

Infektiotautien ehkäisyn talousteoriaa - influenssarokotteen ottamiseen vaikuttavat tekijät Suomessa

Kansantaloustiede
Maisterin tutkinnon tutkielma
Mikko Tuovinen
2009

Kansantaloustieteen laitos
HELSINGIN KAUPPAKORKEAKOULU
HELSINKI SCHOOL OF ECONOMICS



HELSINGIN KAUPPAKORKEAKOULU

Kansantaloustieteen laitos



INFEKTIOTAUTIEN EHKÄISYN TALOUSTEORIAA -

INFLUENSSAROKOTTEEN OTTAMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT SUOMESSA

Kansantaloustieteen
pro gradu -tutkielma
Mikko Tuovinen
kevät 2009

laitoksen johtajan päätöksellä ___/___ 200___ hyväksytty
arvosanalla _____

INFEKTIOTAUTIEN EHKÄISYN TALOUSTEORIAA – INFLUENSSAROKOTTEEN OTTAMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Tämän tutkimuksen teoreettisina tavoitteina on esitellä tartuntatautien ehkäisyn talousteoriaa, terveystaloustieteellisten menetelmien erityispiirteitä rokotteiden kohdalla sekä ihmisten taloudelliseen käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksen empiirisenä tavoitteena oli estimoida influenssarokotteen kysyntäfunktiota työikäisessä väestössä ja testata nk. prevalenssielastisuuden (kysynnän vallitsevuusjousto) toteutumista Suomessa. Ekonometrisen tutkimuksen teoreettinen perusta liittyy yksilön investointipäätöksen mallintamiseen.

Tutkimuksen jälkimmäinen osio perustuu Kansanterveyslaitoksen (nykyään Terveyden ja hyvinvoinnin laitos) Terveys 2000 – poikkileikkausaineistoon, josta estimoitiin influenssaa vastaan rokottautumisen todennäköisyyksiä 30–64 –vuotiaille suomalaisille probit-mallilla. Terveys 2000 – tutkimuksen aineisto sisältää 8024 henkilön yli 30-vuotiaiden otoksen ja tulos on yleistettävissä otospainojen avulla koko maahan. Toteutustapa noudattelee aiemmin esimerkiksi USA:ssa ja Saksassa tehtyjä vastaavia tutkimuksia.

Tartuntatautien ehkäisyn terveystaloustieteellinen arviointi on monesti hoidon arviointia haastavampaa. Pidempi aikahorisontti, suurempi ja moninainen epävarmuus sekä epidemiologinen mallinnus aiheuttavat kaikki lisävaatimuksia terveystaloustieteelliselle tutkimukselle. Rokotteiden osalta työssä nousi esiin myös julkisen rokotusohjelman moninaiset edut vapaaseen markkinaratkaisuun verrattuna. Empiirisessä tutkimuksessa huomattiin, että esimerkiksi ikä ja lääkäriäkäyntien lukumäärä nostivat todennäköisyyttä ottaa influenssarokote, kun taas ruotsinkielisyydellä oli merkittävä negatiivinen marginaalivaikutus yksilön rokottautumiselle. Tulotasotasolla oli positiivinen vaikutus, joka tosin muuttui negatiiviseksi, kun vastaajan krooniset sairaudet kontrolloitiin pois. Influenssarokotteen ottaminen jakautuu Suomessa suhteellisen tasaisesti eri tuloryhmien välille ja heijastelee myös kohtuullisen hyvin lääketieteellisiä tarpeita. Keskittyminen varakkaille oli suurinta terveiden työikäisten joukossa. Edellisen kauden influenssatapauksilla ei näyttänyt hypoteesin vastaisesti olevan vaikutusta yksilön rokotuspäätökseen.

Avainsanat: terveystaloustiede, influenssarokote, Terveys 2000 – tutkimus, probit-malli, epidemiologia

ECONOMICS OF INFECTIOUS DISEASES PREVENTION – DEMAND FUNCTION FOR INFLUENZA-VACCINATION IN FINLAND

The first objective of this study is to give an introduction to the economics of infectious diseases prevention and describe the health economic challenges related to vaccinations. Second object is to review the interaction of epidemiology and economic behavior (so called prevalence elastic demand) and model the parameters affecting the possibility of getting an influenza shot in Finland in 2000.

The empirical part is based on the cross-section sampling data from the Health 2000 -study collected by National Institute for Health and Welfare. The sample size was 8028 individuals and the results are generalizable to the whole population (over 30 years old). Using probit-model I estimated the conditional probabilities of getting the influenza shot for 30-64 years old. This study follows the principles of other similar regressions made in USA and Germany. The theoretical background of the study objective is related to individual's investment decision.

Health economic modeling of the prevention of infectious diseases is many times more challenging than the evaluation of curative treatments. Longer time span, bigger and more varied uncertainty and the epidemiological methods all justify deeper health economical research. The literature reviewed in this study also strengthens the notions of the many beneficial welfare effects of public vaccination programs compared to the free market solution. In the estimation e.g. age and number of doctor visits during last year had significantly positive marginal effects. Swedish-speaking individuals were less reluctant to get the shot. Income had a positive sign, but it changed to a negative one, when individual's chronic diseases were controlled out. The number of influenza cases in the last period didn't have statistically significant effect in the regressions. Influenza vaccination seems to be distributed quite an equally on the different income levels and is also quite a well in the line with medical needs. Concentration on higher income fifths was highest among healthy 30-64 years old individuals.

Key words: Health economics, influenza vaccination, Health 2000-study, probit-model, epidemiology

Käsitteitä ja lyhenteitä

- **epidemia:** ajanjaksoina esiintyvä tartuntasairaus. Rajoittuu tiettyyn maahan tai maanosaan. Suuremmalle alueelle leviävää epidemiaa kutsutaan *pandemiaksi*
- **HTA (Health Technology Assessment):** terveydenhuollon menetelmien kokonaisvaltainen arviointi, joka sisältää mm. taloudellisen arvioinnin (*economic evaluation*)
- **ilmaantuvuus (insidenssi):** tietyllä aikavälillä ihmisjoukossa ilmaantuneiden tautitapausten (uusien) määrä. Suhteutetaan yleensä henkilövuosiin. Esimerkiksi 100 tapausta / 100 000 as.
- **influenssa:** Influenssa on influenssavirusten (tyypit A ja B) aiheuttama äkillinen ylempien hengitysteiden tulehdus. Suomessa ilmaantuvuus yleisintä 2-3 kuukauden aikana vuodenvaihteen jälkeen
- **kustannusvaikuttavuus (KV):** kuvaa tietyn toimenpiteen tai hoidon taloudellista tehokkuutta suhteuttamalla kustannukset interventioista saatavaan terveydelliseen hyötyyn eli vaikuttavuuteen
- **laatupainotettu elinvuosi (Quality-Adjusted-Life-Year):** saadaan kertomalla kussakin sairaustilassa vietetty aika tilaan liittyvällä utiliteetiksi muunnetulla elämänlaadulla (*Quality of Life*)
- **laumaimmuneetti (herd immunity):** väestötason immuneetti, joka estäessään tartuntataudin leviämistä voi suojata rokottamattomankin yksilön (*positiivinen ulkoisvaikutus*). Mitä tarttuvampi tauti on sitä suurempi rokotuskattavuus (*coverage*) tarvitaan näiden positiivisten ulkoisvaikutusten syntymiseen. Viruskierron väheneminen voi kuitenkin eräiden rokotteiden (esimerkiksi vesirokko) kohdalla myös siirtää tautiin sairastuvien keskimääräistä ikää ja alentaa aikuisten luontaista immuneettia. Tätä ilmiötä voidaan nimittää rokottamisen *negatiiviseksi ulkoisvaikutukseksi*. Ongelma ei koske influenssaa.
- **NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence):** UK:n kansallinen terveydenhuollon teknologioiden arviointikeskus
- **osittainen tai epäpuhdas julkishyödyke (inpure public good):** hyödykkeitä, joiden hyödyt ovat osittain suljettuja ja/tai niukkoja. Yksityisesti hankittu rokote on osittain julkishyödyke. Täysin tehokas rokote on ostajalleen kuitenkin puhdas yksityishyödyke, kun taas osittain tehokkaan rokotteen laajempi käyttö hyödyttää myös yksittäistä ostajaa
- **puhdas julkishyödyke (public good):** hyödyke, joka on vapaasti kaikkien saatavilla, eikä ketään siis voida sulkea pois sen käyttämisestä. Julkishyödykkeen rajakustannus hyvin pieni, jonka vuoksi markkinat monesti epäonnistuvat hyödykkeen tuottamisessa. Esimerkkejä ovat ilmastonsuojelu tai vapaasti kopioitavat atk-ohjelmat. Myös yleinen rokotusohjelma täyttää puhtaan julkishyödykkeen määritelmän
- **vallitsevuus (prevalenssi):** tautitapausten tai sairaiden osuus väestössä joko ajankohtana tai ajanjaksona

Sisällysluettelo

Käsitteitä ja lyhenteitä.....	iv
Kuvat	vii
Taulukot.....	vii
1. Johdanto	1
2. Terveystaloustiede, ennaltaehkäisy ja taloudellinen arviointi.....	2
2.1 Julkisen talouden merkitys.....	3
2.2 Ehkäisevä terveydenhuolto	4
2.2.1 Ehkäisyn riittävyys	4
2.2.2 Ehkäisyn ja hoidon suhde.....	6
2.3 Terveydenhuollon taloudellinen arviointi.....	7
2.3.1 Dynamiikka.....	7
2.3.2 Taloudelliset arviointimallit	8
3. Ajan merkitys terveystaloustieteellisessä arvioinnissa	12
3.1 Intertemporaalinen arvottaminen	13
3.2 Terveysyhyötyjen ja kustannusten diskonttaamisesta – sama vai eri korkokanta	14
3.3 Aika ja käyttäytyminen.....	17
4. Taloustiede ja epidemiologia.....	18
4.1 Infektiotautien dynamiikka	18
4.2 Epidemian syntyminen	21
5. Ulkoisvaikutukset ja markkinoiden epäonnistuminen.....	21
5.1 Suorat ulkoisvaikutukset infektiorokotteissa.....	22
5.2 Epäsuorien vaikutusten mittaamisesta	24
6. Ihmisten taloudellinen käyttäytyminen	25
6.1 Rokotuspäätös.....	26
6.2 Riski ja informaation epäsymmetria.....	28
6.3 Riskipreferenssien merkityksestä terveystaloustieteessä	28
6.4 Peliteoria ja imitaatio.....	30
7. Tasa-arvo ja oikeudenmukaisuus.....	31
7.1 Epätasa-arvon mittaamisesta.....	32
8. Vaikutukset terveystalouteen.....	34
8.1 Infektiotautien hävittäminen	35
8.2 Julkisen vallan roolista	36
8.3 Tukitoimet	37
9. Empiirinen osuus	39
9.1 Ekonometrinen malli	39
9.2 Mallin diagnostiikka ja selityskyvyn arviointi	41
9.3 Otanta-asetelman tilastollisia vaatimuksia.....	41
9.4 Aikaisempia empiirisiä tutkimuksia	43

9.5 Rotavirusrokotteen kysynnän riippuvuus esiintyvyydestä	46
9.6 Influenssarokotteen kysyntäfunktion estimointia	47
9.6.1 Demografiset tekijät.....	51
9.6.2 Sosioekonomiset tekijät	52
9.6.3 Kysynnän jakaumatarkastelua	53
9.6.4 Terveyspalveluiden käyttö ja oma terveydentila.....	54
9.6.5 Riskiin suhtautuminen	55
9.6.6 Influenssan esiintyvyys	55
10. Yhteenveto.....	56
Lähteet	58
Liitteet.....	65

Kuvat

Kuva 1 Julkisen vallan osallistuminen terveydenhuollon rahoitukseen. Tummennukset kirjoittajan omia. ”Rule of Rescue” ja ”Public Demands” jätetty piirtämättä. Lähde Musgrove (1999).....	3
Kuva 2 Sairausten hoidon ja ennaltaehkäisyn rajakustannusten vertailua. Lähde: Musgorve (2004, 148).....	6
Kuva 3 Kustannus-vaikuttavuustaso	9
Kuva 4 Tartuntataudin dynamiikka SIR-mallissa. Lähde mukailien Klein et al (2007) ja Pradas-Velasco et al (2008).....	20
Kuva 5 Influenssarokotteen rajahyödyt 100 %:sti tehokkaan rokotteen tapauksessa. Lähde: Boulier (2007, 15)	22
Kuva 6 Influenssarokotteen vaihtelevat rajahyödyt. Lähde: Boulier et al (2007, 16)	24
Kuva 7 Keskittymisindeksi graafisena esityksenä	33
Kuva 8 Rotaviruksen esiintyvyys (tapaukset per 100 000as.) ja rokotteen myyntivolyymi 2006–2008	47
Kuva 9 Iän vaikutus rokotustodennäköisyyteen (yli 65-vuotiaat).....	51
Kuva 10 Iän vaikutus rokotustodennäköisyyteen (alle 65-vuotiaat)	51
Kuva 11 Liite: Terveys2000-tutkimuksen paikkakunnat.....	65

Taulukot

Taulukko 1 Erilaisia taloudellisia arviointimenetelmiä. Mukautettuna Kobelt (1996) ja Sintonen (1997).....	10
Taulukko 2 Terveiden aikuisten ja lasten influenssarokottamisen KV-suhteita	12
Taulukko 3 Eräiden muuttujien vertailua tutkimusten välillä.....	45
Taulukko 4 Muuttujien marginaalivaikutukset, keskivirheet ja merkitsevyytasot eri malleissa (terveet työikäiset)	49
Taulukko 5 Muuttujien marginaalivaikutukset, keskivirheet ja merkitsevyytasot eri malleissa (kaikki työikäiset)	50
Taulukko 6 Pelkkien tulojen marginaalivaikutukset työikäisillä ja koko väestössä.....	53
Taulukko 7 Influenssarokotteen jakaumatarkastelua	54
Taulukko 8 Liite: Tutkimuksen muuttujat.....	66
Taulukko 9 Liite: Tutkimuksessa (terveet työikäiset) käytettyjen muuttujien otoskoot, keskiarvot ja hajonnat... ..	67
Taulukko 10 Liite: Tutkimuksessa (kaikki yli 30-vuotiaat) käytettyjen muuttujien otoskoot, keskiarvot ja hajonnat.....	69
Taulukko 11 Liite: Sairaanhoidopiirien jakautuminen miljoonapiireittäin vuonna 2000	70

1. Johdanto

Kiristyneet paineet hallita kasvavia terveysmenoja ja kohdentaa resurssit tehokkaammin ja oikeudenmukaisemmin johtavat jatkossakin terveystaloustieteellisen osaamisen ja ymmärryksen lisääntymiseen. Ehkäisevän terveydenhuollon rooli kasvaa ja painopiste on siirtymässä epidemiologisen muutoksen myötä entistä enemmän eliniän pidentämisestä elämänlaadun parantamiseen. Perinteiset infektioaudit on länsimaissa saatu melko hyvin hallintaan, mutta useat tartuntataudit aiheuttavat silti edelleen paljon sairastavuutta ja kustannuksia. Ehkäisevien interventioiden, kuten rokotteiden, taloudellinen arviointi poikkeaa jo olemassa olevan sairauden hoidosta ennen kaikkea suuremman epävarmuuden ja pidemmän aikahorisontin takia. Oikeiden metodologisten menetelmien ja sairauden epidemiologian tarkka ymmärtäminen ovat oleellisia laadukkaalle vaikuttavuustutkimukselle ja siten ehkäisevien toimenpiteiden taloudelliselle arvioinnille. Rokotteet ovat hyvä esimerkki taloustieteen paljon tutkituista ulkoisvaikutuksista. Vastoin julkistaloustieteen perusoletuksia tartuntatauteihin liittyvät ulkoisvaikutukset eivät kuitenkaan ole välttämättä monotonisia.

Terveystaloustieteelliset näkemykset ja painotukset julkisen vallan roolista eroavat jonkin verran Euroopan ja USA:n välillä, jossa usko vapaiden markkinoiden kykyyn allokoida myös terveydenhuollon resursseja tehokkaasti on perinteisesti ollut suurempi. Sekä eurooppalaisessa että amerikkalaisessa kirjallisuudessa on paljon argumentteja keskittymisestä pelkästään lääketieteellisten riskiryhmien tarkastelusta, kokonaisvaltaisempaan, koko väestön sairastavuuden vähentämiseen tähtäävään terveystaloustieteeseen. Julkisten rokotusohjelmien kohdalla tilanne on hieman erilainen, sillä ne tähtäävät muutenkin jo koko väestön sairastavuuden vähentämiseen. Niidenkin kattavuuksissa ja painotuksissa on tosin maittaisia eroja. Esimerkiksi käytäntö olla rokottamatta Suomessa yleisesti varusmiehiä influenssaa vastaan sotii viruksen leviämistä kuvaavia malleja vastaan.

