päädyttiin, jotta voidaan tarkastella niin kylmiä kuin lämpimiä ajanjaksoja ja syksyn ja kevään sekoittavaa vaikutusta ei näy. Jotta lämpötilan mittausajanjakso sopisi paremmin sydän- ja aivoinfarktien tapahtuma-ajanjaksolle, on sydän- ja aivoinfarktien määrän havainnointipäivä aina seuraavan lämpötilan mittausviikon alussa. Esimerkiksi, kun ylin lämpötila etsitään ajanjaksolta 1.1.2000–7.1.2000 niin siihen verrattava sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärä lasketaan 8.1.2000. Tällöin laskuun tulevat kaikki potilasmäärät, jotka ovat tapahtuneet kyseiseen päivään mennessä eli toisin sanoen tapausmäärien viikot ja lämpötilan havainnointiviikot ovat hieman lomittain (liite 3). Koska tarkastelu tapahtuu viikkotasolla, niin kaikki tarkasteluun otetut kuukaudet eivät ole aivan yhteneviä, ja joitakin viikkoja otetaan laskuun, jotka osuvat esimerkiksi maaliskuulle. Hajontakaaviot tehtiin edellisten viikkojen maksimi- ja minimilämpötilojen ja seuraavan viikon ensimmäisen päivään mennessä ilmenneiden tapausmäärien perusteella. Lämpötilat vastaavat talvi- ja kesäkuukausia ja sen mukaan on valittu sydän- ja aivoinfarktiviikot. Myös viikkojen keskimääräiset lämpötilat ja niiden

korrelaatio sydän- ja aivoinfarktien kanssa laskettiin, korrelaatio laskettiin myös hyödyntämällä viikon viivettä lämpötilan ja potilasmäärien välillä.

8 Tulokset

8.1 Potilasaineiston alueellinen ja ajallinen vaihtelu

Kuvassa 12 havainnollistetaan, miten potilasmäärältään suurimpien viikkojen frekvenssit jakautuvat tukimusajaksolle. Jokaisesta sairaanhoitopiiristä valittiin potilasmäärältään 10 suurinta viikkoa vuosilta 2000–2015 ja diagrammi luotiin laskemalla eri viikkojen frekvenssejä. Sydäninfarktin osalta suurimmat frekvenssit löytyvät viikoilta 2, 15, 43 ja 52. Aivoinfarktien osalta suurimmat frekvenssit löytyvät viikoilta 12, 13 ja 40.



Kuva 12. Eri sairaanhoitopiirien kymmenen potilasmäärältään suurimman viikon frekvenssit tutkimusajanjaksolla (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto).

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä viikotason potilasmäärät vaihtelevat vuosina 2000–2015 noin 20 ja 60 potilaan välillä (taulukot 7 ja 6). Potilasmäärien huiput sydän- ja aivoinfarktissa sijoittuvat pääasiassa keväälle ja vuoden loppuun talvelle, joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Näissä poikkeustapauksissa suurimmat viikoittaiset potilasmäärät osuvat kesäkuukausille (liitteet 4 ja 5).

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä sydäninfarktien potilasmäärä vaihtelee tutkimusajanjaksolla viidestä potilaasta 37 potilaaseen viikossa (taulukko 7). Aivoinfarktien osalta potilasmäärät vaihtelevat viidestä potilaasta viikossa aina 36 potilaaseen viikossa (taulukko 8). Aivoinfarktien osalta suurimpien potilasmäärien viikot osuvat vuoden 2009 ja 2010 loppupuolelle (liite 5). Sydäninfarktien osalta myös vuodelle 2010 osuvat suurimmat potilasmäärät, pääasiassa vuoden alku- ja loppupuolelle (liite 4).

Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä tapausmäärät vaihtelevat viikkotasolla aina parista potilaasta reiluun pariin kymmeneen potilaaseen niin sydän- kuin aivoinfarktinkin osalta (taulukot 7 ja 8). Sydäninfarktien osalta (liite 4) suurimpia tapausmääriä esiintyy pääasiassa kevät- ja syysviikkoina. Suurimpien potilasmäärien viikot osuvat tutkimusjakson alkuvuosille (2000-2003). Aivoinfarktien osalta (liite 5) potilasmäärältään suurimmat viikot osuvat loppuvuodelle ja keväälle.

Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä tapausmäärät vaihtelevat sekä sydän- että aivoinfarktin osalta viikkotasolla 5 potilaasta aina lähemmäs 30 potilaaseen (taulukot 7 ja 8). Aivoinfarktien osalta (liitteet 4 ja 5) suurimpia potilasmääriä esiintyi paljon vuoden 2007 keväällä ja loppuvuodesta. Sydäninfarktien osalta ei yksikään tutkimusajanjakson vuosista nouse samalla tavalla esiin kuin aivoinfarktien potilasmäärissä. Sydäninfarktien osalta potilasmäärältään suurimmat viikot osuvat keväälle, vuoden loppuun ja syksylle. Aivoinfarktin osalta suurimmat potilasmäärät painottuvat syksylle ja keväälle.

Taulukko 7. Sairaanhoitopiirien sydäninfarktien tilastotietoja viikkotasolla (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto).

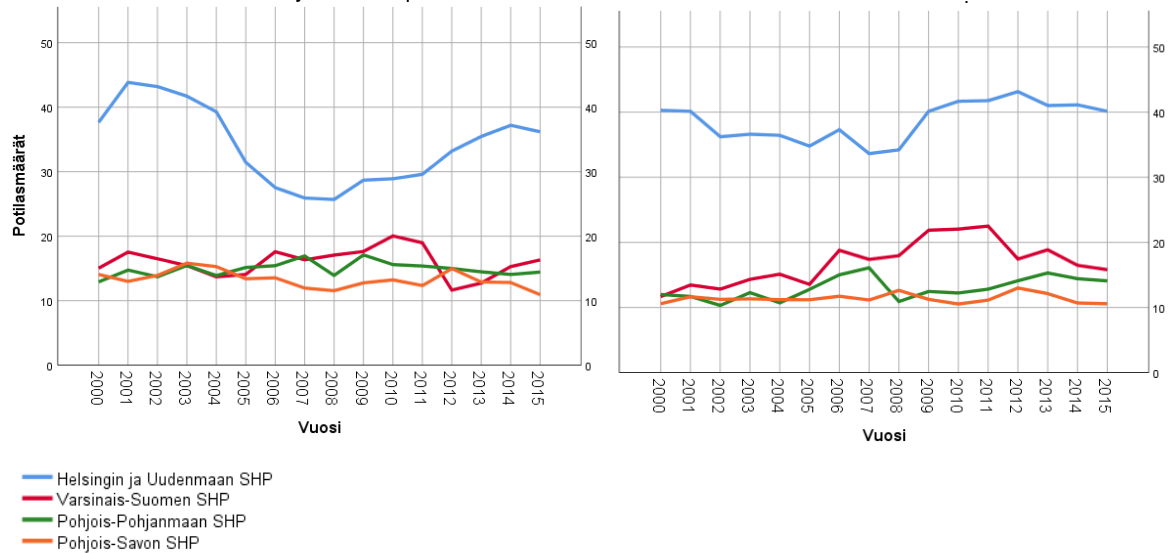
	Helsingin ja Uudenmaan SHP	Varsinais-Suomen SHP	Pohjois-Savon SHP	Pohjois-Pohjanmaan SHP
<i>keskiarvo</i>	34,1	16,0	13,3	14,9
<i>minimi</i>	16	5	5	5
<i>maksimi</i>	62	37	27	29

Taulukko 8. Sairaanhoitopiirien aivoinfarktien tilastotietoja viikkotasolla (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto).

	Helsingin ja Uudenmaan SHP	Varsinais-Suomen SHP	Pohjois-Savon SHP	Pohjois-Pohjanmaan SHP
<i>keskiarvo</i>	38,67	16,90	11,51	13,04
<i>min</i>	18	5	5	5
<i>max</i>	61	36	23	27

Vuosittaisissa keskimääräisissä potilasmäärissä näkyy heikosti samansuuntaista vaihtelua sydän- ja aivoinfarktien välillä (kuva 13). Vuoden 2007 jälkeen Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä on sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärät nousseet.

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä näkyy samansuuntaisia muutoksia sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärissä. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä näkyy sydän- ja aivoinfarkteissa samanlainen piikki potilasmäärissä vuonna 2012. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärissä on nähtävissä samanlainen potilasmäärien kasvu vuonna 2007. Sairaanhoitopiirien välillä ei ole huomattavissa samankaltaisia yhtäläisyyksiä potilasmäärien muutoksissa.

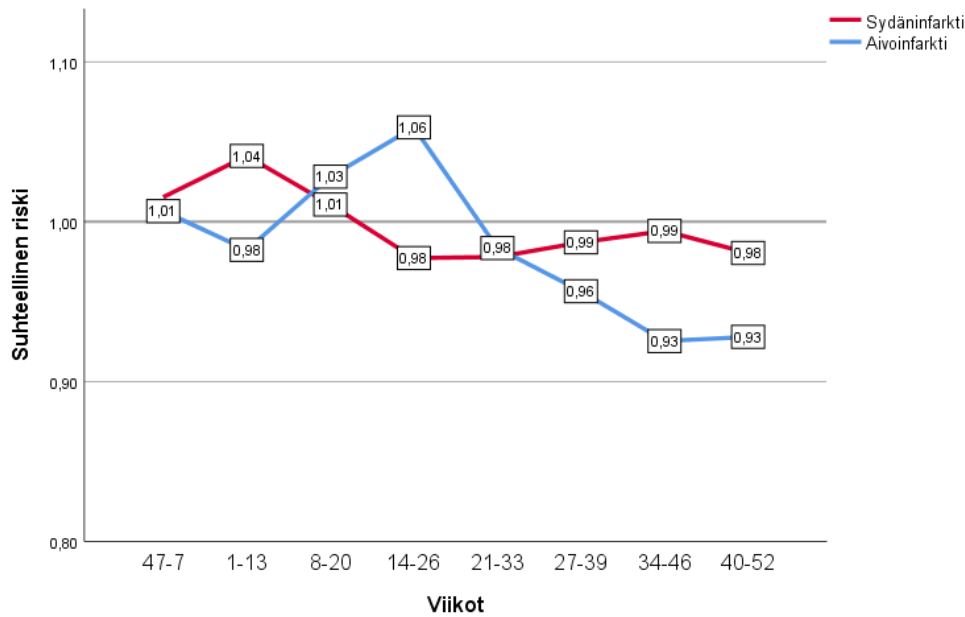


Kuva 13. Tarkasteltavien sairaanhoitopiirien keskimääräisten viikoittaisten potilasmäärien vuosittainen vaihtelu (vas. sydäninfarktit oik. aivoinfarktit) (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmanlaatuportaali).

8.2 Potilasmäärien vaihtelu suhteessa ilmanlaatuun, ilman lämpötilaan ja ilmanpaineeseen

8.2.1 Pienhiukkaset

Pienhiukkaspitoisuuksien mittaustuloksia oli saatavissa koko tutkimusajanjakson kattavana vain Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiristä. Kuvassa 14 nähdään suhteellisen riskin käyttäytyminen tutkimusajanjakson eri viikoilla. Sydäninfarktin osalta suurin suhteellinen riski esiintyy kevättalvella, jonka jälkeen suhteellinen riski on alle 1 (liite 6). Aivoinfarktia tarkasteltaessa suurin riski sijoittuu keväälle ja kesälle, minkä jälkeen suhteellinen riski laskee alle yhteen.



Kuva 14. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin sydän- ja aivoinfarktien suhteellinen riski, kun ympäristömuuttujana on pienhiukkaspitoisuudet (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmanlaatuportaali).

8.2.2 Hengitettävät hiukkaset

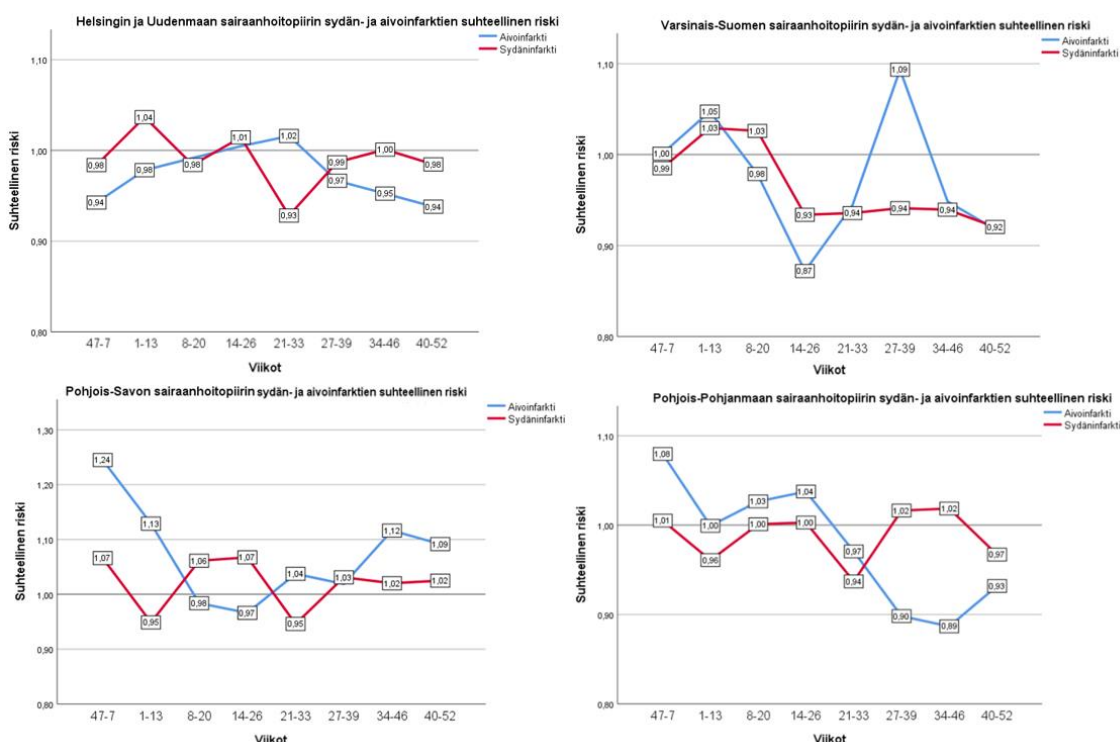
Kuvassa 15 esitetään hengitettävien hiukkasten aikaansaamaa sydän- ja aivoinfarktien suhteellista riskiä. Suurin suhteellinen riski esiintyy Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä. Pienin suhteellinen riski esiintyy Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä keväällä sekä kesällä.

