

PRO GRADU -TUTKIELMA

Pia Vattulainen

**Vuosina 1980–2003 skitsofreniaan sairastuneiden
fyysinen terveys hurdle-mallien avulla tarkasteltuna**

TAMPEREEN YLIOPISTO
Informaatiotieteiden yksikkö
Tilastotiede
Heinäkuu 2012

Tampereen yliopisto

Informaatiotieteiden yksikkö

VATTULAINEN, PIA: Vuosina 1980–2003 skitsofreniaan sairastuneiden fyysinen terveys hurdle-mallien avulla tarkasteltuna

Pro gradu -tutkielma, 45 s., 10 liites.

Tilastotiede

Heinäkuu 2012

Tiivistelmä

Skitsofrenia on vaikea psykoosisairaus, joka aiheuttaa monenlaisia ajattelun, tunteiden ja toiminnan häiriöitä ja tuo usein ongelmia mm. itsestä huolehtimiseen. Terveellisten elintapojen ylläpitämisen vaikeus, lääkityksen sivuoireet ja mahdolliset terveydenhuollon toiminnan puutteet lisäävät skitsofreniaa sairastavien fyysistä sairastavuutta ja vaikeuttavat sairauksien hoitoa.

Suomessa on 1970-luvulta lähtien pyritty toteuttamaan deinstitutionalisaatiota eli keskittämään psykiatrista hoitoa sairaalasta avohoitoon. Avohoidon riittämätön kehitys on saattanut heikentää skitsofreniapotilaiden hoitoa ja näin lisätä fyysistä sairastavuutta.

Vuosina 1980–2003 skitsofreniadiagnoosin saaneiden henkilöiden yleissairaalahoitoon tarvetta diagnoosin jälkeen seuraamalla selvitetään, vaikuttaako skitsofreniaan sairastumisen ajankohta fyysiseen terveyteen. Tarkastelun kohteena ovat somaattisten sairauksien, sydän- ja verisuonitautien sekä sepelvaltimotaudin aiheuttamien hoitopäivien ja -jaksojen määrät.

Tutkittavissa muuttujissa on paljon nolliä, sillä huomattavalla osalla aineiston henkilöistä ei ole yleissairaalahoitoa. Menetelmäksi valittua hurdle-mallinnusta voidaan käyttää tällaisessa aineistossa, sillä niissä tapahtuman toteutumisen todennäköisyys ja lukumäärät mallinnetaan erikseen. Koska sairaalahoitoon määrät vaihtelevat paljon, mallinnuksessa käytetään negatiivista binomijakaumaa liihajonnan hallitsemiseksi.

Skitsofreniaan sairastumisen ajankohta vaikuttaa vain vähän siihen, joutuuko sairastunut sairaalahoitoon somaattisista syistä myöhemmässä vaiheessa. Hoidon määrässä on kuitenkin vaihtelua, sillä lähellä 2000-lukua skitsofreniaan sairastuneiden terveys on heikompi kuin alkutilanteessa 1980-luvun alussa sairastuneilla useammallakin mittarilla mitattuna. Tuloksiin vaikuttavat myös seuranta-aikana muuttuneet hoitokäytännöt ja lääkitys, joten suoraa johtopäätöksiä deinstitutionalisaation vaikutuksista ei voi tehdä. Terveystilan heikentyminen voi viitata kuitenkin skitsofreniaa sairastavien riittämättömään terveyden seurantaan ja hoitoon.

Asiasanat: deinstitutionalisaatio, hurdle-mallit, negatiivinen binomijakauma, rekisteriaineisto, skitsofrenia

Sisältö

1 Johdanto	7
1.1 Tutkimusongelma	7
1.2 Taustaa	7
1.2.1 Skitsofrenia	7
1.2.2 Skitsofreniaan liittyvä somaattinen sairastavuus	8
1.2.3 Deinstitutionalisaatio	11
1.3 Tutkielman rakenne	12
2 Aineisto	13
2.1 Aineisto ja sen käsittely	13
2.2 Esittely	14
3 Menetelmät	20
3.1 Lukumäärävasteen mallintaminen	20
3.1.1 Poissonin regressio	20
3.1.2 Ylihajonta	20
3.1.3 Negatiivinen binomijakauma	21
3.2 Vastemuuttujan nolla-arvojen yliedustus	23
3.2.1 Nollien lähteet	23
3.2.2 Zero-altered ja zero-inflated-mallit	24
3.2.3 ZANB- eli hurdle-mallit	25
3.3 Mallin valinta	28
4 Tulokset	30
4.1 Hoitopäivien mallit	31
4.2 Hoitajaksojen mallit	35
4.3 Vuosiluokan vaikutus hoidontarpeeseen	40
4.4 Sukupuolen ja iän vaikutus	41
5 Pohdinta	44
Lähdeluettelo	46
Liite A: Muuttujaluettelo	48
Liite B: Hoitopäivien ja -jaksojen kuviot	49
Liite C: R-tulosteet	50

1 Johdanto

1.1 Tutkimusongelma

Skitsofrenia on yksi vakavimmista mielenterveyden häiriöistä ja sitä sairastavilla on muuta väestöä enemmän myös fyysisen terveyden ongelmia. Skitsofreniaa sairastavat ovat haavoittuva ryhmä, jos terveydenhoidon saatavuudessa tai laadussa on heikkouksia. Viime vuosikymmeninä Suomessa kuten muissakin länsimaissa on pyritty siirtämään psykiatrisen hoidon painopistettä sairaalahoidosta avohoitoon. Tätä kutsutaan deinstitutionalisaatioksi. Menestyksellään muutoksen aikaansaaminen vaatii sairaalahoitopaikkojen vähentämisen ohella voimakasta avohoidon kehittämistä. Suomessa deinstitutionalisaatio on ollut nopeaa, mutta avohoidon kehitys on jäänyt jälkeen mm. 1990-luvun alun taloudellisen taantuman takia. Sairalahoidon vähennys on saattanut johtaa tilanteeseen, jossa skitsofreniaa sairastavat eivät saa tarvitsemaansa seurantaa ja hoitoa ja se voi heijastua heidän terveyteensä. Tutkielman tarkoituksena on selvittää sairaalahoitopaikkojen vähentämisen vaikutusta skitsofreniaa sairastavien fyysiseen terveyteen. Terveyttä mitataan yleissairalahoidon hoitojaksojen ja -päivien määrällä skitsofreniaan sairastumisen jälkeen. Analyysimenetelmänä käytetään ns. hurdle-malleja. Mallinnuksessa käytetään R-ohjelmiston (<http://www.r-project.org/>) pscl-kirjaston hurdle-funktiota.

1.2 Taustaa

1.2.1 Skitsofrenia

Skitsofrenia on yksi vaikeimmista ja yleensä pitkäaikainen psykoosisairaus, joka vaikuttaa haitallisesti sairastuneen omaan hyvinvointiin, lähipiirin elämään ja aiheuttaa suuria kustannuksia yhteiskunnalle. Sen tarkkaa syytä ei pitkäaikaisesta tutkimuksesta huolimatta tiedetä, mutta taustalla on todennäköisesti geneettisten tekijöiden ja ympäristön yhteisvaikutuksia.

Skitsofreniaan sairastuu noin prosentti suomalaisista ja se voi alkaa miltei minkä ikäisenä tahansa, mutta tavallisimmin sairastutaan nuorena aikuisiässä. Sairastumisiän huippu on miehillä 20–28 ja naisilla 24–32 vuoden välillä. Sairastumisajankohdan määrittäminen ei ole yksiselitteistä, sellaiseksi voidaan laskea ensimmäisten oireiden tai psykoosioireiden alku, psykoosilääkehoidon aloitus tai ensimmäinen sairaalahoido. Psykoosi voi myös alkaa niin epämääräisin oirein, että sen tunnistamiseen voi tulla kuukausien, joskus mahdollisesti

jopa vuosien viive. (Isohanni, Suvisaari, Koponen, Kieseppä & Lönnqvist 2011)

Oireet, hoito ja kustannukset

Skitsofrenian oireet vaihtelevat yksilöstä toiseen elämänkaaren kuluessa, mutta tyypillisiä oireita ovat harhaluulot, aistiharhat sekä puheen ja käyttäytymisen hajanaisuus. Todellisuudentajua hämärtävien psykoosijaksojen toistuminen on tavallista. Lisäksi sairauteen kuuluu ns. negatiivisia oireita, joita ovat puheen köyhtyminen, tunneilmaisun latistuminen ja tahdottomuus. Sairastuneen on vaikea huolehtia ihmissuhteistaan ja jopa itsestään. Skitsofrenia voi olla myös uhkaava ja pelottava sairaus mieleen työntyvine äänineen. (ks. esim. Isohanni et al. 2011)

Skitsofreniaa hoidetaan pääosin avohoidossa antipsykoottisten lääkkeiden avulla ja kuntoutuksella pyritään minimoimaan sairauden haittoja. Huomattava osa sairastuneista tarvitsee ajoittaista sairaalahoitoa. Skitsofrenia lievittyy yleensä muutamassa vuodessa ja suuri osa pitkään sairastaneista kokee oireensa hallittaviksi ja elämänlaatunsa tyydyttäväksi. (Isohanni et al. 2011)

Yhteiskunnan kannalta skitsofrenian kustannukset ovat korkeat. Sairauden diagnosointi, hoito, kuntoutus ja lääkitys tuovat suoria kustannuksia ja työ- ja toimintakyvyn laskun seurauksena menetetty työpanos tuottaa epäsuoria kustannuksia. Huomattava osa sairastuneista tarvitsee sairaalahoitoa ajoittain ja heistä jopa 80–90 % jää työkyvyttömyyseläkkeelle. Teollistuneissa maissa kokonaiskustannuksen onkin arvioitu olevan noin 1–2 prosenttia bruttokansantuotteesta. (Isohanni et al. 2011)

1.2.2 Skitsofreniaan liittyvä somaattinen sairastavuus

Skitsofrenian ja somaattisten sairauksien yhteyttä on tutkittu pitkään, mutta uudehkoja laajoja tutkimuksia tarvittaisiin enemmän. Tutkimusten tuoreus on tärkeää, sillä skitsofrenian hoito ja lääkitys on kokenut suuria muutoksia viime vuosikymmeninä. Tutkittavien joukko on monissa tutkimuksissa myös liian pieni harvinaisempien sairauksien toteamiseksi. Tutkimustuloksissa on usein ristiriitaisuuksia, eikä joidenkin sairauksien yhteyttä skitsofreniaan ole voitu vahvistaa myöhemmissä tutkimuksissa. Sairauksia on saattanut jäädä myös diagnosoimatta, sillä kohonnut kivunsieto tai kyvyttömyys ilmaista kipua voivat vaikeuttaa niiden tunnistamista.

Tutkielmassa käytetään somaattisen sairastamisen taustoittamiseen pääosin kahta tutkimustuloksia koonnutta katsausta, jotka perustuvat MEDLINE-hakuihin vuosilta 1966–2006 (Leucht, Burkard, Henderson, Maj & Sartorius 2007) ja 1966–2010 (De Hert et al. 2011), sekä tuloksia skitsofreniaan sairastavien terveydentilasta suomalaisesta Terveys 2000-tutkimuksesta (Viertiö et al. 2012) ja Isohanni et al. (2011) artikkelia Psykiatria-kirjassa.

Somaattinen sairastavuus yleisesti

Merkittäviä sairausryhmiä niin skitsofreniaa sairastavilla kuin muussakin väestössä ovat sydän- ja verisuonisairaudet, metabolinen oireyhtymä, aikuistyyppin diabetes ja syövä. Seuraavassa perehdytään ensin yleisesti somaattiseen sairastavuuteen. Sydän- ja verisuonisairauksia ja sepelvaltimotautia käsitellään erikseen. Jaottelu seuraa tutkielman tutkimuskohteita.

Diabetes

Skitsofreniaa sairastavilla on suurentunut riski sairastua aikuistyyppin eli tyyppin 2 diabetekseen. Kansainvälisten tutkimusten mukaan diabetesriski on skitsofreniaa sairastavilla 2–3-kertainen muuhun väestöön nähden, joissain ikäluokissa jopa 4–5-kertainen. (De Hert et al 2011). Sama johtopäätös seurasi myös Terveys 2000-tutkimuksessa, jossa todettiin että skitsofreniaa ja muita ei-mielialaoireisia psykooseja sairastavilla diabeteksen esiintyvyys on merkittävästi yleisempää kuin muulla väestöllä. Myös diabetekseen viittaavat veren paastoglukoosi ja insuliinipitoisuus olivat tavallista suuremmat. (Viertiö et al. 2012). Antipsykootitkin lisäävät diabeteksen todennäköisyyttä (Lambert, Velakoulis & Pantelis 2003; Viertiö et al. 2012). Joidenkin tutkimusten mukaan myös skitsofrenia itsessään, lääkkeitä riippumatta, olisi yhteydessä glukoosiaineenvaihdunnan häiriöihin. (Leucht et al. 2007)

Metabolinen oireyhtymä

Liikunnan vähäisyys, tupakointi, yksipuolinen ja liian energiapitoinen ruoka voivat johtaa ylipainoon, keskivartalolihavuuteen, kohonneeseen verenpaineeseen, rasva-aineenvaihdunnan häiriöihin ja veren sokeripitoisuuden säätelyn häiriöihin. Kun näitä häiriöitä kasaantuu tietty määrä henkilölle, hänellä todetaan olevan metabolinen oireyhtymä. Skitsofreniaan sairastuneilla metabolinen oireyhtymä on muuta väestöä yleisempää jo sairastumisen alkuvaiheessa (Isohanni et al. 2011; Viertiö et al. 2012). Perinteiset psykoosilääkkeet lisäävät vielä sen todennäköisyyttä (Viertiö et al. 2012). Metabolinen oireyhtymä lisää tyyppin 2 diabetesriskiä 5–6-kertaiseksi ja sepelvaltimotaudin aiheuttaman kuoleman riskin 3–6-kertaiseksi. Lisäksi se saattaa liittyä joihinkin syöpiin. (Hert et al. 2011).

Syöpä

Skitsofrenian ja syövän yhteyttä on tutkittu moneen otteeseen, mutta tutkimustulokset ovat olleet ristiriitaisia. On esitetty jopa teorioita, että skitsofrenia suojaisi syövilta. Skitsofreniaa sairastavat polttavat tupakkaa muuta väestöä enemmän, joten tupakointiin liittyviä syöpiä olettaisi esiintyvän paljon. Lichtermann (2001) työryhmineen sai selville, että vaikka skitsofreniaa sairastavilla on yleisväestöä enemmän erityisesti keuhko- ja nielusyöpää, niin heidän lähisukulaisillaan on tavallista vähemmän syöpiä, joten jonkinlaista geneettistä suojaa saattaisi olla. Samassa tutkimuksessa todettiin skitsofreniaa sairastavilla muuta väestöä selvästi vähemmän peräsuolensyöpää ja eturauhassyöpää.

Muita sairauksia

Muita skitsofreniaan liitettyjä terveyden häiriöitä ovat osteoporoosi ja D-vitamiinin puutos (De Hert et al. 2011; Leucht et al. 2007; Isohanni et al. 2011, Viertiö

et al. 2012), heikko suun terveys ja seksuaaliterveyden häiriöt (Isohanni, 2011, Leucht et al. 2007, De Hert et al. 2011). Näön ongelmat, joita lääkkeitkin osaltaan aiheuttavat, ovat yleisväestöä useamman vaivana (Isohanni et al. 2011, Viertiö et al. 2012). Kansainvälisissä katsauksissa skitsofreniaa sairastavilla on todettu lisääntynyt sairastumisriski vielä mm. tuberkuloosiin, hengityselinten sairauksiin, HIV-infektioon ja hepatiitti B tai C -infektioon (Leucht et al. 2007). Vaikka lääkkeet ovat osallisina moniin edellä mainittuihin sairauksiin, tutkimuksissa on kuitenkin saatu tuloksia, joiden mukaan suurin ylikuolleisuus olisi lääkkeitä käyttämättömällä skitsofreniapotilailla. (Isohanni et al. 2011).

Sydän- ja verisuonisairaudet

Sydän- ja verisuonitaudit eli verenkiertoelinten sairaudet tarkoittavat kaikkia sairauksia, jotka vaikuttavat sydämeen tai verenkiertoelimiin. Ne ovat Suomen ja muiden kehittyneiden maiden väestön yleisimpiä kuolinsyitä ja merkittävä ennenaikaisen työkyvyttömyyden aiheuttaja. Suurimmat sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijät ovat ylipaino, korkea kolesteroli, kohonnut verenpaine ja tupakointi, joten elämäntapojen merkitys sydänsairauksien ehkäisyssä on keskeinen. (Mäkijärvi, Kettunen, Kivelä & Parikka 2011)

Kansainvälisten tutkimuskatsausten perusteella skitsofreniaa sairastavilla on 2–3-kertainen riski sairastua sydän- ja verisuonitauteihin (De Hert et al. 2011) ja heidän kuolleisuutensa niiden takia on 1,8-kertainen muuhun väestöön nähden (Isohanni et al. 2011). Skitsofreniaa sairastavilla yleiset metabolinen oireyhtymä ja tyypin 2 diabetes lisäävät osaltaan riskiä sairastua myös sydän- ja verisuonitauteihin. Terveys 2000-tutkimuksessa skitsofreniaa sairastavilla on todettu paljon myös sydän- ja verisuonitaukeille altistavaa kehonkoostumusta: rasvattoman massan vähäisyyttä sekä vartalon ja yläraajojen pienentyntä lihassmassaa. (Viertiö et al. 2012)

Sepelvaltimotauti

Sepelvaltimotauti on Suomen yleisin elämäntapojen seurauksena syntynyt sydäntauti ja suurin sydänperäisten äkkikuolemien aiheuttaja. Vaikka työikäisen väestön sairastuvuus sepelvaltimotautiin on vähentynyt viime vuosikymmeninä, hoidon tarve on pysynyt ennallaan tai jopa kasvanut ikääntyvien, erityisesti naisten, suuren sairastavuuden takia. Pienituloiset ja vähän koulutetut sairastavat sepelvaltimotautia keskimääräistä enemmän. (Mäkijärvi et al. 2011).