Ihmisten taloudellista käyttäytymistä ja sairauden leviämistä kuvaavat epidemiologiset mallit ovat kehittyneet pitkään osittain erillään toisistaan. Tämä tieteiden hajaantuminen on johtanut siihen, että esimerkiksi yksilöiden rokotuspäätösten yhteyttä sairauden dynamiikkaan ei ole ainakaan terveystaloustieteessä laajamittaisesti tarkasteltu. Tämä koskee erityisesti yleisen rokotusohjelman ulkopuolisia ihmisiä ja/tai rokotteita. Terveystaloustieteen tehokkuuden kannalta ihmisten käyttäytymisen tunteminen on kuitenkin mm. erilaisten tukien syrjäytysvaikutusten kannalta erittäin tärkeää. Influenssarokote on lukuisten tutkimusten mukaan jopa yhteiskunnan kustannuksia säästävä monissa ikäryhmissä ja sen laajamittaisempi käyttö olisikin suotavaa. Toisaalta lääketieteellinen kehitys jatkuu uusia, perinteisiä rokotteita huomattavasti kalliimpia tuotteita, joiden ottamiselle yleiseen rokoteohjelmaan on paljon paineita. Ohjelmaan ei oteta eikä pidä ottaa tuotteita, jotka eivät ole riittävän kustannusvaikuttavia muihin julkisiin toimenpiteisiin verrattuna. Viime kädessä tämän riittävän vaikuttavuuden tason määrittelevät tietysti poliittiset päätöksentekijät.

Influenssarokote tarjoaa edullisena, käytännössä vaarattomana ja suhteellisen tehokkaana suojausmuotona hyvän esimerkin käsitellä ehkäisevään sairaudenhoitoon liittyvää talusteoriaa. Tässä pro gradu – työssä tarjoan aluksi johdatuksen ehkäisyä terveystaloustieteeseen ja vaikuttavuuden taloudelliseen arviointiin. Erityistä painoa

annetaan infektioitautien erityispiirteille, kuten mallien dynamiikalle ja taloudellisen diskonttokoron käytölle, joka on rokotteen klinisen tehon ja hinnan ohella yksi kustannusvaikuttavuuteen vaikuttava tekijä etenkin pidempään vaikuttavissa immunisaatioissa. Kolmannessa luvussa esittelen tartuntatautien leviämistä kuvaavan nk. SIR-mallin ja liitän sen ihmisen taloudelliseen käyttäytymiseen. Seuraava iso kokonaisuus on riski ja rokotus investointipäätöksenä, joihin liittyviä empiirisiä tutkimuksia replikoidaan työni empiirisessä osiossa. Ennen tätä kokoaan yhteen edellä esitettyjen tekijöiden vaikutuksia julkisen vallan optimaaliseen terveyspolitiikkaan.

Tutkimuksen empiirisen osion muodostaa Kansanterveyslaitoksen laajalla Terveys 2000 -tutkimuksen aineistolla toteutettu influenssarokotteen kysyntäkäyrän estimointi *probit*-mallilla työikäisillä (30–64-vuotiailla). Tämän tutkimuksen motiivina on tarjota työkaluja influenssarokotteen käytön laajentamiselle mahdollisimman tehokkaalla tavalla, kasvattamatta Suomen jo ennestään suuria terveyden tasa-arvoon liittyviä ongelmia ja tarjota samalla hyvä yleiskatsaus rokotteiden kustannusvaikuttavuuden arvioimisen haasteellisuuteen. Tällaista tutkimusta ei ole tietääkseni toteutettu aiemmin Suomen aineistolla. Olen tässä työssä tietoisesti pohjustanut rokotuspäätöksen teoriaa ja influenssarokotteen ottamiseen vaikuttavien tekijöiden analyysiä melko laajalla kirjallisuuskatsauksella ehkäisyn taloustieteeseen ja tartuntatautien epidemiologiaan, koska näen näiden aihepiirien käsittelyn tarjoavan lukijalle kokonaisvaltaisemman käsityksen eri tekijöiden keskinäisistä riippuvuuksista.

Tässä yhteydessä haluan vielä kiittää Ismo Linnosmaata Kuopion yliopistosta ja Heini Saloa Terveyden ja hyvinvoinnin laitokselta asiantuntevista neuvoista.

2. Terveystaloustiede, ennaltaehkäisy ja taloudellinen arviointi

Terveystaloustiede on lyhyesti määriteltynä taloustieteen käsitteiden, teorioiden, menetelmien ja tutkimustapojen soveltamista terveys-aihepiiriin. Lähestymistapa on usein mikrotaloudellinen ja erityisen voimakkaita menetelmiä ovat taloustieteen marginaali-käsitteet. Terveyden ominaispiirteistä johtuen monet yleisen (neoklassisen) taloustieteen opit eivät ole kuitenkaan suoraan sovellettavissa terveydenhuoltoon.

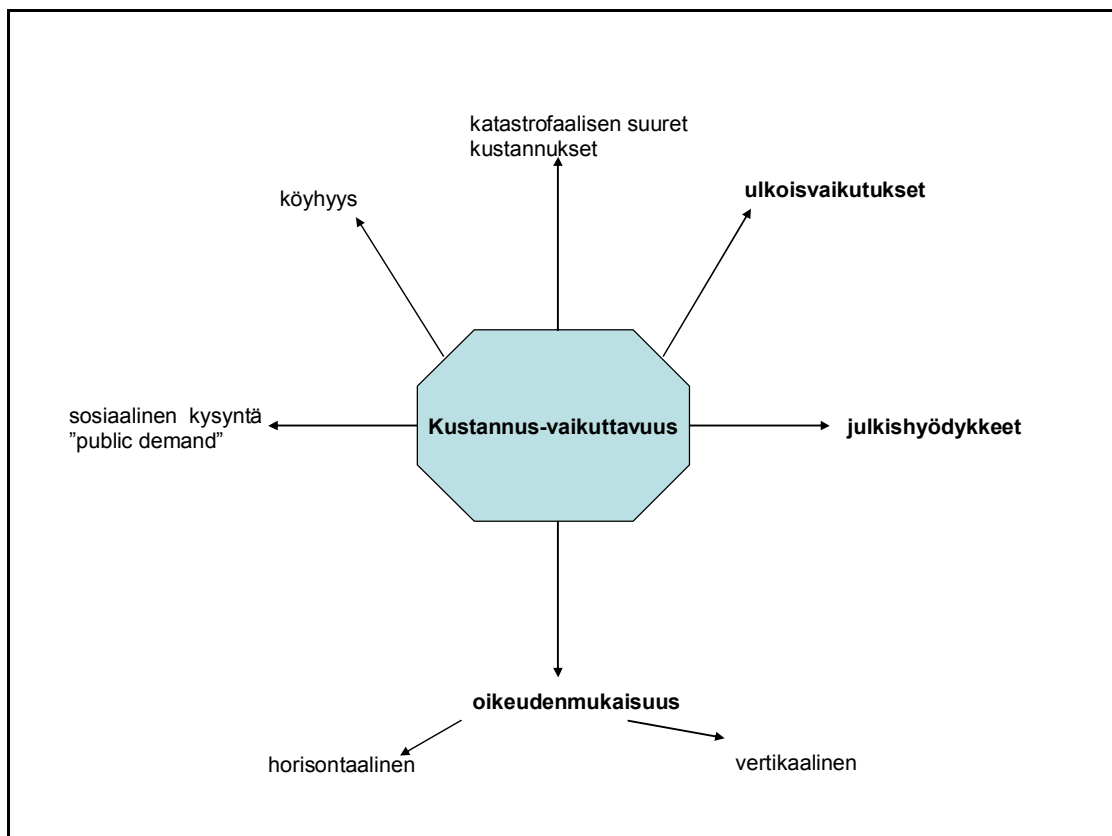
Terveystaloustiede tieteenä etsii keinoja kohdentaa niukat voimavarat terveyden maksimoimiseksi, pyrkien samalla hyötyjen oikeudenmukaiseen jakautumiseen yhteiskunnan sisällä. Voidaan puhua jaosta tehokkuus – ja oikeudenmukaisuuspyrkimyksiin. Terveystaloustieteen sisälle on muodostunut myös omia sektoreita, kuten viime aikoina erityisen voimakkaassa kasvussa ollut lääketaloustiede (*pharmacoeconomics*).

Taloustieteen tuomista terveydenhuollon pelikentälle pidetään usein julkisessa keskustelussa keinona hakea vieläkin lisää säästöjä. Tästä ei kuitenkaan ole kysymys, vaan itse asiassa laadukkaalla kustannusten ja vaikuttavuuden vertailulla (kustannus-vaikuttavuus tutkimukset) voidaan parantaa resurssien kohdentumista siten, että jo olemassa olevat resurssit suunnataan yhteiskunnan kannalta mahdollisimman optimaalisesti. Tässä piilee terveystaloustieteen suhteellinen vahvuus verrattuna esimerkiksi tuotantotalouden kapeampaan tehokkuusajatteluun. Tehokkuuden ja vaikuttavuuden välille kun ei monesti voida kirjoittaa yhtäsuuruusmerkkiä,

vaan tehokkuuden (suoritteiden) maksimointi itsessään voi hyvin johtaa vaikuttavuuden heikkenemiseen (saavutettu terveyshyöty) ja sitä kautta kustannustehokkuuden huononemiseen.

2.1 Julkisen talouden merkitys

Musgrovea (1999) mukaillen esittelen tässä lyhyesti yleisiä perusteluja julkisen vallan osallistumiselle terveydenhuollon rahoitukseen. Lähestymistapa sopii ehkäisyyn taloudellisen arviointiin erittäin hyvin, sillä hänen esittämänsä yhdeksän kriteeriä liittyvät vahvasti kustannus-vaikuttavuuden käsitteeseen (ks. lisää luvussa 2.3.). Karkeasti kriteerit jaetaan *taloudellista tehokkuutta* kuvaaviin (julkishyödykkeet sekä ulkoisvaikutukset) ja *eettisiin* (köyhyys, horisontaalinen¹ ja vertikaalinen² oikeudenmukaisuus). Tämä jako korostaa terveystaloustieteen perusdilemmaa tehokkuuden ja oikeudenmukaisuuden välillä. Merkittäviä ympäristötekijöitä ovat myös yhteiskunnan arvot, poliittiset mielipiteet sekä eri toimijoiden intressit.



Kuva 1 Julkisen vallan osallistuminen terveydenhuollon rahoitukseen. Tummennukset kirjoittajan omia. ”Rule of Rescue” ja ”Public Demands” jätetty piirtämättä. Lähde Musgrove (1999)

¹ Horisontaalisella tasa-arvolla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että kustannusvaikuttavuuden tulisi olla sama kaikille samaa tautia sairastaville. Samanlaisia sairauksia tulisi siis hoitaa yhtenevästi. Yleensä kustannukset kuitenkin eroavat esimerkiksi maantieteellisesti, mikä aiheuttaa vaikeita valintoja tehokkuuden ja tasa-arvon välille (Musgrove 1999, 213)

² Vertikaalisella oikeudenmukaisuudella viitataan siihen, että vaikeampia sairauksia tulisi hoitaa tehokkaammin kuin lievempiä.

Työni kannalta tärkeimpiä teoreettisia lähtökohtia ovat julkishyödykkeet ja ulkoisvaikutukset, jotka molemmat ovat kaksi tärkeintä syytä markkinoiden epäonnistumiselle (ehkäisevässä)terveydenhuollossa. Empiirisen osion kannalta olennaisia ovat myös terveydenhuollon kysynnän tasa-arvoinen jakautuminen ja tämän oikeudenmukaisuuden liittyminen taloudelliseen tehokkuuteen. Kustannusvaikuttavuus on nimittäin yleensä helpommin saavutettavissa juuri alemmissa sosioekonomisissa ryhmissä johtuen heidän suuremmista tarpeistaan (Musgrove & Jack 2000, 65).

Musgorven (1999, 220) mukaan julkisen vallan tulisi rahoittaa sellaisia kustannusvaikuttavia julkishyödykkeitä (osittaisia tai täydellisiä), joiden yksityinen kysyntä jää sosiaalisen optimin alapuolelle ja/tai rahoittaminen parantaisi terveydellistä tasa-arvoa sosiaaliryhmien välillä ja/tai kustannukset olisivat niin korkeita, että yksityiset vakuutusmarkkinat epäonnistuisivat niiden rahoittamisessa. En työni laajuuden vuoksi voi tässä käsitellä sinänsä ennaltaehkäisyyn läheisesti liittyviä vakuutusmarkkinoita ja niillä vallitsevaa informaation asymmetriaa.

2.2 Ehkäisevä terveydenhuolto

Ennaltaehkäisy (*prevention*) terminä tulee latinasta ”*prae-venire*”, mikä tarkoittaa ennakoimista ja toimimista ennen varsinaista tapahtumaa (Heidenberger 1996, 2). Ennaltaehkäisevät toimenpiteet jaetaan kolmeen eri perustyyppiin, ensisijaiseen (*primary*), toissijaiseen (*secondary*) ja kolmasasteiseen (*tertiary*) ehkäisyyn. Näistä ensimmäinen tarkoittaa terveyden edistämistä ja sairastumisen ehkäisemistä. Infektiotautien torjunta esimerkiksi rokotteilla kuuluu tähän ryhmään. Sekundaarisella ennaltaehkäisyllä viitataan yleisesti jo tarttuneiden tautien varhaiseen toteamiseen ja tertiärisessä ehkäisyssä pyritään estämään sairauksien kroonistumista. (Kenkel 2000, 1677)

Eroavaisuudet ennaltaehkäisyn määrittelyssä heijastavat myös eroja kehitysmaiden ja teollistuneiden talouksien välillä. Rikkailla on paljon kroonisia tauteja, kun taas kehitystalouksissa infektiotaudit ovat edelleen suurin kuolinsyy. Tämä on seurausta niin sanotusta epidemiologisesta muutoksesta (Kenkel 2000, 1677). Kuitenkin myös meillä perinteiset infektiotaudit aiheuttavat paljon edelleen sairastavuutta ja kustannuksia, joiden ehkäisy on yleensä hyvinkin kustannustehokasta.

2.2.1 Ehkäisyn riittävyys

Kysymykseen ehkäisyn riittävydestä voidaan taloustieteellisestä näkökulmasta suhtautua osittain kahdella eri tavalla.³ Taloudellisen tehokkuuden kannalta voidaan tarkastella sitä, että johtavatko yksilölliset päätökset ja vapaat markkinat sosiaaliseen optimiin eli toisin sanoen tutkia merkittävämpiä mahdollisia markkinavääristymiä,

³ Hyvän review-artikkelin ehkäisevän terveydenhuollon talusteoriaan tarjoaa Kenkel (2000)

kuten moraalista vaaraa, ulkoisvaikutuksia sekä informaation asymmetriaa. Edellisen positivistisen ajattelutavan lisäksi normatiivisen analyysin kautta mietitään taas lähinnä ehkäisyn tasa-arvoisuuteen liittyviä ongelmakohtia.

Ennaltaehkäisyn kysyntää voidaan mallintaa useilla, yksilön terveyttä koskevilla päätösmalleilla. Kuluttajan investointeja pohdittaessa käännytään terveys- ja työntaloustieteen puolella usein nk. inhimillisen pääoman mallien maailmaan. Näistä ehkä kuuluisin on Grossmanin (1972) malli, jossa terveyteen vaikuttavien tekijöiden kysyntä on itse asiassa terveyspääoman johdettua kysyntää. Yksilön terveyspääoma vaikuttaa suoraan hänen hyötyfunktiossaan ja määrittää täten yksilön tuotantofunktion puitteissa vapaa-ajalle sekä markkinoiden tuotantoon allokoitavissa olevan ajan. Kantava ajatus mallissa on se, että yksilön terveyspääoma vähenee ajan kuluessa (voimistuen) tavallaan pakollisten ”poistojen” kautta. Investoinnit terveyteen hidastavat tätä prosessia. Tärkeä tekijä on myös muiden inhimillisen pääoman elementtien, kuten koulutuksen, interaktio terveyden kanssa. Koulutus vähentää terveyspääoman varjohintaa ja parantaa terveyskomponentin rajatuottavuutta, jolloin koulutus siis kasvattaa terveyden kysyntää.

Ehkäisyn ja koulutuksen välisestä positiivisesta yhteydestä (esimerkiksi liikennekäyttäytyminen, tupakointi ja juominen) on joitakin empiirisiä tutkimuksia (Leigh 1990, Kenkel 1991a ja 1991b). Mullahy (1990, 9-24) havaitsi lisäksi, että koulutus lisää influenssarokotteen ottamisen todennäköisyyttä erityisesti yli 65-vuotiailla. Koulutuksen voidaankin nähdä parantavan terveysinvestointien allokatiivista tehokkuutta. Kuitenkin kuten Fuchs (1982) esittää, voi koulutuksen ja terveyskäyttäytymisen takana olla myös huomaamattomia yksilöllisiä eroavaisuuksia (esimerkiksi aika-preferenssit), joihin taas terveydentila vaikuttaa. Parempi terveysstatus kasvattaa tulevaisuudessa saatavia hyötyjä (Becker ja Mulligan 1997, 740), jolloin sillä saattaa olla vaikutusta myös em. yksilön aikapreferenssille. Ajan merkitystä terveyden taloudellisessa arvioinnissa käsitellen tarkemmin seuraavassa pääluvussa.