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin alueella hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittauspaiikkana on Kallio 2 -mittausasema. Kuvasta 15 nähdään, miten Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin sydän- ja aivoinfarktien suhteellinen riski käyttäytyy, kun ääriolosuhteet jaetaan ilman hengitettävien hiukkasten pitoisuuden mukaan (liite 7). Suhteellinen riski on suurin alkuvuodesta ja keväällä. Sydäninfarktin osalta suhteellinen riski on suurempi alkuvuodesta, kun aivoinfarktin suhteellisen riskin suurin arvo esiintyy keväällä. Kaiken kaikkiaan suhteellinen riski on pääasiassa negatiivinen ympäri vuoden.

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin hengitettävien hiukkasten pitoisuudet mitattiin Kauppatorilla ja Orikedossa. Alkuvuodesta sydän- ja aivoinfarkteissa esiintyy samankaltaista vaihtelua, syksyllä aivoinfarktien suhteellinen riski nousee huomattavasti (kuva 15 ja liite 10). Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä hengitettävien hiukkasten pitoisuudet mitattiin vuosina 2000–2015 Kasarmipuistossa. Suuri suhteellinen riski esiintyy aivoinfarktin osalta vuodenvaihteesta alkuvuoteen ulottuvalla viikkojaksolla (kuva 15 ja liite 12). Tämän jälkeen riski laskee ja hieman nousee syksyllä. Sydäninfarktin

osalta suurin riski on vuodenvaihteessa ja loppupalvesta loppukevääseen ulottuvalla viikkojaksolla.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet mitattiin Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä Oulun keskustan havaintoasemalta vuosina 2000–2015. Sydän- ja aivoinfarktissa on huomattavissa samankaltaista vaihtelua suhteellisen riskin suhteen aina alkuvuodesta, loppuvuodesta kuvaajat ovat toistensa peilikuvia. Sydäninfarktien osalta suhteellinen riski on suurin loppukesästä ja syksystä (kuva 15 ja liite 14). Aivoinfarktien suhteellinen riski on suurin vuodenvaihteessa keskitalvella.



Kuva 15. Helsingin ja Uudenmaan, Varsinais-Suomen, Pohjois-Savon sekä Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirien sydän- ja aivoinfarktien suhteelliset riskit, kun ympäristömuuttujana on hengitettävien hiukkasten pitoisuudet (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmanlaatuportaali).

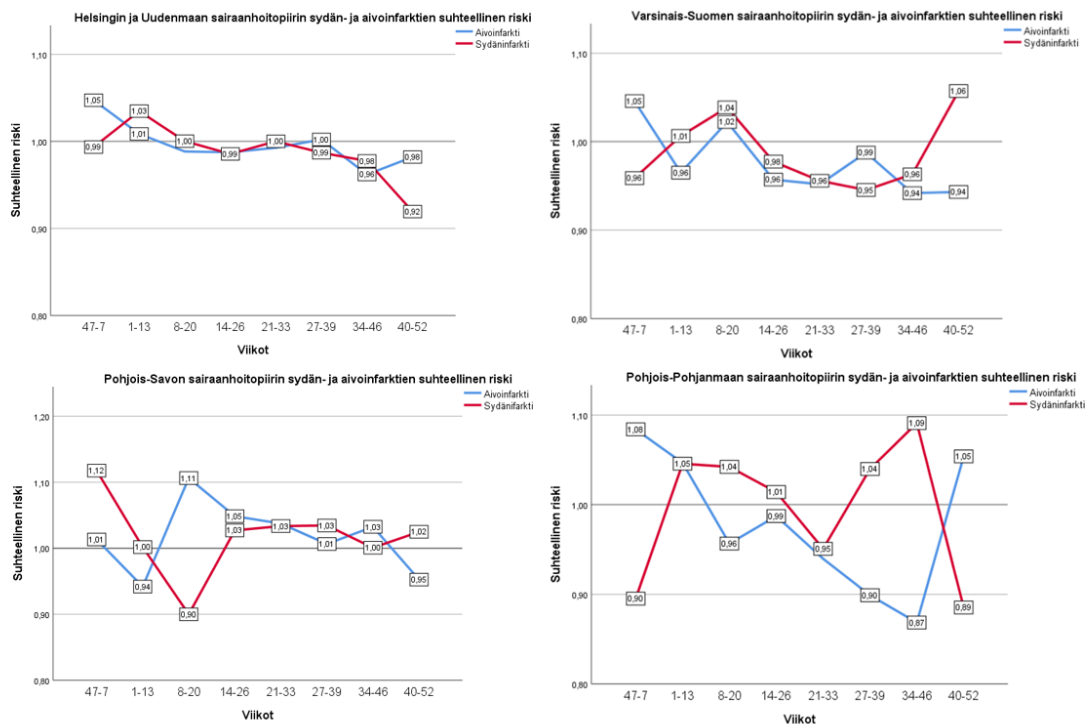
8.2.3 Typpidioksidi

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä typpidioksidin osalta mittaukset on suoritettu Kallio 2 -mittausasemalla. Typpidioksidin osalta suhteellinen riski sydän- ja aivoinfarkteissa näyttää kuvaajan perusteella olevan melko yhtenäinen vuodenvaihdetta lukuun ottamatta (kuva 16, liite 8). Suhteellinen riski on melko lähellä yhtä paitsi loppuvuodesta, jolloin suhteellinen riski laskee alle yhden.

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä typpidioksidipitoisuudet mitattiin Turussa Kauppatorin ja Orikedon mittausasemilla. Sydän- ja aivoinfarktin suhteellisen riskin käyrät käyttäytyvät samoin loppupalvesta ja keväällä (kuva 16 ja liite 11). Sydäninfarktin suhteellinen riski on suurin loppuvuodesta. Aivoinfarktin suhteellinen riski on suurin vuodenvaihteessa ja sen jälkeen.

Typpidioksidipitoisuudet mitattiin Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä Kuopiossa Kasarmipuiston mittauspisteellä vuosina 2000–2015. Suurimmat suhteellisen riskin arvot esiintyvät vuodenvaihteen ja alkuvuoden viikkojaksoilla, minkä jälkeen suhteellinen riski pienenee kohti kesää (kuva 16 ja liite 13).

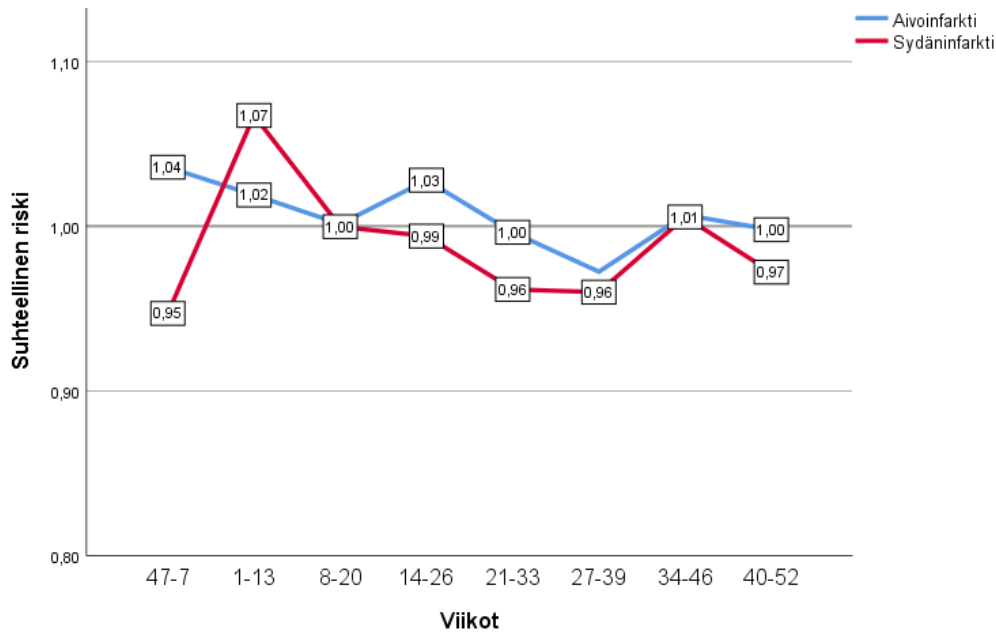
Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä typpidioksidipitoisuudet saatiin Oulun keskustan mittausasemalta vuosilta 2000–2015. Typpidioksidia ja suhteellista riskiä tarkasteltaessa (kuva 16, liite 13) huomataan arvojen suuri vaihtelu. Sydäninfarktin suhteellisen riskin piikit osuvat keväälle ja syksylle, aivoinfarktissa piikit osuvat vuodenvaihteelle ja loppuvuodelle. Loppukevällä ja kesällä sydän- ja aivoinfarktien suhteelliset riskit ovat alle yhden.



Kuva 16. Helsingin ja Uudenmaan, Pohjois-Pohjanmaan, Varsinais-Suomen sekä Pohjois-Savon sairaanhoitopiirien sydän- ja aivoinfarktien suhteelliset riskit, kun ympäristömuuttujana on typpidioksidipitoisuus (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto ja Ilmanlaatuportaali).

8.2.4 Otsoni

Vain Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä tutkittiin otsonipitoisuuden vaikutuksia sydän- ja aivoinfarktien esiintyvyyteen. Otsonin mittauspisteeltä Kallion 2 -mittausasemalta oli saatavissa mittaustuloksia koko tutkimusajanjaksolta. Sydäninfarktin osalta suurin suhteellinen riski on vuodenvaihteen jälkeen talvella (kuva 17, liite 9). Aivoinfarktin suhteellinen riski ei nouse niin suureksi kuin sydäninfarktin osalta. Aivoinfarktin suurimmat arvot löytyvät heti vuoden vaihteessa ja keväällä.



Kuva 17. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin sydän- ja aivoinfarktien suhteelliset riskit, kun ympäristömuuttujana on otsonipitoisuus (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmanlaatuportaali).

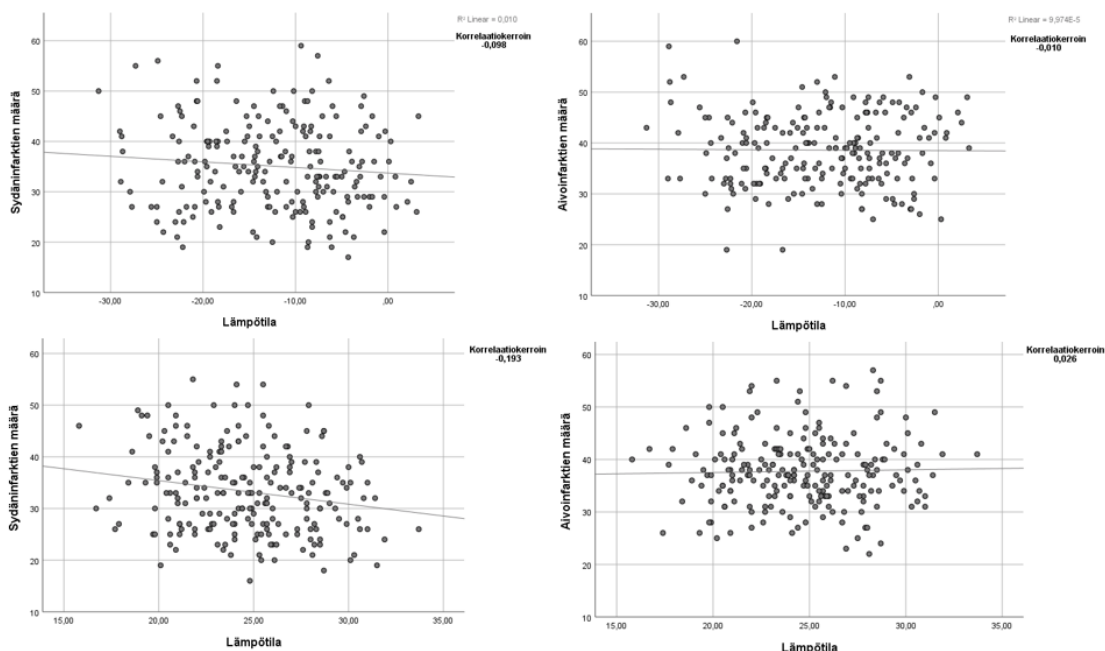
8.2.5 Ilman lämpötila

Taulukossa 9 esitetään koottuna ilman lämpötilan sekä sydän- ja aivoinfarktien välinen korrelaatio. Korrelaatio on laskettu alimman sekä ylimmän lämpötilan sekä keskilämpötilan osalta. Korrelaatio on laskettu ajallisesti päällekkäisten jaksojen lisäksi viikon viiveellä. Talvikuukausina korrelaatio on pääasiassa negatiivinen, eli lämpötilan laskiessa tapausmäärä nousee, kun taas kesäkuukausina korrelaatio lämpötilan sekä sydän- ja aivoinfarktien välillä on positiivinen. Eri sairaanhoitopiireissä korrelaatioon vaikuttaa selkeästi, valitaanko lämpötilaa kuvaamaan viikon keskimääräinen arvo vai yksittäinen kylmin tai lämpimin arvo. Sillä, valittiinko lämpötilan vaikutuksille viive, ei ollut merkitystä.