Kansainvälisesti tarkasteltuna skitsofreniaa sairastavilla on todettu olevan 2–3,6-kertainen riski sairastua sepelvaltimotautiin ja kolminkertainen riski sydänperäiselle äkkikuolemalle (De Hert et al. 2011). Suomen terveys 2000-tutkimuksessa lääkitys- ja hoitotietojen perusteella arvioiden sepelvaltimotautia ei ollut muuta väestöä enemmän, mutta q-aaltoinfarktia, sepelvaltimotautiin viittaavaa sydäninfarktityyppiä, tavattiin merkittävästi enemmän. (Viertiö et al. 2012)

Skitsofrenia ja kuolleisuus

Skitsofreniaan liittyy suurentunut ennenaikaisen kuoleman riski. Kansainvälisissä tutkimuksissa kuolleisuuden on todettu olevan 2,5-kertainen, kun skitsofreniaa sairastavien kuolleisuutta on verrattu iän, sukupuolen ja tarkastelujakson suhteen vastaavan ryhmän kuolleisuuteen. Suomessa sairastuneiden odotettavissa oleva elinikä on 15–20 vuotta muuta väestöä lyhyempi. Keskiikäisten ja sitä vanhempien osalta ylikuolleisuus aiheutuu luonnollisista syistä, joiden taustalla ovat epäterveellisten elintapojen aiheuttamat sydän- ja verisuonisairaudet, hengityselimistön ja ruoansulatuselinten sairaudet ja tulehduksia. Skitsofreniapotilaista n. 60–70 % tupakoi ja viidenneksellä on alkoholin liikkakäyttöä. (Isohanni 2011 et al.) Skitsofreniaa sairastavilla on myös 2,8–3,5-kertainen riski olla merkittävästi ylipainoisia (De Hert et al. 2011). Tilannetta vaikeuttaa skitsofreniaa sairastavien alentunut kyky tunnistaa hoidon tarpeensa ja heikot mahdollisuudet hakea ja saada tehokasta hoitoa. (Isohanni et al. 2011).

Suurinta ylikuolleisuus muuhun väestöön verratessa on 20–40-vuotiailla, sillä itsemurhariski on suurimmillaan ensimmäisinä vuosina sairastumisen jälkeen. Itsemurhat ja muut ei-luonnolliset syyt ovat nuorten potilaiden keskeisiä kuolinsyitä. Skitsofreniaa sairastavilla on myös suurempi alttius tapaturmille, onnettomuuksille ja myrkytyksille. (Isohanni et al. 2011)

1.2.3 Deinstitutionalisaatio

Terveystieteiden piirissä deinstitutionalisaatiolla tarkoitetaan psykiatrisen hoidon painopisteen siirtämistä sairaalahoidosta avohoitoon. Siihen sisältyy sairaalassa olevien potilaiden sijoittamista yhteiskunnan tarjoamien muiden palvelujen piiriin, uusien hoitoa tarvitsevien ohjaamista vaihtoehtoisiin palveluihin ja erityispalvelujen kehittämistä sairaalahoidon ulkopuolella oleville psyykkisesti sairaille ihmisille. (Lamb & Bachrach 2001)

Yhdysvalloissa ja useissa Euroopan maissa sairaalakeskeisestä hoidosta on pyritty eroon 1950-luvulta lähtien. Hoito suurissa laitoksissa koettiin epähumanana ja haitallisena potilaille ja kalliina yhteiskunnalle. Muutosta helpotti myös lääkityksessä ja kuntoutuksessa samanaikaisesti tapahtunut kehitys. Suomessa lähdettiin vielä näihin aikoihin laajentamaan voimakkaasti sairaalaverkostoa valtion avustuksella. Sairaansijojen määrä kaksinkertaistui 15 vuoden kuluessa kunnes 1970-luvulla se oli huipussaan. Suomessakin alettiin 1970-luvun lopulla Lääkintöhallituksen raporteissa suosittaa hoidon siirtämistä sairaaloista avohuollon palveluihin. Perusteena olivat meilläkin pitkien sairaalahoidojen aiheuttamat haitalliset vaikutukset, potilaiden oikeus asua osana yhteiskuntaa ja sairaalahoidon kalleus. (Salokangas & Saarinen 1998)

Suomen deinstitutionalisaatiokehitys on ollut yksi maailman nopeimmista. Vielä 1980-luvun alussa Suomessa oli 20 000 psykiatrista sairaansijaa, eli 4,2 tuhatta henkilöä kohden. Kahdessakymmenessä vuodessa määrä laski 6000 sairaansijaan. Aluksi 1980-luvulla sairaalahoitopaikkojen vähentäminen kompen-

soitiin lisäämällä avohuollon palveluja ja kaksinkertaistamalla sen henkilöstön määrä, mutta 1990-luvulla ollut talouden taantuma lopetti hyvän kehityksen. Vaikka sairaalahoitopaikkoja vähennettiin vuosien 1992–1995 välisenä aikana, avohuollon henkilöstön määrää ei lisätty, vaan se väheni myös. Avohuollon henkilöstöä on sittemmin lisätty, mutta vielä vuonna 1999 ei oltu saavutettu vuoden 1992 tasoa. 1990-luvulla psykiatrian yhteenlasketut hoitoresurssit vähenivät noin 30 prosenttia. (Lehtinen & Taipale 2001) Vähentyneet hoitopaikat näkyvät erityisesti hoitajaksojen pituuksissa.

Vähennyksistä huolimatta psykiatrinen hoito on Suomessa vieläkin kansainvälisesti vertaillen sairaalapainotteista. Suomessa on muita Pohjoismaita enemmän psykiatrisia sairaalahoitopaikkoja ja yli vuoden pituisia sairaalahoitajaksoja. Avohoito on kehittymätöntä ja palvelujen saatavuus vaihtelee alueittain. Tahdosta riippumatonta hoitoa on paljon ja sen määrä vaihtelee voimakkaasti sairaanhoitopiireittäin. Vaikeuksista huolimatta deinstitutionalisaatio on osoittautunut hyväksi ratkaisuksi ainakin kun tarkastellaan sairaalahoitajaksojen jälkeisten itsemurhien määrää. Hoitajaksojen lyhentymisen on vähentänyt itsemurhia, antaen viitteitä siitä ettei hoitajaksoja ole puristettu liian lyhyiksi. (Wahlbeck & Pirkola 2008)

Deinstitutionalisaation taustalla on ollut olettamus, että yhteisössä tapahtuva hoito olisi humanimpaa, terapeuttisempaa ja halvempaa kuin sairaalahoito, mutta sitä ei ole tieteellisesti todistettu. Monet vakavista mielenterveyden häiriöistä kärsivät hyötyvät deinstitutionalisaatiosta, jos avohuollon palvelut ovat riittäviä ja sopivia, mutta kaikille heistä ne eivät sovi. Kun sairaansijoja lopetetaan, monet ennen sairaalahoidossa olleista henkilöistä ovat uhatta jäädä kodittomiksi. Sopivan lääkityksen löytäminen ja sen käyttämisen valvonta on vaikeampaa avohoidon väljissä olosuhteissa. Myös huumaavien aineiden ja päihteiden väärinkäyttöä on vaikeampi valvoa. (Lamb & Bachrach 2001)

1990-luvulla tehtyjen tutkimusten mukaan ei ole kuitenkaan viitteitä siitä, että deinstitutionalisaation myötä kodittomuus, kuolleisuus, vankilatuomiot tai päihteiden väärinkäyttö olisivat lisääntyneet Suomessa. (Korkeila 1998)

1.3 Tutkielman rakenne

Toisessa luvussa esitellään tutkielmassa käytetty aineisto ja siihen tehdyt muokkaukset. Kolmannessa luvussa perehdytään menetelmiin edeten lukumäärävas-teen mallintamisesta ylihajonnan käsittelyn kautta käytettävän menetelmän esittelyyn. Neljännessä luvussa esitetään analyysien tulokset taulukoin ja kuvin. Lopuksi pohditaan tuloksia ja menetelmää.

2 Aineisto

2.1 Aineisto ja sen käsittely

Tutkielmassa käytettävä aineisto on rekisteridata, joka sisältää vuosina 1980–2003 ensimmäisen skitsofreniadiagnoosinsa saaneiden henkilöiden kaikki sairaaloissa tapahtuneet hoitojaksot. Suurin osa henkilöistä, 91,1 %, on THL:n hoitoilmoitusrekisteristä (HILMO). Loput 8,9 % henkilöistä on Kansaneläkelaitoksen eläketietokannasta skitsofrenian takia työkyvyttömyyseläkkeelle jääneitä.

Tutkittavista on hoitoilmoitusrekisterin tietoja vuosilta 1969-2003, mutta tarkastelu on rajattu vain niihin hoitojaksoihin, jotka ovat alkaneet ensimmäisen skitsofreniadiagnoosin jälkeen ja jotka ovat toteutuneet yleissairaalas- sa. Tarkastelusta on rajattu pois myös sellaiset henkilöt, joiden ensimmäinen diagnoosi on tapahtunut alle 15- tai yli 65-vuotiaana. Rajausten jälkeen alun perin 30685 henkilön 403286 hoitojaksosta on jäänyt jäljelle 30273 henkilön 275735 hoitojaksoa.

Aineistossa on tiedot hoitojaksojen ajankohdasta, niiden pituus päivinä ja jaksoon liittyvät pää- ja sivudiagnoosit. Henkilöistä on tiedossa syntymävuosi ja sukupuoli. Käytettävissä on ollut myös tilastokeskuksen rekistereistä aineistoon tuotuja sosiodemografisia tietoja, joista tutkielmassa on käytetty kuolinpäivää. Syntymäajan perusteella määritetään ensimmäisen skitsofreniadiagnoosin aikainen ikä.

Sairaalahoitoaika suhteutetaan seuranta-aikaan, eli siihen aikaan, jonka henkilö on ollut riskissä joutua sairaalahoitoon. Seuranta-aika alkaa henkilön ensimmäisestä skitsofreniadiagnoosin sisältämästä hoitojaksosta ja päättyy vuoden 2003 loppuun tai henkilön kuolemaan, jos se on tapahtunut ennen vuoden 2003 loppua.

Diagnoosiensa perusteella hoitojaksot on merkitty somaattisista syistä, sydän- ja verisuonitautien tai sepelvaltimotaudin takia tapahtuneiksi. Luokat ovat sisäkkäisiä siten että somaattiset syyt sisältävät molemmat muut sairausryhmät ja edelleen sepelvaltimotauti sisältyy sydän- ja verisuonisairauksiin.

Vuosien 1980-2003 aikana tautiluokitusjärjestelmä on muuttunut kolme kertaa. ICD-8 on ollut voimassa vuoteen 1986, vuosina 1987-1995 käytössä on ollut ICD-9 ja nykyinen luokitus ICD-10 on ollut voimassa vuodesta 1996 lähtien. Somaattisiksi sairauksiksi valitut sairausryhmät ovat taulukossa 2.1. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty raskaus ja siihen liittyvät diagnoosit, synnynnäiset epämuodostumat, perinataaliset sairaudet, muualla luokittamattomat oireet ja

Taulukko 2.1. Seurattavat somaattiset sairaudet.

Tautiryhmä	ICD-8	ICD-9	ICD-10
Tartunta- ja loistaudit	000 - 136	001 - 139	A00 - B99
Kasvaimet	140 - 239	140 - 239	C00 - D48
Umpieritys- ym. taudit	240 - 279	240 - 279	E00 - E90
Veren ja vertamuod. elinten sairaudet	280 - 289	280 - 298	D50 - D89
Hermoston ja aistimien taudit	320 - 358	320 - 359	G00 - G99
Silmän ja sen apuelinten sairaudet	360 - 379	360 - 379	H00 - H59
Korvan ja kartiolisäkkeen sairaudet	380 - 389	380 - 389	H60 - H95
Verenkiertoelinten sairaudet	390 - 458	390 - 459	I00 - I99
Hengityselinten taudit	460 - 519	460 - 519	J00 - J99
Ruuansulatuselimistön sairaudet	520 - 577	520 - 579	K00 - K93
Virts- ja sukupuolielinten taudit	580 - 629	580 - 629	N00 - N99
Ihon ja ihonalaiskudoksen taudit	680 - 709	680 - 709	L00 - L99
Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet	710 - 738	710 - 739	M00 - M99

sairaustenmerkit, vammat, myrkytykset ja muut ulkoisten syiden seuraukset, vammojen, sairauksien ja kuoleman ulkoiset syyt ja muut syyt terveydenhuollon palveluihin yhteydenottoihin. Psykiatrisissa sairaaloissa tapahtuneet hoitojaksot diagnoosista riippumatta jätetään tarkastelujen ulkopuolelle. Sydän- ja verisuonitauteja ovat taulukon verenkiertoelinten sairaudet ja sepelvaltimotautia määrittäviksi diagnoosikoodeiksi on otettu 410-414 (ICD-8 ja ICD-9) ja I20-I25 (ICD-10).

Aineisto on alun perin pitkittäisaineisto, jossa yksikkönä on ollut hoitajakso ja henkilöllä on ollut mahdollisesti useita hoitojaksoja. Aineisto on kuitenkin lyhennetty henkilöitä koskevaksi summaamalla jokaisen henkilön hoitopäivät ja laskemalla hoitojaksot yhteen. Muunnos on tehty koska paljon nollia sisältävien poikittaisaineistojen menetelmille löytyy valmiita ohjelmistoja eikä tutkimusongelman luonne vaadi tietoa tilanteen ajallisesta etenemisestä.

2.2 Esittely

Skitsofreniaan sairastuu vuosittain reilu tuhat henkilöä. Kuten taulukosta 2.2 näkee, skitsofreniaan sairastui vuosittain edellisvuosia vähemmän ihmisiä aina 1990-luvun alkupuolelle saakka, mutta sairastuvuus alkaa taas lisääntyä hiljalleen seuraavina vuosina. Useimpina vuosina miehiä sairastuu naisia enemmän ja he sairastuvat myös nuorempina. Naiset näyttäisivät sairastuvan vähän entistä vanhempina ajan kuluessa, miehillä vastaavaa kehitystä ei ole nähtävissä. Muutokset vuosittaisissa sairastuneiden määrissä voivat olla seurausta mm. skitsofrenian diagnostisten kriteerien muutoksista (Salokangas et al. 2010).

Skitsofreniaan sairastumisen vuosi on luokiteltu viiteen luokkaan taulukon 2.3 mukaisesti. Luokitus toimii myös summittaisena tapahtumien jaksottajana. Ensimmäisen vuosiluokan aikana deinstitutionalisaatio on niin alussa, ettei

Taulukko 2.2. Skitsofrenian toteamisvuosien sukupuoli- ja ikärakenne.

	Lkm	Miesten osuus %	Miesten ikä ka.	Naisten ikä ka.
1980	1837	51,3	34	36
1981	1722	50,3	34	37
1982	1689	52,6	33	36
1983	1574	53,1	33	36
1984	1407	53,8	33	36
1985	1270	52,0	34	36
1986	1290	51,2	33	36
1987	1242	49,4	34	38
1988	1110	49,3	34	37
1989	1151	49,9	34	37
1990	1009	51,0	34	37
1991	1004	54,4	34	38
1992	1122	52,0	34	38
1993	1058	55,9	34	38
1994	1158	54,7	34	38
1995	1108	57,8	34	38
1996	1072	59,2	35	39
1997	1062	58,9	34	39
1998	1072	58,0	35	38
1999	1152	53,8	34	38
2000	1248	56,1	34	38
2001	1276	56,0	33	38
2002	1312	56,8	35	38
2003	1328	50,8	35	38

Taulukko 2.3. Skitsofreniaan sairastumisen vuosiluokat.

Vuosiluokka	Henkilöitä	%
1980–1984	8229	27,2
1985–1989	6063	20,0
1990–1994	5351	17,7
1995–1999	5466	18,1
2000–2003	5164	17,1

Taulukko 2.4. Hoitopäivien määrä.

Hoitopäiviä yhteensä	ei hp	ei hp (%)	1-7 (%)	8-30 (%)	yli 30 (%)	max
Somaattiset sairaudet	17317	57,2	18,4	13,8	10,5	5864
Verenk. sairaudet	26558	87,7	5,2	4,2	2,9	4432
Sepelvaltimotauti	29174	96,4	1,4	1,6	0,7	3165

sairaansijoja ole vielä paljoa karsittu. 1980-luvun loppupuolella kehitys jatkuu, samalla avohoitoa kehitetään. 1990-luvun alkupuolella on talouden syvin taantuma säästötoimenpiteineen, 1990-luvun loppu on toipumisen aikaa ja 2000-luvulla tilanne on ehkä jo tasaantunut ja sairaalahoitopaikkojen vähentäminen aiempaa hallitumpaa.

Sairausryhmäkohtaisista hoitopäivä- ja hoitajakso tiedoista on kooste taulukoissa 2.4 ja 2.5. Suurimmalla osalla henkilöistä ei ole yleissairaalahoitoa ollenkaan, mutta joillekin on kertynyt tuhansia hoitopäiviä ja jopa yli sata hoitajaksoa. Niillä, joilla on sairaalahoitoa, on hoitopäiviä ja -jaksoja pääosin vähän, esimerkiksi somaattisissa sairauksissa vain kymmenellä prosentilla henkilöistä on yli 30 hoitopäivää, vaikka niiden maksimimäärä on melkein 6000 päivää. Sama ilmiö on hoitajaksoissa, joissa somaattisten sairauksien kohdalla alle kymmenellä prosentilla henkilöistä on yli viisi hoitajaksoa. Tilanne kärjistyy sydän- ja verenkiertoelinten sairauksien ja sepelvaltimotaudin kohdalla. Liitteessä *Hoitopäivien ja -jaksojen kuviot* esitetään hoitopäivien ja jaksojen frekvenssien pylväskuviot.

Hoidon tarve seuranta-aikaan suhteutettuna

Tutkittavan aiheen kannalta on olennaista tarkastella hoitopäiviä ja -jaksoja verrattuna siihen kauanko henkilö on ollut aineistossa. Kuvissa 2.1 näytetään paljonko hoitoa on ollut seuranta-ajan suhteen eri vuosiluokissa sairastuneil-

Taulukko 2.5. Hoitajaksojen määrä.

Hoitajaksojen määrät	ei hj	ei hj (%)	1-5 (%)	6-10 (%)	yli 10 (%)	max
Somaattiset sairaudet	17314	57,2	34,1	5,1	3,6	144
Verenk. sairaudet	26558	87,7	10,8	1,0	0,5	43
Sepelvaltimotauti	29174	96,4	3,2	0,3	0,1	26

la. Vuosiluokkien väliset erot näytetään sukupuolittain. Vaakasarakkeina ovat sairausryhmät ja pystysarakkeina hoitopäivät ja hoitojaksot.

Kuvissa korostuvat vuosien 1985–1989 aikana sairastuneiden muita suuremmat hoitomäärät kaikissa sairausryhmissä. Erot korostuvat erityisesti sepelvaltimotaudin hoitopäivien määrissä naisilla ja jaksojen määrissä miehillä. Tässä vuosiluokassa sairastuneilla on paljon poikkeavia havaintoja hoidon määrän suhteen ja se korottaa palkeissa ilmoitettuja keskiarvoja, vaikka esim. mediaanit eivät eroaisikaan paljoa toisistaan.

Somaattisten sairauksien aiheuttamat hoitopäivät näyttäisivät olevan myöhemmin sairastuneilla alkutilannetta hieman vähäisemmät, toisaalta hoitokasojen tilanteessa tilanne näyttäisi olevan melkein päinvastoin. Vuosiluokkien erot ovat kuitenkin pienet.