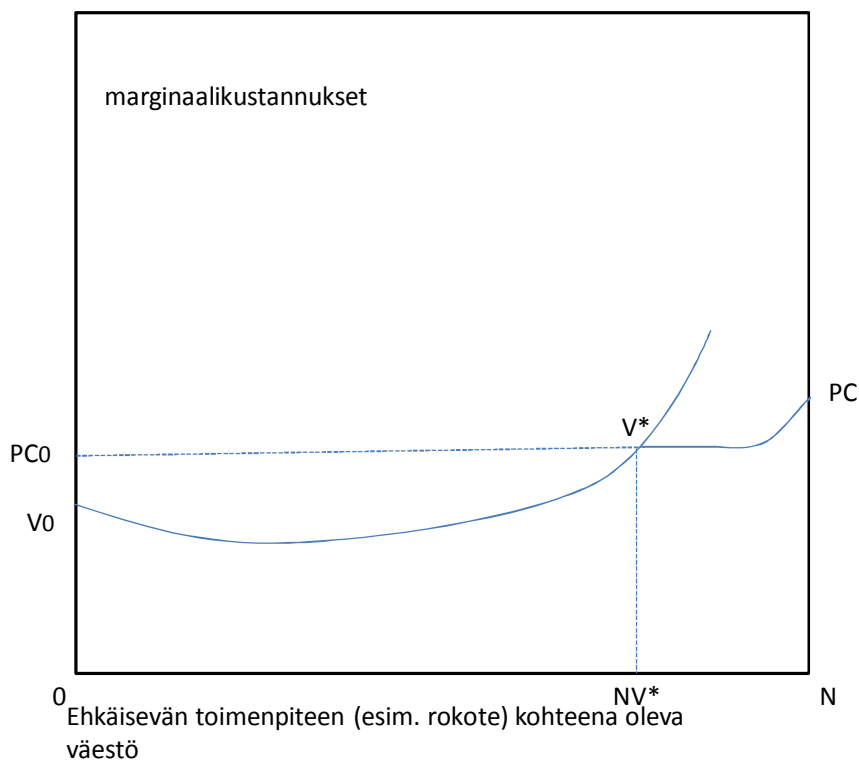
Grossmanin mallissa ongelma on se, että siinä ei ole mitään epävarmuutta, joten se ei tee eroa hoidon ja ehkäisyn välille. Mallin laajenuksessa oletetaan, että parantavan hoidon suhteellinen tehokkuus paranee ”poistoprosentin” kasvaessa. Täten yksilöt matalammilla terveyspääoman kulumisasteilla kysyvät enemmän ennaltaehkäisyä. Eliniän eksogeenisyys/endogeenisyys vaikuttaa ehkäisyn kysyntään siten, että mikäli elinikä on annettu, vähenee kysyntä Copperin (1997) mukaan iän mukana. Kenkel (2000) huomauttaa lisäksi, että hyötyjen realisoitumisnopeudella on oma vaikutuksensa kysyntäyhtälössä. Ongelmallinen tekijä on myös kysynnän riippuminen taudin vallitsevuudesta eli prevalenssista. Tällä voi olla suurikin vaikutus yksittäisiin investointipäätöksiin ja siten myös julkisten terveysohjelmien tehokkuuteen. Esiintyvyyden laskiessa immunisaation takia, jättää osa väestöstä itsensä rokottamatta ja matkustaa muiden siivellä. Tätä nk. vallitsevuusjoustoja käsitellään omana lukunaan myöhemmin.

Eeckhoudt et al (2008, 33–39) argumentoivat teoreettisesti, että terveydenhuollossa tulisi olla erilaisia omavastuusuoksia eri hoidoille ja, että erityisesti taudin ennaltaehkäisyä rokottamalla tulisi yleisesti tukea vähemmän kuin taudin hoitoa. Tämä analyysi perustuu lukuisiin olettamuksiin ja ei sovellu tartuntatauteihin, joissa ulkoisvaikutukset muuttavat tilanteen yleensä päinvastaiseksi. Eeckhoudt et al tarjoavatkin tähän

keskusteluun lähinnä teoreettisen ajattelukehikon hoidon ja ennaltaehkäisyn tukemiselle ”laissez-faire” ja ”first-best” – tilanteissa.

2.2.2 Ehkäisyn ja hoidon suhde

Yleisen oletuksen mukaan ennaltaehkäisy on aina kuratiivista hoitoa halvempaa. Monesti näin onkin, mutta kaikki mikä kiiltää ei tässäkään tapauksessa ole kultaa. Ehkäiseviin toimenpiteisiin tulisi käyttää rahaa siihen saakka kunnes marginaalikustannukset (MC) nousevat hoidon vastaavia korkeammalle. Alla olevassa kaaviossa on Maailmanpankin (1990) hahmottelun mukaisesti sama asia graafisesti. V -käyrä kuvaa rokottamisen marginaalikustannuksia ja PC -käyrä kuvaa hoidon marginaalikustannuksia siten, että P on sairastumisen todennäköisyys ja näin ollen $PC = MC \cdot P$. Optimaalinen rokotettujen määrä on NV^* , jonka jälkeen on siis edullisempaa hoitaa sairautta kuin ehkäistä sitä. Harvinaisten sairauksien (matala P) hoidon tulee siis olla kallista, jotta se oikeuttaa ehkäisevän ohjelman rakentamiseen. Tässä kustannuksiksi tulee ajatella kaikki sekä suorat että epäsuorat kustannukset koko yhteiskunnan näkökulmasta. Kaikki varat tulee käyttää ehkäisyyn vain siinä tapauksessa, että ehkäisevän intervention marginaalikulut ovat jatkuvasti kuratiivisen hoidon alapuolella. Infektiotautien kannalta tässä esitetyssä yksinkertaisessa mallissa on ongelmana mm. se, että P on vakio ehkäisevien toimenpiteiden (rokotteet) määrän suhteen eli malli ei huomio tartuntatodennäköisyyden riippumista rokotettujen määrästä. Enemmänkin tämä yksinkertainen malli toimii johdantona tutkimukseni teemaan ja muistuttaa, että pelkästään keskimääräiskustannuksiin keskittymällä mennään monessa asiassa metsään.



Kuva 2 Sairausten hoidon ja ennaltaehkäisyn rajakustannusten vertailua. Lähde: Musgorve (2004, 148)

2.3 Terveystalouden taloudellinen arviointi

Kiristyneet paineet hallita kasvavia terveystalouden ongelmia ovat johtaneet etenkin Euroopassa vaatimuksiin formaalin terveystaloustieteellisen informaation tuottamiseksi eri terveysteknologioiden hinnoittelu- ja korvattavuuspäätösten tueksi. Markkinoille tulevien rokotteiden hyödyt ovat muuttumassa lisäksi yhä enemmän kustannuksia ja elinvuosia säästävästä enemmänkin elämänlaatua parantaviksi, jolloin laadukkaan vaikuttavuustutkimuksen painoarvo kasvaa ennestään.

Drummond (1997, 7-8) määrittelee taloudellisen arvioinnin seuraavanlaisesti: ”*Taloudellinen arviointi on komparatiivinen analyysi vaihtoehtoisista menettelytavoista kustannusten ja seurausten suhteen*”.

Kaikkien taloudellisten arviointien tarkoitus on identifioida, mitata, arvottaa ja verrata ko. vaihtoehtojen kustannuksia ja tuloksia. Resurssien rajallisuus, kiire, tietämättömyys ja kyvyttömyys tuottaa kaikkea tarpeellista ajaa usein implisiittiseen päätöksentekoon. Formaali ja transparentti taloudellinen arviointi tekee tästä eksplisiittistä. Julkisen vallan tehtävänä on terveyden mahdollisimman täydellinen saavuttaminen ja tasainen jakautuminen (Sintonen ym. 1997, 18–19). Taloudellinen arviointi ei tarjoa itse jakaumaongelmaan ratkaisua, vaan toimii ikään kuin ensimmäisenä porttina, jonka teknologian tulee läpäistä, jotta oikeudenmukaisuustarkastelu olisi järkevää.

Sintosen (1997, 212–219) mukaan taloudellisessa arvioinnissa voidaan nähdä seuraavia vaiheita:

tutkimusongelman määrittely, vaihtoehtojen identifiointi, tavoitteiden määrittely, vaikutusten mittaaminen (kokeelliset, kvasi- ja ei-kokeelliset tutkimukset) sekä *vaikutusten mittaaminen* (inhimillisen pääoman malli, maksuhalukkuus tai nk. paljastetut preferenssit). Erinomaisen johdannon eri päätösanalyttisten mallien käytöstä terveysteknologioiden kustannusvaikuttavuuden arvioinnissa tarjoaa Martikainen (2008, erityisesti luvut 1-5). Erilaisilla matemaattisilla malleilla ja erityisesti Bayes-tekniikalla voidaan merkittävästi parantaa kliinisten kontrolloitujen tutkimuksien (randomised clinical trial, RCT) soveltamista taloudelliseen päätöksentekoon.

2.3.1 Dynamiikka

Yleisemmin terveydenhuollon taloudellisissa arvioinneissa käytetään joko staattisia menetelmiä tai dynaamisia sovelluksia. Staattisissa malleissa infektiovahti pysyy samana koko epidemian aikana, jolloin rokotteen epäsuorat, nk. ulkoisvaikutukset eivät tule huomioiduiksi. Staattisia menetelmiä ovat päätöspuu-mallit sekä nk. Markov-mallit, joissa liikutaan siirtymätodennäköisyyksien määrääminä mallin eri tilojen välillä. Staattisessa tarkastelussa sairastamisen oletetaan siis olevan vakioinen ajassa, jolloin infektioiden määrä vähenee lineaarisesti suhteessa infektiovaarassa oleviin ihmisiin. Dynaamisissa malleissa todennäköisyys taas vaihtelee ajan mukana ja riippuu infektoituneiden määrästä populaatiossa. Näin myös epäsuorat vaikutukset tulevat huomioiduiksi. Toisaalta perinteisissä dynaamisissa malleissa ei huomioida rokotuskattavuuden mahdollista laskua vallitsevuuden funktiona (Philpson 1996), joka saattaa johtaa yliarviointiin mallin hyvydestä (Pradas-Velasco 2008, 46 ja Edmunds 1999, 3266–3274). Tämä puute ei käytännössä koske julkisia rokotusohjelmia.

Staattiset mallit perustuvat yhden syntymäkohortin seuraamiselle, kun taas dynaamisessa mikrosimulaatiossa tarkastellaan useita eri ikäkohortteja samanaikaisesti, jotta rokoteohjelman kaikki vaikutukset tulevat esiin. Kyse ei ole seuranta-ajan pituudesta (voi olla sama molemmille malleille) vaan sitä, että dynaamisissa malleissa rokotusohjelman vaikutukset riippuvat immunisaation aloittamisesta kuluneesta ajasta (Salo 2009), jolloin useampien kohorttien seuraaminen antaa tarkemman kuvan sairauden ilmaantuvuuden ja vallitsevuuden kehityksestä sekä ikäryhmittäin että aikayksiköittäin. Staattisissakin malleissa voidaan toki yrittää arvioida rokotteen dynaamisia vaikutuksia erilaisten herkkyyssanalyysien avulla. Brisson & Edmunds (2003, 77) toteavat, että mahdollisen laumaimmuneetin huomioiminen on aina hyvä asia, koska sen poisjättäminen voi toisaalta yliarvioida rokoteohjelman kustannusvaikuttavuutta. Lapsikohorttien rokotaminen yhdessä laumaimmuneettivaikutuksen kanssa johtaa nimittäin infektoitumisiän kasvamiseen ja mikäli tauti (esimerkiksi vihurirokko ja vesirokko) on vakavampi vanhemmilla kuin lapsilla, myös kuolleisuuden ja kustannusten nousuun ja siten kustannusvaikuttavuuden heikkenemiseen (ks. myös Edmunds et al 1999, 3274). Salo (2009) kirjoittaa tässä yhteydessä nk. negatiivisista väestötason vaikutuksista vastineena rokotteen positiivisille ulkoisvaikutuksille.

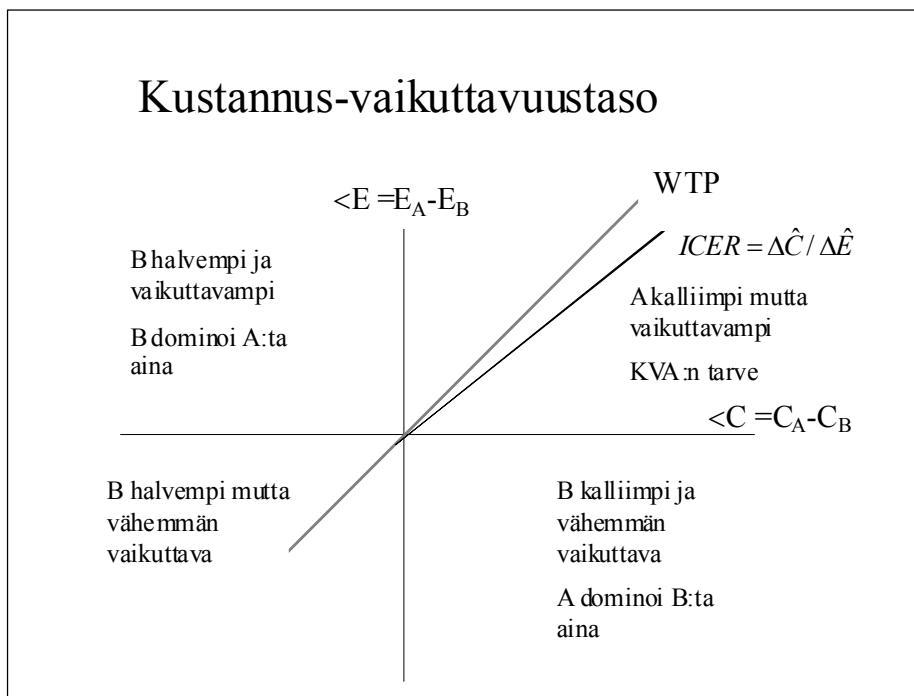
2.3.2 Taloudelliset arviointimallit

Kaikissa taloudellisen arvioinnin menetelmissä kustannukset lasketetaan samalla tavalla, eroavaisuudet syntyvät terveydellisten vaikutusten mittaamisessa. Arviointimenetelmät jaetaan karkeasti kustannus-vaikuttavuus (KV) – ja kustannus-hyötyanalyysiin (KH) vaikutusten mittaamisen perusteella. Vaikuttavuudella tarkoitetaan arviointimenetelmästä riippuen esimerkiksi verenpaineen laskua tai muuta välitapahtumaa (nk. *surrogaattimuuttuja*) tai sitten mikroteoriaan perustuvia utiliteettejä (elämänlaatu) tai niillä painotettuja lisäelinvuosia (Quality Adjusted Life Year, QALY). Rokotteiden kohdalla esimerkiksi sairauden esiintyvyyden vähentymistä käytetään usein välimuuttujana vaikuttavuutta arvioitaessa (Edmunds 1999, 3265). Eri KV-tutkimusten vertailu on erityisen vaikeaa juuri rokotteiden kohdalla johtuen erilaisten oletusten suuresta määrästä. Erityyppiset rokotusohjelmat ja niiden kattavuus, oletukset rokotteen tehon säilymisestä ja diskonttokoron suuruudesta sekä erinäiset metodologiset kysymykset, kuten suhtautuminen laumaimmuneettiin (dynaamiset mallit) tai välillisiin päätetapahtumiin tekevät vertailuista haasteellisia (Drummond 2007 ja Beutels et al 2003, 649–660). Beutels et al (2008) muistuttavat myös, että rokotteiden kustannusvaikuttavuustutkimukset ovat haasteellisia erityisesti lasteninfektioiden kohdalla, jolloin lapsen tai vanhempien elämänlaadun arviointi ei ole helppoa.

Erilaisia terveysteknologioiden taloudellisia arviointityökaluja ovat mm. seuraavat analyysimetodit (Sintonen 1997, 208):

- kustannusten minimointianalyysi (*cost minimisation analysis*)
- kustannus-vaikuttavuusanalyysi, KVA (*cost-effectiveness analysis*)
 - kustannus-utiliteettianalyysi, KUA (*cost-utility analysis*)
- kustannus-hyötyanalyysi, KHA (*cost-benefit analysis*)

Kustannus-utiliteettianalyysi on KVA:n erityistapaus. KUA:ssa kunkin sairaustilan utiliteetti saadaan esimerkiksi elämän laadun ja pituuden välisestä vaihtokurssista (*time-trade-off – menetelmä, TTO*). Sairaudentilaan liittyvä elämänlaatu voidaan laskea myös odotetun hyödyn käsitteen avulla Von-Neumann Morgenstern hyötyfunktioilla (*standard gamble, SG*). Tässä tekniikassa utiliteetti saadaan asettamalla erilaisia sairaustiloja yhtä todennäköisiksi. Erilaisia terveyden arvotusmenetelmiä on lukuisa joukko ja kaikilla niillä on omat hyvät ja huonot puolensa. Kuitenkin jonkinlaiseksi ”kultaiseksi standardiksi” on muodostunut SG. Tässä työssä ei käsitellä elämänlaadun mittaamista enempää. Terveyden arvottamisesta ovat kirjoittaneet Drummondin (1997) lisäksi laajasti esimerkiksi Brazier et al (2007). Kustannus-hyötyanalyyseissä hyödyt arvotetaan rahassa, joka ei terveyden osalta ole helppoa. KH-mallit eivät olekaan kovin suosittuja



Kuva 3 Kustannus-vaikuttavuustaso

Yllä oleva kuva havainnollistaa KV-suhdetta nelikentämallissa. Tason ensimmäinen ja kolmas nelikenttä ovat taloudellisen arvioinnin kannalta helppoja, koska niissä aina jompikumpi vertailtavista teknologioista dominoi toista. Yleisesti kaikki uudet hoitomuodot tippuvat toiseen neljännekseen eli ovat käytössä olevia kalliimpia mutta myös vaikuttavampia. Kuvaan on piirretty myös kuvitteellinen inkrementaalinen kustannusvaikuttavuussuhde (*incremental cost-effectiveness ratio, ICER*) sekä lineaarinen maksuhalukkuussuhde (*willingness-to-pay, WTP*). WTP kuvaa nimensä mukaisesti maksajan (yleensä yhteiskunta) halukkuutta maksaa kalliimmasta ja vaikuttavammasta hoidosta. Yleisesti tiedetään, että esimerkiksi UK:ssa kansallinen terveydenhuollon teknologioiden arviointikeskus NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence) on valmis hyväksymään teknologioita, joiden inkrementaalinen kustannus-vaikuttavuussuhde on alle 30,000 £ per saavutettu laatu-painotettu lisäelinvuosi (QALY).