Taulukko 9. Ilman lämpötilan sekä sydän- ja aivoinfarktien korrelaatio talvi- ja kesäkuukausina. Korrelaatiokertoimen alta on merkittynä 2-suuntaiset p-arvot. Ensimmäinen n kertoo, kuinka paljon viikkoja on ollut tarkastelussa ajallisesti osittain yhtenevien jaksojen korrelaatioissa, kun taas jälkimmäinen n ilmaisee, kuinka monta viikkoa on otettu laskuihin mukaan, kun on tutkittu korrelaatiota viiveellä. Punaiset numerot ovat merkki tilastollisesti merkitsevästä korrelaatiosta (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto ja havaintojen lataus s.a.).

Sairaanhoitopiiri		Korrelaatiokerroin			
		Talvikuukaudet			
		alin lämpötila	keski lämpötila	alin lämpötila viiveellä (1vko)	keski lämpötila viiveellä(1vko)
Helsingin ja Uudenmaan	I63	-0,010 (0,886)	-0,061 (0,206)	-0,084 (0,248)	-0,131 (0,070)
	I21	-0,098 (0,159)	-0,066 (0,343)	0,016 (0,826)	0,017 (0,815)
Varsinais-Suomen	I63	-0,088 (0,209)	-0,111 (0,113)	-0,063 (0,389)	-0,076 (0,298)
	I21	-0,138 (0,058)	-0,131 (0,072)	-0,119 (0,102)	-0,105 (0,150)
Pohjois-Savon	I63	0,052 (0,470)	-0,161 (0,024)	-0,098 (0,178)	-0,112 (0,123)
	I21	-0,086 (0,231)	-0,148 (0,038)	-0,116 (0,111)	-0,155 (0,032)
Pohjois-Pohjanmaan	I63	0,045 (0,532)	0,048 (0,505)	0,031 (0,680)	0,033 (0,661)
	I21	-0,064 (0,374)	-0,059 (0,412)	-0,109 (0,146)	-0,086 (0,252)
Sairaanhoitopiiri		Korrelaatiokerroin			
		Kesäkuukaudet			
		ylin lämpötila	keski lämpötila	ylin lämpötila viiveellä (1vko)	keski lämpötila viiveellä(1vko)
Helsingin ja Uudenmaan	I63	0,026 (0,704)	0,003 (0,965)	-0,058 (0,413)	-0,080 (0,258)
	I21	-0,193 (0,004)	-0,152 (0,025)	-0,206 (0,003)	-0,172 (0,014)
Varsinais-Suomen	I63	0,049 (0,477)	-0,077 (0,264)	0,041 (0,567)	-0,016 (0,823)
	I21	0,072 (0,296)	0,068 (0,324)	0,079 (0,268)	0,049 (0,494)
Pohjois-Savon	I63	0,043 (0,561)	0,097 (0,189)	-0,115 (0,129)	-0,011 (0,885)
	I21	-0,067 (0,364)	-0,099 (0,180)	-0,101 (0,183)	-0,076 (0,317)
Pohjois-Pohjanmaan	I63	0,111 (0,103)	0,063 (0,356)	-0,011 (0,877)	0,000 (1,000)
	I21	0,041 (0,549)	-0,022 (0,747)	0,059 (0,406)	0,002 (0,977)

Helsinki-Vantaan lentoaseman lämpötila havaintoja käytettiin koko tutkimusajanjaksolla. Kuvassa 18 esitetään sairaanhoitopiirien sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärien korrelaatio viikoittaisten minimi- ja maksimilämpötilojen kanssa talvi- ja kesäkuukausina. Kuten hajontakaaviosta havaitaan, ei selkeää korrelaatiota esiinny Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä. Talvikuukausina suurimmat tapausmäärät sijoittuvat kylmimmille viikoille, vaikkakaan suuria lämpötilaan liittyviä eroja ei ole tapausmäärissä nähtävissä. Korrelaatiokertoimet ovat negatiivisia ja lähellä nollaa. Kesäkuukausina suurimmat tapausmäärät sijoittuvat kohtalaisen korkeiden lämpötilojen aikaan, tosin samalle lämpötilalle osuu kuitenkin myös viikot, joilla on pienimmät tapausmäärät. Korrelaatiokertoimet ovat lähellä nollaa. Sydäninfarktien määrä ei näytä seuraavan kesäkuukausien korkeimpia lämpötiloja. Suurimmat tapausmäärien viikot osuvat viileimmille viikoille.

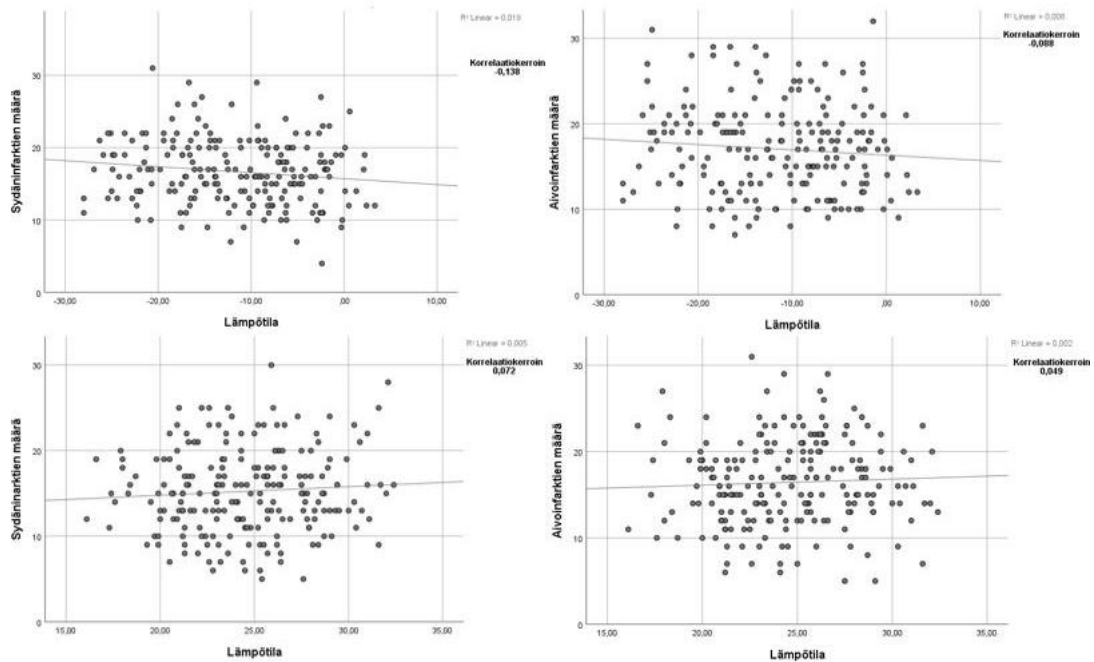


Kuva 18. Hajontakaavio Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin talvi- ja kesäkuukausien minimi- ja maksimi viikkolämpötiloista ja sydän- ja aivoinfarktien potilasmääristä (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja havaintojen lataus s.a.).

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin osalta lämpötiloina käytettiin Turun lentoasemalla tehtyjä havaintoja. Kuvassa 19 infarktien viikkopotilasmäärät suhteutettuna talvikuukausien kylmimpiin viikkolämpötila-arvoihin sekä kesäkuukausien kuumimpiin lämpötiloihin. Suurimpia tapausmääriä esiintyy sydän- ja aivoinfarktien osalta niin kylmillä pakkasilla kuin lähellä nollaa olevilla lämpötila viikoilla. Korrelaatiokertoimet ovat negatiivisia ja lähellä nollaa.

Kesäkuukausina nähdään suurimpina sydäninfarktipotilasviikkoina myös korkeimpia lämpötiloja. Pistepilvi on kuitenkin hajaantunut, eikä lineaarista korrelaatiota esiinny.

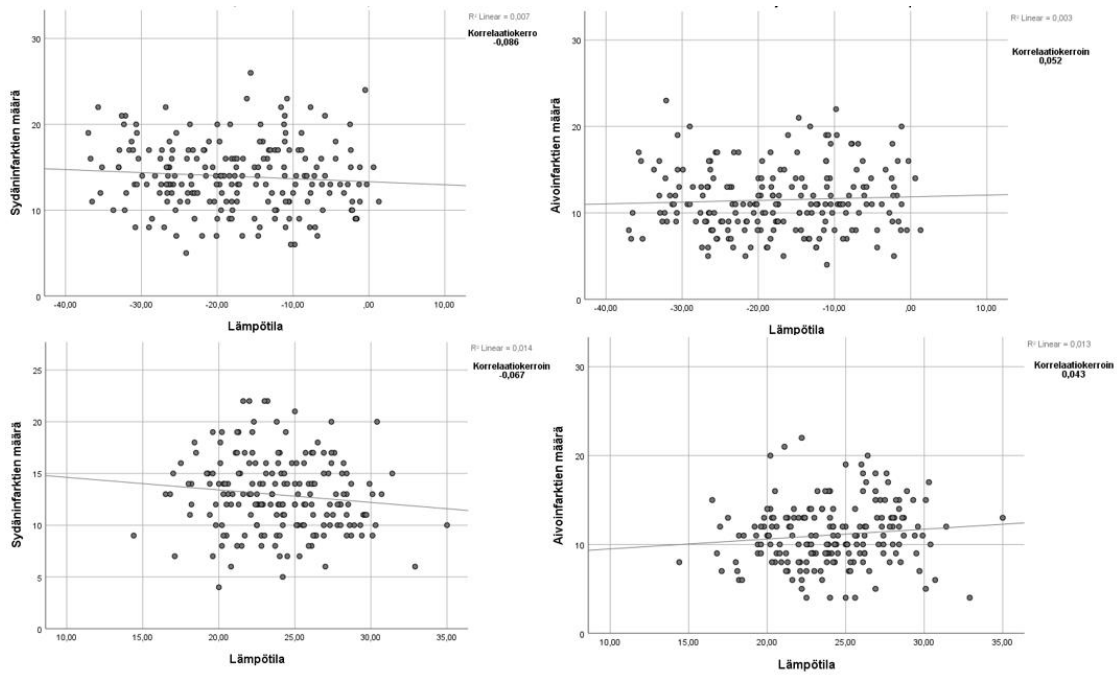
Aivoinfarktien suurimmat potilasmäärät eivät esiinny niinä viikkoina, jolloin on mitattu korkeampia lämpötiloja. Korrelaatiokertoimet ovat positiivisia ja lähellä nollaa.



Kuva 19. Hajontakaavio Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin talvi- ja kesäkuukausien minimi- ja maksimi viikollämpötiloista ja sydän- ja aivoinfarktien potilasmääristä (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto aineisto ja havaintojen lataus s.a.).

Pohjois-Savon lämpötila mitattiin tutkimusajanjaksolla Kuopion Maaningassa. Sydäninfarktien ja talvilämpötilojen yhteyttä tutkittaessa toiseksi suurin potilasmäärä näyttää osuvan mitatulle kylmimmälle ajanjaksolle (kuva 20). Korrelaatiokerroin on negatiivinen. Aivoinfarktien ja talvikuukausien minimilämpötilojen välinen korrelaatiokerroin on positiivinen. Suurimmat tapausmäärät eivät sijoitu viikoille, joilla on mitattu kylmimpiä lämpötilalukemia.