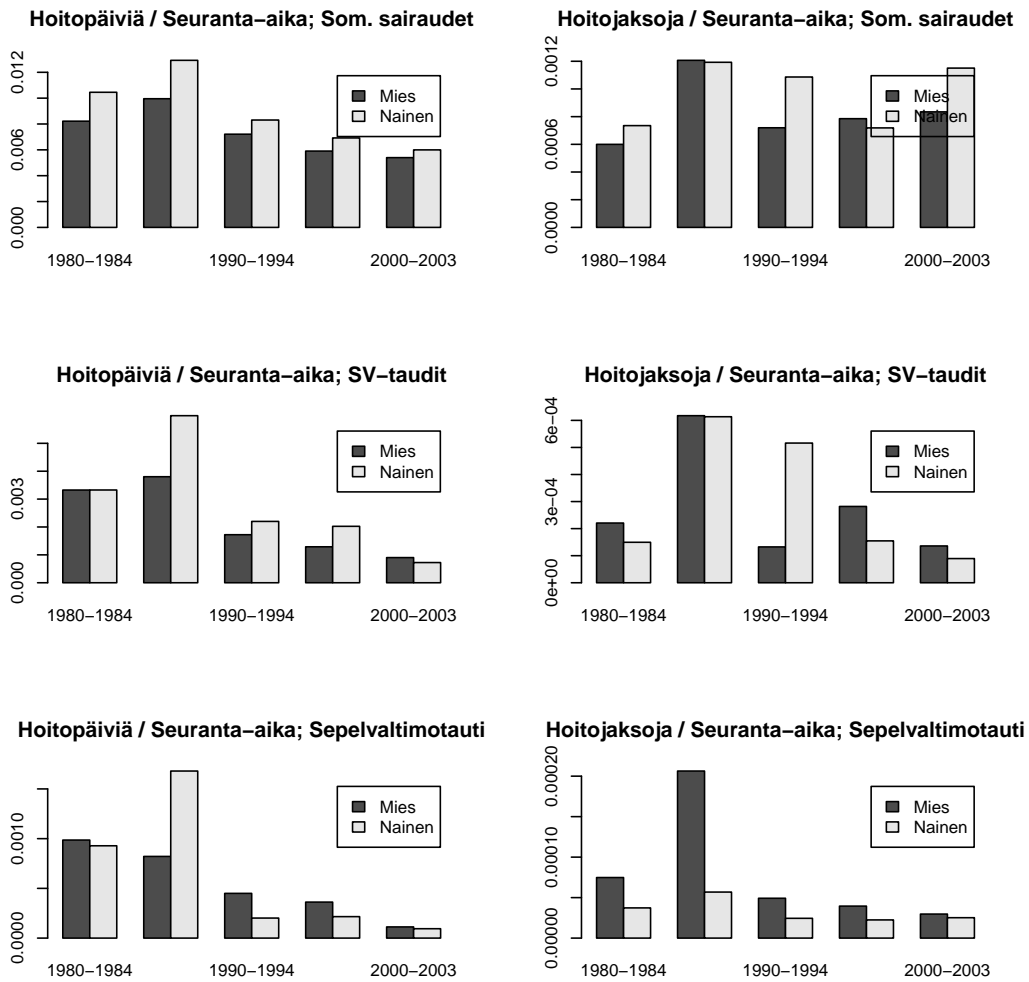
Verenkiertoelinten sairauksissa korostuvat tutkinta-ajan keskivaiheilla skitsofreniaan sairastuneiden suuret hoitomäärät. Hoitopäivien määrät näyttäisivät kuitenkin vähenevän ja hoitokasojen määrä vaikuttaisi palaavan alkutilannetta vastaavaksi.

Sepelvaltimotaudin hoitopäivät näyttäisivät vähenevän, mutta hoitokasojen määrät edellämainittua poikkeusta lukuunottamatta ovat miltei yhtäsuuret kaikissa vuosiluokissa.

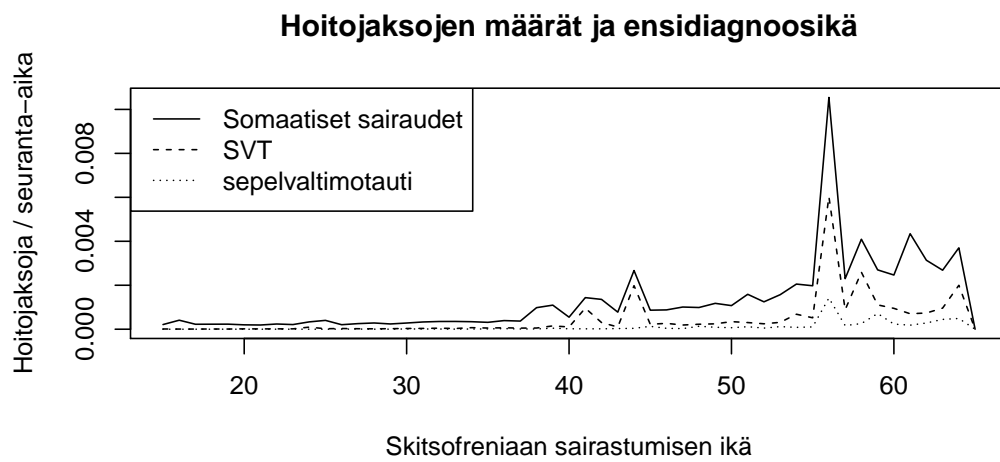
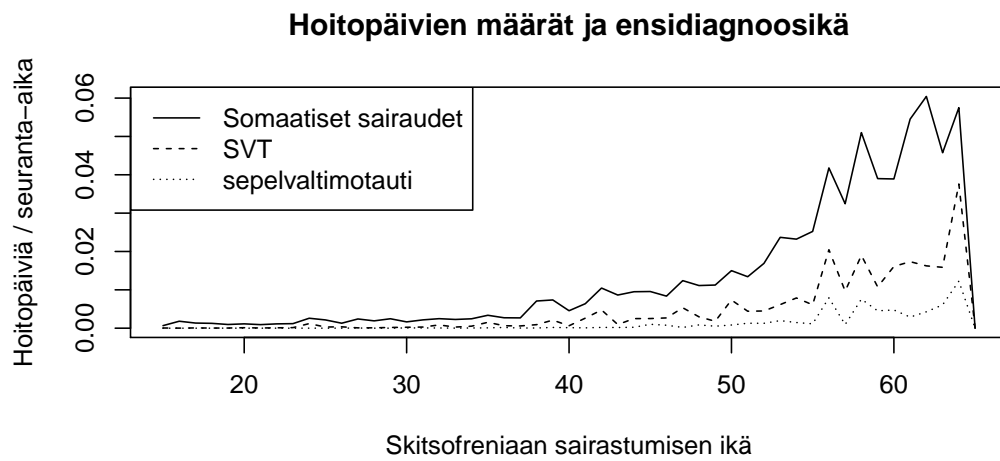
Iän vaikutus hoitopäiviin

Kuvassa 2.2 on hoitopäivien ja -jaksojen määrien eroja sen mukaan, missä iässä aineiston henkilö on sairastunut skitsofreniaan. Nuorena sairastuneilla on huomattavasti vähemmän hoitopäiviä ja jaksoja kuin vanhempana sairastuneilla. Ikä vaikuttaa erityisesti hoitokasojen pituuteen, sillä hoitopäivien määrien lisäys on voimakkaampaa kuin hoitokasojen. Noin 56-vuotiaina sairastuneilla on poikkeavan paljon hoitokasoja, ilmiö voi johtua poikkeavista havainnoista.

Jos seuranta-aika olisi paljon pidempi, hoitokasojen määrien käyrät voisivat olla hyvinkin toisen näköisiä, sillä skitsofreniaan sairastutaan keskimäärin melko varhaisessa iässä, mutta vanhemmalla iällä sairastutaan enemmän somaattisiin sairauksiin. Aineistossa nuorena sairastuneet eivät ole ehtineet vanheta esimerkiksi sepelvaltimotaudin pahimpaan riski-ikään, joka on varsinkin naisilla suhteellisen myöhäinen.



Kuvio 2.1. Hoitopäivien ja -jaksojen määrät seuranta-aikaan suhteutettuna.



Kuvio 2.2. Hoitopäivien ja -jaksojen määrät seuranta-aikaan suhteutettuna.

3 Menetelmät

3.1 Lukumäärävasteen mallintaminen

3.1.1 Poissonin regressio

Poissonin regressiota on yleisesti käytetty lukumäärämuotoisen aineiston mallintamiseen. Poissonin jakauman pistetodennäköisyysfunktio on

$$(3.1) \quad f(y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, \quad \text{kun } y = 0, 1, \dots \text{ ja } \mu > 0,$$

jossa y on diskreetti satunnaismuuttuja ja μ on odotusarvo. Poissonin jakaumassa on oletuksena odotusarvon ja varianssin yhtäsuuruus. Kun varianssi on liian suurta odotusarvoon nähden, puhutaan ylihajonnasta.

Poissonin regressiossa tapausten lukumääriä voidaan verrata aikaan tai tilaan, jossa ne ovat voineet tapahtua, lisäämällä funktioon riskiin liittyvän t -kertoimen:

$$(3.2) \quad f(y; \mu) = \frac{e^{-t\mu} (t\mu)^y}{y!}, \quad \text{kun } y = 0, 1, \dots \text{ ja } \mu > 0.$$

Jos $t = 1$, palautuu jakauma (3.2) tavalliseksi Poissonin jakaumaksi ja sen avulla mallinnetaan lukumääriä ilman suhteuttamista tapahtumaympäristöön. Kertoimen t luonnollisen logaritmin voi lisätä malliin offset-muuttujana, jolloin odotusarvo ilmaistaan kaavalla

$$(3.3) \quad \mu = e^{x\beta + \ln(t)}.$$

Offset-muuttujan voi lisätä Poissonin regression lisäksi negatiivisen binomijakauman perusteella tehtävään mallinnukseen. (Hilbe 2011)

3.1.2 Ylihajonta

Ylihajonta tarkoittaa havaintoaineistossa olevaa liiallista hajontaa mallinnukseen käytettävän jakauman oletuksiin nähden. Ylihajonta on tosielämän aineistoissa tavallista ja se voi johtua aineistosta tai sen voivat aiheuttaa mallinnuksessa olevat puutteet.

Ylihajonnan taustalla voivat olla hyvien selittävien muuttujien puute tai yhdysvaikutusten riittämättömyys, aineistossa olevat poikkeavat havainnot, selittävien muuttujien muunnosten tarve tai väärä, lineaariseen riippuvuuteen

perustuva linkkifunktio mallinnuksessa. Jos ylihajontaa ei pysty poistamaan edellämainittuja asioita korjaamalla, mallinnuksessa on käytettävä ylihajonnan huomioivia menetelmiä, kuten negatiiviseen binomijakaumaan perustuvaa mallinnusta. (Hilbe 2011)

Tutkielman aineistossa ylihajontaa aiheuttavat erityisesti sairaalahoidon määrän suuri vaihtelu. Vaikka tutkittava hoitojakso olisi päädiagnosiltaan jokin tavallinen somaattinen nopeasti hoidettava sairaus, taustalla olevat tekijät, kuten skitsofrenia tai dementia saattavat aiheuttaa hoitojaksojen pitkittymistä tai uusiutumista.

Useimmilla tutkittavilla ei ole lainkaan sairaalahoitoa seuranta-aikana, mutta toisaalta joillakin saattaa sairaalahoitojakso kestää melkein tai täysin kokonaan seuranta-ajan. Tällaisia tapauksia on niin paljon, että varsinaisista poikkeavista havainnoista ei välttämättä ole kyse, vaan määrien vaihtelun voi ajatella kuuluvan ilmiöön. Selittäviä muuttujia on käytössä niukasti, erityisesti elämäntapoihin liittyvät selittäjät olisivat luultavasti tehokkaita. Linkkifunktiossa ei ole lineaarisen riippuvuuden oletusta. Ylihajonta todetaan näin aineistoon kuuluvaksi ja käytetään mallinnustapaa, jotka pystyy sitä käsittelemään.

3.1.3 Negatiivinen binomijakauma

Negatiivinen binomijakauma (NB) eli binomiaalinen odotusaikajakauma käy Poissonin jakauman vaihtoehdoksi lukumäärien mallinnukseen ylihajonnan tilanteessa. Poissonin jakauman varianssi on μ ja NB2-jakauman varianssi on $\mu + \alpha\mu^2$, missä α on NB-jakaumaan liittyvä heterogenisyysparametri.

Negatiivisen binomijakauman voidaan nähdä muodostuvan kahdella eri tavalla. Usein se nähdään Poissonin jakauman ja gammajakauman sekoituksena, jolla voi mallintaa ylihajontaista Poisson-jakautunutta aineistoa. Toisaalta jakauma kuuluu eksponentiaaliseen jakaumaperheeseen, joten yleistettyjen lineaaristen mallien teoriaa voidaan soveltaa. Molemmissa tapauksissa mallinnus perustuu suurimman uskottavuuden menetelmään, mutta prosessit ovat erilaiset. (Hilbe 2011)

Greenwood ja Yule kehittivät negatiivisen binomijakauman vuonna 1920, samoihin aikoihin kun Fisher kehitti uskottavuusteorian. Jakauman alkuperäinen tarkoitus laskea y :n epäonnistumisen todennäköisyyttä ennen r :ttä onnistumista Bernoullikokeiden sarjassa. Vuonna 1923 Eggenberger ja Polya kehittivät tavan selittää NB-jakaumaa toisten jakaumien sekoituksena tai jatkeena. Seuraavina vuosikymmeninä kehiteltiin Poissonin jakauman ja sen ylihajonnan käsittelyä, samalla rakentui ensimmäinen mutta rajoittunut NB-regressio. Nelder ja Wedderburn kehittivät yleistettyjen lineaaristen mallien teorian 1972 ja piakkoin sen jälkeen Nelder kehitti ensimmäisen GLM-mallinnukseen perustuvan ohjelmiston. Ohjelmistossa ei voinut suoraan käyttää NB-jakaumaa, mutta käyttäjä saattoi muotoilla sen itse ohjelmiston avulla. Nelder ja McCullagh kuvailivat NB-regressiomallin kirjassaan *Generalized Linear Models* vuonna 1982 ja kaupallisiin ohjelmistoihin NB-mallinnus ilmestyi vuonna 1993. Nykyään useimmat ohjelmistot (mm. R, SPSS ja SAS) tarjoavat mahdollisuuden käyt-

tää mallinnuksessa negatiivista binomijakaumaa. (Hilbe 2011)

NB-jakauman tiheysfunktio jakaumien sekoituksena

Tutkielmassa esitetään negatiivisen binomijakauman johtaminen jakaumien sekoituksena, koska sitä käytetään nimenomaan Poisson-ylihajontaisen aineiston mallintamiseen ja R-ohjelmiston analyyseihin käytettävä funktio perustaa estimointimenetelmänsä siinä tapauksessa käytettävään Newton-Raphson-tyyppiseen algoritmiin. Tämän tyyppisen estimointimenetelmän etuna on sekä odotusarvon μ , että heterogeenisyysparametrin α :n estimointi (Hilbe 2011).

NB-jakauman kehitys Poissonin jakauman ja gammajakauman yhdistelmänä esitetään tässä kuten Hilbe (2011) sen esittää. Kirjoittaja on lisännyt selvennyksiä johtoon. Gammajakauman pistetodennäköisyysfunktio $g(u)$ parametrein ν ja μ voidaan esittää muodossa

$$(3.4) \quad g(u; \nu, \mu) = \frac{1}{\mu} \frac{\nu^\nu}{\Gamma(\nu)} \left(\frac{u}{\mu}\right)^{\nu-1} e^{-\nu \frac{u}{\mu}},$$

missä $\Gamma(\cdot)$ on gammafunktio. Kun ν on positiivinen kokonaisluku, niin gammafunktio toteuttaa rekursiivisen relaation

$$(3.5) \quad \nu! = \Gamma(\nu + 1),$$

missä $\nu!$ on kertomafunktio.

Tarkastellaan ehdollista satunnaismuuttujaa y ehdolla u ja merkitään sitä $y|u$. Oletetaan, että $y|u$ noudattaa Poissonin jakaumaa ja u gammajakaumaa parametrein ν ja 1. Kun näillä oletuksilla saatu y :n ja u :n yhteisjakauma integroidaan u :n suhteen, saadaan

$$(3.6) \quad \begin{aligned} f(y; u) &= \int_0^\infty \frac{e^{-\lambda u} (\lambda u)^y}{y!} \frac{\nu^\nu}{\Gamma(\nu)} u^{\nu-1} e^{-\nu u} \partial u. \\ &= \frac{\lambda^y}{\Gamma(y+1)} \frac{\nu^\nu}{\Gamma(\nu)} \int_0^\infty e^{-u(\lambda+\nu)} u^{(y+\nu)-1} \partial u \\ &= \frac{\lambda^y}{\Gamma(y+1)} \frac{\nu^\nu}{\Gamma(\nu)} \frac{\Gamma(y+\nu)}{(\lambda+\nu)^{y+\nu}}. \end{aligned}$$

Muokkaamalla lauseketta (3.6) saadaan negatiivisen binomijakauman todennäköisyysfunktio muotoon

$$(3.7) \quad \begin{aligned} &\frac{\lambda^y}{\Gamma(y+1)} \frac{\nu^\nu}{\Gamma(\nu)} \Gamma(y+\nu) \left(\frac{\nu}{\lambda+\nu}\right)^\nu \frac{1}{\nu^\nu} \left(\frac{\lambda}{\lambda+\nu}\right) \frac{1}{\lambda^y} \\ &= \frac{\Gamma(y+\nu)}{\Gamma(y+1)\Gamma(\nu)} \left(\frac{\nu}{\lambda+\nu}\right)^\nu \left(\frac{\lambda}{\lambda+\nu}\right)^y \end{aligned}$$

$$(3.8) \quad = \frac{\Gamma(y+\nu)}{y!\Gamma(\nu)} \left(\frac{1}{1+\frac{\lambda}{\nu}}\right)^\nu \left(1 - \frac{1}{1+\frac{\lambda}{\nu}}\right)^y.$$

Kun merkitään $\mu = E(y) = \lambda$, silloin $\text{Var}(y) = \mu + \mu^2/\nu = \mu + \alpha\mu^2$, missä $\alpha = 1/\nu$ on heterogeenisuusparametri. Tämän parametrisoinnin avulla lausuttuna negatiivisen binomijakauman todennäköisyysfunktio saadaan muotoon

$$(3.9) \quad \frac{\Gamma(y + \frac{1}{\alpha})}{\Gamma(y + 1)\Gamma(\frac{1}{\alpha})} \left(\frac{1}{1 + \alpha\mu}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(1 - \frac{1}{1 + \alpha\mu}\right)^y.$$

Jakauman kanoninen linkki yleistetyissä lineaarisissa malleissa on muotoa $\ln(\alpha\mu(1 + \alpha\mu))$, mutta perinteisesti siinä käytetään log-linkkiä takaamaan vasesten positiivisuus. Tällöin jakaumaa kutsutaan usein NB2-jakaumaksi. (Hilbe 2011)

3.2 Vastemuuttujan nolla-arvojen yliedustus

3.2.1 Nollien lähteet

Usein tosielämän aineistoissa on tutkittavissa muuttujissa nollia enemmän kuin jakaumaoletusten mukaan niitä sopisi olla. Jos ne jätetään mallinnuksessa huomiotta, seurauksena voi olla parametrien estimaattien ja hajontojen harhaisuus. ”Ylimääräiset” nollat ovat myös yliajannon lähde. (Zuur, Ieno, Walker, Saveliev & Smith 2009)

Nollia voi olla aineistossa useista eri syistä. Zuur et al. esittelevät nollien jakoa niiden lähteiden mukaan ja niiden jaottelua ns. tosiin ja epätosiin nolliin tai tosiin ja väärin negatiivisiin havaintoihin. Väärät negatiiviset havainnot tai väärät nollat ovat seurausta erilaisista tutkimuksen virheistä, eikä niitä pitäisi periaatteessa olla aineistossa lainkaan. Kirjoittajat kuitenkin tähdentävät, että jaottelu ”oikeisiin” ja ”väärin” nolliin ei ole kuitenkaan aina itsestään selvä. Seuraavassa esitellään nollien lähteitä Zuurin et al. tapaan ja annetaan esimerkkejä niistä tutkielman aineistoa käyttäen.