Suurin osa käytössä olevista rokotteista on kustannusvaikuttavia esimerkiksi em. raja-arvoon verrattuna. Yksittäisten rokotteiden KV-suhde riippuu kuitenkin valtavasti rokotteen tehosta (immuunivaste) ja sen ajallisesta kestosta. Esimerkiksi influenssarokotteen teho riippuu siitä kuinka paljon virus on muuttunut rokotteen valmistamishetken jälkeen. Myös taudin yleisyys ja mahdollisten väestötason vaikutusten yhteydessä ohjelman kattavuus (*coverage*) vaikuttavat ohjelman vaikuttavuuteen. (Drummond et al 2007, 5756 ja Salo 2009)

Taulukko 1 Erilaisia taloudellisia arviointimenetelmiä. Mukautettuna Kobelt (1996) ja Sintonen (1997)

Analyysityyppi	Lyhenne	Terveysvaikutusten mittaaminen	Kaava	Käyttökohde
Kustannusten minimointi - analyysi	KMA	Ei mitata, koska vaikutusten oletetaan olevan samat	$Min_K \{K_A, K_B\}$	Kustannusten minimointi kahden terveysvaikutuksiltaan identtisen ohjelman välillä. Yksinkertainen mutta harvoin käytökelpoinen
Kustannus-hyötyanalyysi	KHA	Kaikki vaikutukset mitataan rahassa	$K / H - suhde = \left(\frac{K_A - H_A}{K_B - H_B} \right)$	KHA:n soveltaminen terveydenhuollossa erittäin vaikeaa, koska hyötyjen arvottaminen rahassa vaikeaa
Kustannus-vaikuttavuus-analyysi	KVA	Vaikutukset mitataan ”luonnollisissa” yksiköissä, kuten oireettomana aikana, lisäelinvuosina, verenpaineen muutoksena tms.	$K / V - suhde = \left(\frac{K_A - K_B}{V_A - V_B} \right)$	Eri hoitomuotojen vertailu vaikeaa, koska vaikutukset eivät ole yhteismittallisia
Kustannus-utiliteetti-analyysi	KUA	Vaikuttavuutta mitataan muutoksilla laatu-painotetuissa elämäinvuosissa (QALY)	$K / U - suhde = \left(\frac{K_A - K_B}{\Delta_{A-B} QALY} \right)$	KUA on KVA:n erikoistapaus. Mahdollistaa terveyden moniulotteisuuden (elämänlaatu sekä elinaika) supistamisen yhteen, eri sairauksien kanssa vertailtavissa olevaan lukuarvoon. Paras vaihtoehto terveystaloustieteessä kun halutaan vertailla erilaisten sairauksien kustannusvaikuttavuutta

Tässä työssä ei ole tarkoitus mennä syvemmälle KV-mallien maailmaan. Influenssarokotteen kustannusvaikuttavuutta on tutkittu erittäin paljon ja se kuuluukin lähes kaikissa länsimaissa yleiseen rokoteohjelmaan yli 65-vuotiaille sekä joissain maissa myös vastasyntyneille ja pienille lapsille (WHO 2008). Suomessa maksuton rokote kuuluu yli 65 ja alle 3-vuotiaille sekä tietyille lääketieteellisille riskiryhmille⁴. Hämmästyttävän harvassa maassa lasten influenssarokote kuuluu kuitenkin yleiseen rokoteohjelmaan, vaikka lukuisat tutkimukset osoittavat lasten rokottamisen olevan erittäin kustannustehokasta ellei jopa kustannuksia säästävää (Drummond et al 2007, 5955). Tätä vasten pelkästään lääketieteellisten ryhmien rokottaminen tuntuu epäoptimaaliselta.

Seuraavassa taulukossa (2) on poimintoja terveiden aikuisten ja lasten influenssarokottamisen kustannusvaikuttavuustutkimuksista. Terveiden työikäisten ihmisten rokottaminen on mallin oletuksista ja influenssaepidemian voimakkuudesta riippuen jopa kustannuksia säästävää ja aina kuitenkin hyvinkin kustannusvaikuttavaa. Nuorten rokottamisen KV-suhteet ovat Prosserin et al (2006) tutkimuksessa korkeita, kun taas Suomessa tehdyssä laajassa tutkimuksessa (Salo et al 2006) havaittiin terveiden, alle 13-vuotiaiden lasten rokottamisen olevan kustannuksia säästävää (nk. *vahva dominanssi*). Tutkimus oli laadukas ja perustui influenssan virologiseen todentamiseen ja laajojen hoitoilmoitusrekisterien käyttöön. Parametrien epävarmuutta mallinnettiin probabilistisella herkkyysanalyysillä (nk. *Monte Carlo – simulaatio*) ja rokottamisen todettiin olevan kustannuksia säästävää, vaikka rokotteen teho putoaisi 60 prosenttiin. Influenssarokotteen teho tässä ikäryhmässä on yleisesti n. 70–90 prosentin välillä. Prosserin tulos tuntuu tätäkin vasten yllättävän huonolta ja johtunee paitsi terveydenhuoltojärjestelmien eroista, mutta myös ongelmista esimerkiksi influenssatapausten määrittelyssä. Tulos perustuu lisäksi vain ikäryhmän omien kustannusten vertailuun, eikä mallissa ole sitä tosiseikkaa, että influenssa leviää tehokkaimmin juuri armeijassa, kouluissa ja päiväkodeissa. Olisikin olettavaa, että Salon et al (2006) KV-suhteet paranisivat edelleen, mikäli mallissa huomioitaisiin nuorten rokottamisen laumaimmuneettivaikutukset.

⁴ Maksuttomia influenssarokotuksia tarjotaan mm. seuraavia tauteja sairastaville: diabetes, astma, COPD, leukemia ja muut veri- ja luuydintaudit, elinsiirtojen jälkitilat, lisämunuaisten vajaatoiminta, sydämen vajaatoiminta, angina pectoris, rytmihäiriöt ja sydämen vajaatoiminta (Nohynek et al 2005).

Taulukko 2 Terveiden aikuisten ja lasten influenssarokottamisen KV-suhteita

<i>Lähde:</i>	<i>Vuosi:</i>	<i>Ikäryhmä:</i>	<i>KV-suhte +</i>	<i>Maa:</i>
Turner et al	2006	terveet 50-64 vuotiaat	6174€/QALY (NHS), 10,766€/QALY (yhteiskunta)	UK
Aballéa et al	2006	terveet 50-64 vuotiaat	kustannuksia säästävää (yhteiskunta)	Saksa, Italia
Aballéa et al	2007a	terveet 50-64 vuotiaat	7700€/QALY (yhteiskunta)	Ranska
Aballéa et al	2007b	terveet 50-64 vuotiaat	4149€/QALY, 2706€/life-year-gained (molemmat yhteiskunta)	Espanja
Newall A. T & Schuffham, P. A.	2008	terveet 50-64 vuotiaat	8338\$/QALY (yhteiskunta), 22,048\$/QALY (hallitus)	Australia
Prosser et al	2006	6-23 kk:n ikäiset lapset	kustannuksia säästävää -12,000\$/QALY (yhteiskunta)	USA
Prosser et al	2006	12-17 v:n ikäiset lapset	119,000\$/QALY (ei ilmoitettu)	USA
Salo et al	2006	terveet 6kk:n - 13-vuoden ikäiset lapset	kustannuksia säästävää eli nk. vahva dominanssi (yhteiskunta), rokotteen tehon ollessa yli 60 %:ia	Suomi

+ Kaikki mallit staattisia l. ilman laumaimmuneetin dynaamisia vaikutuksia

3. Ajan merkitys terveystaloustieteellisessä arvioinnissa

Taloudellisia analyysimetodeja on alettu vasta viime aikoina soveltaa laaja-alaisesti terveydenhuoltoon. Monet mallien tekniset oletukset eivät kuitenkaan ole täysin siirrettävissä ei-rahassa mitattaviin hyötyihin kuten terveyteen. Yksi merkittävä kysymys on suhtautuminen yksilöiden erilaisiin aikapreferensseihin. Tämä jakaa myös akateemista maailmaa (Bos et al 2004 ja Brouwer 2005) ja on merkittävä ongelma juuri ehkäisevien toimenpiteiden kohdalla, jossa kustannukset ja hyödyt toteutuvat eri aikoina. Erityisesti dynaamisissa malleissa useat kohortit tekevät niistä erittäin herkkiä diskonttokoron muutoksille (Beutels et al 2003, 651). Tavanomainen diskonttaus kustannus-vaikuttavuus – analyysissä (KVA) saattaa yliarvioida kuratiivisten hoitojen kustannusvaikuttavuutta ennaltaehkäisyyn verrattuna. Influenssarokotteen kohdalla hyödyt tosin realisoituvat niin nopeasti, että diskonttauksen merkitys on hyvin vähäinen esimerkiksi kohdunkaulansyöpää estävän nk. HPV-rokotteeseen verrattuna. Samoin on rotavirus- ja pneumokokkikonjugaattirokotteen kohdalla, joiden KV-suhteeseen vaikuttaakin erityisesti hinta diskonttauskoron sijaan

Sukupolvien välisellä diskonttauksella on välillisiä vaikutuksia oikeudenmukaisuuteen. Huomioimalla vain hetkellä t elävän ikäkohortin intertemporaaliset preferenssit saatetaan päätyä aliarvioimaan tulevien sukupolvien yli ajan tekemiä päätöksiä ja estetään täten optimaalisten terveystaloustieteellisten investointien toteutumista sekä ajaututaan vaikeisiin pohdintoihin sukupolvien välisestä oikeudenmukaisuudesta. Tätä voidaan kutsua ns. sosiaalisen diskonttaustekijän dilemmaksi, johon yhtenä ratkaisuna pidetään erisuuruksia diskonttokorkoja (Gravelle ja Smith 2001). Bonneux (2001) osoitti, että vakioinen diskonttaustekijä ei heijasta yhteiskunnallista preferenssiä ja myös Kenkel (2000) huomauttaa, että yksilöllinen aikapreferenssi on tärkeä tekijä ehkäisevän hoidon kysynnässä. Hyvinvointifunktion teoriaa voidaan käyttää havainnollistamaan niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat esimerkiksi tulojen ja terveyden substituutioon eri ajanjaksojen välillä. Tässä kappaleessa esittelen aluksi

aikapreferenssiteorian ja intertemporaalisen valintaa ohjaavan nk. diskontatun utiliteetin mallin (discounted utility model). Tämän jälkeen käyn läpi perinteisen diskonttauksen puutteita terveystaloustieteen näkökulmasta ja esittelen erilaisia mielipiteitä tulevaisuuden hyötyjen ja haittojen diskonttotekijän suuruudesta. Luvun tarkoituksena on havainnollistaa yleisesti ajan merkitystä ehkäisyyn taloudellisessa arvioinnissa ja luoda pohjaa siirtymiselle epävarmuuden ja rokotuspäätöksen teoreettiselle tarkastelulle työn seuraavissa luvuissa.

3.1 Intertemporaalinen arvottaminen

Yleisesti nykyarvottamiselle voidaan nähdä kaksi syytä. Kulutuksen laskeva rajahyöty sekä yhteiskunnan aikapreferenssin huomiointi päätöksenteossa. Tämä nk. sosiaalinen aikapreferenssi koostuu puhtaasta aikaan sidotusta arvostuksesta ja epävarmuudesta. Puhtaalla aikapreferenssillä tarkoitetaan nykyisen ajanhetken arvostusta tulevaisuuteen nähden *ceteris paribus*. Yleisesti preferenssin oletetaan olevan positiivinen. Epävarmuuden alle sijoittuu loogisesti esimerkiksi kuoleman riskin kasvaminen ikääntymisen suhteen. Vähenevien rajahyötyjen teorialla on tärkeä osansa diskonttaustekijän määrittelyssä. Monesti oletetaan, että terveys parantuu tulevaisuudessa (teknologian kehitys). Pollinder et al (2005) havaitsi osin tähän liittyen, että yksilön oletuksella elinajan pituudesta ja tulevaisuuden terveysvaikutusten diskonttaustekijän suuruudella vallitsisi ainakin jonkinlainen positiivinen yhteys. Sosiaalisen diskonttauskoron empiirinen tutkiminen on kuitenkin vaikeaa ja niinpä Pollinder et al eivät onnistuneetkaan saavuttamaan em. tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevää tulosta, mutta he pitävät näyttöä silti oikeansuuntaisena. Edellisten lisäksi teoreettiseen perustaan hyötyjen ja kulujen saattamisesta vertailtaviksi kuuluu sosiaalisten vaihtoehtokustannusten huomiointi. Tällä tarkoitetaan yksinkertaisesti vain sitä, että yhteiskunnalla olisi mahdollisuus sijoittaa tiettyyn ohjelmaan varatut rahat muihinkin kohteisiin ja niistä saatavat hyödyt pitää vaihtoehtokustannuseriaatteen mukaan laskea myös toteutettavan ohjelman kuluiksi. (Boss 2004, Gravelle ja Smith 2001)

Koko diskonttauksen tarpeesta terveydellisten hyötyjen suhteen on myös keskusteltu (Gravelle & Smith 2001, 578 ja Drummond 1997, 107–109) ja esimerkiksi KV-analyysissä laatupainotettujen elinvuosien (QALY) nykyarvottaminen saattaa johtaa itse asiassa kaksinkertaiseen diskonttaukseen, koska yksilöiden utiliteetteja mitattaessa aikapreferenssi tulee jo huomioiduksi, mikäli arvotus on tehty nk. TTO (*time-trade-off*) –menetelmää käyttäen. Tulevaisuudessa saavutettavien elinvuosien nykyarvottaminen tarkoittaa lisäksi nykyisten sukupolvien painottamista tulevien sukupolvien kustannuksella. Toisaalta mikäli lääketieteellisen tietämyksen ja teknologian oletetaan kasvavan tulevaisuudessa, on diskonttaus perusteltua.

Ehkäisyyn kannalta tärkeä havainto on aikapreferenssin riippuminen koetusta riskistä. Yksilöiden oletukset tulevaisuuden terveyshyödyistä ja epävarmuus esimerkiksi rokotteen tehoon liittyen johtavat usein nk. ennaltaehkäisyyn paradoksiin (*prevention paradox*), jossa ihmiset eivät arvosta rokotuksia kun tautia ei ole näkyvissä (Tasset 1999, 75–80). Käsittelen subjektiivisen ja objektiivisen riskien eroavaisuuksia vielä myöhemmissä kappaleissa.

Paul Samuelsonin 1930-luvulla kehittelemä diskonttatun utiliteetin malli (*DU*) määrittelee päätöksentekijän preferenssit nykyhetken ja tulevaisuuden kulutusurien suhteen, joista siis muodostuu mallin intertemporaalinen hyötyfunktio U^t . Alla olevassa kaavassa ρ on käytetty korkokanta ja $(\frac{1}{1+\rho})$ on siten diskonttaustekijä.

Tämä yksinkertainen, mutta käyttökelpoinen malli on dominoinut erilaisia analyysejä pitkään (Loewenstein ja Prelec 1992). Preferenssien osalta oletetaan yleiset aksioomat *täydellisyyden*, *transitiivisuuden* ja *jatkuvuuden* osalta täytetyiksi. Frederick et al (2001, 7) mukaan diskreetti DU-malli voidaan esittää seuraavasti.

$$U^t(c_t, \dots, c_T) = \sum_{k=0}^{T-t} \left(\frac{1}{1+\rho}\right)^k u(c_{t+k})$$

Olen jättänyt epävarmuuden tarkastelusta kokonaan pois, vaikka hyötyfunktio pitäisi itse asiassa esittää odotetun hyödyn hypoteesin mukaisesti siten, että eri tilojen todennäköisyydet tulisivat huomioiduiksi (Verho 2000, 17). Lisäksi terveysinvestointeja arvioitaessa tulisi elinajan ja päätöksenteon riippuvuus huomioida. Teknisesti se voitaisiin toteuttaa nk. eloonjäämisfunktion avulla.⁵

DU-malli olettaa siis, että koko ajanjakson hyödyn nykyarvo on laskettavissa jokaisen periodin diskontattujen arvojen summana. Malli ei siis huomio esimerkiksi sitä, että utiliteetit voivat olla jakautuneet epätasaisesti ajanjakson sisällä ja siten esimerkiksi utiliteettiprofiilit eivät voi olla erilaisia (nouseva, laskeva, tasainen). Tämä on yksi esimerkki mallin oletusten sopimattomuudesta reaalielämään.