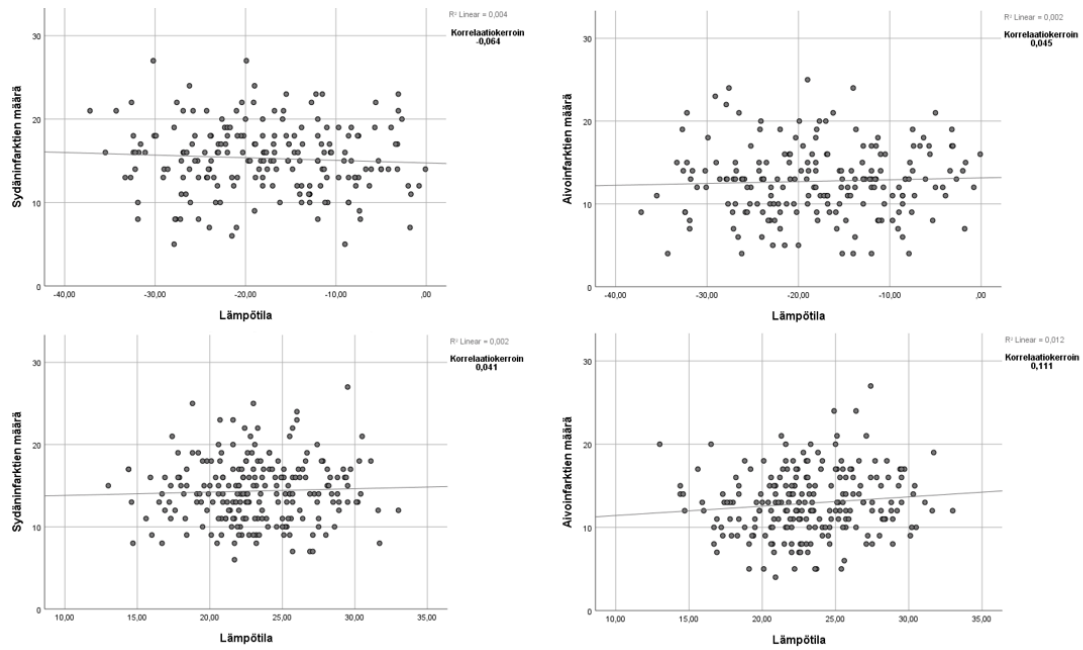
Kesäkuukausien lämpötiloja ja sydäninfarktien potilasmääriä verrattaessa huomataan potilasmäärältään suurimpien viikkojen esiintyvän noin reilun kahdenkymmenen asteen lämpötiloissa (kuva 20). Korrelaatiokerroin on negatiivinen. Aivoinfarktien ja kesäkuukausien korkeimpien lämpötilojen hajontakaaviossa on huomattavissa havaintojen klusteroitumista keskimääräisen lämpötilan ympärille. Korrelaatiokerroin on positiivinen.



Kuva 20. Hajontakaavio Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin talvi- ja kesäkuukausien minimi- ja maksimi viikkolämpötiloista ja sydän- ja aivoinfarktien potilasmääristä (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto aineisto ja havaintojen lataus s.a.).

Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä lämpötilan mittaustulokset on saatu vuoteen 2011 asti Oulun lentoaseman mittauspisteestä, tämän jälkeen lämpötilat vuoteen 2015 saakka on saatu Oulun Pellonpäästä. Kuvasta 21 nähdään, miten infarktien määrät jakaantuvat eri talvikuukausien lämpötilan mukaan. Suurimmat tapausmäärät sydäninfarktien osalta osuvat talvikuukausina kylmemmille pakkaskeleille. Korrelaatiokerroin on negatiivinen, mutta lähellä nollaa. Suurimmat potilasmäärät aivoinfarkteissa eivät sijoitu täysin kylmimmille viikoille, kun tarkastellaan talvikuukausien lämpötilan ja potilasmäärien korrelaatiota. Pisteparvi on melko tasainen eikä minkäänlaisia lämpötilaan sidottuja trendejä ole huomattavissa. Korrelaatiokerroin on negatiivinen ja lähellä nollaa.

Kesäkuukausien lämpötiloja ja sydäninfarktien potilasmääriä verrattaessa nähdään, että potilasmäärältään suurin viikko osuu hellelämpötilaan (kuva 21). Pisteparvi on kuitenkin melko hajanainen. Korrelaatiokerroin on positiivinen ja lähellä nollaa. Aivoinfarktin osalta suurimmat potilasmääräviikot kesäkuukausina sijoittuvat lämpimämpiin lämpötiloihin, vaikkakaan minkäänasteista lineaarista korrelaatiota ei ole nähtävissä, sillä myös kylmempinä viikkoina tapauksia on paljon. Korrelaatiokerroin on positiivinen.



Kuva 21. Hajontakaavio Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin talvi- ja kesäkuukausien keskimääräisistä viikkolämpötiloista ja sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärästä (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskuksen Hilmo aineisto aineisto ja havaintojen lataus s.a.).

8.2.6 Ilmanpaine

Ilmanpaineen ja infarktimäärien korrelaatiota tutkittaessa kuukausitasolla käytettiin kaksisuuntaista p-arvoa ja 95 %:n luottamusväliä. Otokoko kuukausille oli 16, jotka sijoittuivat vuosille 2000–2015. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ilmanpaine arvot on laskettu Kouvolan Utin sääasemalta. Taulukosta 10 huomataan, suurin korrelaatio ja merkitsevät p-arvot ilmanpaineen ja aivoinfarktin osalta heinä- ja elokuussa ja sydäninfarktin osalta helmi-, kesä-, sekä elokuussa.

Taulukko 10. Infarktipotilasmäärien ja ilmanpaineen väliset korrelaatiot kuukausittain Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä. Punaisella merkitty luku viittaa tilastollisesti merkitsevään korrelaatioon (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmatieteenlaitoksen ilmanpaine aineisto).

	KORRELAATIO AIVOINFARKTI	P-ARVO	KORRELAATIO SYDÄNFARKTI	P-ARVO
TAMMI	0,1345	0,3419	-0,1352	0,3393
HELMI	0,0873	0,5384	-0,4422	0,0010
MAALIS	-0,1209	0,3931	0,0744	0,6003
HUHTI	-0,2593	0,0635	0,1213	0,3915
TOUKO	0,2426	0,0832	-0,2005	0,1542
KESÄ	0,0569	0,6884	-0,3764	0,0059
HEINÄ	-0,2868	0,0393	0,2075	0,1398
ELO	0,2856	0,0401	0,3129	0,0239
SYYS	0,0738	0,6030	0,1121	0,4290
LOKA	-0,2538	0,0694	0,0032	0,9819
MARRAS	-0,0935	0,5098	0,0023	0,9870
JOULU	-0,2705	0,0525	-0,0619	0,6630

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin osalta käytettiin Jokioisten mittausasemaa. Aivoinfarktien osalta ei löytynyt merkittävää positiivista tai negatiivista korrelaatiota kuukausittaisen ilmanpaineen kanssa (Taulukko 11). Sydän- ja aivoinfarktin osalta vain elokuussa löytyi korrelaatiota ilmanpaineen ja potilasmäärän kanssa.

Taulukko 11. Infarktipotilasmäärien ja ilmanpaineen väliset korrelaatiot kuukausittain Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä. Punaisella merkitty luku viittaa tilastollisesti merkitsevään korrelaatioon (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmatieteenlaitoksen ilmanpaine aineisto).

	KORRELAATIO AIVOINFARKTI	P-ARVO	KORRELAATIO SYDÄNFARKTI	P-ARVO
TAMMI	0,3100	0,2426	0,1022	0,7065
HELMI	0,4342	0,0928	-0,0891	0,7428
MAALIS	0,2309	0,3895	-0,1504	0,5783
HUHTI	0,0295	0,9138	0,1307	0,6294
TOUKO	-0,0528	0,8460	0,0569	0,8344
KESÄ	0,3563	0,1756	0,0919	0,7349
HEINÄ	0,0209	0,9387	-0,0837	0,7580
ELO	-0,2553	0,3400	-0,5321	0,0339
SYYS	-0,2187	0,4158	-0,1100	0,6849
LOKA	-0,3053	0,2502	-0,0890	0,7431
MARRAS	-0,2367	0,3775	-0,0445	0,8701
JOULU	-0,1455	0,5907	-0,2668	0,3179

Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä ilmanpainehavainnot tehtiin Kuopiossa. Aivoinfarktin ja ilmanpaineen osalta positiivista korrelaatiota esiintyi heinäkuussa (Taulukko 12). Sydäninfarktin osalta positiivista korrelaatiota ei esiintynyt minkään kuukauden kanssa.

Taulukko 12. Infarktipotilasmäärien ja ilmanpaineen väliset korrelaatiot kuukausittain Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä. Punaisella merkitty luku viittaa tilastollisesti merkitsevään korrelaatioon (Lähde: Terveiden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmatieteenlaitoksen ilmanpaine aineisto).

	KORRELAATIO AIVOINFARKTI	P-ARVO	KORRELAATIO SYDÄNINFARKTI	P-ARVO
TAMMI	-0,1549	0,5667	-0,1664	0,5379
HELMİ	0,1650	0,5414	0,1902	0,4804
MAALIS	-0,4275	0,0986	-0,3993	0,1255
HUHTI	0,0132	0,9613	0,2726	0,3071
TOUKO	0,1958	0,4674	-0,2579	0,3349
KESÄ	0,1204	0,6568	-0,0535	0,8440
HEINÄ	0,5754	0,0197	0,4957	0,0509
ELO	0,2918	0,2729	-0,1657	0,5396
SYYS	-0,0850	0,7543	-0,4747	0,0632
LOKA	-0,2687	0,3142	-0,1619	0,5492
MARRAS	-0,1664	0,5379	-0,2222	0,4082
JOULU	-0,0784	0,7730	-0,1356	0,6165

Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin ilmanpaine- arvot mitattiin Oulun lentoasemalla vuoteen 2011 asti ja tämän jälkeen vuoteen 2015 asti Pellonpäässä. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä aivoinfarktin osalta tilastollisesti merkitsevimmät korrelaatiot löytyivät tammi-, helmi-, maaliskuu-, huhti-, syys-, marras- ja joulukuun osalta, kun tutkittiin p-arvoja (taulukko 13). Sydäninfarktien ja ilmanpaineen osalta tammi-, helmi-, huhti-, touko-, kesä-, heinä-, elo- ja lokakuu korreloivat keskenään ja p-arvoa katsottaessa voidaan havaita positiivista korrelaatiota ilmanpaineen ja sydäninfarktien välillä.

Taulukko 13. Infarktipotilasmäärien ja ilmanpaineen väliset korrelaatiot kuukausittain Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä. Punaisella merkitty luku viittaa tilastollisesti merkitsevään korrelaatioon (Lähde: Terveiden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmatieteenlaitoksen ilmanpaine aineisto).

	KORRELAATIO AIVOINFARKIT	P-ARVO	KORRELAATIO SYDÄNINFARKTI	P-ARVO
TAMMI	0,4826	0,0003	-0,3184	0,0214
HELMİ	0,4821	0,0003	0,7420	0,0000
MAALIS	0,3072	0,0267	-0,1147	0,4181
HUHTI	-0,2903	0,0368	-0,3534	0,0102
TOUKO	0,0288	0,8392	-0,2763	0,0474
KESÄ	0,1208	0,3937	0,4359	0,0012
HEINÄ	-0,2374	0,0901	0,3139	0,0235
ELO	0,0056	0,9685	0,3157	0,0226
SYYS	-0,4774	0,0003	-0,0960	0,4982
LOKA	0,2557	0,0673	-0,4586	0,0006
MARRAS	-0,3569	0,0094	-0,1405	0,3205
JOULU	-0,4119	0,0024	-0,0544	0,7018

9 Tulosten tarkastelu ja pohdinta

Sairaanhoitopiirien välillä on suurta vaihtelua tapausmäärissä, mikä selittynee eroilla alueiden koossa ja asukasmäärässä. Tutkielmaan valituissa sairaanhoitopiireissä (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri, Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri, Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri) on sydän- ja aivoinfarktien esiintymisessä havaittavissa samankaltaista vuosittaista vaihtelua, vaikka vaihtelu ei ole kaikilta osin samansuuntaista eri sairaanhoitopiirien välillä. Tätä voidaan selittää sydän- ja aivoinfarktin osittain samanlaisella syntymekanismilla. Mikä sitten saa aikaan vaihtelua? Kaikkien sairauksien esiintyvyydessä on ajallista vaihtelua.

Suurimpien potilasmäärien viikot osuivat usein vuosien alkuun ja loppuun. Kuten kuvasta 12 huomataan, korkeita potilasmääriä esiintyy samoilla viikoilla, kun kelloja siirretään (viikkoina 12 ja 43) kesä- ja talviajan välillä. Monet viikot osuivat lisäksi kevääseen ajankohtaan, jolloin katupöly on iso ongelma monissa Suomen kaupungeissa. Tutkittaessa eri sairaanhoitopiirien pienhiukkasten sekä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia, suhteellinen riski ei kuitenkaan kasvanut huomattavasti keväällä, jolloin katupölyä esiintyy paljon. Hengitettävien hiukkasten osalta sairaanhoitopiirien suhteellisissa riskeissä oli suuria eroja. Aineistossa ei ollut kuitenkaan havaittavissa yhdenmukaista suhteellisen riskin vaihtelua, mikä olisi esimerkiksi sidottuna vuodenaikoihin. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä hengitettävien hiukkasten pitoisuus lisäsi aivoinfarktin riskiä syksyllä ja alkutalvesta. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä talvella aivoinfarktin riskiä lisäsi huomattavasti ilman hengitettävien hiukkasten pitoisuus

Sydän- ja aivoinfarktten suhteellisessa riskissä suhteessa typpidioksidin esiintymiseen, ei havaittu suuria suhteellisen riskin arvoja. Tutkimukseen valituissa sairaanhoitopiireissä huomattiin kuitenkin jonkinasteista yhdenmukaista vaihtelua suhteellisen riskin osalta. Varsinais-Suomen ja Pohjois-Savon sairaanhoitopiireissä riski kohosi tutkimusajanjakson alku- ja loppuvuosien viikkoina.