Oikeat negatiiviset havainnot johtuvat siitä, ettei positiiviselle tulokselle ole oikeita olosuhteita. Tutkielman aineistossa olevat aiheelliset nollat, eli hoitojaksojen ja -päivien puute, johtuisivat näin siitä ettei sairautta ole esimerkiksi nuoren iän tai terveydenhuollon tehokkaan toiminnan ansiosta.

Väärät negatiiviset havainnot voivat johtua huonosta tutkimuksen suunnittelusta tai otanta-asetelman sopimattomuudesta. Kyseessä voisi olla liian pieni otos tai liian lyhyt seuranta-aika. Tämä ongelma voi olla tutkielmankin aineistossa. Vaikka siinä on 23 vuoden ajalta kaikki Suomessa skitsofreniaan sairastuneet ja seuranta-aika on pisimmillään 23 vuotta, aika saattaa olla riittämätön esimerkiksi naisten sepelvaltimotaudin kunnolliseen seurantaan. Pisimpään aineistossa olleiden, eli vuonna 1980 skitsofreniaan sairastuneiden naisten iän mediaani oli sairastumishetkellä 34 vuotta. 23 vuoden seuranta-ajan lopulla suuri osa alkuvuosinakin sairastuneista naisista on alle eläkeiän, jolloin naisten suurin sepelvaltimotaudin riski-ikä on vasta tulossa.

Havainnoitsijan tekemät virheetkin voivat aiheuttaa vääriä negatiivisia havaintoja. Eli ilmiö on olemassa, mutta sitä ei pystytä havaitsemaan. Tässä

aineistossa se voisi tarkoittaa diagnosoimattomia sairauksia. Jokin sairaus voi jäädä toisen takia huomaamatta tai henkilö ei ole hakenut hoitoa siihen. Kuten jo johdannossa todettiin, skitsofrenia voi vaikeuttaa sairauksien huomaamista, hoidon hakemista tai saamista.

Nollien lähteenä voi vielä suotuisista olosuhteista huolimatta oleva ilmiön puute. Esimerkiksi sydänsairautta ei ole vaikka kaikki edellytykset olisivat olemassa: kaikille eläkeiässä oleville vyötärölihaville, vähän liikkuville miehille ei tule sydän- ja verisuonisairauksia.

3.2.2 Zero-altered ja zero-inflated-mallit

Zero-altered (ZA) ja Zero-inflated (ZI)-malleja voi käyttää liikaa nolliä sisältävän aineiston mallintamiseen. Molemmissa mallinnustavoissa on tuloksena nollien osuutta mallintava regressioanalyysin osio ja lukumääriä mallintava Poisson-jakaumaan tai NB-jakaumaan perustuva mallinnusosio.

Lähestymistavat ovat samankaltaisia, mutta ne eroavat nollien käsittelyn suhteen. ZI-mallit ovat sekoitusmalleja, joissa nolilla oletetaan olevan kaksi lähdettä. Ensinnäkin ovat väärät negatiiviset havainnot, joita mallinnetaan binomiosiosien kautta ja toisia, oikeita negatiivisia havaintoja, mallinnetaan lukumäärien mukana Poisson- tai NB-malleilla. Näin binomiosio mallintaa väärin negatiivisten havaintojen todennäköisyyttä muihin havaintoihin verrattuna. (Zuur et al. 2009)

ZA-mallit eli hurdle-mallit ovat kaksiosaisia malleja, joissa aineistoa käsitellään nollahavaintoihin ja muihin havaintoihin jakautuneena. Mallin binomiaalisella osiolla mallinnetaan nolla-arvojen todennäköisyyttä ja nolliä suurempia arvoja mallinnetaan tyypistetyllä Poisson- tai NB-jakaumalla, jossa nollien mahdollisuus on rajattu pois. Hurdle-malleissa binomiosiolla mallinnetaan nolla-arvon todennäköisyyttä alkuperästä riippumatta muihin arvoihin verrattuna. Molempien mallien molemmissa osioissa voi selittäviä muuttujia vaihdella tarpeen mukaan. (Zuur et al. 2009)

Valinta ZA- ja ZI-mallien välillä tulisi perustua arvioon aineistosta. Tässä tutkielmassa on päädytty mallintamaan ZA-malleilla, sillä tieto hoitajaksojen vähyydestä ylipäänsä kuvaa tekijän mielestä paremmin skitsofreniaa sairastavien hoidon tarvetta, kuin se että puuttuvatko hoitotaksot tai -päivät vääristä syistä.

Vaikka Zuur et al. esittävätkin nolla-osuuden mallinnukseen vain logistista regressiota, siihen voi myös käyttää Poisson-regressiota tai negatiiviseen binomijakaumaan perustuvaa mallia. Näin Hilbe (2011) suosittaa tekemäänkin, jos onnistumisia on vähän suhteessa kaikkiin tapahtumiin tai kun tapahtumien määrää suhteutetaan niiden riskiin. Lukumäärien mallinnukseen käytettävät jakaumat mahdollistavat myös ylihajonnan käsittelyn. Tutkielmassa käytetään näistä syistä myös nolla-osuuden määrittelyyn NB2-jakaumaan perustuvaa mallinnusta.

3.2.3 ZANB- eli hurdlemallit

Hurdlemallien perusajatuksena on mallintaa aineistoa kahdessa osassa. Ensinnäkin mallinnetaan aineiston todennäköisyyttä ylittää kynnyksen eli tuottaa positiivisia arvoja käyttämällä binääristä jakaumaa ja toiseksi mallinnetaan positiivisia arvoja siihen sopivalla jakaumalla. Nollat noudattavat sensuroitua jakaumaa, jossa nolasta poikkeavat arvot määritellään ykkösiksi niiden todellisesta arvosta välittämättä. Positiiviset luvut noudattavat ty pistettyä jakaumaa, jossa nollien todennäköisyydet on laskettu pois ja jakauma on skaalattu uudelleen siten että jäljelle jääneiden arvojen yhteenlaskettu todennäköisyys on 1. Positiivisten arvojen todennäköisyyttä laskettaessa ty pistetyn jakaman todennäköisyys kerrotaan kynnyksen ylittämisen todennäköisyydellä. Kynnyksen ei tarvitse olla nollien ja positiivisten lukujen erottelija, siihen käy muikin mielekäs aineiston käännekohta. (Hilbe 2011)

Cragg kehitti hurdle-mallien periaatteen vuonna 1971 sensuroidun normaali-jakauman käsittelyn yhteydessä ja Mullahy esitteli vuonna 1986 yleismenetelmän hurde-mallien muodostamiselle (Cameron & Trivedi 1998).

Cameron ja Trivedi (1998) esittävät kaksiosaisen mallinnuksen periaatteen kaavan (3.10) mukaisesti, jossa nolliä tuottava jakauma on f_1 ja lukumääriä tuottaa jakauma f_2 . Positiivinen arvo on $j = \{1, 2, \dots\}$.

$$(3.10) \quad \begin{aligned} Pr[y = 0] &= f_1(0), \\ Pr[y = j] &= \frac{1 - f_1(0)}{1 - f_2(0)} f_2(j). \end{aligned}$$

Usein nollien vs. positiivisten lukujen mallintamiseen käytetään logistista regressiota ja lukumääriin Poisson-regressiota tai negatiiviseen binomijakaumaan perustuvaa mallia. Nolliä mallintavassa osuudessa voi käyttää myös Poisson-regressiota tai NB2-jakaumaan perustuvaa mallinnusta.

Odotusarvo ja varianssi hurdle-malleissa

Hurdle-mallien odotusarvossa ja varianssissa yhdistyvät sensuroidun jakauman tuottamat todennäköisyydet ja ty pistetyn jakauman odotusarvo ja varianssi. Odotusarvo on ty pistetyn jakauman odotusarvo kerrottuna kynnyksen ylittämisen todennäköisyydellä:

$$(3.11) \quad E[y|\mathbf{x}] = Pr[y > 0|\mathbf{x}]E_{y>0}[y|y > 0, \mathbf{x}].$$

Varianssi muodostuu puolestaan kynnyksen ylityksen todennäköisyydestä kerrottuna ty pistetyn jakauman varianssilla, johon lisätään nolla-arvon todennäköisyydellä kerrottu ty pistetyn jakauman odotusarvo:

$$(3.12) \quad V[y|\mathbf{x}] = Pr[y > 0|\mathbf{x}]V_{y>0}[y|y > 0, \mathbf{x}] + Pr[y = 0|\mathbf{x}]E_{y>0}[y|y > 0, \mathbf{x}].$$

(Cameron & Trivedi 1998)

Estimointi suurimman uskottavuuden menetelmällä

Hurde-mallin uskottavuusfunktio muodostuu kahdesta erillisestä osasta. Seuraavassa esitetään uskottavuusfunktion muodostaminen, kun mallin molemmissa osioissa käytetään NB2-jakaumaa. Uskottavuusfunktion rakenne ja muodostamisen periaate esitetään kuten Cameron & Trivedi (1998) sen esittävät, jakauman ja sen logaritmoidun uskottavuusfunktion esittämistapa noudattavat Hilben (2011) muotoilua.

Olkoon $\mu_{1i} = \exp(\mathbf{x}'_i\beta_1)$ NB2 jakauman odotusarvo nollien tapauksessa. Olkoon vastaavasti $\mu_{2i} = \exp(\mathbf{x}'_i\beta_2)$ odotusarvo positiivisille arvoille, kun $j \in J = \{1, 2, \dots\}$. Lisäksi määritellään indikaattorifunktio $1[y_i \in J] = 1$ jos $y_i \in J$ ja $1[y_i \in J] = 0$ jos $y_i \notin J$ eli $y_i = 0$.

Negatiivisen binomijakauman tapauksessa nollien, positiivisten arvojen ja lukumäärien todennäköisyydet saadaan seuraavilla kaavoilla: nollan todennäköisyys NB-jakaumassa on

$$(3.13) \quad Pr[y_i = 0|\mathbf{x}_i] = \left(\frac{1}{1 + \alpha_1\mu_{1i}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}}$$

ja todennäköisyys, että kynnyks ylitetään ja saadaan positiivinen arvo on

$$(3.14) \quad 1 - Pr[y_i = 0|\mathbf{x}_i] = 1 - \left(\frac{1}{1 + \alpha_1\mu_{1i}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}}.$$

Lukumäärien NB-jakauma, josta nollat on tyypistetty, voidaan esittää Hilben (2011) mukaan muodossa

$$(3.15) \quad Pr[y_i|\mathbf{x}_i, y_i > 0] = \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\alpha_2})}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\frac{1}{\alpha_2})} \left(\frac{1}{1 + \alpha_2\mu_{2i}} \right)^{\frac{1}{\alpha_2}} \left(1 - \frac{1}{1 + \alpha_2\mu_{2i}} \right)^{y_i} \\ 1 - \left(\frac{1}{1 + \alpha_2\mu_{2i}} \right)^{\frac{1}{\alpha_2}}.$$

Logaritmoitu uskottavuusfunktio jakaantuu kahteen osaan: kynnyksen ylitykseen liittyvään uskottavuusfunktioon $\mathcal{L}_1(\beta_1, \alpha_1)$ ja positiivisten arvojen tyypistetyn jakauman uskottavuusfunktioon $\mathcal{L}_2(\beta_2, \alpha_2)$. Uskottavuusfunktiossa \mathcal{L}_1 nolla-arvoille käytetään niiden todennäköisyysjakaumaa (3.13) logaritmituna ja positiivisten arvojen jakaumana käytetään kynnyksen ylittämisen todennäköisyysjakaumaa (3.14) logaritmituna. Uskottavuusfunktiossa $\mathcal{L}_2(\beta_2, \alpha_2)$ positiivisilla arvoilla käytetään tyypistetyn jakauman todennäköisyysjakaumaa (3.15) logaritmituna.

$$(3.16) \quad \mathcal{L}_1(\beta_1, \alpha_1) = \sum_{i=1}^n [(1 - 1[y_i \in J])\ln Pr[y_i = 0|\mathbf{x}_i]] \\ + \sum_{i=1}^n 1[y_i \in J]\ln(1 - Pr[y_i = 0|\mathbf{x}_i]).$$

Uskottavuusfunktiossa $\mathcal{L}_2(\beta_2, \alpha_2)$ positiivisiin arvoihin sovelletaan tyypistetyin jakauman logarimoitua todennäköisyysjakaumaa (3.15).

$$(3.17) \quad \mathcal{L}_2(\beta_2, \alpha_2) = \sum_{i=1}^n 1[y_i \in J] \ln[\Pr y_i | \mathbf{x}_i, y_i > 0].$$

Lopullisen mallin uskottavuusfunktio sisältää molemmat prosessit itsenäisinä osina, sillä näitä kahta mekanismia pidetään riippumattomina toisistaan

$$(3.18) \quad \mathcal{L}(\beta_1, \beta_2, \alpha_1, \alpha_2) = \mathcal{L}(\beta_1, \alpha_1) + \mathcal{L}(\beta_2, \alpha_2).$$

Hurdlemallien luominen on näin mahdollista ilman varsinaista siihen luotua ohjelmistoa tekemällä analyysit erikseen. (Cameron ja Trivedi 1998)

Uskottavuusfunttioiden jakaumien logaritmit ovat seuraavanlaiset:

$$(3.19) \quad \ln \Pr[y_i = 0 | \mathbf{x}_i] = \ln \left[\left(\frac{1}{1 + \alpha_1 \mu_{1i}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \right] = -\ln(1 + \alpha_1 \mu_{1i}) / \alpha_1,$$

$$(3.20) \quad \ln(1 - \Pr[y_i = 0 | \mathbf{x}_i]) = \ln \left[1 - \left(\frac{1}{1 + \alpha_1 \mu_{1i}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \right],$$

ja

$$(3.21) \quad \ln \Pr[y_i | \mathbf{x}_i, y_i > 0] = \ln \Gamma(y + 1 / \alpha_2) - \ln \Gamma(y + 1) + \ln \Gamma(1 / \alpha_2) \\ - \ln(1 + \alpha_2 \mu_2) / \alpha_2 + Y * \ln[(\alpha_2 \mu_2) / (1 + \alpha_2 \mu_2)] \\ - \ln(1 - (1 + \alpha_2 \mu_2))^{-1 / \alpha_2}.$$

Suurimman uskottavuuden estimaatit β saadaan osittaisderivoimalla logarimoitu uskottavuusfunktio β :jen suhteen ja asettamalla se nolaksi. Samoin menetellään α :n suhteen, silloin kun se estimoidaan myös. Estimointiin käytetään Newton-Raphson-tyyppistä menetelmää. (Hilbe 2011)

Odotusarvon muodostaminen

Odotusarvo saadaan kaavan (3.10) mukaisesti. Tutkielman tapauksessa on huomioitava myös offset-muuttuja, jolloin odotusarvo μ_i saadaan seuraavalla kaavalla:

$$(3.22) \quad \mu_i = \frac{1 - \left(\frac{1}{1 + \alpha_1 e^{\mathbf{x}'_i \beta_1 + \ln(t_i)}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}}}{1 - \left(\frac{1}{1 + \alpha_2 e^{\mathbf{x}'_i \beta_2 + \ln(t_i)}} \right)^{\frac{1}{\alpha_2}}} e^{\mathbf{x}'_i \beta_2 + \ln(t_i)},$$

jossa t_i on offset-muuttuja.

3.3 Mallin valinta

Mallin valinta uskottavuussuhdetestillä

Mahdollisimman hyvään malliin tarvitaan vaikuttavia muuttujia ja yhdysvaikutuksia selittämään vastemuuttujan arvojen vaihtelua. Tarpeettomat muuttajat, jotka eivät ole tilastollisesti merkitseviä, rajataan pois mallista.

Mallin parametreja koskevien hypoteesien pitävyyttä voidaan arvioida uskottavuussuhdetestillä. Testaus tehdään vertaamalla ns. täyttä mallia, jossa parametrejä ei ole rajoitettu ja rajattua mallia, jossa parametreille on asetettu rajoituksia, esimerkiksi siten että yksi tai useampi parametri on asetettu nol-laksi. Mallien on oltava sisäkkäisiä siten, että rajatumpi malli on täyden mallin erityistapaus. (ks. esim. Fitzmaurice, Laird & Ware 2004)

Mallin parametrien rajaamiseen voidaan käyttää $m \times p$ -matriisia L , joka sisältää sarakkeen jokaista parametria kohden. Matriisiin L sijoitetaan ykkösiä ja nollia siten, että saadaan haluttu parametrien yhdistelmä kertomalla se parametrivektorin $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m)'$ kanssa. Koska matriisissa on m riviä, saadaan m lineaarista rajoitetta. Rajoitetun mallin parametriyhdistelmä asetetaan nolllaksi ja asetetaan nolllahypoteesiksi sen voimassaolo

$$(3.23) \quad H_0 : L\beta = 0,$$

$$(3.24) \quad H_A : L\beta \neq 0.$$

Vaihtoehtoisen hypoteesin mukaan rajoitettu malli ei ole riittävä.