3.2 Terveyshyötyjen ja kustannusten diskonttaamisesta – sama vai eri korkokanta

Kysymys erisuuruisen laskentakoron käytöstä hyödyille ja kustannuksille on relevantti oikeastaan vain KVA:ssa, jossa vaikuttavuutta ei mitata rahassa vaan volyyymissä. KHA:ssa terveys koetaan ”taloudelliseksi” hyödykkeeksi, jolle voidaan antaa valuuttamääräinen arvo, joten WTP -lähestymistapa toimii ja hyödyille ja kustannuksille voidaan käyttää samaa diskonttokorkoa (Tasset 1999, Gravelle ja Smith 2001). Huolimatta tästä yleisestä konsensuksesta rahassa mitattavien hyötyjen ja kulujen diskonttaamisesta samalla korolla (Gravelle ja Smith 2001, 578, Lipscomb 1989, 233–253), diskonttotehtävien käyttö ei-rahallisiin hyötyihin on erittäin kiistanalainen kysymys. Sama diskonttotehtävä tarkoittaisi, että yksilöillä ja siten myös koko yhteiskunnalla olisi sama vaihtosuhte (*trade-off*) varallisuuden ja terveyden välillä. Näin ollen esimerkiksi terveyden kapitalisoitumista myöhemmin ei huomioitaisi. Useissa tutkimuksissa on kuitenkin todettu empiirisesti, että ihmisillä on erilaisia aikapreferenssejä rahan ja terveyden suhteen ja em. vaihtosuhte ei siis päde (ks. esimerkiksi Tasset 1999, Polinder 2005 ja Boss 2004).

⁵ Eloonjäämisfunktio S_t kuvaaisi yksinkertaisesti vain todennäköisyyttä olla elossa periodilla t .

Etenkin ehkäisyn arvioinnissa merkittävä tekijä on myös diskonttausajan pituus. Boss et al (2004) esittävät, että diskonttauksen ulottaminen vain siihen ajankohtaan, jossa ennaltaehkäisyn hyöty alkaa näkyä (suhteellinen riski alenee), parantaa arvioinnin laatua normaaliin, koko elinajan mittaiseen nykyarvottamiseen nähden. Tämä johtuu siitä, että QALY:t ja muut ovat vain epäsuoria ja osittaisia mittareita ehkäisyn tehokkuudesta. Oikeampi mittari olisi kuolleisuuden ja sairastavuuden riskin väheneminen tietyllä relevantilla tarkasteluajanjaksolla. Eri ajanjaksoina tapahtuvien efektien arvottamisessa olisi lisäksi mielekästä huomioida eri sukupolvien välisen (*inter-generational*) arvottamisen ongelmien lisäksi myös sukupolven sisäiset (*intra-generational*) arvostukset terveyden suhteen. Terveyshyötyjen arvo saattaa hyvin riippua yksilön iästä sekä intervention että hyödyn toteutumisen aikana (Gravelle ja Smith 2001).

Saman diskonttokoron käyttöä on usein perusteltu vertailtavuuden parantamisella sekä ns. ”*paralysing paradox*” – ongelman välttämiseksi. Tämä paradoksi tunnetaan myös kehittäjiensä mukaan nimellä ”*Keeler-Cretin paradox*”. Lyhyesti tässä on kyse siitä, että mikäli kustannukset pienentyisivät ajassa nopeammin kuin hyödyt, johtaisi tämä siihen, että kustannusvaikuttavuus paranisi aina sitä enemmän mitä pidemmälle toiminnan aloittamista viivytettäisiin. Lisäksi suurikin investointi pienillä hyödyillä osoittautuisi kustannustehokkaaksi (Gravelle ja Smith 2001).

KVA:ssa terveyseffektit mitataan siis volyymissä, jolloin nykyarvottamisen suorittamisessa olisi tärkeää huomioida jotenkin muutokset myös terveyden arvossa ajan kuluessa. Eräs tapa olisi diskontata tulevaisuuden efektien volyyymiä tekijällä r_h siten, että

$$r_h = r_c - g_v$$

Yllä olevassa määritelmässä g_v on terveyden arvon kasvuprosentti ja r_c kustannusten diskonttausprosentti.

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että terveyden arvo kasvaa ajan myötä, jolloin diskonttotekijän tulisi olla matalampi vaikutuksille. Gravelle ja Smith (2001) mukaan Keelerin ja Cretin (K-C) esittämä paradoksi on väärä, mikäli sitä sovelletaan KVA:n yhteydessä. K-C – paradoksi johtaa oikeaan päätelmään, vain mikäli g_v on nolla, eikä siis toimi mikäli terveyden arvo kasvaa. Perustavaa laatua oleva ongelma koko paradoksin osalta on se, että KVA työkaluna ei pysty huomioimaan projektien aikataulutusta, eikä siksi ole järkevää olettaa, että $r_h < r_c$ - tilanne johtaisi projektin nykyarvon äärettömään kasvuun ajan funktiona. On myös osoitettu, että g_v on positiivinen sekä yksilöille että koko yhteiskunnalle, vaikkakin yksilötasolla empiirinen osoittaminen on hankalaa (mt.). Oletus samansuuruisesta tekijästä perustuu pitkälti ajatukseen siitä, että terveys ja varallisuus (BKT:n kasvuvauhti) kasvavat tasapainossa (Tasset 1999) ja tämä ei ole todellisuudessa välttämättä realistinen olettamus.

Terveyden arvon kasvuvauhtiin vaikuttavat Gravelle ja Smith (2001) mukaan mm. seuraavat tekijät:

- terveyden suoran utiliteettivaikutuksen kasvunopeus
- tulojen kasvuvauhti
- marginaalihyödyn elastisuus tulojen suhteen

Kirjoittajat kehittivät sosiaalisen hyvinvoinnin ajattelukehikkoa seuraten mallin kuvaamaan hyötyjen ja kustannusten diskonttauksen riippumista terveyden arvon kasvamisesta. Lähtökohtana arvottaa tulevaisuuden tulojen muutoksia diskonttotehtäjällä (r_c)

$$r_c = \rho + g \cdot \varepsilon$$

Diskonttaus koskee tulevaisuuden utiliteettiä (ρ), tulojen kasvuvauhtia (g) ja marginaalihyötyjen joustoa tulojen suhteen (ε). Samassa artikkelissaan Gravelle ja Smith näyttivät, että terveyden arvon kasvuvauhti g_v on painotettu keskiarvo (ρ):sta ja (g):n ja (ε):n tulosta. Yhtälön painot riippuvat siitä, että kuinka paljon yksilö joutuu vastaamaan terveydentilan muutoksen tulovaikutuksista. Mikäli nyt oletetaan, että terveydellä ei ole vaikutusta tulotasoon ja terveyden utiliteettivaikutus pysyy vakioisena, voidaan g_v ilmoittaa tulevaisuuden tulojen kasvun suhteen siten, että $g_v = g \cdot \varepsilon$. Verbaalisesti tämä tarkoittaa siis sitä, että tulevaisuuden terveyden arvo kasvaa samalla vauhdilla kuin marginaalihyödyt laskevat tulotason noustessa. Näin ollen ainoa syy terveyshyötyjen diskonttaukseen olisi se, että tulevaisuudessa saavutettavat utiliteetit ovat vähempiarvoisia. Formaalisesti efektit (h) tulisi siis tässä tapauksessa diskontata seuraavasti:

$$r_h = r_c - g_v = \rho$$

Voidaan myös hyvin olettaa, että terveydentila vaikuttaa yksilön ansaintakykyyn ja siten tulotasoon, mutta sillä ei ole suoraa utiliteettivaikutusta. Samalla oletetaan myös, että epsilon saa arvon yksi eli tulotason ja utiliteetin välinen yhteys on yksikköjoustava. Tällöin g_v vastaa tulojen kasvuvauhtia ja terveyden arvon kasvuvauhti voitaisiin formalisoida seuraavasti

$$r_h = \rho + g \cdot \varepsilon - g \cdot 1 = \rho + (1 - \varepsilon)g < r_c$$

Seuraava ICER-yhtälö havainnollistaa vielä terveyden arvon kasvun vaikutusta KVA:ssa, jossa terveyden arvon kasvu otetaan huomioon yhtälön nimittäjässä siten, että θ_1 huomio arvostuksen muutokset tulevaisuuden terveystuloksissa kertomalla efektien volyyymiä tietyllä kertoimella:

$$\frac{\Delta c_1 (1 + r_c)^{-1} + \Delta c_0}{\theta_1 \Delta h_1 (1 + r_c)^{-1} + \Delta h_0} \leq \lambda$$

Eri parametreille ei ole tarkkoja arvoja, mutta esimerkiksi (ρ):n arvot vaihtelevat 1,0 -1,5 prosentin välillä ja (θ_1):n välillä 1-2 sekä talouden kasvua kuvaava (g) 2,0–2,5 prosentin haarukassa. (Gravelle ja Smith 2001, 591)

Esimerkiksi UK:ssa NICE suositteli aikaisemmin kustannusten diskonttaamista kuuden prosentin korolla ja vaikutusten nykyarvottamista puolentoista prosentin tekijällä. Tällä hetkellä suositus on käyttää samaa kolmen ja puolen prosentin korkoa molempiin muuttujiin. Tämä on osittain ristiriidassa terveystaloustieteellisen ymmärryksen kanssa ja aiheuttaa merkittäviä eroja etenkin ehkäisevän hoidon kustannusvaikuttavuuden arvioinnissa⁶. NICE (2004, 26):n mukaan diskonttauskorko perustuu valtionvarainministeriön ohjeistukseen. Brouwer et al (2005) kritisoivat tätä laajasti. Suomessa terveystaloustieteellisissä selvityksissä suositellaan käytettäväksi Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) suositusta viiden prosentin korkokannasta sekä vaikutuksille että kustannuksille.

3.3 Aika ja käyttäytyminen

Edellä esitettyjen tekijöiden lisäksi viimeaikaiset empiiriset tutkimukset ovat nostaneet esiin lukuisia muitakin ongelmakohtia (Fredrick et al 2001). Yhtenä suurimpana on oletus sekä ajan että eri kohteiden suhteen vakioisesta diskonttotekijästä. Useat empiiriset tutkimukset tukevat havaintoja ajan suhteen laskevista diskonttokoroista. Erityisesti nk. hyperbolisen funktion muoto näyttäisi sopivan empiirisiin tutkimuksiin parhaiten. Psykologiset tutkimukset vahvistavat näkemystä siitä, että diskonttofunktioit ovat dynaamisesti epäkonsistentteja ja keskimäärin hyperbolisia (Ainslie 1992). Hyperbolisten diskonttausfunktioiden ideana on yksinkertaisesti lyhyen aikavälin tapahtumien korkeampi nykyarvottaminen. Laskevia diskonttotekijöitä kohtaan on tosin esitetty paljon kritiikkiä esimerkiksi nk. subadditiivisen⁷ nykyarvottamisen muodossa.

Lukuisten tutkimusten mukaan ihmiset myös arvottavat hyötyjä ja haittoja eri tavalla. Loewenstein (1992, 577) huomauttaa lisäksi, että vastoin mikroteoreettista ajattelua voitto/menetyksen – assymetria on suurimmillaan pienten muutosten suhteen. Frederickin (2001, 25) mukaan ihmiset eivät ole myöskään täysin tietoisia omien preferenssiensä vaihtelusta eri hyödykkeiden välillä. Niihän yksilöt ovat erityisen hyviä kohteita pidempään sitouttamiseen tähtääviin ohjelmiin, kun taas paremmin oman käyttäytymisensä vaikutukset tuntevien ohjailu ei ole järkevää. Tämän lisäksi on näyttöä siitä, että nousevia ”sarjoja” preferoidaan laskevien kustannuksella. Tämä on ristiriidassa positiivisen aikapreferenssin kanssa. Terveystaloustieteen puolelta mielenkiintoisen tuloksen on esittänyt Chapman (2000, 5), joka todisti, että ihmiset preferoivat ajan mukaan vähenevää päänsärkyä kasvavaan kipuun verrattuna, vaikka kokonaissärlyn määrä pysyisi vakioisena.

⁶ Esimerkiksi Trotter ja Edmunds (2002) esittävät meningokokkrokotteen ICER-arvon olevan noin **viisi kertaa** parempi mikäli efektit (event-free year) diskontataan kuluista poiketen 1.5 %:lla

⁷ kokonaisuuden osien summa on kokonaisuutta suurempi

4. Taloustiede ja epidemiologia

Biologiset mallit painottavat tartuntataudin analysoimista koko väestön näkökulmasta. Tämä perustuu sairauksien takana olevien monimutkaisten epidemiologisten mallien tuntemukselle. Epidemiologisen mallinnuksen kehityksen rinnalla on muovautunut terveydenhuollon taloudellinen arviointi. Edmunds et al (1999, 3264) mukaan taloudellinen puoli keskittynyt kehittämään erilaisia kustannus-vaikuttavuusmetodeja, luottaen pitkälti kontrolloiduista kliinisistä tutkimuksista (*randomized clinical trials, RCTs*) saatuihin tehokkuusarvoihin. Kontrolloitujen asetelmien ongelmat ulkoisessa validiteetissa korostuvat erityisesti infektioitautien kohdalla, koska perinteisissä kliinisissä testeissä ei saada kuvaa rokotusprojektin vaikuttavuudesta koko väestön tasolla. Juuri nämä nk. laumaimmuneetin kautta mahdollisesti tulevat ulkoisvaikutukset ovat erittäin tärkeitä kustannusvaikuttavuusanalyysin kannalta ja niiden poisjätö voi johtaa huomattaviin harhaisuuksiin estimaateissa. Epidemiologit taas eivät puolestaan huomioi juurikaan ihmisen käyttäytymistä ja niiden takana olevia taloudellisia motiiveja (esimerkiksi sairauden vallitsevuudesta riippuvaa yksityistä kysyntää). Populaatiodynamiikan ja taloudellisten lainalaisuuksien yhdistely vaatii terveystaloustieteen sekä biologian läheisempää yhteistyötä. Kiinnostus tartuntatautien taloustieteeseen on kasvanut viime aikoina kun alettu ymmärtää esimerkiksi HIV-AIDS – ongelman taloudellisten kustannusten suuruus sekä yleisestikin eri infektioiden (mm. SARS) globaalisuus (Brahmbhatt & Dutta 2008).

4.1 Infektioitautien dynamiikkaa

Yleisin tapa esittää ei-jaksollisten epidemioiden käyttäytymistä on Kermackin ja McKendrickin (1927) kehittämä deterministinen nk. *SIR (Susceptible-Infective-Removed)* -malli. Lähtökohtana edellisessä on tietty alkupopulaatio, joka on altis tartunnalle (*S*), infektoituneiden joukko (taudin kantajat ja levittäjät) (*I*) sekä infektioitilasta poissiiirtyneet eli immuunit (*R*). Yksilöt siirtyvät tilojen välillä eri todennäköisyyksin, joihin vaikuttavat mm. taudin tartuttavuus, itämisaika, kesto, kuolleisuus (sairauspesifi sekä yleinen) ja syntyvyys. Siirtymätodennäköisyydet eivät dynaamisissa malleissa ole vakioisia vaan riippuvat ajan ja infektion kulusta. Näin ollen populaation terveydentilaa ja siinä tapahtuvia muutoksia kuvaamaan tarvitaan differentiaaliyhtälöitä (Boulier 2007).

SIR-mallista on useita variaatioita, joissa *R*-tila korvataan esimerkiksi kuolemalla (*D*) tai siirtymisellä uudelleen alttiiden joukkoon (*S*). Boulier et al (2007) muokkasivat *SIR*-mallia sisältämään myös rokotteet eivätkä olettaneet enää rokotteen olevan 100 %:sti tehokas. Tämä on käytännön analyysien kannalta erittäin tärkeä laajennus. Esittelen tässä seuraavaksi em. kirjoittajia seuraten rokoteympäristöön muokatun, yksinkertaistetun *SIR*-mallin. Väestön (*N*) oletetaan olevan eksogeeninen ja vakioinen tarkastelujaksolla, eli malliin ei synny lisää ihmisiä eikä sieltä myöskään poistu tarkasteluaikana ketään. Tällainen eksogeeninen malli soveltuu hyvin lyhyiden epidemioiden tarkasteluun, kuten tässä työssä käyttämäni influenssa. Monissa muissa sairauksissa (esimerkiksi vesirikkokko) taudin luonne tulee huomioida muuttamalla väestön koko endogeeniseksi. Seuraavassa mallissa ei huomioida sairauden itämisaikaa eli nk. latenssivaihetta, kuten ei myöskään siirtymätodennäköisyyksien riippumista edellisessä tilassa vietetystä ajasta (Francis 2003, 2040).