Lämpötilan osalta korrelaatio oli heikkoa, eikä hajontakaavioista ollut havaittavissa lineaarista yhteyttä, vaikka kuvaajat jaoteltiin talvi- ja kesäkuukausiin sekä tarkasteltaviksi lämpötiloiksi valittiin viikoittaiset ääriarvot. Lämpötilan osalta testattiin myös viiveen vaikutuksia korrelaatioon, mutta selvää eroa ajallisesti yhteneviin tarkastelujaksoihin verrattuna ei havaittu. Paikoitellen korrelaatio oli heikompi viiveellä kuin ilman viivettä. Vaikka aiemmissa tutkimuksissa on huomattu, että kylmät lämpötilat voivat näkyä sydän- ja aivoinfarktten potilasmäärissä vielä viikkojen päästä, ei tämä käynyt omasta aineistostani selkeästi ilmi. Tilastollisesti merkitsevää negatiivista korrelaatiota esiintyi Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä talvikuukausien viikon keskilämpötiloilla sekä edellisen viikon keskilämpötilalla ja sydän- ja aivoinfarktten

tapausmäärien kanssa. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissa ilmeni myös tilastollisesti merkitsevää negatiivista korrelaatiota kesäkuukausien maksimilämpötilojen ja keskimääräisten lämpötilojen ja sydäninfarktien tapausmäärien välillä. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin alueella tilastollisesti merkitsevän korrelaation löytyminen sydäninfarktien osalta sopii aiemmin tehtyihin tutkimuksiin. Ruuhela ym. (2017) totesi tutkimuksessaan, että lämpötilalla on suuremmat vaikutukset sydäninfarktien esiintyvyyteen kuin aivoinfarktien esiintyvyyteen.

Tulosten perusteella ilmanpaineen ja infarktien välillä on ajoittain keskinkertaista ja heikkoa lineaarista yhteyttä. Lasketun p-arvon perusteella nollahypoteesi voidaan joissakin tapauksissa hylätä, koska korrelaatiota ei esiinny. Pienestä kuukausitason otoskoosta johtuen korrelaatiokertoimen lisäksi on perusteltua tarkastella kertoimen p-arvoa. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä esiintyi ilmanpaineen ja sydän- ja aivoinfarktien potilasmäärien välillä tilastollisesti merkitsevää positiivista ja negatiivista korrelaatiota muita sairaanhoitopiirejä enemmän. Korrelaatiolle ei kuitenkaan löytynyt yhdenmukaista vaihtelua, joka olisi ollut sidoksissa esimerkiksi vuodenaikoihin. Yhtäläisyyksiä ilmanpaineen ja sydän- ja aivoinfarktien korrelaatioissa ei ollut myöskään huomattavissa eri sairaanhoitopiirien välillä. Aiemmissä tutkimuksissa on tarkasteltu infarktia edeltävien tuntien ilmanpaineen muutoksia (Houck ym. 2005). Edeltävien tuntien ilmanpaineen laskulla on todettu olevan yhteyksiä sydän- ja aivoinfarktipiikkeihin. Omassa tutkimusasetelmassani ei ollut nähtävissä samankaltaista korrelaatiota viikko- eikä kuukausitasolla. Tutkin myös yhden sairaanhoitopiirin osalta kahden peräkkäisen viikon paineen muutoksen vaikutusta infarktimääriin, mutta sillä ei ollut vaikutusta korrelaation voimakkuuteen. Tuloksiin ei myöskään merkittävästi vaikuttanut, tarkasteltiin korrelaatiota suuremmalla tai pienemmällä viiveellä. Vaikka ilmanpaineessa ei tapahdu suuria muutoksia tuntitasolla, ja vaikka ilmanpaine arvot ovat edustavia ainakin parin sadan kilometrin sisällä, vaikuttaa viikonpituinen tarkastelujakso silti liian harvalta. On myös mahdollista, että ilmanpaineella ei itsessään ole vaikutusta infarktien määrään, vaan se vaikuttaa infarkteihin välillisesti muiden ilmanlaadun parametrien kautta.

Vaikka viime vuosina on tehty paljon havaintoja ilmanlaadun ja sydän- ja aivoinfarktien kiistattomasta yhteydestä, tämä tutkimus ei tuottanut samankaltaisia tuloksia. Kansainvälisissä tutkimuksissa lisääntynyt riski voi olla alhainen (1 %:n luokkaa), jolloin tutkimuksissa pääasiassa muut tekijät voivat selittää kasvanutta riskiä. Kiistatta yhteys ilmanlaadun ja sydän- ja aivoinfarktien välillä on varmasti löydettävissä maissa, joissa ilmanlaatu on huono ja eri ilmansaasteille määrätyt raja-arvot ylittyvät jatkuvasti. Suomessa ilmanlaatu on pääosin hyvä, mikä osaltaan vaikuttaa siihen, kuinka voimakasta korrelaatiota ilmanlaadun, ilman lämpötilan ja ilmanpaineen sekä sydän- ja aivoinfarktien välillä on ylipäätään löydettävissä.

Tutkimuksessa käytetyn aivoimen aineiston alueellinen ja ajallinen resoluutio asetti analyyseihin omat haasteensa. Aineiston avulla ei voitu tarkastella potilasmääriä tarkemmalla kuin viikkotasolla. Viikkotasoinen tarkastelu tuskin on riittävä havaitsemaan ilmanlaadun ja sydän- ja aivoinfarktien yhteyttä. Aineistossa oli paljon tapausmäärien peittoa, jos haluttiin tarkastella potilasmääriä pienemmillä alueilla. Tämä aiheutui siitä, että alle viiden tapausten määrässä ei ilmoitettu tarkkoja lukumääriä yksityisyyden- ja henkilösuojaan takia, mikä osaltaan vaikutti suurempien tutkimusaluekokonaisuuksien valintaan, joka itsessään ohjasi tuloksia ja tutkimusta. Avoimella aineistolla tehtävä tutkimus osoittautui joissakin analyyseissä liian epätarkaksi. Vaikka kaikissa tapauksissa huono ilmanlaatu ei heti laukaise riskiryhmässä olevilla ihmisillä sydän- tai aivoinfarktia, on viiveajan pituuden selvittäminen haasteellista.

Monissa aiemmissa tutkimuksissa on käytetty tätä tutkimusta laajempaa aineistoa, millä on oletettavasti ollut vaikutuksensa saatuihin tuloksiin ja löydettyihin yhteyksiin ilmanlaadun ja sydän- ja aivoinfarktien välillä. Lisäksi monet tutkimukset ovat sijoittuneet köyhiin ja keskituloisiin maihin sekä sellaisiin maihin, jotka selkeästi kärsivät huonosta ilmanlaadusta. Suomen tasolla tutkimusta on viime aikoina tehty pääasiassa lämpötilan vaikutuksista kuolleisuuteen. Tutkimusasetelmani oli mielenkiintoinen, sillä usein arvioidaan, että ilmanlaatu vaikuttaa vuosittain kuolemantapauksiin. Ongelmallisinta on kuitenkin, miten selkeästi nämä vaikutukset ovat nähtävissä. Tässä tutkimuksessa käytetyllä avoimella aineistolla ja menetelmillä ei selkeää yhteyttä havaittu, mutta se ei tarkoita, etteikö jatkotutkimuksiin olisi aihetta. Jatkotutkimuksen kannalta, olisi haettava THL:ltä erillistä tutkimuslupaa kattavampaan aineistoon, jolloin saataisiin selville henkilöiden tarkempi sairastumisajankohta ja -paikka. Tällöin pystyttäisiin tarkemmin arvioimaan sairastumishetken ilmanlaadun, ilman lämpötilan sekä ilmanpaineen terveysvaikutuksia.

Maailmalla tutkimuksissa ilmennyttä yhteyttä ilmanlaadun, ilman lämpötilan sekä ilmanpaineen ja sydän- ja aivoinfarktien välillä ei ollut selkeästi osoitettavissa Suomen sairaanhoitopiireissä. Suurimmat vaikutukset suhteellisen riskin kasvuun oli hengitettävillä hiukkasilla ja typpidioksidilla riippuen siitä, mitä sairaanhoitopiiriä tutkittiin. Tutkimuksessa pyrittiin löytämään myös erilaisia trendejä ja syklistä yhteyttä sydän- ja aivoinfarktien välillä. Syklisyystestauksen ja silmämääräisen havainnon avulla ei kuitenkaan ollut havaittavissa toistuvia syklejä potilasmäärissä.

Tuloksien vaihdellessa alueellisesti melko paljon on yhtenäisiä johtopäätöksiä vaikea tehdä. Yksi mahdollinen selitys on suuri satunnaisvaihtelu, jolloin mahdollisissa jatkotutkimuksissa tulisi kiinnittää enemmän huomiota käytettäviin tilastollisiin menetelmiin. Suomessa aivoverenkierronhäiriöihin sairastuneita arvioidaan olleen vuonna 2015 noin 100 000 (Aivoverenkiertohäiriöt s.a.). Aivoinfarkteja näistä on noin 18 000 tapausta ja aivoverenvuotoja noin 1800. Helsingin ja Uudenmaan

sairaanhoidopiirissa keskimääräinen aivoinfarktien potilasmäärä on viikossa hieman alle 40. Lin ym. (2017) havaitsi tutkimuksessaan, että pienhiukkasten lisääntyminen 10 mikrogrammaa kuutiossa aiheutti 10 %:n kasvun aivoverenkierronhäiriöissä. Vastaava 10 % nousu tarkoittaisi Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoidopiirissä vain 4 lisätapausta viikossa. Näin pieni tapausmäärän nousu peittyy helposti normaalivaihtelun alle. Suomessa pienhiukkasten keskiarvo on 6 mikrogrammaa kuutiometriä kohden (Ambient Air Quality Database 2018), jolloin 10 mikrogramman lisäys Suomen oloissa on harvinaista. Toisaalta on myös mahdollista, että sydän- ja aivoinfarktien esiintymisessä todella on suuria eroja sairaanhoidopiirien välillä. Jolloin jatkotutkimuksessa olisi mielekästä tutkia useampia alueita ja kiinnittää enemmän huomiota alueiden keskinäiseen vertailuun.

10 Mahdolliset virhelähteet

Ilmanlaadun mallintaminen jatkuvaksi muuttujaksi on haasteellista. Yleisesti ilmanlaatua monitoroidaan kaupunkien tasolla vain muutamasta paikasta, missä mittausasemat sijaitsevat. Kyseiset mittausasemat ovat usein sijoitettu alueelle, jossa ilmanlaatu on huonoa, esimerkiksi teollisuusalueiden lähelle. Ilmanlaadun taustamittausasemat sijoitetaan yleensä alueelle, missä esimerkiksi liikenteellä ei ole suurta vaikutusta ilmanlaatuun.

Pitkän tarkastelujakson takia tutkimuksessa hyödynnettiin pääasiassa olemassa olevaa avointa havaintoaineistoa. Koska infarktiaineisto on saatu Terveystieteiden ja hyvinvoinninlaitokselta, enkä ole sitä itse tietojärjestelmästä hakenut, voi aineistossa olla joitain virheitä, joita en itse pysty tarkastamaan. Jo itse potilaan kirjaamisvaiheessa on voinut sattua virhe ja perusteet, millä jokin monielinsairauskohtaus luokitellaan mihinkin luokkaan, voi vaihdella. Päivystykseen saapuva potilas voi kuitenkin kuulua päädiagnoosiltaan vain yhteen ICD-10 luokkaan. Myös sairauksien kirjaamistavoissa saattaa tapahtua muutoksia; esimerkiksi Hilmo-opasta päivitetään parin vuoden välein. Oppaassa ohjeistetaan, miten potilaista tehdään hoitoilmoitusjärjestelmään ilmoitus. Oppaassa ovat tutkimusajanjakson aikana muuttuneet esimerkiksi potilaista kerättävät pakolliset tiedot.

Infarktiaineisto on myös hieman karkeaa. Kun potilasmääriä oli alle viisi määritetyllä maantieteellisellä alueella, niin kansalaisten yksityisyyden suojaamiseksi aineistossa ei tällöin esiintynyt eksaktia lukua, vaan kaksi pistettä. Tutkimuksen kannalta tämä oli ongelmallista. Pienissä maantieteellisissä yksiköissä (kunnat, postinumeroalueet) ei voida laskea tarkkoja lukuja, vaan pitää ottaa tutkimukseen isommat aluekokonaisuudet tarkasteluun, jolloin voidaan vähentää virhelähteitä.

Ongelmallista oli myös tapauksien jako saapumistavan mukaan, mikä osaltaan lisäsi peittoa, kun ei infarktitaapauksista saatu kokonaismääriä. Aineisto oli vain näin saatavilla. Koska muissa saapumistavan tiedostoissa oli paljon pienemmät tapausmäärät, esiintyi niissä peittoa paljon enemmän, mikä vaikeutti tapausmäärien yhteenlaskua. Vaikka tapausmääriä olisi voinut päätellä, olisi se ollut yksi iso epävarmuustekijä.

Ilman tutkimuslupaa potilaista ei ollut myöskään saatavilla henkilökohtaisia tietoja, kuten ikää, ammattia, jo olemassa olevia sairauksia tai sukupuolta. Huomioitavaa on myös, että potilaiden vuodenaikaisessa käyttäytymisessä saattaa ilmetä alueellista vaihtelua. Esimerkiksi monet suomalaiset matkustavat kesäkuukausina kesämökeille, jotka sijaitsevat mahdollisesti toisella paikkakunnalla ja jossa ilmanlaatu on hyvin erilainen heidän kotipaikkakuntaansa verrattuna. Myös päivä- ja viikkotasolla ihmiset viettävät aikaansa hyvin erilaisissa mikroympäristöissä, mistä emme saa Hilmon kautta tietoa. Toiset saattavat työssään altistua erilaisille ilmansaasteille tai toisilla voi olla parempi ilmanlaatu kotona.