Uskottavuussuhdetestissä käytetään mallien maksimoitujen logaritmoitujen uskottavuusfunktioiden arvoja. Jos rajoittamattoman 'täyden' mallin uskottavuusfunktioita merkitään \mathcal{L}_T ja 'rajoitetun' mallin uskottavuusfunktioita \mathcal{L}_R , niin testisuureeksi saadaan niiden erotus kahdella kerrottuna

$$(3.25) \quad G^2 = 2(\mathcal{L}_T - \mathcal{L}_R).$$

Testisuuretta verrataan *chi2*-jakauman arvoon käyttämällä vapausasteina mallien parametrien määrän erotusta. Jos nolllahypoteesi pitää paikkaansa ja rajoitukset voidaan jättää voimaan, testiarvo noudattaa likimain *chi2*-jakaumaa. (Fitzmaurice, Laird & Ware 2004)

Rajatapauksen uskottavuussuhdetesti (boundary likelihood ratio test)

Vaikka sekä Poisson- että NB2-malleja käytetään lukumäärien mallintamiseen, negatiivista binomijakaumaa ei voi käyttää Poissonin jakauman sijalla kaikissa tapauksissa. Kun NB2-jakauman heterogenisyysparametri α on 0, se on identtinen Poissonin jakauman kanssa, jonka hajontaparametri on 1. Jos α on 0 tai jos aineisto on todellisuudessa alihajontainen Poissonin jakaumaan nähden, NB2-mallit eivät konvergoitu. NB2-malleja voidaan muodostaa siis vain, jos aineiston hajonta on suurempi kuin Poissonin regressiossa oletetaan. (Hilbe 2011)

Tällä rajatapauksen uskottavuussuhdetestillä voidaan testata, eroaako α merkitsevästi nolasta. Testisuure saadaan tavallisen uskottavuussuhdetestin tavoin käyttämällä maksimoitujen logaritmoitujen uskottavuusfunktioiden arvojen erotusta

$$(3.26) \quad G^2 = 2(\mathcal{L}_{\text{NB}} - \mathcal{L}_{\text{P}}).$$

Ero perinteiseen uskottavuussuhdetestiin on p-arvon muodostamisessa. Se on puolet todennäköisyydestä, että *chi2*-arvo yhdellä vapausasteella on suurempi kuin testisuure. (Hilbe 2011)

4 Tulokset

Hoidon tarpeen eroja on selvitetty mallintamalla hoitopäivien summien ja hoitajaksojen määrien eroja eri vuosiluokissa. Lisäksi sukupuolen ja skitsofrenian ensidiagnoosi-ään vaikutusta on selvitetty. Koska aineistossa olevat henkilöt ovat aineistossa eri pituisia aikoja, määrät suhteutetaan seuranta-aikaan offset-muuttujalla.

Tuloksena on kuusi mallia, jotka ovat muotoa

$$Y = \text{offset}(\log(o)) + \beta_{0.c} + \beta_{1.c}eVL + \beta_{2.c}SP + \beta_{3.c}iF + \beta_{4.c}eVL*SP + \beta_{5.c}SP*iF \\ + \beta_{6.c}eVL*SP*iF \mid \text{offset}(\log(o)) + \beta_{0.z} + \beta_{1.z}eVL + \beta_{2.z}SP + \beta_{3.z}iF \\ + \beta_{4.z}eVL*SP + \beta_{5.z}SP*iF + \beta_{6.z}eVL*SP*iF + \epsilon,$$

missä Y = somaattisten sairauksien aiheuttamien hoitopäivien summa,

sydän- ja verisuonitautien aiheuttamien hoitopäivien summa,

sepelvaltimotaudin aiheuttamien hoitopäivien summa,

somaattisten sairauksien aiheuttamien hoitajaksojen määrä,

sydän- ja verisuonitautien aiheuttamien hoitajaksojen määrä tai

sepelvaltimotaudin aiheuttamien hoitajaksojen määrä,

o = offset on seuranta-ajan pituus päivissä,

eVL = skitsofrenian ensidiagnoosivuoden luokka (1=1980-1984, 2 = 1985-1989, 3 = 1990-1994, 4 = 1995-1999, 5 = 2000-2003),

SP = sukupuoli ja

iF = ikä skitsofreniaan sairastuessa.

Kertoimien alaviitteissä $\cdot c$ viittaa lukumääriä mallintavan osion parametriin ja

$\cdot z$ = nollia mallintavan osion parametriin.

Malli on siis kahdessa osassa, joista ensimmäisen osion kertoimet ovat rajatun jakauman perusteella syntyneitä lukumäärien mallinuksia ja toisen osion kertoimet koskevat sensuroitua jakaumaa. Mallia voi muutella poistamalla kummasta tahansa osiosta elementtejä ja näin tutkielmassa on tehtykin uskottavuussuhdetestin perusteella. Uskottavuussuhdetestiä on käytetty myös Poisson-ylihajonnan toteamiseksi. Sen perusteella kaikkien mallien molempiin osioihin on käytetty NB2-jakaumaa.

Lopullisten mallien antamat tulokset esitetään taulukoiden ja kuvaajien avulla ja R-tulosteet ovat liitteessä *R-ohjelmiston tulosteet malleista*. Kuvaajien soviteissa on mukana sekä nollafrekvenssin mahdollisuus että lukumäärien muutokset. Taulukoissa ja tulosteissa nämä esitetään erikseen. Liitteen malleja luetaan siten, että yläosan kertoimet kuvaavat lukumäärien kasvua ja alaosan

kertoimet kuvaavat hoitopäivien tai -jaksojen ilmaantumisen todennäköisyyttä. Koska sairastumisajankohta on luokiteltu, mallit vertaavat eri vuosiluokkina sairastuneiden sairaalahoidon määrää ja todennäköisyyttä alkutilanteeseen, eli 1980–1984 skitsofreniaan sairastuneisiin.

4.1 Hoitopäivien mallit

Somaattiset sairaudet

Ensiksi tarkastellaan hoitopäivien määrien eroja eri vuosiluokkina skitsofreniaan sairastuneilla.

Taulukon 4.1 alaosasta näkee, mitkä tutkittavista muuttujista vaikuttavat hoitopäivien ilmaantumisen todennäköisyyteen, ja millä tavoin. Estimaattien positiivisuus ilmaisee tapahtuman toteutumisen todennäköisyyden kasvua, negatiivinen sen vähenemistä.

Skitsofreniaan sairastumisen ajankohdalla ei näyttäisi olevan hoitopäivien ilmaantumiseen merkitystä, sillä vuosiluokkien vaikutuksia ilmaisevat kertoimet eivät ole mallissa tilastollisesti merkitseviä. Myöskään sukupuolella ei ole itsenäistä vaikutusta.

Ikään liittyvä estimaatti on merkitsevästi positiivinen ilmaisten iän ja hoitopäivien voimakasta yhteyttä: mitä vanhempana sairastuu skitsofreniaan, sitä todennäköisemmin tulee sairaalahoitopäiviä somaattisten sairauksien takia. Tämä yhteys kuitenkin heikkenee 1990-luvun alusta lähtien ja 2000-luvulle tultaessa näkyä erityisesti naisilla.

Taulukon yläosan kertoimet selittävät hoitopäivien määrien eroja niillä joilla on hoitopäiviä ylipäätään. Tämän mukaan vuosina 1990–1994 skitsofreniaan sairastuneilla on alkutilannetta vähemmän hoitopäiviä, mutta myöhemmissä vuosiluokissa sairastuneilla niitä on enemmän. 2000-luvun alussa sairastuneilla on hoitopäiviä selvästi enemmän kuin 1980-luvun alussa sairastuneilla. Myöhäinen sairastumisikä skitsofreniaan lisää hoitopäivien summaa. Ilmiö on voimakkaimmillaan 1990-luvun alussa sairastuneilla, mutta laimenee sitten.

Mallin antamista kaksista kertoimista on vaikea saada kuvaa siitä, mitä hoitopäivien määrille todella tapahtuu, joten asian selventämiseksi kuvassa 4.1 esitetään sovitteiden mediaanin vaihtelu sairastumislukon suhteen. Sen mukaan naisille ennustetaan enemmän hoitopäiviä kuin miehille. Kertoimien mukaan todennäköisyys joutua sairaalaan naisilla (ei tilastollisesti merkitsevästi) suurempi, mutta hoidossa olevilla naisilla on vähemmän hoitopäiviä, eli lyhyemmät jaksot. 1990-luvun alussa sairastuneilla on hoitopäiviä on kertynyt vähemmän, kuten mallistakin on luettavissa. 1990-luvun lopussa sairastuneilla naisilla on erityisen paljon hoitopäiviä, mutta mediaani palaa molemmilla sukupuolilla lähelle 1990-luvun alhaista tasoa.

Taulukko 4.1. Somaattisten sairauksien aiheuttamat hoitopäivät

Hoitopäivien määrät:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo
(Intercept)	-8.954543	0.141829	-63.136	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	-0.052791	0.164910	-0.320	0.748879
ensivuosiLK1990-1994	-0.751757	0.177269	-4.241	2.23e-05 ***
ensivuosiLK1995-1999	0.381811	0.192576	1.983	0.047407 *
ensivuosiLK2000-2003	0.899736	0.262905	3.422	0.000621 ***
IkaF	0.083448	0.002736	30.505	< 2e-16 ***
SPNainen	-0.150597	0.069217	-2.176	0.029577 *
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	-0.089440	0.110756	-0.808	0.419353
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	-0.123425	0.117281	-1.052	0.292620
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	0.260618	0.128565	2.027	0.042648 *
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	0.056600	0.167263	0.338	0.735067
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	0.004657	0.004192	1.111	0.266659
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	0.011986	0.004421	2.711	0.006705 **
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.014136	0.004611	-3.066	0.002173 **
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.013453	0.006209	-2.167	0.030266 *

Todennäköisyys, että hoitopäiviä on vähintään 1:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo
(Intercept)	-10.645550	0.322042	-33.056	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	-0.128153	0.472411	-0.271	0.78618
ensivuosiLK1990-1994	-0.065875	0.449407	-0.147	0.88346
ensivuosiLK1995-1999	0.035994	0.416836	0.086	0.93119
ensivuosiLK2000-2003	0.514907	0.413306	1.246	0.21283
SPNainen	0.303181	0.508435	0.596	0.55097
IkaF	0.164516	0.013685	12.021	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.197573	0.717037	0.276	0.78290
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	-0.232670	0.704346	-0.330	0.74115
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	0.687773	0.654070	1.052	0.29302
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	0.959534	0.640351	1.498	0.13402
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	-0.007701	0.015333	-0.502	0.61551
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	-0.037877	0.014663	-2.583	0.00979 **
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.060334	0.013942	-4.327	1.51e-05 ***
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.090582	0.014518	-6.239	4.40e-10 ***
SPNainen:IkaF	0.022533	0.016189	1.392	0.16395
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen:IkaF	-0.029428	0.022442	-1.311	0.18975
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen:IkaF	-0.013557	0.021657	-0.626	0.53134
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen:IkaF	-0.051582	0.020029	-2.575	0.01001 *
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen:IkaF	-0.056158	0.019255	-2.917	0.00354 **

Sydän- ja verisuonitaudit

Verenkiertoelinten sairauksien hoitopäiviä koskevan mallin kertoimet löytyvät taulukosta 4.2. Kuten somaattisissa sairauksissa, skitsofreniaan sairastumisen ajankohta eikä sukupuoli vaikuta hoitopäivien tulemisen todennäköisyyteen. Molemmat tekijät vaikuttavat vasta yhdessä, sillä 1990-luvun jälkeen ja erityisesti vuosikymmenen loppupuolella sairastuneilla naisilla hoitopäivien todennäköisyys on suurempi kuin alkutilanteessa 1980-luvulla.

Myöhäinen skitsofreniaan sairastuminen lisää hoitopäivien mahdollisuutta. Iän hoitopäiviä lisäävä vaikutus heikkenee sitä enemmän mitä myöhemmässä vaiheessa skitsofreniaan on sairastunut. Tämä heikennys on erityisen voimakasta 1990-luvun lopussa sairastuneilla naisilla. Taulukon yläosasta näkee hoitopäivien määriä koskevia muutoksia. Sen mukaan 1990-luvulla skitsofreniaan sairastuneilla on alkutilannetta vähemmän hoitopäiviä, samaten naisilla on niitä miehiä vähemmän. Korkea ikä skitsofrenian alkaessa lisää hoitopäivien määriä. Ainoat tekijöiden yhdysvaikutukset löytyvät 1980- ja 1990-lukujen lopulla syntyneiden naisten kohdalla, heillä on ollut merkittävästi enemmän hoitopäiviä kuin alkutilanteessa.

Kun tarkastellaan jälleen kuvasta 4.1 ennusteiden mediaanin kehitystä, esille nousevat vuosiluokkien 1985–1989 ja 1995–1999 naisten hoitopäivien suuret määrät. Näitä huippuja lukuunottamatta sukupuolella ei näyttäisi olevan vaikutusta ennusteeseen. Hoitopäivien määrät vähenevät lievästi myöhemmin sairastuneiden eduksi.

Sepelvaltimotauti

Sepelvaltimotaudin aiheuttamien hoitopäivien erot eri vuosiluokassa skitsofreniaan sairastuneille esitetään taulukossa 4.3. Tässä sairastumisen ajankohta vaikuttaa hoitopäivien määrään siten, että viimeisinä vuosina 2000–2003 sairastuneilla tulee alkutilannetta todennäköisemmin hoitopäiviä alkutilanteeseen verrattuna. Myöhäisellä iällä saatu skitsofreniadiagnoosi on yhteydessä suureen todennäköisyyteen joutua sairaalahoitoon sepelvaltimotaudin takia. Naisilla sepelvaltimotaudin aiheuttamat hoitopäivät ovat epätodennäköisempiä kuin miehillä. Kuten aiemmissakin tapauksissa sairaalahoidon todennäköisyyden sidoksia on heikempi myöhemmässä vaiheessa sairastuneilla.

Hoitopäivien määrissä esiin nousee vuonna 1985–1989 sairastuneiden mielenkiintoinen tilanne: miehillä hoitopaksoja on alkutilannetta vähemmän, mutta naisilla niitä on merkittävästi enemmän. Myöhään alkanut skitsofrenia ennustaa hoitopäiviä tulevan enemmän. Aiemmin havaittu 1990-luvun alkupuolen hoitopäivien notkahdus näkyy heikkona tässäkin.

Kuvan 4.1 alimmat viivat kuvaavat sepelvaltimotaudin ennusteiden mediaania. Toisen vuosiluokan jakaantunut tilanne näkyy hyvin siinäkin. Sepelvaltimotauti on yksittäisenä diagnoosina harvinainen, ennusteet sukeltavat lähelle nolaa myöhemmissä vuosiluokissa sairastuneilla. Hoitopäivien määrissä on lievää vähenemistä, mutta muutos on hyvin pientä. Viimeisen vuosiluokan li-

Taulukko 4.2. Sydän- ja verisuonitautien aiheuttamat hoitopäivät

Hoitopäivien määrät:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo
(Intercept)	-17.449605	26.654587	-0.655	0.512689
ensivuosiLK1985-1989	-0.010305	0.157895	-0.065	0.947965
ensivuosiLK1990-1994	-0.646302	0.178518	-3.620	0.000294 ***
ensivuosiLK1995-1999	-0.658134	0.201875	-3.260	0.001114 **
ensivuosiLK2000-2003	0.049361	0.294752	0.167	0.867004
SPNainen	-0.438052	0.134589	-3.255	0.001135 **
IkaF	0.078061	0.003598	21.694	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.593715	0.221379	2.682	0.007321 **
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	0.277835	0.248517	1.118	0.263580
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	1.076303	0.307296	3.502	0.000461 ***
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	0.365402	0.454304	0.804	0.421217

Todennäköisyys, että hoitopäiviä on vähintään 1:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo
(Intercept)	-16.951244	0.536096	-31.620	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	0.125038	0.616821	0.203	0.83936
ensivuosiLK1990-1994	-0.496920	0.670373	-0.741	0.45854
ensivuosiLK1995-1999	-0.480892	0.724212	-0.664	0.50668
ensivuosiLK2000-2003	0.739351	0.883708	0.837	0.40279
IkaF	0.271448	0.024102	11.263	< 2e-16 ***
SPNainen	-0.330308	0.583708	-0.566	0.57148
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	-0.025357	0.019978	-1.269	0.20436
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	-0.046786	0.021486	-2.178	0.02944 *
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.069547	0.022845	-3.044	0.00233 **
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.108352	0.026685	-4.060	4.9e-05 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.437291	0.877799	0.498	0.61837
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	2.199586	0.942917	2.333	0.01966 *
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	3.227153	1.014825	3.180	0.00147 **
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	3.040308	1.198452	2.537	0.01119 *
IkaF:SPNainen	-0.004943	0.018436	-0.268	0.78861
ensivuosiLK1985-1989:IkaF:SPNainen	-0.019552	0.027009	-0.724	0.46912
ensivuosiLK1990-1994:IkaF:SPNainen	-0.052773	0.027435	-1.924	0.05440 .
ensivuosiLK1995-1999:IkaF:SPNainen	-0.078048	0.027791	-2.808	0.00498 **
ensivuosiLK2000-2003:IkaF:SPNainen	-0.075929	0.029915	-2.538	0.01114 *

Taulukko 4.3. Sepelvaltimotaudin aiheuttamat hoitopäivät

Hoitopäivien määrät:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo	
(Intercept)	-10.177349	0.469831	-21.662	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989	-0.738525	0.228167	-3.237	0.00121	**
ensivuosiLK1990-1994	-0.397540	0.274196	-1.450	0.14710	
ensivuosiLK1995-1999	-0.158572	0.367327	-0.432	0.66597	
ensivuosiLK2000-2003	0.086881	0.531553	0.163	0.87017	
SPNainen	-0.110679	0.208969	-0.530	0.59636	
IkaF	0.090847	0.007137	12.729	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	1.416719	0.353284	4.010	6.07e-05	***
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	-0.716591	0.415676	-1.724	0.08472	.
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	-0.274277	0.549399	-0.499	0.61762	
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	1.439365	1.207047	1.192	0.23308	

Todennäköisyys, että hoitopäiviä on vähintään 1:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo	
(Intercept)	-21.62540	0.90209	-23.973	< 2e-16	***
IkaF	0.33257	0.03156	10.537	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989	0.38596	0.91817	0.420	0.67422	
ensivuosiLK1990-1994	1.25695	1.03341	1.216	0.22387	
ensivuosiLK1995-1999	-0.59608	1.40862	-0.423	0.67217	
ensivuosiLK2000-2003	3.35912	1.67445	2.006	0.04485	*
SPNainen	-1.81985	0.20205	-9.007	< 2e-16	***
IkaF:ensivuosiLK1985-1989	-0.03893	0.02453	-1.587	0.11253	
IkaF:ensivuosiLK1990-1994	-0.08825	0.02763	-3.193	0.00141	**
IkaF:ensivuosiLK1995-1999	-0.07487	0.03351	-2.234	0.02546	*
IkaF:ensivuosiLK2000-2003	-0.17298	0.04023	-4.300	1.71e-05	***

sääntyneet hoitajakset eivät ole lisänneet nähtävissä määrin hoitopäiviä.