Koko väestön määrä voidaan ilmoittaa em.tiloissa kullakin ajanhetkellä t olevien yksilöiden summana eli:

$$N = S(t) + I(t) + R(t) + mV$$

Selkeyden vuoksi Boulier et al olettavat, että rokotettavat (I) saavat immunisaation ennen epidemiaa. Edellisessä kaavassa m kuvaa rokotteen tehoa, jolloin $(1-m)V$ säilyvät alttiiden yksilöiden ryhmässä (S) ja mV ovat immuuneja. Mallin alkutilat ovat:

$$S(0) = S_0 = N - I_0 - mV > 0$$

$$I(0) = I_0 > 0$$

$$R(0) = 0$$

Tarkemmin määriteltyinä alkuarvot kuvaavat mallin pohjana olevien differentiaaliyhtälöiden endeemisiä tasapainotiloja (Edmunds 1999, 3269).

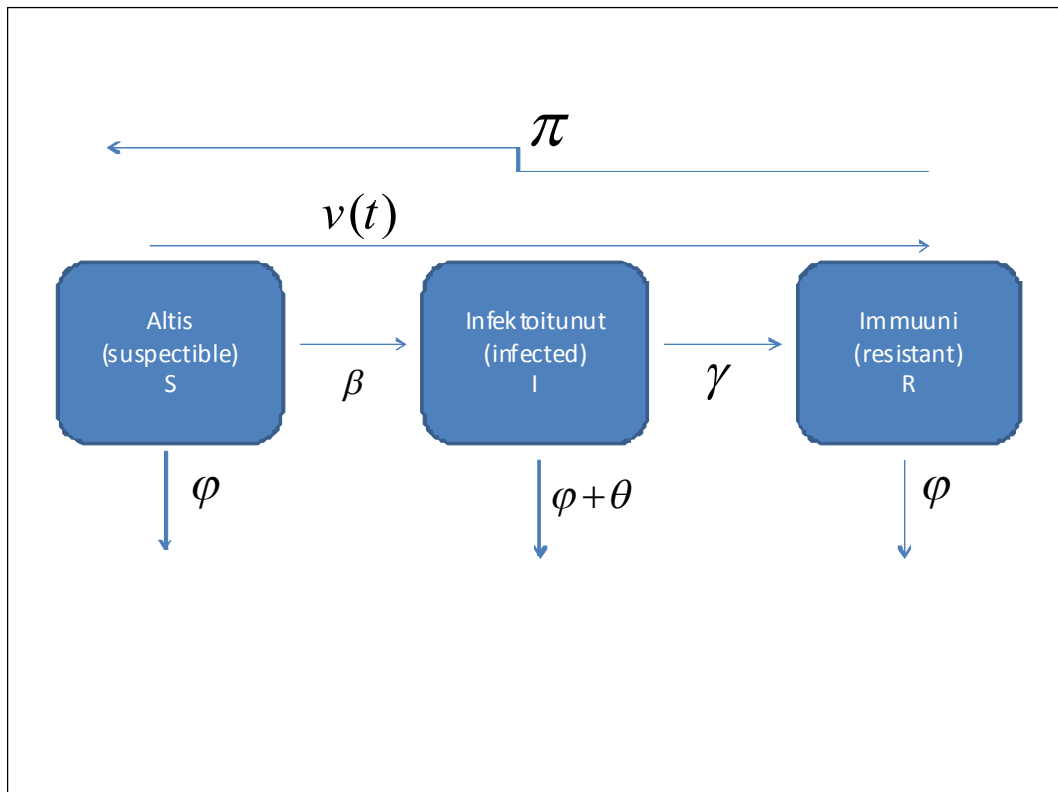
Taudin infektioituvuutta ko. väestössä kuvaa parametri β , jossa yhdistyvät ihmisten välistä liikkumista ja kontaktoitumista kuvaava luku (ξ , *contact ratio*) sekä taudin tarttuvuutta infektoituneen ja alttiin välillä havainnollistava luku (τ) eli formaalisti $\beta = \xi \cdot \tau$. Siirtyminen (γ) pois infektoituneiden joukosta eli resistanssi saavutetaan joko luonnollisesti tai keinotekoisesti rokottamalla. Infektioilassa vietetty aika on edellisen siirtymätodennäköisyyden käänteisluku. Epidemiologisissa malleissa oletetaan yleisesti selkeyden vuoksi, että sekä (τ) että (ξ) ovat eksogeenisiä. Tämä tarkoittaa siis sitä, että ihmiset eivät muuta käyttäytymistään (kontaktit, ennaltaehkäisy) taudin kulloisenkin prevalenssin mukaan. Kuitenkin mikäli todennäköisyys sairastua alenee V :n kasvaessa, on hyvin mahdollista, että ihmiset muuttuvat entistä huolettomammaksi.

Eksogeenisyysoletusta on kyseenalaistanut erityisesti Philpson (1996, 2000) joka on yhdistänyt epidemiologiseen ajatteluun talousteoriaa yksilöiden käyttäytymisestä ja argumentoi, että taudin esiintyvyyden kasvu kasvattaa yksilöiden halukkuutta ennaltaehkäiseviin toimenpiteisiin.⁸ Tätä nk. prevalanssielastista (*prevalance elastic demand*) kysyntää käsitellään lisää seuraavassa kappaleessa, jossa pohditaan tarkemmin ihmisten käyttäytymistä ja ennaltaehkäisyn kysyntään vaikuttavia tekijöitä. Brahmhatt & Dutta (2008) kirjoittavat tässä yhteydessä nk. valintaan perustuvasta mallista (*choice-based model*), jossa yksilö valitsee sekä β :n että γ :n maksimoidessaan tiettyä hyötyfunktioaan, huomioiden rajoitteina toimivat siirtymäyhtälöt. Heidän mukaansa siirtymätodennäköisyys *recovery*-tilaan riippuu jossain määrin myös yksilön omista toimista, kuten terveydenhuoltoon allokoitavista rahoista. Francis (1997, 403) argumentoi, että sosioekonominen status tai rotu voi johtaa eroihin beetan suuruudessa. Infektiosairauksien tartuntatodennäköisyyksiä mallinnetaan mm.

⁸ Infektioituvuutta kuvaava beeta voitaisiin kirjoittaa tässä tapauksessa yksinkertaisesti vain muotoon $\beta\{\xi(\bar{X}), \tau(\bar{Y})\}$, jossa \bar{X} ja \bar{Y} ovat parametreihin vaikuttavista muuttujista koostettuja matriiseja.

Euroopan komission alaisessa POLYMOD-tutkimusryhmässä, joka kehittää matemaattisia valmiuksia mallintaa eri tartuntaverkkoja ja käyttää niitä hyväksi esimerkiksi juuri terveystaloustieteellisessä tutkimuksessa.

Alla oleva kuva havainnollistaa vielä sairausepidemian dynamiikkaa. Tartuntavaarassa olevat infektoituvat siis vauhdilla $\beta \cdot I$ ja infektoituneet toipuvat vauhdilla γ . Sairaudesta riippuen he voivat mahdollisesti infektoitua uudelleen (π). Luonnollinen nk. *background*-kuolleisuus on merkitty kuvioon φ :lla ja infektion aiheuttamat kuolemantapaukset θ :lla. $v(t)$ on rokotuskattavuus per capita. Kuvioon ei ole piirretty syntyvyyttä.



Kuva 4 Tartuntataudin dynamiikka SIR-mallissa. Lähde mukailen Klein et al (2007) ja Pradas-Velasco et al (2008)

Pradaksen ja Velascon (2008) merkintätapaa käyttäen kirjoitimme vielä edellä mainituille tiloille epälineaarisen differentiaaliyhtälösarjan. Kuten Francis (2003, 2039) huomauttaa, tätä yhdistelmää ei voi ratkaista kunkin muuttujan suhteen, vaan on tyydyttävä numeerisiin simulaatioihin ja eri muuttujien välisten yhteyksien kuvaamiseen.

$$\begin{cases} S'(t) = -\beta \cdot I(t) \cdot S(t) - mv(t) \\ I'(t) = \beta \cdot I(t) \cdot S(t) - (\gamma \cdot I(t)) \\ R'(t) = \gamma \cdot I(t) + mv(t) \end{cases}$$

edellä $v(t)$ on rokotettujen yksilöiden määrä per aikayksikkö t . $V(t)$ puolestaan viittaa kumulatiiviseen kertymään hetkellä t .

4.2. Epidemian syntyminen

Epidemia määritellään syntyväksi kun $I(t)$ nousee alkuperäisen tasonsa yläpuolelle. Se, että puhkeaa epidemia, riippuu alkutilanteen alttiiden määrästä sekä infektioperiodin kestosta yhdessä taudin infektoituvuuden kanssa. Alla oleva kaava havainnollistaa alttiiden määrän vaadittua alkutilaa.

$$S_0 > \frac{\gamma N}{\beta} = \frac{N}{\sigma},$$

Selvästi $\sigma = \beta / \gamma$. Tästä parametrilla käytetään yleisesti nimitystä ”Basic reproduction number” (R_0), joka kertoo kuinka monta altista yksilöä yksi infektoitunut henkilö keskimäärin tietyn ajanjakson (infektiokausi) aikana tartuttaa. Tähän liittyy keskeisesti myös nk. *efektiivisen* R_0 :n käsite. Tällä tarkoitetaan yhden tapauksen aiheuttamaa toissijaisten infektioiden määrää. Tunnusluku on R_0 :n ja $S(t)/N$ (väkilukuun suhteutetut tartuntavaarassa olevat ajanhetkellä t) tulo. Mikäli tämä luku on yli yksi, niin esiintyvyys eli insidenssi kasvaa ja infektoituneiden määrä mallissa lisääntyy (Edmunds et al 1999, 3270 ja Philpson 2000, 1768). Taudin hävittäminen eli eradikointi ei tällöin ole mahdollista millään rokotteen positiivisella hinnalla. Tietyn tason alapuolella oleva R_0 mahdollistaa ko. taudin eliminaation väestöstä.

Em.lukuja ei ole saatavilla suoraan mistään, vaan ne pitää arvioida erilaisten epidemiologisten menetelmien avulla ja ovat riippuvaisia mm. väestön ikäjakaumasta ja taudin keskimääräisestä kestoista (infektoitavuudesta). Influenssalle σ :n on arvioitu olevan noin 1,4 ja monille lasten infektiotaudeille paljon korkeampi, yleisesti 5-20 (Bauch 2004). Yleinen approksimaatiokaava lastentaudeille on $R_0 = 1 + L/A$, jossa L on keskimääräinen väestön elinikä ja A keskimääräinen infektoitumisikä (Giesecke 2002).

5. Ulkoisvaikutukset ja markkinoiden epäonnistuminen

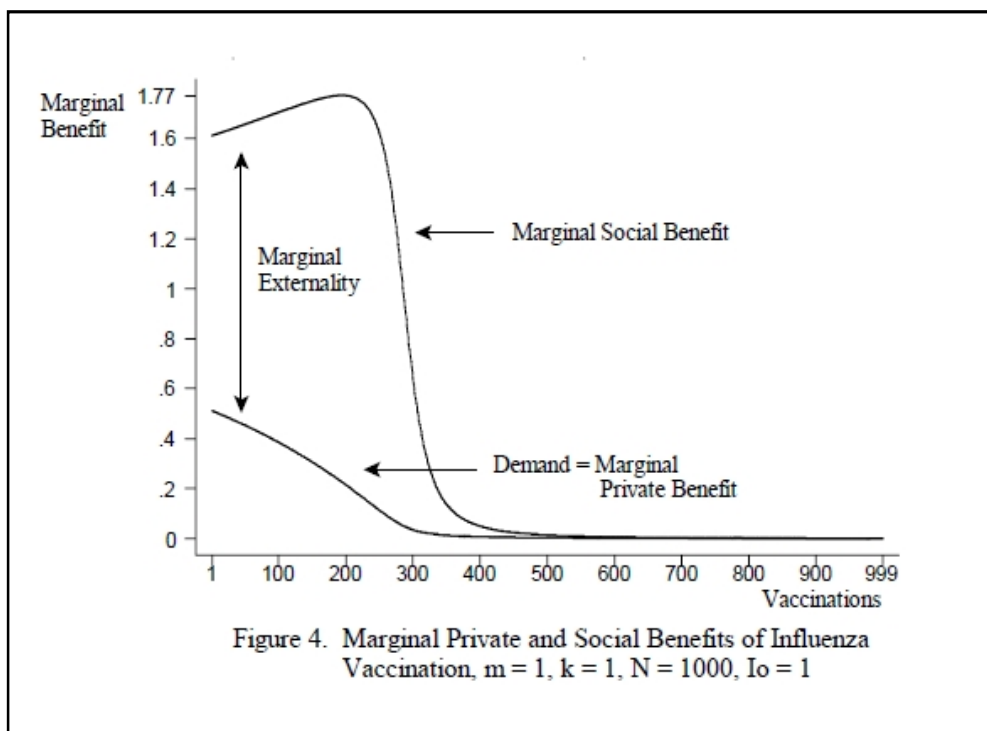
Ulkoisvaikutukset ovat hyvinvointitaloustieteen keskeinen käsite ja ovat toimineet perusteluina julkisen sektorin puuttumiselle vapaaseen markkinaratkaisuun. Esimerkiksi Stiglitz (1988, 120) kirjoittaa, että suurin osa rokotuksen hyödyistä ei perustu yksilön vähentyneeseen sairastumisriskiin, vaan sen positiivisiin ulkoisvaikutuksiin. Ulkoisvaikutuksista yleisesti seuraavan nk. vapaamatkustusongelman (*free-rider – problem*) vuoksi lähes kaikissa länsimaissa on julkisesti rahoitettuja rokotusohjelmia. Julkisen vallan toimien vaikutuksia markkina-allokaation korjaamisessa pohditaan tarkemmin myöhemmin. Ulkoisvaikutukset terveyshyödykkeissä eivät sinänsä vielä tee niistä täysin julkishyödykkeitä. Esimerkiksi rokotteet eivät ole täysin puhtaita julkishyödykkeitä, sillä potilaalle annettavaa rokotetta ei voi samanaikaisesti antaa toiselle potilaalle.

Rokottamisesta voi myös kieltäytyä, eikä se välttämättä ole mahdollinen kaikille. Täysin tehokas rokote ei myöskään ole ottajalleen julkishyödyke. Laumaimmuneetti itsessään on julkishyödyke.

Evans ja Wolfson (1980) esittävät ulkoisvaikutukset terveystaloustieteessä jaettavaksi kolmeen muotoon. Nämä ovat itsekäs (*selfish*), isällinen (*paternalistic*) ja epäitsekkäs (*altruistic*). Itsekkäässä versiossa henkilö A välittää henkilön B terveystalouden käytöstä vain, koska sillä on suora vaikutus hänen terveydentilaan (esimerkiksi rokotteet tartuntataudeissa). Paternalistisessa muokkauksessa B:n terveys (terveystalouden kulutus) siirtyy suoraan A:n hyötyfunktioon. Altruistisessa riippuvuudessa B:n kokonaishyvinvointi on tärkeä myös A:lle ja se löytyykin paternalismin tavoin suoraan A:n omasta utiliteettifunktioista. Tässä työssä keskitytään kuitenkin vain suoriin ulkoisvaikutuksiin ja jätetään ”välittämisestä” riippuvat vaikutukset tarkastelun ulkopuolelle.

5.1 Suorat ulkoisvaikutukset infektiorokotteissa

Ulkoisvaikutusten perusteoriaa voidaan soveltaa melko helposti rokotteiden maailmaan, jossa ulkoisvaikutukset perustuvat nk. laumaimmuneetin käsitteeseen. Ulkoisvaikutus määritellään teknisesti sosiaalisen (*marginal social benefit, MSB*) ja yksityisen rajahyötykäyrän (*marginal private benefit, MPB*) välisenä erona. Tietyn rokotteen *MSB* on sen avulla vältettyjen sairauksien ”sosiaalinen arvo”. Yhteiskunnan kannalta optimaalinen rokotusmäärä löytyy pisteestä, jossa viimeisen rokotteen *MSB* on yhtä suuri kuin rokotteen rajakustannus (*marginal cost, MC*). Marginaalisia sosiaalisia vaikutuksia voidaan nimittää myös rokotuksen marginaalihuödydyksi (*MEV*). Tätä on selvennetty alla olevassa, influenssarokotteiden rajahyötyjä havainnollistavassa kuvassa (Boulier 2007,15). Kuvassa rokotteiden tehon oletetaan olevan 100 prosenttinen.



Kuva 5 Influenssarokotteiden rajahyödyt 100 %:sti tehokkaan rokotteiden tapauksessa. Lähde: Boulier (2007, 15)

Kuten kuvasta käy ilmi, ulkoisvaikutuksen koko ei ole monotoninen rokotettujen määrän (NV), rokotteen tehon (m) eikä taudin infektoitavuuden/tarttuvuuden (R_0) suhteen. Tämä esitystapa on poikkeava oppikirjojen ulkoisvaikutusmalleihin verrattuna.⁹ MSB on siis funktio NV :stä, m :stä sekä R_0 :stä. Mikäli tartuntariskissä oleva väestö (S_0) on suurempi kuin edellisessä kappaleessa mainittu kriittinen raja eli $S_0 > 1/\sigma$, niin jokainen lisärokote vähentää uusia tautitapauksia yli m -kappaletta. Toisaalta mikäli vaarassa olevien osuus putoaa raja-arvon alle (tehokas rokote ja/tai korkea rokotusprosentti), rokotteen todellinen ”vaikuttavuus” putoaa sen kliinisen tehon (m) alle. Boulier et al (2007, 6-7) osoittivat, että rokotteen korkein marginaaliefekti (MEV) $< 2m$.