Monissa tutkimuksissa on onnistuttu löytämään eripituisia aikaviiveitä, joissa esimerkiksi huono ilmanlaatu vaikuttaa ihmisten terveydentilaan tai laukaisee aivo- tai sydäninfarktin. Tällaisista tapauksista on kuitenkin olemassa ristiriitaista tietoa. Ei pystytä tarkasti sanomaan, kuinka paljon tulisi esimerkiksi hengitettäviä hiukkasia olla kuutiossa ilmaa ja kuinka pitkä altistuksen tulisi olla, että oireita ilmenee. Tämä vaikeuttaa myös korrelaatioiden tutkimista, kun sopivan aikaviiveen löytäminen ei ole yksiselitteistä. Tämä voi myös osaltaan vaikuttaa tutkimustuloksiin.

Lisää haasteita asetti infarktien ilmoittaminen viikkotasolla, joka ei vastannut kalenteriviikkoja, eli aineistojen ajallisessa yhtenevydessä on epätäsmällisyyttä. Alkuvuodesta infarktien viikoittaiset tapausmäärät ja ilmanlaadun viikkokeskiarvot ovat yhteneviä, mutta tarkastelun helpottamiseksi, aineistosta poistettiin kokonaan 53. viikot, jolloin tapausmäärät olivat järjestelmällisesti pienempiä kuin muina viikkoina. Tämä voi omalta osaltaan vaikuttaa myös tuloksien luotettavuuteen. Toisaalta monissa tutkimuksissa on huomattu, että monet muutokset ilmanlaadussa ja muissa parametreissa vaikuttavat vasta useamman päivän viiveellä infarktipotilaiden määriin. Tästä herääkin kysymys, onko viikkotason tarkastelu sopiva kyseisen ilmiön tutkimiseen.

Yksittäiset ilmanlaadun mittausasemat eivät kattaneet kaikissa tapauksissa tutkielman kohteena olevaa ajanjaksoa vuodesta 2000 vuoteen 2015, jolloin jouduttiin käyttämään useamman eri mittausaseman ilmanlaatatietoja. Ilmanlaatuaineistoa sekä lämpötila- ja ilmanpainehavaintoja jouduttiin myös yleistämään tunti- ja vuorokausikeskiarvoista viikkotasolle, mikä itsessään peittää ääriarvoja. Toisaalta kaikissa tapauksissa ei ole mielekäästä tutkia yksittäisen tunnin pienhiukkasarvoja, kun potilaiden sairastumishetkestä ei ole tarkkaa tietoa.

Käytetyissä menetelmissä on myös mahdollisia virhelähteitä, jotka voivat johtaa myös johtopäätösten virheellisyyteen. Esimerkiksi tutkittaessa koko tutkimusajanjakson tiettyjen kuukausien (esimerkiksi kaikkien tammikuiden) korrelaatiota ilmanpaineeseen tulee otoskooksi vain 16 tammikuuta, mikä on suhteellisen pieni otos, ja tällöin satunnaisvirhe on kohtalaisen suuri. Tilastollista merkitsevyyttä analysoitaessa on huomioitava biologinen merkitsevyys, jolloin suurta aineistoa hyödynnettäessä pienet lähes merkityksettömät erot voivat olla tilastollisesti merkitseviä (Auvinen 2017:77-91). Ja jos aineisto on pieni, niin suurikaan vaikutus ei ole aina tilastollisesti merkitsevä.

Epidemiologisessa tutkimuksessa selvittävän tekijän lisäksi on kuitenkin usein muitakin (ulkoisia)tekijöitä, jotka vaikuttavat eri sairauksien esiintymiseen. Näiden tekijöiden aiheuttama sekoittuneisuus johtuu siitä, että myös monet muut tekijät korreloivat tutkittavan altistuksen kanssa (Auvinen 2017:77-91). Esimerkiksi jos aineistosta löytyy korrelaatiota ilmanpaineen sekä sydän- ja aivoinfarktien väliltä, voi korrelaatio selittyä jollain kolmannella tekijällä, joka vaikuttaa ilmanpaineeseen sekä sydän- ja aivoinfarkteihin.

11 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ilmanlaadun, ilman lämpötilan ja ilmanpaineen yhteyttä sydän- ja aivoinfarktien potilasmääriin Suomen sairaanhoitopiireissä. Tutkimus perustui muuttujien korrelaation tarkasteluun. Tutkimuksen pohjalta havaittiin, että:

- Ilmanlaadun, ilman lämpötilan ja ilmanpaineen sekä sydän- ja aivoinfarktien välillä oli huomattavissa jonkinasteista yhteyttä eri sairaanhoitopiireissä.
- Sairaanhoitopiirien välillä ei ollut huomattavissa ilmanlaadun, ilman lämpötilan ja ilmanpaineen sekä sydän- ja aivoinfarktien korrelaatiossa yhtäläisyyttä.
- Lämpötilan sekä sydän- ja aivoinfarktien välillä oli ajoittain huomattavissa tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota.
- Potilasmäärät olivat koholla keväällä ja syksyllä samoilla viikoilla, kun kelloja siirretään. Korkeat potilasmäärät ajoittuivat myös keväisin sellaisille viikoille, kun katupölyä mahdollisesti tavallista enemmän.
- Viikkotason aineiston spatiaalinen ja temporaalinen käytettävyys heikensi tutkimuksesta tehtävien johtopäätöksien selkeyttä.

Kiitokset

Haluaisin kiittää ohjaajiani Juuso Suomea, Jukka Käyhköä ja Miika Meretojaa, Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen henkilökuntaa sekä Ilmatieteen laitoksen avuliasta Achim Drebsiä.

LÄHTEET

- Air pollution (2016). European Environment Agency. 4.4.2017 <<http://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/air>>
- Air Quality - Existing Legislation (2017). European Commission 27.4.2018. <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/existing_leg.htm>
- Aivoinfarkti ja TIA (2016). Käypä hoito 5.2.2018. <<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50051>>
- Aivoverenkiertohäiriöt (s.a.). Aivoliitto 15.5.2018 <[https://www.aivoliitto.fi/aivoverenkiertohairio_\(avh\)/perustietoa_avh_sta](https://www.aivoliitto.fi/aivoverenkiertohairio_(avh)/perustietoa_avh_sta)>
- Ambient Air Quality Database (2018). WHO 16.5.2018 <<http://www.who.int/airpollution/data/cities/en/>>
- Atula, S. (2017). Aivohalvaus (aivoinfarkti ja aivoverenvuoto). Lääkärikirja Duodecim, Helsinki. 8.1.2018 <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00001>
- Auvinen, A. (2002). Johdatus epidemiologiaan. Teoksessa Paile, W. (toim.): Säteilyn terveysvaikutukset, 4: 78-91. STUK, Hämeenlinna.
- Bell, M.L & D.L Davis (2001). Reassessment of the Lethal London Fog of 1952: Novel Indicators of Acute and Chronic Consequences of Acute Exposure to Air Pollution. *Environmental Health Perspect* 109: 389-394. USA.
- Brown, T., McLafferty, S. & G. Moon (2010; toim.). A companion to health and medical geography. 610 s. Blackwell Companions to Geography, Oxford.
- Conti, S., Meli, P., Minelli, G., Solimini, R., Toccaceli, V., Vichi, M., Beltrano, C. & L. Perini (2005). Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy. *Environmental Research* 98: 390-399.
- Danet, S., Richard, F., Montaye, M., Beauchant, S., Lemaire, B., Graux, C., Cottel, D., Marécaux, N. & P. Amouyel (1999). Unhealthy Effects of Atmospheric Temperature and Pressure on the Occurrence of Myocardial Infarction and Coronary Deaths. *Circulation* 100: 1-7.
- Di, Q., Wang, Y., Zanobetti, A., Wang, Yu., Koutrakis, P., Choirat, C., Dominici, F. & J. Schwartz (2017). Air Pollution and Mortality in the Medicare Population. *The New England Journal of Medicine* 376:26 2513-2522. Massachusetts.
- Dummer, T. (2008). Health geography: supporting public health policy and planning. *Canadian Medical Association Journal* 178: 1177-1180.
- Elliot, S. (2009). Environmental health. *International encyclopedia of human geography* 3: 528-535.
- Hallintorajat 2015 1:1 000 000. Maanmittauslaitos 2018.
- Havaintoasemat (s.a.). Ilmatieteen laitos 30.3.2018 <http://ilmatieteenlaitos.fi/havaintoasemat>
- Havaintojen lataus (s.a.). Ilmatieteenlaitos 20.2.2018 <<http://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>>
- Hoffmann, B., Luttmann-Gibson, H., Cohen, A., Zanobetti, A., de Souza, C., Foley, C., Suh, H., Coull, B., Schwartz, J., Mittleman, M., Stone, P., Horton, E. & D. Gold (2012). Opposing effects of particle pollution, ozone, and ambient temperature on arterial blood pressure. *Environmental Health Perspectives* 120(2): 241-246.
- Hoffrén, J. (2008). Ilman pienhiukkaset merkittävä terveysongelma. Tilastokeskus, Helsinki. 7.4.2017 <http://www.stat.fi/artikkelit/2008/art_2008-05-30_007.html?s=0>

- Holopainen M., Tenhunen L. & P. Vuorinen (2004). Tutkimusaineiston analysointi ja SPSS. Yrityssanoma, Hamina 169-177.
- Houck, P., Lethen, J., Riggs, M., Gantt, S. & G. Dehmer (2005). Relation of atmospheric pressure changes and the occurrences of acute myocardial infarction and stroke. *American Journal of Cardiology* 96(1): 45-51.
- Hänninen, O., Leino, O., Kuusisto, E., Komulainen, H., Meriläinen, P., Haverinen-Shaugnessy, U., Miettinen, I. & J. Pekkanen (2010). Elinympäristön altisteiden terveysvaikutukset Suomessa. *Ympäristö ja Terveys* 3:41.
- Ilmanlaadun seuranta (s.a.). Oulun kaupunki 16.4.2018. <<https://www.ouka.fi/oulu/ymparisto-ja-luonto/ilmanlaatu-tiedotus>>
- Ilmanlaatuhavainnot (s.a.). Ilmatieteenlaitos 14.3.2018. <<http://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data-ilmanlaatu-havainnot>>
- Ilmanpaine (s.a.). Ilmatieteen laitos 14.3.2018. <<http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanpaine#4>>
- Ilmansaasteet (2016). Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 7.4.2017 <<https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ilmansaasteet>>
- Ilmansaasteiden terveysvaikutukset (s.a.). Ilmatieteenlaitos 30.3.2018 <<http://ilmatieteenlaitos.fi/saasteet-ja-terveys>>
- Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat (s.a.). Ilmatieteenlaitos 14.4.2018 <<http://ilmatieteenlaitos.fi/havaintoasemat>>
- International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (2016). WHO 30.7.2018 <<http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en>>
- Kearns, R. & D. Collins (2010; toim.). Health Geography. Teoksessa Brown, T., McLafferty, S. & G. Moon (toim.): A companion to health and medical geography 33-54. Blackwell Companions to Geography, Oxford.
- Keskeisiä käsitteitä (2018). Terveiden ja hyvinvoinninlaitos 17.1.2018. <<https://www.thl.fi/fi/web/hyvinvointi-ja-terveyserot/eriarvoisuus/keskeisia-kasitteita>>
- Koskinen, S., T. Martelin, I-L. Notkola, K. Pitkänen, M. Jalovaara, E. Mäenpää, A. Ruokolainen, M. Ryytänen & I. Söderling (2007 toim.). Suomen väestö. 2. p. 351 s. Gaudeamus, Tampere.
- Kuopion ilmanlaatu vuonna 2015 (s.a.). Kuopion kaupunki 16.4.2018 <<https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7616060/Kuopion+ilmanlaatu+2015.pdf/5e7fb0d8-e2d3-4d6d-b694-9dd3ba0c5279>>
- Lin, H., Guo, Y., Qian, D., Zheng, Y., Kowal, P., Xiao, J., Liu, T., Li, X., Zeng, W., Howard, S., Nelson, J., Qian, Z., Ma, W. & F. Wu (2017). Ambient PM2.5 and stroke effect modifiers and population attributable risk in six low- and middle-income countries. *Stroke* 48: 1191-1197.
- Linacre, E. (1992). Climate data and resources. 365 s. Routledge, London.
- Lisää näyttöä ilmansaasteiden ja aivoverenkiertohäiriöiden yhteydestä (2017). Uutispalvelu Duodecim 1.6.2017. <<https://www.duodecim.fi/2017/05/29/lisaa-naytto-ilmansaasteiden-ja-aivoverenkiertohairioiden-yhteydesta/>>
- May, J. (1958). The ecology of human disease. Part 1. Sociocultural factors in chronic organic disease. *American geographical society*, New York.
- Mayer, H. (1999). Air pollution in cities. *Atmospheric Environment* 33: 4029-4037.
- Mayer, J. (2010; toim.). Medical geography. Teoksessa Brown, T., McLafferty, S. & G. Moon (toim.): A companion to health and medical geography 33-54. Blackwell Companions to Geography, Oxford.