4.2 Hoitajaksojen mallit

Hoitajaksojen määrissä ei ole yhtä selvää vähennystä kuin hoitopäivien määrissä myöhemmin skitsofreniaan sairastuneille. Kuvassa 4.2 on hoitajaksojen mediaanin eroja eri vuosiluokissa sairastuneille. Kuvan mukaan hoitajaksojen määrät näyttäisivät joko lisääntyvän tai pysyvän ennallaan.

Somaattiset sairaudet

Somaattisten sairauksien aiheuttamien hoitajaksojen mallin kertoimien taulukko on 4.4. Kertoimien mukaan skitsofreniaan sairastumisen ajankohta tai sukupuoli eivät itsessään vaikuta hoitajaksojen toteutumisen todennäköisyyteen. Kuten hoitopäivien kohdalla, myöhäinen skitsofreniaan sairastuminen lisää hoitajaksojen todennäköisyyttä, mutta yhteys on 1990-luvun jälkeen sairastuneilla

on heikompi kuin tutkimusajan alussa sairastuneilla. Heikennys koskee erityisesti naisia.

Tarkasteltaessa hoitjaksojen määriä, huomataan että vuoden 1995 jälkeen skitsofreniaan sairastuneilla naisilla on alkutilannetta enemmän hoitjaksoja, miehillä hoitjaksojen määrissä ei ole merkitseviä eroja. Ikä lisää hoitjaksojen määrää ja kuten aiemminkin on huomattu, iän vaikutus heikkenee vuonna 1995 ja sen jälkeen skitsofreniaan sairastuneilla naisilla.

Ennusteiden mediaanien kuvassa 4.4 naisille ennustetaan enemmän hoitjaksoja. Mallissa naisten hoitjaksojen todennäköisyys ja määrät olivat korkeammat, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Viimeksi, vuosina 2000–2003 sairastuneilla miehillä ja naisilla ennusteiden mediaanit ovat suuremmat, mutta hoitjaksojen lisäys ei ole niin suurta, että mallin mukaan sillä olisi merkitystä.

Sydän- ja verisuonitaudit

Sydän- ja verisuonitautien taulukossa 4.5 on niiden aiheuttamien hoitjaksojen mallien kertoimet. Niiden mukaan 1990-luvun jälkeen skitsofreniadiagnosin saaneilla naisilla on todennäköisemmin hoitjaksoja kuin 1980-luvun alussa sairastuneilla. Erityisen todennäköisesti niitä on vuosina 1995–1999 skitsofreniaan sairastuneilla naisilla. Muuten miehillä ja naisilla on yhtäläinen riski sairastua. Myöhäinen skitsofrenian ilmaantuminen lisää hoitjaksojen riskiä, mutta 1990-luvulta lähtien yhteys jälleen heikkenee. Erityisesti tämä yhteys on heikennyt vuosina 1995–1999 sairastuneilla naisilla.

Hoitjaksojen määriä tarkastellessa skitsofreniaan sairastumisen ajankohdalla on merkitystä: 1995–1999 ja erityisesti 2000-luvulla sairastuneilla on enemmän verenkiertoelinten aiheuttamia hoitjaksoja seuranta-aikaan nähden kuin 1980-luvun alussa sairastuneilla. Naisilla niitä on vähemmän ja iäkkäänä skitsofreniaan sairastuneilla enemmän.

Skitsofrenian alkamisen ajankohta vaikuttaa siten, että myöhemmissä vuosiluokissa sairastuneilla on enemmän hoitjaksoja. Lisäksi myöhäisemmissä vuosiluokissa naisilla on lisääntynyt riski joutua sairaalaan. Kuvassa 4.4 ennusteiden mediaanit eivät juuri eroa vuosiluokissa, nähtävissä on vain naisen koholla oleva sairastumisen riski viimeisissä vuosiluokissa.

Sepelvaltimotauti

Sepelvaltimotaudin aiheuttamien hoitjaksojen mallin kertoimet löytyvät taulukosta 4.6. Sen mukaan 2000-luvulla sairastuneilla on kohonnut riski joutua sairaalaan, kun muilla riski on samansuuntainen kuin 1980-luvun alussa. Ikä lisää hoitjaksojen riskiä, sukupuolella ei ole väliä. Iän vaikutus on vähenemässä, heikoin yhteys on 2000-luvulla sairastuneilla. Naisilla yhteys on heikompi, eikä tässä tapauksessa riipu sairastumisajankohdasta.

Hoitjaksojen määrät ovat suuremmat myöhemmin sairastuneilla, ikä lisää niiden määrää ja naissukupuoli ennustaa vähempiä hoitjaksoja.

Taulukko 4.4. Somaattisten sairauksien aiheuttamat hoitajakset

Hoitojaksojen määrät:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo	
(Intercept)	-13.772747	2.946168	-4.675	2.94e-06	***
ensivuosiLK1985-1989	-0.230563	0.211498	-1.090	0.27565	
ensivuosiLK1990-1994	-0.271098	0.225978	-1.200	0.23027	
ensivuosiLK1995-1999	-0.183658	0.244578	-0.751	0.45270	
ensivuosiLK2000-2003	0.211484	0.361005	0.586	0.55800	
SPNainen	0.290950	0.191448	1.520	0.12858	
IkaF	0.056871	0.003641	15.618	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.155093	0.298602	0.519	0.60348	
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	0.213962	0.329434	0.649	0.51603	
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	1.134230	0.359391	3.156	0.00160	**
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	1.155805	0.515898	2.240	0.02507	*
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	0.006088	0.005621	1.083	0.27873	
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	0.007503	0.005927	1.266	0.20553	
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	0.008168	0.006259	1.305	0.19186	
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	0.013401	0.008907	1.505	0.13244	
SPNainen:IkaF	-0.008768	0.004991	-1.757	0.07892	.
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen:IkaF	-0.004344	0.007675	-0.566	0.57146	
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen:IkaF	-0.003722	0.008300	-0.448	0.65389	
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen:IkaF	-0.023499	0.008835	-2.660	0.00782	**
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen:IkaF	-0.034664	0.012405	-2.794	0.00520	**

Todennäköisyys, että hoitajaksoja on vähintään 1:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo	
(Intercept)	-10.64629	0.32236	-33.026	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989	-0.12713	0.47270	-0.269	0.78797	
ensivuosiLK1990-1994	-0.06452	0.44968	-0.143	0.88591	
ensivuosiLK1995-1999	0.03621	0.41710	0.087	0.93081	
ensivuosiLK2000-2003	0.51564	0.41357	1.247	0.21247	
SPNainen	0.32781	0.50923	0.644	0.51975	
IkaF	0.16470	0.01371	12.016	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.17204	0.71770	0.240	0.81055	
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	-0.25726	0.70507	-0.365	0.71521	
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	0.66450	0.65467	1.015	0.31010	
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	0.93523	0.64095	1.459	0.14453	
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	-0.00785	0.01534	-0.512	0.60894	
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	-0.03805	0.01468	-2.593	0.00953	**
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.06048	0.01396	-4.333	1.47e-05	***
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.09075	0.01454	-6.243	4.28e-10	***
SPNainen:IkaF	0.02196	0.01620	1.356	0.17524	
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen:IkaF	-0.02882	0.02246	-1.283	0.19935	
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen:IkaF	-0.01297	0.02167	-0.599	0.54948	
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen:IkaF	-0.05104	0.02004	-2.547	0.01086	*
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen:IkaF	-0.05560	0.01927	-2.886	0.00390	**

Taulukko 4.5. Sydän- ja verisuonitautien aiheuttamat hoitajakset

Hoitojaksojen määrät:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo
(Intercept)	-20.530236	21.328195	-0.963	0.3358
ensivuosiLK1985-1989	0.004842	0.086864	0.056	0.9556
ensivuosiLK1990-1994	0.073800	0.102176	0.722	0.4701
ensivuosiLK1995-1999	0.295584	0.127383	2.320	0.0203 *
ensivuosiLK2000-2003	0.778944	0.196963	3.955	7.66e-05 ***
SPNainen	-0.334119	0.070582	-4.734	2.20e-06 ***
IkaF	0.057510	0.002942	19.550	< 2e-16 ***

Todennäköisyys, että hoitajaksoja on vähintään 1:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo
(Intercept)	-16.948940	0.536790	-31.575	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	0.118168	0.617194	0.191	0.84817
ensivuosiLK1990-1994	-0.501506	0.670752	-0.748	0.45465
ensivuosiLK1995-1999	-0.483960	0.724563	-0.668	0.50418
ensivuosiLK2000-2003	0.734114	0.884270	0.830	0.40643
SPNainen	-0.332599	0.583899	-0.570	0.56894
IkaF	0.271604	0.024144	11.250	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.440850	0.878124	0.502	0.61564
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	2.197992	0.943199	2.330	0.01979 *
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	3.228882	1.014958	3.181	0.00147 **
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	3.045957	1.198717	2.541	0.01105 *
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	-0.025341	0.019997	-1.267	0.20507
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	-0.046856	0.021510	-2.178	0.02938 *
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.069666	0.022873	-3.046	0.00232 **
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.108436	0.026718	-4.059	4.94e-05 ***
SPNainen:IkaF	-0.005055	0.018445	-0.274	0.78405
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen:IkaF	-0.019489	0.027021	-0.721	0.47076
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen:IkaF	-0.052568	0.027445	-1.915	0.05544 .
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen:IkaF	-0.077928	0.027795	-2.804	0.00505 **
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen:IkaF	-0.075895	0.029922	-2.536	0.01120 *

Taulukko 4.6. Sepelvaltimotaudin aiheuttamat hoitojaksot

Hoitojaksojen määrät:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo
(Intercept)	-20.214577	44.781972	-0.451	0.651701
ensivuosiLK1985-1989	-0.145568	0.156538	-0.930	0.352412
ensivuosiLK1990-1994	0.458838	0.193684	2.369	0.017836 *
ensivuosiLK1995-1999	0.916492	0.255848	3.582	0.000341 ***
ensivuosiLK2000-2003	1.832078	0.496777	3.688	0.000226 ***
SPNainen	-0.504940	0.132027	-3.825	0.000131 ***
IkaF	0.036604	0.006399	5.720	1.06e-08 ***

Todennäköisyys, että hoitojaksoja on vähintään 1:

	Estimaatti	Keskihajonta	z-arvo	p-arvo
(Intercept)	-22.35933	0.97503	-22.932	< 2e-16 ***
IkaF	0.35189	0.03320	10.600	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	0.37191	0.92124	0.404	0.68643
ensivuosiLK1990-1994	1.21112	1.04142	1.163	0.24485
ensivuosiLK1995-1999	-0.77652	1.43748	-0.540	0.58906
ensivuosiLK2000-2003	3.42136	1.72935	1.978	0.04788 *
SPNainen	-0.04855	0.69768	-0.070	0.94452
IkaF:ensivuosiLK1985-1989	-0.03818	0.02454	-1.556	0.11980
IkaF:ensivuosiLK1990-1994	-0.08653	0.02761	-3.134	0.00172 **
IkaF:ensivuosiLK1995-1999	-0.07058	0.03365	-2.098	0.03592 *
IkaF:ensivuosiLK2000-2003	-0.17535	0.04097	-4.279	1.87e-05 ***
IkaF:SPNainen	-0.04324	0.01685	-2.567	0.01027 *

4.3 Vuosiluokan vaikutus hoidontarpeeseen

Jos tarkastellaan vain sairaalahoitoon päätyminen todennäköisyyttä huomioiden hoidon määrän vaihtelua, niin skitsofreniaan sairastumisen vuosiluokka vaikuttaa siihen vain kahdessa tapauksessa. Ensimmäinen 1990-luvulta alkaen sairastuneilla naisilla on alkutilannetta suurempi riski päätyä sairaalahoitoon verenkiertoelinten sairauksien takia ja toiseksi 2000-luvulla skitsofreniaan sairastuneilla on suurentunut riski joutua sairaalaan sepelvaltimotaudin takia sukupuolesta riippumatta.

Kun tarkastellaan vain heitä, joilla on sairaalahoitoa ja seurataan päivien ja jaksojen määrien eroja, niin skitsofreniaan sairastumisen vuosiluokissa alkaa olla eroja. Muutokset alkutilanteeseen kertovat lähinnä hoidontarpeen lisäyksestä, poikkeuksena ovat vain 1990-luvun alussa sairastuneet, joilla on hoitopäiviä vähemmän kuin 1980-luvun alussa skitsofreniaan sairastuneilla.

Aineiston esittelyssä käytetyistä pylväskuvioiden 2.1 palkkien koosta huolimatta vuosina 1985–1989 skitsofreniaan sairastuneilla on sairaalahoitoa suunnilleen yhtä paljon kuin vuosikymmenen alussa sairastuneilla. Kuvioiden perusteella ainakin hoitajaksoissa voisi odottaa olevan lisäyksiä, mutta mallien mukaan näin ei ole. Ainoat poikkeukset alkutilanteeseen ovat naisten suuremmat hoitopäivien määrät sydän- ja verisuonitautien ja sepelvaltimotaudin takia ja miesten vähäisemmät hoitopäivät sepelvaltimotaudin takia.

Vaikka vuosina 1990–1994 skitsofreniaan sairastuneilla on yhtä todennäköisesti hoitopäiviä somaattisista syistä kuin alkutilanteessakin, niiden määrät ovat vähäisemmät. Hoitajaksojen määrät ja todennäköisyydet vastaavat 1980-luvun alkua.

1990-luvulla skitsofreniaan sairastuneilla hoidontarpeen muutokset sydän- ja verisuonitautien takia poikkeavat alkutilanteesta sukupuolten välillä eri tavoin. Miesten sairaalahoidon tarve on pysynyt pääasiassa ennallaan tai vähentynyt, mutta naisilla lisääntynyt.

1990-luvun alussa skitsofreniaan sairastuneilla naisilla verenkiertoelinten sairauksien aiheuttamien hoitopäivien ja -jaksojen todennäköisyys on kasvanut, vaikkakaan kasvu ei näy niiden määrissä. Sepelvaltimotaudin suhteen sairaalahoidon tarve on pääpiirteissään kuten 1980-luvun alussa sairastuneilla, paitsi että hoitajaksojen määrät ovat hieman alkutilannetta suuremmat sukupuolesta riippumatta.

Vuonna 1995–1999 skitsofreniaan sairastuneilla on alkutilannetta vastaava riski joutua sairaalahoitoon somaattisista syistä, mutta hoitopäiviä on enemmän. Ero alkutilanteeseen on naisilla miehiä suurempi, heidän sairastavuutensa näkyy myös hoitajaksojen suuremmissa määrissä. Sydän- ja verisuonitautien takia hoidon tarve on voimakkaimmillaan 1990-luvun loppupuolella skitsofreniaan sairastuneilla naisilla. Tarve näkyy kaikilla osa-alueilla. Miehilläkin hoitajaksojen määrät ovat 1980-luvun alkua suuremmat, mutta päiviä on vähemmän. Hoitoon joutumisen todennäköisyys ei poikkea miehillä alkutilanteesta. Sepelvaltimotauti aiheuttaa 1990-luvun lopulla sairastuneille enemmän hoitajaksoja kuin 1980-luvun alussa sairastuneille, muuten tilanne ei poikkea alku-

tilanteesta.

2000-luvulla skitsofreniaan sairastuneilla on somaattisista syistä hoitopäiviä selvästi enemmän kuin 1980-luvun alussa sairastuneilla, mutta hoitajaksojen ja -päivien ilmaantumisen todennäköisyys ei kuitenkaan poikkea alkutilanteesta. Verenkiertoelinten sairauksien todennäköisyys on kohonnut, mutta vain naisilla, eikä lisäys ole niin voimakas kuin edellisessä vuosiluokassa sairastuneilla. Hoitajaksojen määrät ovat kuitenkin yleisesti suuremmat kuin 1980-luvun alussa sairastuneilla, mutta hoitopäivien määrä ei merkitsevästi poikkea alkutilanteesta. 2000–2003 sairastuneilla todennäköisyys sairaalahoitoon sepelvaltimotaudin takia on kohonnut, hoitajaksoja on selvästi alkutilannetta enemmän, mutta hoitopäivien määrät eivät ole kasvaneet.

4.4 Sukupuolen ja iän vaikutus

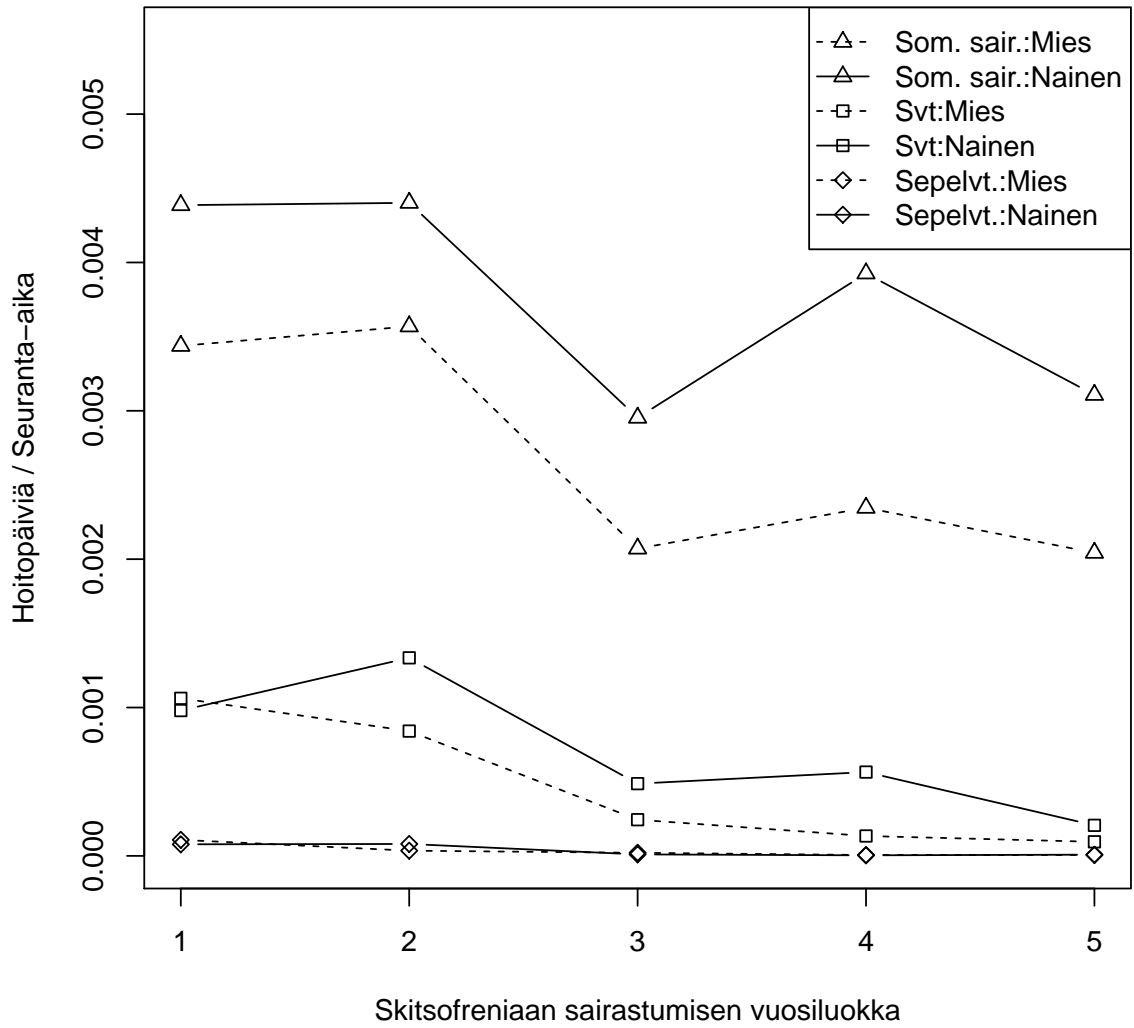
Molemmilla sukupuolilla on yhtä suuri todennäköisyys joutua sairaalahoitoon somaattisista syistä. Mallin mukaan naisilla olisi yleisesti hieman miehiä vähemmän hoitopäiviä, paitsi 1995–1999 sairastuneilla naisilla. Hoitajaksojenkaan lukumääriin sukupuoli ei vaikuta kuin 1995–2003 sairastuneilla, jolloin naisilla on enemmän hoitajaksoja.