Kuva 5 influenssan rajaulkoisvaikutuksista kuvastaa hyvin heikommin tarttuvien tautien (verrattuna esimerkiksi moniin lasten infektiotapauksiin) rajahyötyjen dynamiikkaa. MPB pysyttelee matalalla tasolla, kun taas MSB on korkea eli ulkoisvaikutukset ovat alussa suuret. Influenssan MPB on kohtuullisen matala koko ajan (alle yhden), mikä kuvastaa tartunnan saannin kohtuullisen pientä todennäköisyyttä. MPB laskee ymmärrettävästi rokotuskattavuuden kasvaessa (todennäköisyys saada tauti pienenee edelleen). Ensimmäisten ihmisten rokottaminen influenssaa vastaan on tehokasta, mikä näkyy siinä, että MSB on reilusti yli yhden. Erittäin tarttuvan taudin tapauksessa ulkoisvaikutukset olisivat alussa pienemmät, koska MPB olisi korkeammalla ja MSB matalammalla. Kannattaa myös huomata, että MEV viimeisen henkilön kohdalla on nolla, koska ko. yksilö ei tietysti voi siirtää tautia enää kenellekään. Näin ollen 100 prosenttinen rokotuskattavuus ei ole koskaan optimaalinen Kenkel (2000, 1694–1696). Tehottomammalla rokotteella marginaaliset ulkoisvaikutukset säilyvät tehokkaampaan rokotteeseen verrattuna pidempään, koska tartuntavaarassa olevien osuus pienenee sitä hitaammin mitä matalampi m on. (Boulier et al 2007, 6-13)

Edellä esitetty yksityinen rajahyötykäyrä perustuu rokotteen (yksityiseen) kysyntäfunktioon, jossa oletetaan, että yksilöt ovat identtisiä ja riskineutraaleja sekä kohtaavat samat kustannukset. Tärkeää on myös huomata, että edellä esitetty perustuu ajatukselle siitä, että ihmiset pystyvät luotettavasti arvioimaan sairastumisriskinsä jokaisella ajanhetkellä. Osin tätä havaintoa tukevat Philipsonin (1996) ja Mullahyn (1999) empiiriset havainnot sairauden alueellisen vallitsevuuden ja rokotteen kysynnän välisestä positiivisesta yhteydestä. Optimaalinen rokotusmäärä on se, missä viimeisen rokotteen MSB on yhtä suuri kuin rokotteen MC . Yksilön odotetaan näin ollen ostavan rokotteen, mikäli sen marginaalinen hyöty (MPB) on rokotteen hintaa korkeampi. Kysyntäkäyrä voitaisiin Boulier et al (2007) mukaan esittää tasapainossa seuraavasti:

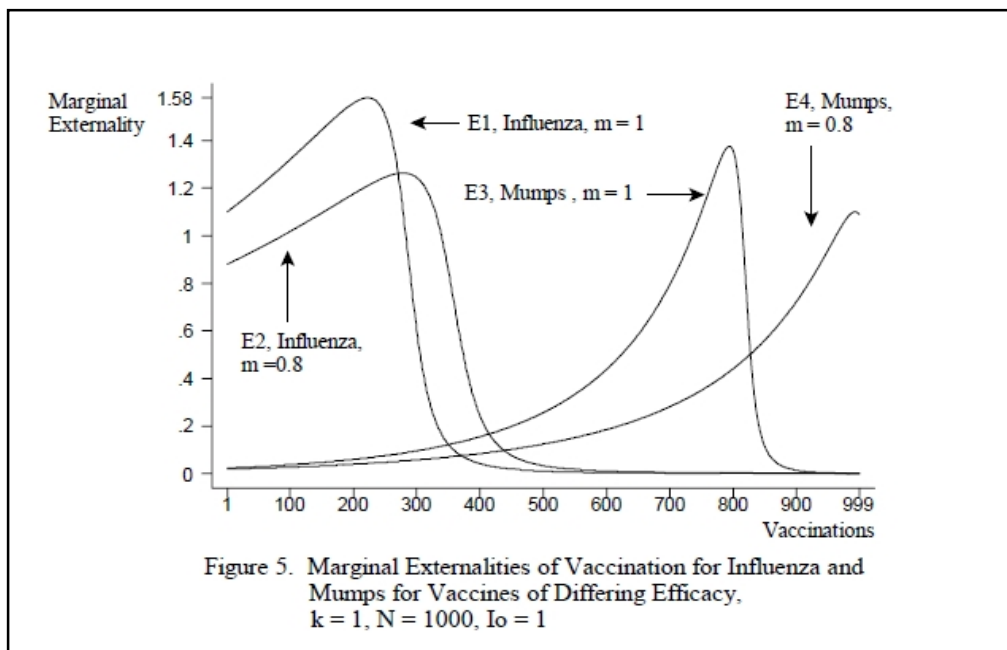
$$P = m \cdot p(V) \cdot k = V *$$

$p(V)$ on rokottamislaajuudesta riippuva tn saada tauti ja k viittaa sairauden kustannuksiin.¹⁰

Seuraava kuva havainnollistaa vielä marginaalisten ulkoisvaikutusten riippuvuutta rokotteen tehosta.

⁹ Esimerkiksi Folland et al (1993) esittävät laskevia rajasuureita.

¹⁰ Seuraavin oletuksin: $\frac{\partial P}{\partial k} > 0$, $\frac{\partial P}{\partial V} < 0$, $\frac{\partial P}{\partial m} < 0$ kun V matala ja > 0 kun V korkea



Kuva 6 Influenssarokotteen vaihtelevat rajahyödyt. Lähde: Boulier et al (2007, 16)

5.2 Epäsuorien vaikutusten mittaamisesta

Kuten todettua pelkkä rokotteen tutkimuksissa osoitettu teho (m) ei yksin määritä rokotusprojektin tehokkuutta kliinisessä käytössä. Mitattua tehoa sotkevat mm. väestörakenne, taudin luonne, tartuntatapa ja rokotteiden jakautuminen eri alapopulaatioiden välillä (esimerkiksi sosioekonomiset ryhmät tms.) Tutkimuksissa on esimerkiksi havaittu, että kouluryhmissä, joissa väestö on ”sekoittunutta” (*mixed population*) 30 prosentin rokotuskattavuus sikotautirokotteelle, johtaa koko väestön tasolla yli kolme kertaa tätä suoraa vaikutusta suurempaan epäsuoraan vaikutukseen laumaimmunitettiin ansiosta (Haber 1999, 2105–2108). Epäsuorien vaikutusten tärkeys on huomioitu myös Kansanterveyslaitoksen organisoimassa uudessa FinIP-pneumokokkirokotetutkimuksessa (www.finip.fi), jossa suorien hyötyjen lisäksi tutkitaan sairauden esiintyvyyden vähenemistä myös rokottamattomassa väestössä (KTL 2008b).

Yleisesti ottaen ulkoisvaikutusten mittaaminen (terveys)taloustieteessä ei ole mitenkään suoraviivaista. Ulkoisvaikutuksiin liittyvän maksuhalukkuuden (WTP) mittaamiseen on käytetty erityisesti ympäristötaloustieteen puolella mm. nk. travel costing – malleja, hedonistisia hintayhtälöitä sekä contingent valuation tyyppisiä menetelmiä. Em. mallit soveltuvat kuitenkin lähinnä vain KH-analyysihin. KV-arviointeihin em. lähestymistavat eivät istu.

Käytännön terveystaloudessa ulkoisvaikutusten merkitys ei kuitenkaan vielä täysin näy. Ilmaisen rokotusohjelman mukaan influenssarokotteen saavat Suomessa yli 65-vuotiaat ja nk. korkean riskin potilaat sekä

alle 3-vuotiaat lapset vuoden 2008 alusta lukien. Kuitenkin joidenkin alapopulaatioiden, kuten koululasten rokottaminen olisi tehokasta, koska tämä vähentäisi taudin leviämistä muussa väestössä ja kasvattaisivat siten ulkoisvaikutusten hyötyjä. Äärimmäisen epärationaalista on jättää osin terveydenhuoltohenkilöstö ja muut ryhmät, kuten vuosittaisina infektiopesäkkeinä toimivat varuskunnat rokottamatta influenssaa vastaan. Esimerkiksi Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP 2009) USA:ssa suosittelee influenssarokotteita nk. korkean riskin potilaiden (pienet lapset, vanhukset ja lääketieteelliset riskiryhmät) lisäksi 5-18 vuotiaille lapsille. Mm. Ackermann (1984, 144–146) havaitsi koululaisten rokottamisen olevan tehokas tapa estää influenssan leviämistä yhteiskunnassa, sillä koulut tarjoavat hyviä tartuntareittejä perheiden ja naapureiden välille. Myös Halloran (2001) huomasi, että lasten suurella rokotuskattavuudella oli dramaattisia vaikutuksia aikuisten sairastavuuteen. Suomessa Salo et al. (2006) toteavat, että terveiden lasten rokottamisella saavutettaisiin terveyshyötyjen lisäksi myös vahvasti dominoivia kustannussäästöjä, pelkästään vain suorat kustannukset huomioimalla. Epäsuorien kustannusten mukaanotto lisäisi todennäköisesti saatavia kustannussäästöjä.

6. Ihmisten taloudellinen käyttäytyminen

Brahmbhatt & Dutta (2008) mukaan taloudellisen epidemiologian pääintuitio on se, että rationaaliset yksilöt muuttavat käyttäytymistään taudin vallitsevuuden ja tartuntariskin suhteen. Philpson (2000, 1765–1773) esittelee tätä ilmiötä ns. vaarasuhteen (*hazard-ratio*) ja esiintyvyyden välisen yhteyden kautta. Vaarasuhde voidaan

kirjoittaa infektoituneiden määrän funktiona $h(I_t) = \frac{-\dot{I}_t}{1 - I_t}$, jossa \dot{I} on I :n aikaderivaatta. Epidemiologiassa

vaarasuhteen oletetaan kasvavan taudin esiintyvyyden mukana ($\partial h / \partial I \geq 0$), kun taas taloudellinen analyysi lähtee liikkeelle siitä, että tämä yhteys on negatiivinen, johtuen ihmisten vastasyklisestä käyttäytymisestä. Negatiivinen yhteys vaaran ja vallitsevuuden välillä vaatii tietysti tarpeeksi elastista yksityistä kysyntää vallitsevuuden suhteen. Tämän elastisuuden tulee olla sitä suurempi, mitä suurempi on sairauden esiintyvyys, jotta vastakkainen positiivinen yhteys kumoutuu. Prevalenssielastinen kysyntä määritellään siis siten, että positiivisilla tulevaisuuden hinnoilla kysyntä $D(I^t, p^t)$ lakkaa jollakin tarpeeksi matalalla vallitsevuuden tasolla.

Kääntäen on siis olemassa tietty raja-arvo, jonka ylittyessä yksilö valitsee ehkäisevän käyttäytymismallin. Selvästi tämä varaustaso kasvaa ehkäisyn kustannusten sekä diskonttoteleijän noustessa ja laskee infektion kustannusten ja tartuntatodennäköisyyden alentuessa (Philpson 2000, 1770). Edellä esitettyyn infektiomalliin liittyen Boulier (2007) argumentoi, että mikäli $p(V)$ on laskeva, niin ihmiset voivat muuttaa käyttäytymistään rokotusten määrän kasvaessa (käsiä pesu, yleisötapahtumat etc.) Tämä johtaisi β :n ja σ :n kasvuun V/N -suhteen noustessa. Vaikutuksia tarttuvuuden ja ulkoisvaikutusten suhteen on kuitenkin vaikea kvantifioida, sillä MSB ei ole monotoninen tarttuvuuden suhteen, eikä empiiristä tutkimusta aiheesta ole vielä tarpeeksi.

Philpson (2000) on tutkinut erityisesti HIV/AIDS – kysymystä ja käyttänyt kondomien kysynnän heilahteluja merkinä käytöksen muuttumisesta HIV-infektion alueellisen vallitsevuuden mukana. Philpson (1996) löysi positiivisen riippuvuussuhteen myös tuhkarokon esiintyvyyden ja MMR-rokotteen ottamisen todennäköisyyden (nk. vaarasuhteen survival-analyysi) välille vuosien 1989–1991 USA:ta koskevalla aineistoillaan. Hän havaitsi, että lapsen olemiseen *susceptible*-ryhmässä eli toisin sanoen aikaan (*survival*) ennen MMR-rokotteen ottamista vaikutti perheen varallisuuden ja koulutustason lisäksi rokkotaudin osavaltiokohtaisen esiintyvyyden vaihtelu. Tämä jälkimäinen efekti oli kaikista muuttujista ehdottomasti suurin. Riippuen regressiomallien määrittelyistä elastisuus sai arvoja väliltä 1,56 – 1,89. Hän kuitenkin toteaa, että asetelma on altis vaikutusta liioitteleville virheille. Ongelmia liittyy mm. tuhkarokkotapausten tilastointiin. Mullahy (1997) havaitsi korkean korrelaation influenssarokotteen kysynnän ja kuoleman riskin välillä. Riski laskettiin sairauden vallitsevuuden ja kuolleisuuslukujen avulla. Mm. asuminen alueella, jossa paljon oli ollut paljon tapauksia viime aikoina, nosti rokottamisen todennäköisyyttä.

Tämä ongelma on erittäin iso myös omassa empiirisessä osiossani, jossa esiintyvyytietoina käytetään Kansanterveyslaitokselle (KTL) ilmoitettuja, laboratorioissa varmistettuja influenssatapauksia. Valtaosaa influenssaepäilyistä ei diagnosoida vasta-ainetestien avulla, eikä siis ole taetta siitä, että ilmoitetut tapausmäärät poimisivat eroja eri alueiden välillä

Philpsonin ja muiden ideat prevalenssielastisesta kysynnästä eivät ole mitenkään ongelmattomia. Teoria ei huomio mitenkään informaation asymmetriaa eikä latenteja tai nk. asymptomaattisia sairauksia. Lisäksi vaikka yksityisen kysynnän huomiointi rokotusprojekteissa on lähtökohtaisesti järkevää, pohdittaessa esimerkiksi julkisen vallan hintasubventioita, ei pitäisi unohtaa rokottamisen erittäin suurta tehokkuutta erityisesti joidenkin alapopulaatioiden kohdalla sekä erilaisten rokoteohjelmien aikaansaamaa tasa-arvoa yhteiskunnassa. Kuten jo aiemmin todettua, tehokas ja kustannusvaikuttava yleinen rokotusohjelma on lähes aina ylivertainen vaihtoehto jo sen takia, että ohjelman piirissä olevien rokotteiden edullinen tukkuhinta allokoii kuluttajan ylijäämäksi osan teollisuuden ja apteekkien voitoista. Suurin osa tässä käsitellyistä ihmisen taloudellista käyttäytymistä kuvaavista artikkeleista tulee Yhdysvalloista ja ne heijastelevat hyvin myös Euroopan ja USA:n terveydenhuoltojärjestelmien eroavaisuuksia ja (terveys)taloustieteilijöiden suurempaa uskoa vapaiden markkinoiden voimaan ja onnistumiseen myös terveydenhuollossa kuin mihin meillä totuttu.

Olemme nyt käsitelleet tartuntatautien leviämistä ja ihmisten taloudellista käyttäytymistä, jonka jälkeen on helppo siirtyä oman empiirisen tutkimukseni kannalta erittäin tärkeään osioon, jossa käsitellään yksilön rokotuspäätökseen vaikuttavia tekijöitä, riskiteoriaa ja tasa-arvoisuuden määritelmiä.