- Mayo Clinic (2017). Stroke 11.11.2017. <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/stroke/symptoms-causes/dxc-20117265>
- Meade, M.S. (1977). Medical geography as human ecology: the dimension of population movement. *Geographical Review* 67: 379 – 93.
- Mohammed, M.A., Koul, S., Rylance, R., Frobert, O., Alfredsson, J.G., Jernberg, T., Muller J. & D. Erlinge (2017). Air temperature as an external trigger of ST-segment elevation myocardial infarction a SWEDEHEART nationwide observational study. *European Heart Journal* 38: 621.
- Mustajoki, P. (2017). Valtimotauti (ateroskleroosi). Duodecim, Helsinki. 8.1.2018. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00095>
- National Weather Service (2009). National Oceanic and Atmospheric Administration. 21.12.2017. <<http://w1.weather.gov/glossary/index.php?letter=c>>
- Nieminen, P. & M. Uhari (2012). Epidemiologia ja biostatistiikka. 316 s. Duodecim, Helsinki.
- Nummenmaa, L. (2008). Käyttötymistieteiden tilastolliset menetelmät. Tammi, Vammala.
- Nykyinen ilmasto - 30 vuoden keskiarvot (s.a.). Ilmatieteenlaitos 23.3.2018. <<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/1c8d317b-5e65-4146-acda-f7171a0304e1/nykyinen-ilmasto-30-vuoden-keskiarvot.html>>
- Oppong, J. & A. Harold (2010; toim.). Disease, Ecology, and Environment. Teoksessa Brown, T., McLafferty, S. & G. Moon (toim.): A companion to health and medical geography 81-97. Blackwell Companions to Geography, Oxford.
- Pell, J.P. & S.M Cobbe (1999). Seasonal variations in coronary heart disease. *Journal of Medicine* 12: 689 – 696.
- Pennanen, A. & R. Salonen (toim.) Timo Paukku (2006). Pienhiukkasten vaikutus terveyteen. 32 s. Tekes, Helsinki.
- Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin alueen kuntien terveydenhuollon järjestelmäsuunnitelma (2013). Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri 15.4.2018. <https://www.pssh.fi/documents/7796350/7878961/Pohjois-Savon+sairaanhoitopiirin+kuntien+terveydenhuollon+j%C3%A4rjest%C3%A4missuunnitelma_Hyv%C3%A4ksyty+9+6+2014.pdf/d1c1c2d8-f87e-4c7f-9ace-136932dd2e3b>
- Pyle, G.F. (1969). The diffusion of cholera in the United States in the nineteenth century. *Geographical Analysis* 1: 59 – 75.
- Di, Q., Wang, Y., Zanobetti, A., Wang, Yu., Koutrakis, P., Choirat, C., Dominici F. & J. Schwartz (2017). Air pollution and mortality in the medicare population. *The New England Journal of Medicine* 376: 26, 2513-2522.
- Rasche, M., Walther, M., Schiffner, R., Kroegel, N., Rupprecht, S., Schlattmann, P., Schulze, C., Franzke, P., Witte, O., Schwab, M & F. Rakers (2018). Rapid increases in nitrogen oxides are associated with acute myocardial infarction: A case-crossover study. *European Journal of Preventive Cardiology* 0: 1-10.
- Ruuhela R., Hyvärinen O. & K. Jylhä (2018). Regional assessment of temperature-related mortality in Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15: 1-13.
- Ruuhela, R., Jylhä, K., Lanki, T., Tiittanen, P. & A. Matzarkis (2017). Biometeorological Assessment of Mortality Related to Extreme Temperatures in Helsinki Region, Finland, 1972–2014. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14: 1-19.
- Sairaanhoitopiiri (2018). Varsinais-Suomomen sairaanhoitopiiri 15.4.2018. <<http://www.vssh.fi/fi/sairaanhoitopiiri/Sivut/default.aspx>>

- Sairaanhoitopiirien jäsenkunnat (2017). Kuntaliitto 15.4.2018.
<<https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/sosiaali-ja-terveysasiat/sairaanhoitopiirien-jasenkunnat>>
- StatFin (2018). Tilastokeskus 29.3.2018. <<http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/>>
- Sydäninfarktin diagnostiikkaa (2014). Käypä hoito 5.2.2018.
<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi04050>>
- Sydäninfarktin toteaminen (2013). Käypä hoito 5.2.2018.
<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/potilaalle/suositus?id=khp00033>>
- Terveystieteiden tutkimuskeskus (2017). Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 22.7.2017.
<<https://www.thl.fi/fi/tilastot/tietoa-tilastoista/rekisteriselosteet/terveydenhuollon-hoitoilmoitukset>>
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (2014). HILMO Sosiaali- ja terveydenhuollon hoitoilmoitus määrittelyt ja ohjeistus. 96 s. Helsinki.
- Tuomisto, J. (2001). Terveydelle haitalliset yhdyskuntailman saasteet ja toksiset aineet. Teoksessa Tuomisto & Koulu (toim.): Farmakologia ja toksikologia 6: 1097-1102. Medicina.
- Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri (s.a.) 15.4.2018.
<<http://ah.turku.fi/kh/2013/0422011x/Images/1217724.pdf>>
- Ziemann, M. (2017). Analyysi: Renkaat ja jarrut suurempi hiukkaspäästöongelma kuin pakokaasu. Yle Uutiset. 21.3.2018. <<https://yle.fi/uutiset/3-9470466>>

LIITTEET

Liite 1.

Tilastotietoa sairaanhoitopiireistä (Lähde: StatFin 2018).

	<i>Kuolleet</i>					
<i>Vuosi</i>	2000	2003	2006	2009	2012	2015
<i>KOKO MAA</i>	49339	48996	48065	49883	51707	52492
<i>Helsingin ja Uudenmaan SHP</i>	10739	10799	10568	10933	11419	11787
<i>Pohjois-Pohjanmaan SHP</i>	3015	3047	2915	3019	3119	3143
<i>Pohjois-Savon SHP</i>	2722	2667	2624	2670	2939	2906
<i>Varsinais-Suomen SHP</i>	4656	4438	4405	4547	4718	4678
	<i>Väkiluku</i>					
<i>Vuosi</i>	2000	2003	2006	2009	2012	2015
<i>KOKO MAA</i>	5181115	5219732	5276955	5351427	5426674	5487308
<i>Helsingin ja Uudenmaan SHP</i>	1390274	1425878	1463385	1513517	1562796	1616321
<i>Pohjois-Pohjanmaan SHP</i>	369365	375741	384255	392490	400959	407160
<i>Pohjois-Savon SHP</i>	253759	251356	249498	248182	248233	248129
<i>Varsinais-Suomen SHP</i>	450846	455996	461212	466247	472139	477372

Liite 2.

Sydän- ja aivoinfarktien ICD-10 järjestelmän mukaiset koodit (Lähde: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision 2016).

Sydäninfarkttien ICD-10 koodit			
I21.0 Etuseinän ST-nousuinfarkti (STEMI)	I21.00	I21.01 I21.03 I21.09	I21.02 I21.08
I21.1 Alaseinän ST-nousuinfarkti (STEMI)	I21.10	I21.11 I21.13 I21.19	I21.12 I21.18
I21.2 Muun alueen ST-nousuinfarkti (STEMI)	I21.20	I21.21 I21.23 I21.29	I21.22 I21.28
I21.3 Sijainniltaan määrittämätön ST-nousuinfarkti (STEMI)	I21.30	I21.31 I21.33 I21.39	I21.32 I21.38
I21.4 Sydäninfarkti ilman ST-nousua (NSTEMI)	I21.40	I21.41 I21.43 I21.49	I21.42 I21.48
I21.9 Määrittämätön sydäninfarkti	I21.90	I21.91 I21.93	I21.92
I21.97 Mahdollinen sydäninfarkti			
I21.98 Tarkemmin määrittämätön sydäninfarkti			
I21.99 Tarkemmin määrittämätön sydäninfarkti, määrittämätön sepelvaltimotilanne			
Aivoinfarkttien ICD-10 koodit			
I63.3 Aivovaltimoiden tukosten aiheuttama aivoinfarkti			
I63.4 Aivovaltimoiden embolian aiheuttama aivoinfarkti			
I63.5 Aivovaltimoiden määrittämättömän tukkeuman tai ahtauman aiheuttama aivoinfarkti			
I63.6 Aivolaskimoiden tukosten aiheuttama (ei-märkäinen) aivoinfarkti			
I63.8 Muu aivoinfarkti			
I63.9 Määrittämätön aivoinfarkti			

Liite 3.

Esimerkki, miten lämpötilan keskiarvo, minimi ja maksimi on laskettu infarkteja edeltävältä viikot (Lähde: Terveystieteiden ja hyvinvoinnilaitoksen Hilmo aineisto ja Havaintojen lataus s.a.)

INFARKTIEN TAPAUSMÄÄRÄT		PÄIVÄT	VIIKOT	LÄMPÖTILA		
Aivoinfarkti	Sydäninfarkti	Infarktien määrät	Lämpötilan keskiarvon lasku viikolle	Keskiarvo	Ylin	Alin
36	37	1.1-8.1.2000	1.1.2000 - 7.1.2000	-0,8	3	-14,4
30	49	9.1-15.1.2000	8.1.2000 - 14.1.2000	2,3	5	-2,6
43	38	16.1-22.1.2000	15.1.2000 - 21.1.2000	-4,7	2	-14,1

Liitteet 4 ja 5

Sydän- ja aivoinfarktien viikot, jolloin on ollut suurimmat potilasmäärät (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto).

Liite 4. Sydäninfarktien suurimpien potilasmääräviikkojen esiintyminen eri sairaanhoitopiireissä.

Helsingin ja Uudenmaan SHP		Varsinais-Suomen SHP		Pohjois-Savon SHP		Pohjois-Pohjanmaan SHP					
vuosi	viikko	vuosi	viikko	vuosi	viikko	vuosi	viikko				
2001	18	62	2006	43	37	2002	39	27	2007	12	29
2000	52	59	2010	51	31	2000	15	26	2010	37	29
2002	12	58	2006	31	30	2012	3	26	2014	14	28
2001	3	57	2001	47	29	2000	9	24	2003	52	27
2002	2	56	2008	6	29	2003	15	24	2006	29	27
2001	16	55	2009	4	29	2003	19	24	2010	52	27
2001	52	55	2010	15	29	2002	2	23	2012	43	27
2003	2	55	2010	29	28	2013	7	23	2007	19	26
2003	34	55	2010	43	28	2000	32	22	2001	43	25
2001	27	54	2014	48	28	2000	33	22	2003	27	25

Liite 5. Aivoinfarktien suurimpien potilasmääräviikkojen esiintyminen eri sairaanhoitopiireissä.

Helsingin ja Uudenmaan SHP		Varsinais-Suomen SHP		Pohjois-Savon SHP		Pohjois-Pohjanmaan SHP					
vuosi	viikko	vuosi	viikko	vuosi	viikko	vuosi	viikko				
2001	45	61	2011	40	36	2001	52	23	2013	32	27
2011	19	61	2010	49	33	2008	6	22	2006	40	25
2014	5	60	2011	43	33	2012	32	22	2007	10	25
2013	5	59	2009	37	32	2001	46	21	2007	28	24
2010	48	58	2009	50	32	2001	23	21	2007	9	24
2001	11	57	2009	12	31	2005	13	21	2007	42	24
2001	13	57	2009	41	31	2008	13	21	2007	44	24
2011	25	57	2010	24	31	2008	48	21	2007	43	24
2014	21	57	2010	2	31	2013	2	21	2007	50	24
2011	21	56	2006	12	30	2001	40	20	2013	12	24

Liitteet 6-15

Tuloskoosteet ilmanlaadun ja sydän- ja aivoinfarktien suhteellisesta riskistä (Lähde: Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen Hilmo aineisto ja Ilmanlaatuportaali).