Sukupuoli vaikuttaa sydän- ja verisuonitautien aiheuttaman sairaalahoidon todennäköisyyteen 1990-luvulta lähtien, jolloin naisten todennäköisyys sairaalahoitoon on kohonnut. Suurimmat poikkeukset alkutilanteesta ovat vuosina 1995–1999 sairastuneilla naisilla. Naisilla on yleisesti vähemmän hoitajaksoja verenkiertoelinten sairauksien takia, samaten hoitopäiviä paitsi 1980- ja 1990-lukujen loppupuolella skitsofreniaan sairastuneilla, joilla on hoitopäiviä enemmän kuin miehillä.

Sepelvaltimotaudin aiheuttamat hoitopäivät ovat naisilla epätodennäköisempiä kuin miehillä, mutta sukupuoli ei vaikuta niiden määriin eli hoidon keston. Vain 1985–1989 skitsofreniaan sairastuneilla naisilla ovat hoitopäivien määrät poikkeuksellisen suuret. Sukupuoli ei vaikuta hoitajaksojen todennäköisyyteen, mutta niillä naisilla joilla niitä on, on niitä vähemmän.

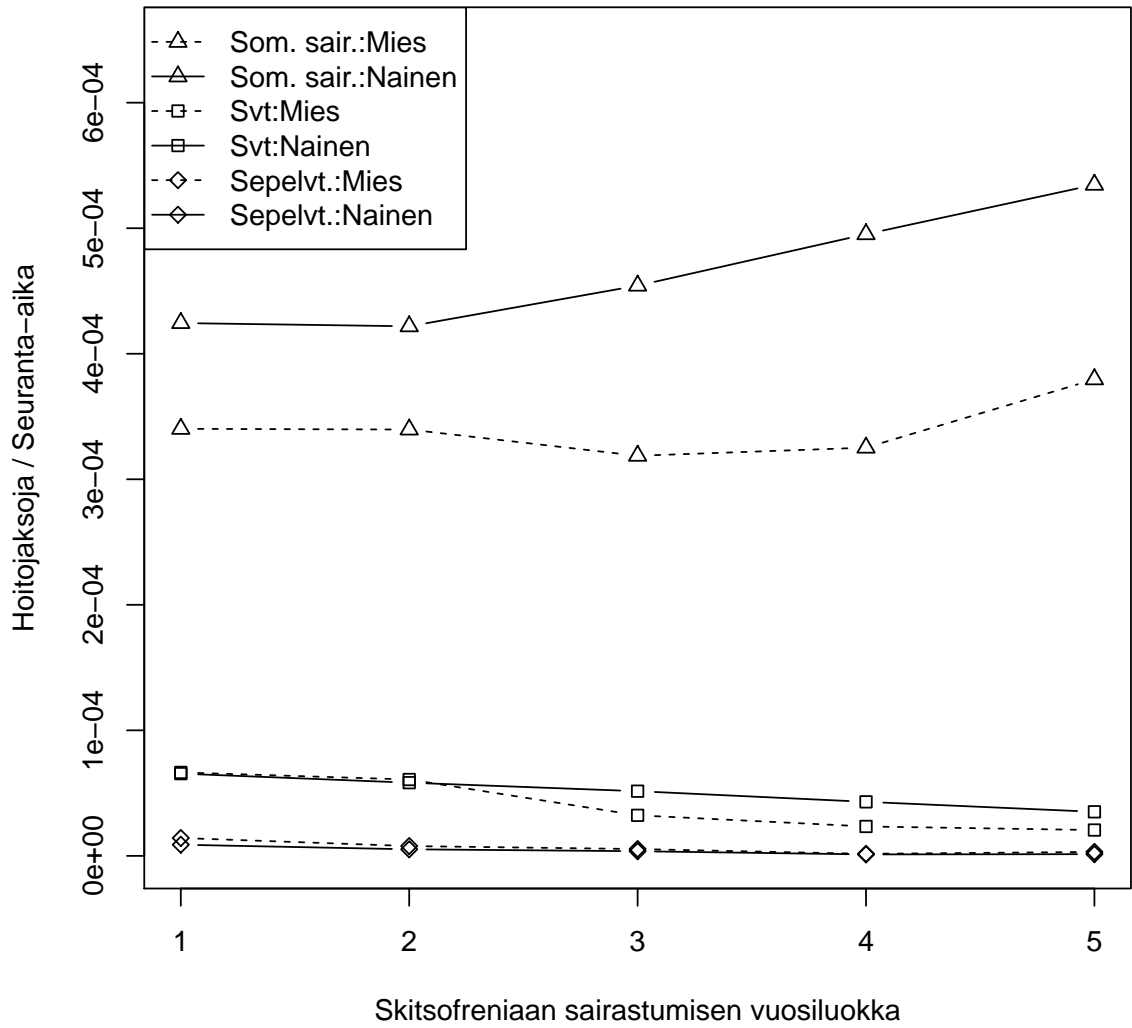
Jokaisessa mallissa myöhäinen skitsofreniaan sairastumisen ikä lisää sekä hoitajaksojen todennäköisyyttä että niiden määrää. Iän vaikutus kuitenkin heikkenee myöhemmissä vuosiluokissa sairastuneilla. Johtopäätöksiä on silti tehtävä hyvin varovasti: jos sairaalahoitoa on pääosin iäkkäillä, vaikkapa 60–70-vuotiailla, niin vain osa ehtii saavuttaa aineiston kattamana aikana niin korkean iän, viimeisimmistä luokista todella harva.

Hoitopäivät ja ensidiagnoosivuosisiluokka



Kuvio 4.1. Hoitopäivien määrät sukupuolittain.

Hoitojaksot ja ensidiagnoosivuosisiluokka



Kuvio 4.2. Hoitojaksojen määrät sukupuolittain.

5 Pohdinta

Tarkoituksena oli selvittää skitsofreniaan sairastumisen ajankohdan vaikutusta fyysiseen terveyteen käyttämällä sairaalahoitojaksojen ja -päivien määriä sen mittarina. Osoittautui, että sairastumisajankohta ei juuri vaikuta sairaalaan joutumisen todennäköisyyteen, mutta hoitopäivien ja -jaksojen määriin se vaikuttaa.

Erityisesti huomio kiinnittyy sepelvaltimotaudin yleistymiseen. Se on ainoa tutkittava muuttuja, jossa hoidontarve on viimeksi sairastuneilla alkutilannetta suurempi, tutkittiinpa sitä hoitoon joutumisen todennäköisyyden tai hoitojaksojen määrän kannalta. Muutos koskee myös molempia sukupuolia.

Verenkiertoelinten sairauksien ja sepelvaltimotaudin aiheuttamien hoitojaksojen määrät ovat lisääntymässä osalla skitsofreniaan myöhäisemmissä vuosiluokissa sairastuneissa. Verenkiertoelinten sairauksien kohdalla hoitopäivien määrät vähenevät, mutta se voi kertoa vuosien varrella tehostuneesta sydän-sairauksien hoidosta enemmän kuin hoidon tarpeen muutoksista. Somaattisten sairauksien hoitopäivien määrät ovat kasvussa.

Aineiston perusteella näyttäisi siis siltä, että sepelvaltimotauti on yleistymässä kaikilla, mutta muuten sairastavuus lisääntyy – ja vaikeutuu – vain osalla. Onko mahdollisesti tapahtumassa terveyden osalta eriarvoistumista skitsofreniaa sairastavien välillä?

Skitsofreniaa sairastavien terveyden heikkemistä on vaikea yhdistää suoraan deinstitutionalisaatiokehitykseen. On mahdollista, että esimerkiksi 1990-luvun lopussa oleva naisten suuri sairastavuus verenkiertoelinten sairauksiin on seurausta deinstitutionalisaation aiheuttamasta terveyden seurannan vähenemisestä. Seuranta-aika on kuitenkin suhteellisen pitkä, ja tulosten kanssa samansuuntaisia muutoksia on voinut tapahtua myös yleisväestön terveydentilassa. Tuloksiin voivat vaikuttaa myös 1990-luvulta alkaen käyttöön otettujen ns. toisen polven psykoosilääkkeiden metaboliset haittavaikutukset. Joka tapauksessa avohuollon kehittämisessä riittää haastetta, jotta alkanut muutos saataisiin pysäytettyä.

Menetelmäksi valitut hurdle-mallit vaikuttavat hyviltä aineiston käsittelyssä. Niiden avulla sai tietoa sekä tapahtuman toteutumisen todennäköisyydestä että lukumäärien vaihtelusta. Kaksijakoisuus oli myös menetelmän heikkous, sillä osien muodostamaa kokonaisuutta on vaikea hahmottaa. Analyysit olisi voitu tehdä myös zero-inflated-malleilla, jolloin tulokset olisivat olleet todennäköisesti samansuuntaiset, mutta taustalla oleva ajatus nollien lähteestä olisi ollut erilainen. R-ohjelmisto vastaa hyvin hurdle-mallinnuksen tarpeisiin.

Aineisto on ollut laaja, mutta siitä puuttuu mahdollisuus vertailla hoidon määrää yleisväestön hoidon määrään. Aineisto ei myöskään sisällä hammas-terveyden muutoksia tai muita vähemmän vakavia, mutta elämänlaatua ja toimintakykyä rajoittavia sairauksia. Pienistä puutteistaan huolimatta aineisto on ollut erittäin hyvä, laaja ja innostava. Se olisi tarjonnut monia mahdollisuuksia laajentaa aihetta.

Lähdeluettelo

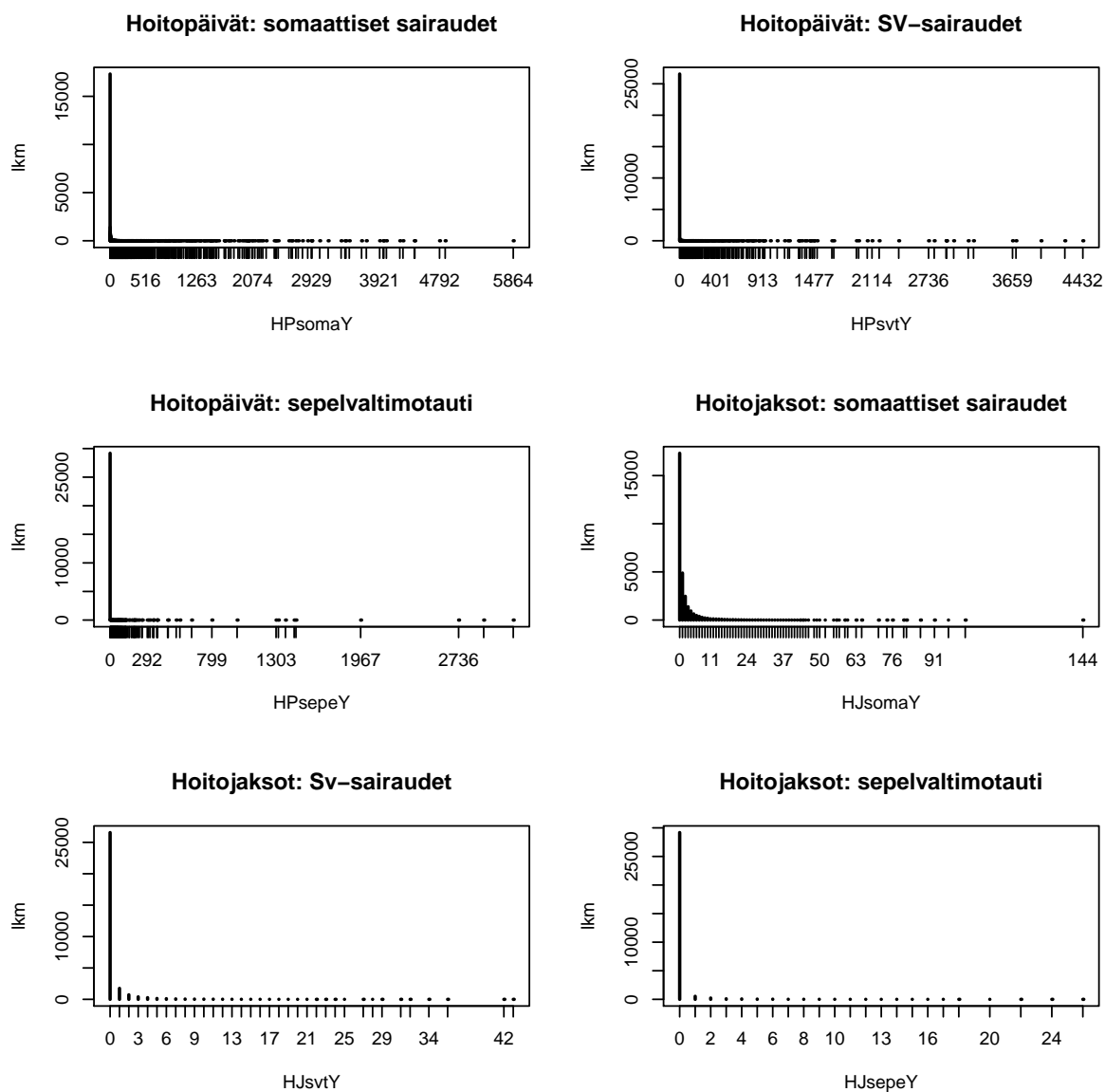
- Cameron, A. C. & Trivedi, P. K. (1998), *Regression analysis of count data*, New York, Cambridge University Press.
- De Hert, M., Correl, C. U., Bobes, J., Cetkovich-Bakmas, M., Cohen, D., Asai, I., Detry, J., Gautam, S., Möller, H.-J., Ndeti, D. M., Newcomer, J. W., Uwakwe, R. & Leucht, S. (2011), "Physical illness in patients with severe mental disorders. I. Prevalence, impact of medications and disparities in health care", *World Psychiatry*, 10, 52–77.
- Fitzmaurice, G. M., Laird, N. M. & Ware, J. H. (2009), *Applied Longitudinal Analysis*, New Jersey, John Wiley & Sons.
- Hilbe, J. M. (2011), *Negative Binomial Regression*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Isohanni, M., Suvisaari, J., Koponen, H., Kiesepä, T. & Lönnqvist, J. (2011), "Skitsofrenia", teoksessa: *Psykiatria*. Toimittajat: Lönnqvist, J., Henriksson, M., Marttunen, M. & Partonen, T. Duodecim. 9. uudistettu painos, 70–133.
- Korkeila J. (1998), *Perspectives on the Public Psychiatric Services in Finland. Evaluating the Deinstitutionalisation Process*, Jyväskylä, Gummerus Printing.
- Lamb, H. R. & Bachrach, L. L. (2001), "Some Perspectives on Deinstitutionalization", *Psychiatric Services*, 52, 1039–1045.
- Lambert, T. J R., Velakoulis, D. & Pantelis, C. (2003), "Medical comorbidity in schizophrenia", *The Medical Journal of Australia*, Vol 178, S67–S70.
- Leucht, S., Burkard, T., Henderson, J., Maj, M. & Sartorius, N. (2007), "Physical illness and schizophrenia: a review of the literature", *Acta Psychiatr Scand*, 116, 317–333.
- Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H., & Yli-Mäyry, S. (2011), *Sydänsairaudet*, Hämeenlinna, Kariston Kirjapaino Oy.
- Rantanen, H., Koivisto A.-M., Salokangas R. K., Helminen, M., Oja, H., Pirkola, S., Wahlbeck, K. & Joukamaa, M. (2009), "Five-year mortality of Finnish schizophrenia patients in the era of deinstitutionalization", *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, Vol 44, No 2, 135–142.
- Salokangas R. K., Helminen, M., Koivisto A.-M., Rantanen, H., Oja, H., Pirkola, S., Wahlbeck, K. & Joukamaa, M. (2010), "Incidence of hospitalized schizophrenia in Finland since 1980: decreasing and increasing again", *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, apr; 46(4), 343–50.
- Salokangas R. K. (2007), "Medical problems on schizophrenia patients living in the community (alternative facilities)", *Current Opinion in Psychiatry*, 20, 402–405.

- Viertiö, S., Perälä, J., Saarni, S. I., Partti, K., Saarni, S., Suokas, J., Tuulio-Henriksson, A., Lönnqvist, J. & Suvisaari, J. (2012), ”Psykoosisairauksiin liittyvä fyysinen sairastavuus ja toimintakyvyn rajoitukset”, *Lääkärilehti*, 11, 863–869.
- Wahlbeck, K. & Pirkola, S. (2008), ”Onko jo aika sulkea psykiatriset sairaalat?”, teoksessa: *Tutkijapuheenvuoroja terveydenhuollosta*. Toimittajat: Ashorn, U. & Lehto, J. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 131–145.