Liite 6. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin ilman pienhiukkaspitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	192	199	207	208	205	204	205	198
extremes	20	20	21	21	21	21	21	20
I63 relative caseload at normal conditions	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	1,01	1,01	1,01
I63 relative caseload at extreme conditions	1,01	0,98	1,03	1,05	0,98	0,96	0,94	0,94
I63 RR	1,01	0,98	1,03	1,06	0,98	0,96	0,93	0,93
I21 relative caseload at normal conditions	0,99	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,01
I21 relative caseload at extreme conditions	1,01	1,04	1,02	0,98	0,97	0,98	1,00	0,99
I21 RR	1,02	1,04	1,01	0,98	0,98	0,99	0,99	0,98

Liite 7. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin ilman hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	194	199	207	206	205	205	204	200
extremes	20	20	21	21	21	21	21	20
I63 relative caseload at normal conditions	1,01	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,01	1,01
I63 relative caseload at extreme conditions	0,95	0,98	0,99	1,00	1,00	0,97	0,96	0,95
I63 RR	0,94	0,98	0,99	1,00	1,02	0,97	0,95	0,94
I21 relative caseload at normal conditions	0,99	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,01
I21 relative caseload at extreme conditions	0,98	1,04	0,99	1,01	0,93	0,98	1,01	0,99
I21 RR	0,98	1,04	0,98	1,01	0,93	0,99	1,00	0,98

Liite 8. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin typpidioksidi pitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	196	202	208	208	208	208	208	202
extremes	20	21	21	21	21	21	21	21
I63 relative caseload at normal conditions	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,01	1,00
I63 relative caseload at extreme conditions	1,04	1,00	0,99	0,99	0,98	1,00	0,97	0,99
I63 RR	1,05	1,01	0,99	0,99	0,99	1,00	0,96	0,98
I21 relative caseload at normal conditions	0,99	1,00	1,01	1,00	0,99	0,99	1,01	1,02
I21 relative caseload at extreme conditions	0,98	1,03	1,01	0,99	0,99	0,98	0,98	0,93
I21 RR	0,99	1,03	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,92

Liite 9. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirien tuloskooste, kun tutkittiin ilman otsoni pitoisuutta.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	194	201	208	208	208	208	208	201
extremes	20	20	21	21	21	21	21	20
I63 relative caseload at normal conditions	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	1,01	1,00	1,00
I63 relative caseload at extreme conditions	1,04	1,01	1,00	1,02	0,99	0,98	1,01	1,00
I63 RR	1,04	1,02	1,00	1,03	1,00	0,97	1,01	1,00
I21 relative caseload at normal conditions	1,00	0,99	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01
I21 relative caseload at extreme conditions	0,94	1,06	1,01	0,99	0,96	0,96	1,01	0,98
I21 RR	0,95	1,07	1,00	0,99	0,96	0,96	1,01	0,97

Liite 10. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	196	202	208	208	208	206	206	202
extremes	20	21	21	21	21	21	21	21
I63 relative caseload at normal conditions	1,00	1,01	0,99	1,01	1,01	0,98	1,01	1,01
I63 relative caseload at extreme conditions	1,00	1,06	0,97	0,88	0,95	1,07	0,96	0,92
I63 RR	1,00	1,05	0,98	0,87	0,94	1,09	0,95	0,92
I21 relative caseload at normal conditions	1,00	0,99	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,03
I21 relative caseload at extreme conditions	0,99	1,02	1,03	0,93	0,93	0,93	0,94	0,95
I21 RR	0,99	1,03	1,03	0,93	0,94	0,94	0,94	0,92

Liite 11. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin typpidioksidi pitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	196	202	208	208	208	207	207	202
extremes	20	21	21	21	21	21	21	21
I63 relative caseload at normal conditions	0,99	1,02	0,99	1,00	1,01	0,99	1,02	1,00
I63 relative caseload at extreme conditions	1,04	0,98	1,01	0,96	0,96	0,98	0,96	0,95
I63 RR	1,05	0,96	1,02	0,96	0,95	0,99	0,94	0,94
I21 relative caseload at normal conditions	1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,02
I21 relative caseload at extreme conditions	0,96	1,00	1,05	0,97	0,95	0,94	0,96	1,08
I21 RR	0,96	1,01	1,04	0,98	0,96	0,95	0,96	1,06

Liite 12. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	196	202	208	208	208	204	204	202
extremes	20	21	21	21	21	21	21	21
I63 relative caseload at normal conditions	0,97	0,99	0,99	1,00	1,01	0,98	0,99	1,00
I63 relative caseload at extreme conditions	1,21	1,12	0,97	0,97	1,04	1,00	1,11	1,10
I63 RR	1,24	1,13	0,98	0,97	1,04	1,02	1,12	1,09
I21 relative caseload at normal conditions	1,00	0,99	0,99	1,01	0,99	1,00	1,00	1,00
I21 relative caseload at extreme conditions	1,07	0,94	1,06	1,07	0,94	1,03	1,03	1,03
I21 RR	1,07	0,95	1,06	1,07	0,95	1,03	1,02	1,02

Liite 13. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin typpidioksidipitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	196	202	208	208	206	202	204	202
extremes	20	21	21	21	21	21	21	21
I63 relative caseload at normal conditions	0,99	1,01	0,97	0,99	1,01	0,98	1,00	1,02
I63 relative caseload at extreme conditions	1,01	0,95	1,08	1,04	1,04	0,99	1,04	0,97
I63 RR	1,01	0,94	1,11	1,05	1,04	1,01	1,03	0,95
I21 relative caseload at normal conditions	1,00	0,99	1,01	1,01	0,99	1,00	1,01	1,00
I21 relative caseload at extreme conditions	1,11	0,99	0,91	1,04	1,02	1,03	1,01	1,03
I21 RR	1,12	1,00	0,90	1,03	1,03	1,03	1,00	1,02

Liite 14. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	196	202	208	208	208	208	208	202
extremes	20	21	21	21	21	21	21	21
I63 relative caseload at normal conditions	0,98	0,99	0,99	1,00	1,01	0,99	1,02	1,03
I63 relative caseload at extreme conditions	1,06	0,99	1,02	1,03	0,98	0,89	0,90	0,96
I63 RR	1,08	1,00	1,03	1,04	0,97	0,90	0,89	0,93
I21 relative caseload at normal conditions	0,99	1,00	1,01	1,00	0,99	0,99	1,01	1,02
I21 relative caseload at extreme conditions	1,00	0,96	1,01	1,00	0,93	1,01	1,03	0,98
I21 RR	1,01	0,96	1,00	1,00	0,94	1,02	1,02	0,97

Liite 15. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin tuloskooste, kun tutkittiin typpidioksidi pitoisuuksia.

season	47 - 7	1 - 13	8 - 20	14 - 26	21 - 33	27 - 39	34 - 46	40 - 52
weeks total	196	202	208	208	208	208	208	202
extremes	20	21	21	21	21	21	21	21
I63 relative caseload at normal conditions	0,98	0,99	1,00	1,00	1,01	0,99	1,02	1,02
I63 relative caseload at extreme conditions	1,06	1,03	0,96	0,99	0,95	0,89	0,89	1,07
I63 RR	1,08	1,05	0,96	0,99	0,94	0,90	0,87	1,05
I21 relative caseload at normal conditions	1,00	0,99	1,01	1,00	0,99	0,99	1,01	1,02
I21 relative caseload at extreme conditions	0,90	1,04	1,05	1,01	0,94	1,03	1,10	0,91
I21 RR	0,90	1,05	1,04	1,01	0,95	1,04	1,09	0,89

Liite 16

Sanasto

Alavirran signaalireitti (engl. Downstream signaling pathway)

Alavirran signaalireitillä tarkoitetaan informaation kulkusuuntaa. Yleisesti signaalireiteistä puhuttaessa viitataan proteiinien tuottamiseen solussa. Esimerkiksi kaikki, mitä transkriptio tekijä (säätää proteiinien tuotantoa) säätää, kutsutaan alavirran signaloinniksi.

Lähde:

Cooper, G. (2000) Pathways of Intracellular Signal Transduction. 24.4.2018.
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9870/>>

Alveolaaritila

On keuhkorakkuloiden eli alveolien väliin jäävä tila. Keuhkorakkuloissa tapahtuu elimistön kaasujenvaihto.

Arterioli

Pieni valtimo, jonka kautta veri virtaa hiussuoniin.

Bronkioli

Keuhkoputkien putkimaiset pienemmät haarautumat, joiden läpimitta on noin 1mm ja ne koostuvat sidekudoksesta ja sileästä lihaskudoksesta, valekerrostuneiden kuutio- ja lieriöepiteelin pinnalla on värekarvoja.

Lähde:

Hervonen, H. (2013). Keuhkojen ja hengitysteiden histologia. 25.4.2018
<<https://helda.helsinki.fi/dikk/bitstream/handle/2455/138480/HengHistolumo2013.pdf?sequence=4&isAllowed=y>>

Degeneratiivinen muutos

Degeneratiivinen viittaa rappeutumiseen. Degeneraatio johtuu sidekudoksen proteiinien ja niitä ympäröivän väliaineen muutoksista. Degeneratiivisia muutoksia voi syntyä tapaturman seurauksena, jolloin vaurioitunut alue korvautuu usein arpikudoksella, jonka rakenne poikkeaa alkuperäisestä, jolloin esiintyy myös sidekudoksen lujuuden ja kimmoisuuden heikkenemistä. Sydäninfarktissa, kun

sydänlihaskudos kärsii hapenpuutteesta tarpeeksi kauan, korvautuu sydänlihaskudos arpikudoksella ja tämä heikentää sydämen toimintaa.

Lähde:

Lääketieteen sanasto (2017.) Duodecim terveyskirjasto. 24.4.2018.

<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt00504>

Myllynen, P. (1995). Degeneratiiviset sairaudet ja traumat. 24.4.2018.

<<http://www.duodecimlehti.fi/lehti/1995/17/duo50381>>

DNA replikaatio

DNA: kahdentuminen tapahtuu aina jokaisen solunjakautumisen yhteydessä ja siinä vanhan DNA juosteen rinnalle pyritään rakentamaan identtinen kopio.

Lähde:

DNA:n replikaatio (2006). Solunetti. 24.4.2018. < http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/dna-n_replikaatio/2/>

Endotoksiini

Bakteerin ulkokalvon molekyyli, joka saa aikaan isäntäelimistössä muun muassa kuumetta infektion aikana.

Lähde:

Lääketieteen sanasto (2017). Duodecim terveyskirjasto. 25.4.2018. <

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt00702>

Immunologia

Immunologia on tieteenala, jossa tutkitaan ihmiselimistön puolustuskykyä.

Immunologialla tarkoitetaan myös ihmiselimistön puolustuskykyä ja vastustuskykyä erilaisia vieraita aineita ja taudinaiheuttajia vastaan.

Lähde:

Mustajoki, P. (2017). Autoimmuunisairaudet. 24.4.2018.

<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00010>

Mutaatio DNA:ssa

Mutaatiolla tarkoitetaan muutosta DNA:n järjestyksessä. Yleensä mutaatiossa yksi emäspari (nukleotidi) vaihtuu tai nukleotideja tulee lisää tai poistuu. Joskus mutaatio voi

tapahtua jokin sellaisen geenin säätelyalueella, missä mutaatio saa aikaan aktiivisen syöpää aiheuttavan geenin, missä solujenjakautuminen on kontrolloimatonta.

NSTEMI (non-ST elevation myocardial infarction)

Sydäninfarktin tavallisin syntymismekanismi on valtimon seinämäkovettuman repeäminen tai vaurioituminen, mikä seurauksena suonen sisäiset hyytymisprosessit käynnistyvät. Sydänsähkökäyrässä on nähtävissä ainoastaan ST-segmentin laskuja tai T-aallon käänteisyyttä, kun sepelisuonen seinään ei synny hyytymää, joka täysin tukkisi suonen. Tämän perusteella sydäninfarkti onkin nimetty ei-ST-nousuinfarktiksi (NSTEMI).

Lähde:

Kettunen, R. (2014). ST-nousuinfarktin ja ei-ST-nousuinfarktin synty. 24.4.2018.
<http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00113>

Patologia

Patologia eli tautioppi selvittää solujen, kudosten ja elinten rakenteita ja muutoksia erilaisissa sairauksissa.

Lähde:

Patologia (2006). Solunetti. 24.4.2018. < <http://www.solunetti.fi/fi/patologia/etusivu/>>

Proteiinien valmistaminen ja muokkaaminen

Proteiinien valmistamisen ja muokkaamisen yhteydessä puhutaan usein proteiinisynteesistä. DNA:ssa olevien ohjeiden mukaan solut tuottavat proteiineja, joita edelleen muokataan toimivan muotoon solun sisällä. Proteiineja tarvitaan katalysoimaan solun kemiallisia reaktioita. Proteiinit osallistuvat myös aineiden kuljetukseen solussa ja solujen välillä. Hyviä esimerkkejä elimistön proteiineista on lihaksen aktiini ja myosiini sekä insuliini ja kasvuhormoni.

Lähde:

Proteiinien tehtävä (2006). Solunetti. 24.4.2018.
<http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/valkuaisaineiden_tehtavia/2/>

STEMI (ST elevation myocardial infarction)

Sydäninfarktin tavallisin syntymismekanismi on valtimon seinämäkovettuman repeäminen tai vaurioituminen, mikä seurauksena suonen sisäiset hyytymisprosessit käynnistyvät.

Kun tukos kehittyy nopeasti ja kudus joutuu kovaan hapenpuutteeseen, on sydänsähkökäyrässä nähtävissä ST-segmentin nousuja

Lähde:

Kettunen, R. (2014). ST-nousuinfarktin ja ei-ST-nousuinfarktin synty. 24.4.2018.

<http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00113>

Sytokiini

Sytokiinit ovat solujen välisinä viestiaineina toimivia proteiineja. Sytokiinit säätelevät elimistön puolustusreaktioita ja sytokiinien tuotanto lisääntyykin infektioissa, mikä voimistaa elimistön puolustusreaktiota.

Lähde:

Silvennoinen, O. & M. Hurme (2003). Uutta sytokiineista. 24.4.2018.

<<http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2003/8/duo93535>>

Syövän esiasteiden muodostuminen

Syövän esiasteiden muodostumisella tarkoitetaan poikkeavan kudoksen muodostumista, missä solujen järjestys on häiriintynyt ja ne ovat poikkeavia.

Lähde:

Syöpäsanasto (2011). Kaikki syövästä. 25.4.2018. < <https://www.kaikkisyovasta.fi/tietoa-syovasta/syopasanasto/>>

Värekarvallinen epiteelisolu

Epiteelit koostuvat solurakenteista ja solujen välisistä liitoksista. Yksinkertaistettuna epiteelit verhoavat elimistön pintarakenteita, putkia ja onteloita. Epiteelit tarjoavat fyysistä suojaa ja vastaavat erittymisestä ja imeytymisestä.

Lähde:

Yleistä epiteeleistä (2006). Solunetti. 25.4.2018.

<<http://www.solunetti.fi/fi/histologia/epiteelit/>>