Liite A: Muuttujaluettelo

Muuttujan nimi	Selite	Tunnuslukuja
SP	Sukupuoli	miehiä 16190 naisia 14083
Saika	Seuranta-aika	min 1, max 8765
EnsivuosiLK	Skitsofreniaan sairastumisen vuosi luokiteltuna	1980-1984 lkm: 8229 1985-1989 lkm: 6063 1990-1994 lkm: 5351 1995-1999 lkm: 5466 2000-2003 lkm: 5164
HPsomaY	Hoitopäiviä henkilöllä somaattisista syistä yhteensä	min 0, max 5864
HPsvtY	Hoitopäiviä henkilöllä SV-tautien takia yhteensä	min 0, max 4432
HPsepeY	Hoitopäiviä henkilöllä sepelvaltimotaudin takia yhteensä	min 0, max 3165
HJsomaY	Hoitajaksoja henkilöllä somaattisista syistä yhteensä	min 0, max 144
HJsvtY	Hoitajaksoja henkilöllä SV-tautien takia yhteensä	min 0, max 43
HJsepeY	Hoitajaksoja henkilöllä sepelvaltimotaudin takia yhteensä	min 0, max 26
IkaF	Ikä skitsofreniaan sairastuessa	min 15, max 65

Liite B: Hoitopäivien ja -jaksojen kuviot



Kuva 1. Hoitopäivien ja -jaksojen määrät aineistossa.

Liite C: R-tulosteet

Somaattisten sairauksien aiheuttamat hoitopäivät

```
f6HPsoma <- formula(HPsomaY ~ offset(log(Saika)) + ensivuosiLK*(SP + IkaF) | + offset(log(Saika)) + ensivuosiLK*SP*IkaF) summary(m6HPsoma)
```

Call:

```
hurdle(formula = f6HPsoma, data = data, dist = "negbin", zero.dist = "negbin")
```

Pearson residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5294	-0.3371	-0.2763	-0.1749	114.2357

Count model coefficients (truncated negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-8.954543	0.141829	-63.136	< 2e-16***
ensivuosiLK1985-1989	-0.052791	0.164910	-0.320	0.748879
ensivuosiLK1990-1994	-0.751757	0.177269	-4.241	2.23e-05 ***
ensivuosiLK1995-1999	0.381811	0.192576	1.983	0.047407*
ensivuosiLK2000-2003	0.899736	0.262905	3.422	0.000621 ***
IkaF	0.083448	0.002736	30.505	< 2e-16 ***
SPNainen	-0.150597	0.069217	-2.176	0.029577 *
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	0.004657	0.004192	1.111	0.266659
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	0.011986	0.004421	2.711	0.006705 **
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.014136	0.004611	-3.066	0.002173 **
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.013453	0.006209	-2.167	0.030266 *
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	-0.089440	0.110756	-0.808	0.419353
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	-0.123425	0.117281	-1.052	0.292620
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	0.260618	0.128565	2.027	0.042648 *
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	0.056600	0.167263	0.338	0.735067
Log(theta)	-2.826955	0.105891	-26.697	< 2e-16 ***

Zero hurdle model coefficients (censored negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-10.645550	0.322042	-33.056	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989	-0.128153	0.472411	-0.271	0.78618	
ensivuosiLK1990-1994	-0.065875	0.449407	-0.147	0.88346	
ensivuosiLK1995-1999	0.035994	0.416836	0.086	0.93119	
ensivuosiLK2000-2003	0.514907	0.413306	1.246	0.21283	
SPNainen	0.303181	0.508435	0.596	0.55097	
IkaF	0.164516	0.013685	12.021	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.197573	0.717037	0.276	0.78290	
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	-0.232670	0.704346	-0.330	0.74115	
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	0.687773	0.654070	1.052	0.29302	
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	0.959534	0.640351	1.498	0.13402	
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	-0.007701	0.015333	-0.502	0.61551	
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	-0.037877	0.014663	-2.583	0.00979	**
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.060334	0.013942	-4.327	1.51e-05	***
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.090582	0.014518	-6.239	4.40e-10	***
SPNainen:IkaF	0.022533	0.016189	1.392	0.16395	
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen:IkaF	-0.029428	0.022442	-1.311	0.18975	
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen:IkaF	-0.013557	0.021657	-0.626	0.53134	
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen:IkaF	-0.051582	0.020029	-2.575	0.01001	*
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen:IkaF	-0.056158	0.019255	-2.917	0.00354	**
Log(theta)	-1.895117	0.065137	-29.094	< 2e-16	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1; Theta: count = 0.0592,
zero = 0.1503; Number of iterations in BFGS optimization: 123 Log-likelihood:
-7.335e+04 on 37 Df

Sydän- ja verisuonitautien hoitopäivien malli

```
f5HPsvt <- formula(HPsvtY ~ offset(log(Saika)) + ensivuosiLK*SP + IkaF|
+ offset(log(Saika)) + ensivuosiLK*IkaF*SP)
```

```
m5HPsvt <- hurdle(f5HPsvt, dist = "negbin", zero.dist = "negbin", data =
data)
```

```
> summary(m5HPsvt)
```

Call:

```
hurdle(formula = f5HPsvt, data = data, dist = "negbin", zero.dist = "negbin")
```

Pearson residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.38232	-0.17574	-0.11495	-0.06499	549.14543

Count model coefficients (truncated negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-17.449605	26.654587	-0.655	0.512689
ensivuosiLK1985-1989	-0.010305	0.157895	-0.065	0.947965
ensivuosiLK1990-1994	-0.646302	0.178518	-3.620	0.000294 ***
ensivuosiLK1995-1999	-0.658134	0.201875	-3.260	0.001114 **
ensivuosiLK2000-2003	0.049361	0.294752	0.167	0.867004
SPNainen	-0.438052	0.134589	-3.255	0.001135 **
IkaF	0.078061	0.003598	21.694	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.593715	0.221379	2.682	0.007321 **
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	0.277835	0.248517	1.118	0.263580
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	1.076303	0.307296	3.502	0.000461 ***
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	0.365402	0.454304	0.804	0.421217
Log(theta)	-11.606052	26.654733	-0.435	0.663256

Zero hurdle model coefficients (censored negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-16.951244	0.536096	-31.620	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	0.125038	0.616821	0.203	0.83936
ensivuosiLK1990-1994	-0.496920	0.670373	-0.741	0.45854
ensivuosiLK1995-1999	-0.480892	0.724212	-0.664	0.50668
ensivuosiLK2000-2003	0.739351	0.883708	0.837	0.40279
IkaF	0.271448	0.024102	11.263	< 2e-16 ***
SPNainen	-0.330308	0.583708	-0.566	0.57148
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	-0.025357	0.019978	-1.269	0.20436
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	-0.046786	0.021486	-2.178	0.02944 *
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.069547	0.022845	-3.044	0.00233 **
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.108352	0.026685	-4.060	4.9e-05 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.437291	0.877799	0.498	0.61837
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	2.199586	0.942917	2.333	0.01966 *
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	3.227153	1.014825	3.180	0.00147 **
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	3.040308	1.198452	2.537	0.01119 *
IkaF:SPNainen	-0.004943	0.018436	-0.268	0.78861
ensivuosiLK1985-1989:IkaF:SPNainen	-0.019552	0.027009	-0.724	0.46912
ensivuosiLK1990-1994:IkaF:SPNainen	-0.052773	0.027435	-1.924	0.05440 .
ensivuosiLK1995-1999:IkaF:SPNainen	-0.078048	0.027791	-2.808	0.00498 **
ensivuosiLK2000-2003:IkaF:SPNainen	-0.075929	0.029915	-2.538	0.01114 *
Log(theta)	-2.786095	0.110358	-25.246	< 2e-16 ***

52

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Theta: count = 0, zero = 0.0617; Number of iterations in BFGS optimization: 123; Log-likelihood: -2.522e+04 on 33 Df

Sepelvaltimotaudin hoitopäivien malli

```
f12HPsepe <- formula(HPsepeY ~ offset(log(Saika)) + ensivuosiLK*SP +
IkaF| offset(log(Saika)) + IkaF*ensivuosiLK + SP)
m12HPsepe <- hurdle(f12sepe, dist = "negbin", zero.dist = "negbin", data =
data)
> summary(m12HPsepe)
```

Call:

```
hurdle(formula = f12sepe, data = data, dist = "negbin", zero.dist = "negbin")
```

Pearson residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.27643	-0.09890	-0.03847	-0.01491	185.23781

Count model coefficients (truncated negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-10.177349	0.469831	-21.662	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	-0.738525	0.228167	-3.237	0.00121 **
ensivuosiLK1990-1994	-0.397540	0.274196	-1.450	0.14710
ensivuosiLK1995-1999	-0.158572	0.367327	-0.432	0.66597
ensivuosiLK2000-2003	0.086881	0.531553	0.163	0.87017
SPNainen	-0.110679	0.208969	-0.530	0.59636
IkaF	0.090847	0.007137	12.729	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	1.416719	0.353284	4.010	6.07e-05 ***
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	-0.716591	0.415676	-1.724	0.08472 .
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	-0.274277	0.549399	-0.499	0.61762
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	1.439365	1.207047	1.192	0.23308
Log(theta)	-2.803128	0.353402	-7.932	2.16e-15 ***

Zero hurdle model coefficients (censored negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-21.62540	0.90209	-23.973	< 2e-16 ***
IkaF	0.33257	0.03156	10.537	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	0.38596	0.91817	0.420	0.67422
ensivuosiLK1990-1994	1.25695	1.03341	1.216	0.22387
ensivuosiLK1995-1999	-0.59608	1.40862	-0.423	0.67217
ensivuosiLK2000-2003	3.35912	1.67445	2.006	0.04485 *
SPNainen	-1.81985	0.20205	-9.007	< 2e-16 ***
IkaF:ensivuosiLK1985-1989	-0.03893	0.02453	-1.587	0.11253
IkaF:ensivuosiLK1990-1994	-0.08825	0.02763	-3.193	0.00141 **
IkaF:ensivuosiLK1995-1999	-0.07487	0.03351	-2.234	0.02546 *
IkaF:ensivuosiLK2000-2003	-0.17298	0.04023	-4.300	1.71e-05 ***
Log(theta)	-3.52585	0.13613	-25.900	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Theta: count = 0.0606, zero = 0.0294

Number of iterations in BFGS optimization: 97

Log-likelihood: -8275 on 24 Df

Somaattisten sairauksien aiheuttamien hoitojaksojen malli

```
f2HJsoma <- formula(HJsomaY ~ offset(log(Saika)) + ensivuosiLK*SP*IkaF)
```

```
m2HJsoma <- hurdle(f2HJsoma, dist = "negbin", zero.dist = "negbin")
```

Call:

```
hurdle(formula = f2HJsoma, data = data, dist = "negbin", zero.dist = "negbin")
```

Pearson residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.1479	-0.4671	-0.3444	-0.0246	51.5008

Count model coefficients (truncated negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-13.772747	2.946168	-4.675	2.94e-06	***
ensivuosiLK1985-1989	-0.230563	0.211498	-1.090	0.27565	
ensivuosiLK1990-1994	-0.271098	0.225978	-1.200	0.23027	
ensivuosiLK1995-1999	-0.183658	0.244578	-0.751	0.45270	
ensivuosiLK2000-2003	0.211484	0.361005	0.586	0.55800	
SPNainen	0.290950	0.191448	1.520	0.12858	
IkaF	0.056871	0.003641	15.618	< 2e-16	***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.155093	0.298602	0.519	0.60348	
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	0.213962	0.329434	0.649	0.51603	
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	1.134230	0.359391	3.156	0.00160	**
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	1.155805	0.515898	2.240	0.02507	*
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	0.006088	0.005621	1.083	0.27873	
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	0.007503	0.005927	1.266	0.20553	
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	0.008168	0.006259	1.305	0.19186	
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	0.013401	0.008907	1.505	0.13244	
SPNainen:IkaF	-0.008768	0.004991	-1.757	0.07892	.
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen:IkaF	-0.004344	0.007675	-0.566	0.57146	
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen:IkaF	-0.003722	0.008300	-0.448	0.65389	
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen:IkaF	-0.023499	0.008835	-2.660	0.00782	**
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen:IkaF	-0.034664	0.012405	-2.794	0.00520	**
Log(theta)	-5.447679	2.960722	-1.840	0.06577	.

Zero hurdle model coefficients (censored negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-10.64629	0.32236	-33.026	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	-0.12713	0.47270	-0.269	0.78797
ensivuosiLK1990-1994	-0.06452	0.44968	-0.143	0.88591
ensivuosiLK1995-1999	0.03621	0.41710	0.087	0.93081
ensivuosiLK2000-2003	0.51564	0.41357	1.247	0.21247
SPNainen	0.32781	0.50923	0.644	0.51975
IkaF	0.16470	0.01371	12.016	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.17204	0.71770	0.240	0.81055
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	-0.25726	0.70507	-0.365	0.71521
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	0.66450	0.65467	1.015	0.31010
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	0.93523	0.64095	1.459	0.14453
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	-0.00785	0.01534	-0.512	0.60894
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	-0.03805	0.01468	-2.593	0.00953 **
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.06048	0.01396	-4.333	1.47e-05 ***
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.09075	0.01454	-6.243	4.28e-10 ***
SPNainen:IkaF	0.02196	0.01620	1.356	0.17524
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen:IkaF	-0.02882	0.02246	-1.283	0.19935
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen:IkaF	-0.01297	0.02167	-0.599	0.54948
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen:IkaF	-0.05104	0.02004	-2.547	0.01086 *
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen:IkaF	-0.05560	0.01927	-2.886	0.00390 **
Log(theta)	-1.89550	0.06513	-29.105	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Theta: count = 0.0043, zero = 0.1502

Number of iterations in BFGS optimization: 105

Log-likelihood: -4.605e+04 on 42 Df

Sydän- ja verisuonitautien hoitojaksot

```
f5HJsvt <- formula(HJsvtY ~ offset(log(Saika)) + ensivuosiLK + SP + IkaF |
+ offset(log(Saika)) + ensivuosiLK*SP*IkaF)
m5HJsvt <- hurdle(f5HJsvt, dist = "negbin", zero.dist = "negbin", data = data)
summary(m5HJsvt)
```

Call:

```
hurdle(formula = f5HJsvt, data = data, dist = "negbin", zero.dist = "negbin")
```

Pearson residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.67802	-0.28012	-0.17488	-0.08852	72.96350

Count model coefficients (truncated negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-20.530236	21.328195	-0.963	0.3358
ensivuosiLK1985-1989	0.004842	0.086864	0.056	0.9556
ensivuosiLK1990-1994	0.073800	0.102176	0.722	0.4701
ensivuosiLK1995-1999	0.295584	0.127383	2.320	0.0203 *
ensivuosiLK2000-2003	0.778944	0.196963	3.955	7.66e-05 ***
SPNainen	-0.334119	0.070582	-4.734	2.20e-06 ***
IkaF	0.057510	0.002942	19.550	< 2e-16 ***
Log(theta)	-11.391144	21.328016	-0.534	0.5933

Zero hurdle model coefficients (censored negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-16.948940	0.536790	-31.575	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	0.118168	0.617194	0.191	0.84817
ensivuosiLK1990-1994	-0.501506	0.670752	-0.748	0.45465
ensivuosiLK1995-1999	-0.483960	0.724563	-0.668	0.50418
ensivuosiLK2000-2003	0.734114	0.884270	0.830	0.40643
SPNainen	-0.332599	0.583899	-0.570	0.56894
IkaF	0.271604	0.024144	11.250	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen	0.440850	0.878124	0.502	0.61564
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen	2.197992	0.943199	2.330	0.01979 *
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen	3.228882	1.014958	3.181	0.00147 **
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen	3.045957	1.198717	2.541	0.01105 *
ensivuosiLK1985-1989:IkaF	-0.025341	0.019997	-1.267	0.20507
ensivuosiLK1990-1994:IkaF	-0.046856	0.021510	-2.178	0.02938 *
ensivuosiLK1995-1999:IkaF	-0.069666	0.022873	-3.046	0.00232 **
ensivuosiLK2000-2003:IkaF	-0.108436	0.026718	-4.059	4.94e-05 ***
SPNainen:IkaF	-0.005055	0.018445	-0.274	0.78405
ensivuosiLK1985-1989:SPNainen:IkaF	-0.019489	0.027021	-0.721	0.47076
ensivuosiLK1990-1994:SPNainen:IkaF	-0.052568	0.027445	-1.915	0.05544 .
ensivuosiLK1995-1999:SPNainen:IkaF	-0.077928	0.027795	-2.804	0.00505 **
ensivuosiLK2000-2003:SPNainen:IkaF	-0.075895	0.029922	-2.536	0.01120 *
Log(theta)	-2.786690	0.110354	-25.252	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Theta: count = 0, zero = 0.0616; Number of iterations in BFGS optimization: 87; Log-likelihood: -1.593e+04 on 29 Df


```

Sepelvaltimotaudin aiheuttamat hoitojaksot
f7HJsepe <- formula(HJsepeY offset(log(Saika)) + ensivuosiLK + SP +
IkaF|
+offset(log(Saika)) + IkaF*(ensivuosiLK + SP))
m7HJsepe <- hurdle(f7HJsepe, dist = "negbin", zero.dist = "negbin", data =
data)
> summary(m7HJsepe)

```

Call:

```
hurdle(formula = f7HJsepe, data = data, dist = "negbin", zero.dist = "negbin")
```

Pearson residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.49299	-0.13527	-0.04902	-0.01828	228.15070

Count model coefficients (truncated negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-20.214577	44.781972	-0.451	0.651701
ensivuosiLK1985-1989	-0.145568	0.156538	-0.930	0.352412
ensivuosiLK1990-1994	0.458838	0.193684	2.369	0.017836 *
ensivuosiLK1995-1999	0.916492	0.255848	3.582	0.000341 ***
ensivuosiLK2000-2003	1.832078	0.496777	3.688	0.000226 ***
SPNainen	-0.504940	0.132027	-3.825	0.000131 ***
IkaF	0.036604	0.006399	5.720	1.06e-08 ***
Log(theta)	-11.790641	44.781381	-0.263	0.792324

Zero hurdle model coefficients (censored negbin with log link):

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-22.35933	0.97503	-22.932	< 2e-16 ***
IkaF	0.35189	0.03320	10.600	< 2e-16 ***
ensivuosiLK1985-1989	0.37191	0.92124	0.404	0.68643
ensivuosiLK1990-1994	1.21112	1.04142	1.163	0.24485
ensivuosiLK1995-1999	-0.77652	1.43748	-0.540	0.58906
ensivuosiLK2000-2003	3.42136	1.72935	1.978	0.04788 *
SPNainen	-0.04855	0.69768	-0.070	0.94452
IkaF:ensivuosiLK1985-1989	-0.03818	0.02454	-1.556	0.11980
IkaF:ensivuosiLK1990-1994	-0.08653	0.02761	-3.134	0.00172 **
IkaF:ensivuosiLK1995-1999	-0.07058	0.03365	-2.098	0.03592 *
IkaF:ensivuosiLK2000-2003	-0.17535	0.04097	-4.279	1.87e-05 ***
IkaF:SPNainen	-0.04324	0.01685	-2.567	0.01027 *
Log(theta)	-3.53249	0.13326	-26.509	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Theta: count = 0, zero = 0.0292

Number of iterations in BFGS optimization: 75

Log-likelihood: -5520 on 21 Df