6.1 Rokotuspäätös

Kessing & Nuscheler (K & N 2007) lähestyvät rokotuspäätöstä vakuutusinvestoinnin näkökulmasta eli *a priori* -valintana epävarman ja varman välillä. Pohjana on yksilön hyötyfunktio u , jossa muuttujina ovat paitsi infektiostatus (0 tai 1), mutta myös yksilöllisiä ominaisuuksia z_i (sosioekonomiset tekijät, asuinalue, yleinen

terveydentila yms.) kuvaava vektori. Infektoitumisen todennäköisyys $\pi(z_i)$ on kullekin yksilölle eksogeeninen, mutta osin riippuvainen myös yksilön ominaisuuksista. Esimerkiksi suuressa kaupungissa asuminen voi kasvattaa tartunnan mahdollisuutta. Rokotteen teho $\varphi(z_i)$ riippuu myös yksilön ominaisuuksista, kuten iästä (esimerkiksi influenssarokotteen teho heikkenee iän myötä). Mallissa on tämän lisäksi vielä yksilölliset kustannukset $\theta(z_i)$ rokottamisesta, jotka pitävät sisällään rokotteen hinnan lisäksi ns. rokottamisen vaihtoehtokustannukset. Tämän mukaisesti yksilön odotettu hyöty rokottamisesta voidaan kirjoittaa seuraavasti:

$$\Delta Eu_i = \varphi_i \pi_i [u(z_i; 0) - u(z_i; 1)] - \theta_i$$

Tästä nähdään helposti, että mahdollinen ylijäämä riippuu yksilön sairastumisriskistä, terveenä ja sairaana olemisen utiliteettierosta sekä rokottamisen vaihtoehtokustannuksista. Mikäli yllä oleva lauseke on positiivinen, kannattaa yksilön rokottautua tautia vastaan. Samanlaisesta diskreetin valinnan tilanteesta kirjoittaa myös Mullahy (1999, 9-24). Hänen mallissaan yksilön preferensseihin vaikuttaa eksplisiittisesti myös vapaa-aika, itse pistoksen negatiivinen utiliteetti-vaikutus sekä kulutusvektori. Vapaa-ajan määrä on erityisen tärkeä kysymys työn tarjonnan ja rokotustodennäköisyyden välisessä tarkastelussa. Tämä kytkeytyy yhteen vaihtoehtokustannusten kanssa, jotka ovat enemmän töitä tekeville korkeampia. Enemmän ansaitseville mahdolliset tulomenetykset ovat myös vastaavasti suurempia. Tässä yhteydessä ei voida yksinkertaistuksen vuoksi huomioida vakuutusten ja palkallisten sairaslomien vaikutusta. Brito et al (1991, 69-90) rakensivat myös samantyyppisen, rokottamisen kustannuksiin (vaihtoehtokustannukset, θ) perustuvan mallinsa, jossa stabiilissa kilpailullisessa tasapainossa (θ^*), rokotteen ottavat ne, joiden $\theta < \theta^*$. Tämä tarkoittaisi sitä, että alemmat vaihtoehtoiset kustannukset rokotteen ottamisesta (esimerkiksi menetetty tuntipalkka etc.) lisääisivät rokottamista. Toisaalta voidaan ajatella, suuremmat vaihtoehtokustannukset tarkoittavat myös suurempia menetyksiä sairauden osuessa kohdalle. K & N todistivat, että Saksassa kokopäiväisessä työssä olevat ottavat rokotteen useammin kuin osa-aikatyössä olevat, mitä voi pitää osittaisena todisteena jälkimmäisestä. Työmarkkina-aspekti on kuitenkin hankala sillä samat tekijät, jotka vaikuttavat rokottautumiseen, saattavat olla myös yksilön työn tarjonnan takana (esimerkiksi terveydentila). Lisäksi objektiivista tartuntariskiä suurempi tekijä on yksilön subjektiivinen arvio omasta mahdollisuudestaan saada tartunta. Vaaran ja erityisesti koetun riskin vaikutuksesta rokotuspäätökseen lisää seuraavassa kappaleessa.

Yksilöllistä ominaisuuksista ikä on mielenkiintoinen, sillä utiliteettitilojen erotus kasvaa iän myötä, taudin ollessa usein vaikeampi vanhuksilla. Toisaalta ikä taas vähentää rokotteen tehoa, jolloin iän yhteisvaikutuksesta on vaikea sanoa mitään. Tulotaso ja yksilölliset vaihtoehtokustannukset muodostavat työni kannalta mielenkiintoisen asetelman. Tulotaso ja vaihtoehtokustannus ovat selkeästi positiivisessa riippuvuussuhteessa. Riskiin suhtautumisen ja tulotason yhteys taasen on erittäin epäselvä. Yksilön maksuhalukkuus (*WTP*) rokotteesta riippuu sekä sairauden aiheuttamasta tulon menetyksestä että myös henkilön suhtautumisesta riskiin. Nämä tekijät voivat vaikuttaa eri suuntiin, jolloin niiden yhteisvaikutus on vähintäänkin epäselvä. Omassa empiriassani arvioin riskiin suhtautumista em. kirjoittajia seuraten mm. tupakointi-statuksen avulla. Polttaja paljastaa olevansa vähemmän riskiä karttava kuin ei-polttava. Kessing & Nuscheler argumentoivat, että

rokottamiseen liittyvät vaihtoehtokustannukset ovat suurempia tupakoitsijoille kuin riskiä karttaville tupakoimattomille.

6.2 Riski ja informaation epäsymmetria

Edellä on puhuttu nykyarvotetusta odotetun hyödyn käsitteestä. Odotetun hyödyn (*expected utility*) teoria kuvaa kuitenkin vain yksilön valintojen polun, eikä kerro yksilön riskipreferensseistä mitään. Riskiin suhtautumista voidaan taloustieteessä havainnollistaa paremmin yksilön hyötyfunktion $u(\cdot)$ (esimerkiksi *Von Neumann-Morgenstern*) käyttäytymisellä varman ja epävarman tulon pelissä. Oletetaan, että peli g tuottaa tuoton w_i

todennäköisyydellä p_i , jolloin pelin odotettu tulos on $u(g) = \sum_{i=1}^n p_i w_i$, pelin odotetun tuoton VNM-utiliteetti

vastaavasti $u(E(g)) = u(\sum_{i=1}^n p_i w_i)$ ja pelin VNM-utiliteetti $u(g) = \sum_{i=1}^n p_i u(w_i)$. Pelaaja voi valita ottaako

vastaan pelin g vai varman tulon $E(g)$. Oletamme yksilön preferoivan korkeinta odotettavaa utiliteettiä¹¹.

Henkilön sanotaan olevan riskiaversiivinen, mikäli hän valitsee mieluummin varman $E(g)$:n kuin riskillisen pelin, g eli $u(E(g)) > u(g)$ ja riskiä hakevan preferenssit ovat tietysti päinvastaiset. Riskiä karttavan VNM-hyötyfunktio on siis konkaavi, koska funktio on koko määrittelyväliällä pelin odotetun voittofunktion kuvaajan yläpuolella.¹² Vastaavasti riskiä rakastavan henkilön hyötyfunktio on konvekksi ja riskineutraalin lineaarinen. Tunnettu ja käytetty absoluuttisen riskiaversion mittari on nk. Arrow-Pratt – mittari, joka määritellään

seuraavasti $R_a(w) \equiv \frac{-u''(w)}{u'}$. Positiivinen luku viittaa riskiaversioon ja negatiivinen taas riskiä etsivään

asenteeseen. On hyvä vielä muistuttaa, että Arrow-Pratt on ns. lokaali mittari, koska riskiaversio ei välttämättä ole sama kaikilla varallisuuden tasoilla w_i . (Jehle ja Reny 2001, 92–112)

6.3 Riskipreferenssien merkityksestä terveystaloustieteessä

Dyer & Sarin (1992) esittävät erilaisen tulkinnan riskipreferenssille. Esimerkiksi konkaavi riskifunktio voi syntyä kahdella tavalla. Joko tilanteessa, missä rahan marginaalihuoty (riskittömässä ympäristössä) on laskeva ja suhtautuminen epävarmuuteen on lineaarinen. Toisaalta saman lineaarisen eli riskineutraalin riskifunktion omaava voi käyttäytyä konveksin-mallin mukaisesti, mikäli rajahuoty ei olekaan laskeva. Dyer ja Sarin

¹¹ Oletamme myös epävarmuuden aksioomien (*täydellisyys, transitiivisyys, jatkuvuus, monotonisuus, substituutavuus ja reduktiivisyys*) täyttyvän

¹² Konkaavi funktio määritellään matemaattisesti seuraavasti: $f: A \rightarrow R$, $x, y \in A \vee t \in [0,1]$

$f(tx + (1-t)y) \geq tf(x) + (1-t)f(y)$ ja konveksissa vastaavasti epäyhtälömerkki kääntyy

kirjoittavatkin, että suhteellinen riskiasenne (*relative risk attitude*) itsessään voi pysyä muuttumattomana, mutta marginaalilyhyty voi olla erilainen eri tiloille ja/tai päätöksille. Näin ollen kaikki päätökset eivät välttämättä heijastakaan yksilön synnynnäisiä riskipreferenssejä, eikä eroja päätöksissä pitäisi siis automaattisesti tulkita muutoksiksi luonteenpiirteissä, koska esimerkiksi edelliset tapahtumat tai vertailukohdat (Weber 1997, 123–144) voivat vaikuttaa riskin kokemiseen. Cooper et al. (1998) havaitsivat, että yrittäjät - vastoin yleistä luuloa - eivät olleet riskiä etsiviä persoonia, he vain kokivat toiminnan riskit palkkajohtajia optimaalisemmin. Demograafiset tekijät yhdessä varallisuustason kanssa vaikuttavat siihen, kuinka ihmiset painottavat tapahtuman todennäköisyyttä sen suuruuden suhteen. Esimerkiksi ammatti voi vaikuttaa riskin kokemiseen (Weber 1997). Koettu riski voi siis muuttua monen, myös ulkoisen tekijän suhteen ja ”väärä” riskiin suhtautuminen vaikuttaa paljon esimerkiksi juuri rokotuspäätökseen tekemiseen (Anderson 2008).

Myös Weber (1997, 123–144) havainnoi, että ihmisten kokema riski ei aina välity tavanomaisiin riski-indekseihin ja koetulla riskillä on taipumusta vaihdella paljon eri yksilöiden välillä. Tällä on vaikutusta siihen, miten informaatiota kannattaa yhteiskunnassa jakaa. Mikäli syyt ovat muuttuneessa tavassa suhtautua riskiin, voidaan päätöksentekoon vaikuttaa kognitiivisten prosessien kautta ja tarjoamalla apua riskin entistä realistisempaan käsittelyyn. Dyer ja Sarin (1992) näkemys on, että riskillistä käyttäytymistä voisi olla tehokkainta muuttaa käsittelemällä riskien kokemista. Ihmisen perimmäiset preferenssit taasen muuttuvat lähinnä emotionaalisten tapahtumien kautta. Gersovitz ja Hammer (2003, 132) argumentoivat, että yleisen informaation jakaminen ei yleisesti muuta valistuneiden ihmisten käytöstä. Kenkelin (2000, 1696–1701) havainnon mukaan kuluttajilla on toisaalta riittämättömästi tietoa monien ehkäisevien toimenpiteiden tärkeydestä. Informaation tulisikin olla tarpeeksi konkreettista ja koskettaa tiettyä osa-aluetta yleisen terveystalouden sijaan.

Schoenenbaum (1997) tutki tupakoitsijoiden käsityksiä koetusta kuolemanriskistä vertaamalla eri ryhmien subjektiivisia arvioita ”oikeista” selviämistodennäköisyyksistä virallisiin elinaikatauluihin. Paljon tupakoivat yliarvioivat jäljellä olevan elinikensä ja siten aliarvioivat tupakoinnin riskit. Brahmhat & Dutta (2008) huomauttavatkin, että ihmisillä on tapana muodostaa ehdollisia todennäköisyyсарvioita tietystä hypoteesista (H), kuten epidemian puhkeamisesta, vallitsevan tiedon valossa siten, että he eivät huomioi ko. hypoteesin perusriskiä. Ihmiset siis hahmottavat ehdollisia todennäköisyyksiä vastoin *Bayesin teoreemaa*¹³. Harhaisuus johtuu siitä, että ihmiset sekoittavat ehdollisen todennäköisyyden ja nk. *posteriori*-todennäköisyyden (todennäköisyys sille, että hypoteesi on tosi, kun todisteet (E) ovat huomioitu) keskenään. Matemaattisesti kuitenkin $P(H|E) \neq P(E|H)$. Toisaalta, jälkikäteen on vaikea sanoa, että olivatko yksilölliset riskiarviot ylimitoitettuja. Matalat *ex post* – luvut saattavat itsessään olla endogeenisiä ihmisten preventatiiviselle käytökselle.

Käytännön riskipreferensseistä esimerkkinä vielä Andersonin (2008) tutkimus, jossa tutkittiin 18–87-vuotiaiden yksilöllisen riskipreferenssin ja terveyteen liittyvän käyttäytymisen yhteyttä. Riskiaversio oli negatiivisesti korreloitunut tupakointiin, runsaaseen juomiseen, ylipainoon ja vöittä ajamiseen. Tulos ei riippunut yksilön

¹³ Bayesin teoreema kirjoitetaan
$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \cdot P(H)}{P(E|H) \cdot P(H) + P(E|\sim H) \cdot P(\sim H)}$$

demograafisista eikä taloudellisista ominaisuuksista. Tutkimuksessa riskipreferenssiä mitattiin kokeellisella arpajaisvoitto-tutkimuksella (*lottery choice experiment*). Kääntäen voidaan nähdä, että voittoa ajaminen tai tupakointi voisivat mallintaa riskipreferenssiä. Tätä havaintoa tukevat muutkin tutkimukset, kuten Hersch ja Viscusi (1998, 645–661), jotka totesivat, että tupakointi selitti ennaltaehkäisevää käyttäytymistä, kuten verenpaineen mittausta yms.

6.4 Peliteoria ja imitaatio

Bauch et al (2004 & 2005) ovat tutkineet rokotusriskin kokemisen vaikutusta rokotuskattavuuteen sekä peliteoriaa yksilöiden rokotuskäyttäytymisen selittäjänä. Kirjoittajien lähtökohtana tarkastelussa ovat vapaaehtoisuuteen perustuvat rokotusohjelmat. Vanhemmat pohtivat lastensa rokotuspäätöstä huomioiden rokotusten riskit, infektion todennäköisyyden ja sairauden haitat. Lisäksi vanhempien päätökseen vaikuttaa epäsuorasti kaikkien muiden toiminta. Tätä voidaan tarkastella peliteoreettisesta näkökulmasta, sillä on olemassa todisteita siitä, että monet ihmiset ovat tietoisia siitä, että voivat käyttää em. lauma-immuniteettiä hyväkseen osallistumatta itse rokottamiseen (Asch et al 1994). Strategian ollessa rokottamien todennäköisyydellä P ja vanhempien kokema suhteellinen riski eli rokottamiseen ja infektiioon liittyvien haittojen suhde ($r = \frac{r_v}{r_i}$),

voidaan ”voitto” (*payoff*) kirjoittaa $E(P, p) = -rP - \partial_p(1 - P)$, jossa p on rokotteen kattavuus väestössä ja ∂_p terveen yksilön tartuntatodennäköisyys (eli $1/R_0$) rokotuskattavuudella, p . Mikäli P on konvergoituva stabiiliiksi (*CSNE, convergently stable Nash equilibrium*), tulisi yksilöiden pelata P :tä lähellä olevia strategioita ja vähitellen omaksua P . Jos rokote koetaan tarpeeksi riskilliseksi eli $r \geq \partial_p$ tällöin CSNE on $P^* = 0$ eli ”älä rokota koskaan”. Mikäli todennäköisyys saada tartunta on suurempi kuin suhteellinen riski, pätee

$P^* = 1 - \frac{1}{R_0(1-r)}$. Rokotteiden ja tautien koetut riskit eivät ole stabiileja, vaan ne muuttuvat ajassa. Historiassa

useita suuria pudotuksia rokotuskattavuudessa (*vaccine uptake*). Usko viranomaisiin ja yhteiskunnalliset normit koskien yksilön oikeuksia vaikuttavat päätökseen olla rokottamatta. Suomessa rokotuskattavuus on perinteisesti ollut erittäin korkea, joskin esimerkiksi ikäihmisten influenssarokotuksia otetaan suosituksia vähemmän (Taloustutkimus 2007 ja KTL 2008b). Samassa tutkimuksessa todettiin, että joka kymmenes vanhus jätti rokottautumatta, koska pelkäsi mahdollisia sivuvaikutuksia.

Kirjoittajat laajensivat aikaisempaa peliteoreettista malliaan sisältämään myös ”imitaatiodynamiikan”, yksilöt oppivat tarkkailemalla toisiaan ja omaksuvat menestyviä strategioita. Mitä herkempää rokotuskäyttäytyminen on vallitsevuuden (*prevalenssi*) suhteen tai mitä todennäköisemmin ihmiset omaksuvat toistensa tapoja, sitä suurempia ovat vaihtelut rokotteiden ottamisessa. Rokotteeseen liittyvä riski toimii samansuuntaisesti. Myös (Brahmbhatt & Dutta 2008) osoittavat, että epätäydellisen informaation vallitessa, rationaaliset ihmiset voivat ottaa mallia toistensa käyttäytymisestä, mikä voi johtaa ei-optimaalisiin ratkaisuihin. Vapaaehtoisuuteen perustuvassa järjestelmässä ei ole mahdollista hävittää infektiosairautta, mikäli yksilöt toimivat vain omien

etujensa mukaisesti rokotteen suhteellisen riskin ollessa positiivinen. Vanhempien odotetaan päinvastoin pelaavan ”älä rokota” – strategiaa, mikäli suhteellinen riski on suurempi kuin δ_p .

7. Tasa-arvo ja oikeudenmukaisuus

Tasa-arvon määritelmiä on lukuisia joukko ja ne ovat usein ristiriitaisia. Tämä näkyy hyvin myös terveystaloustieteen puolella, jossa erityisesti terveydellisten tarpeiden ja hoidon saatavuuden määrittely on haastavaa. Haasteet eivät rajoitu vain terveydenhuollon sisälle, sillä kuten Sen (2002) kirjoittaa: ”*terveyden tasa-arvo on erittäin laaja käsite, jolla ei voida tarkoittaa vain terveyden ja/tai terveydenhuollon resurssien jakaumatarkastelua, vaan se pitäisi nähdä osana suurempaa yhteiskunnallista kokonaisuutta*”. Terveystieteeseen vaikuttavat resurssien käytön lisäksi moni muukin asia, kuten genetiikka ja sosioekonomiset tekijät, joten resurssien jakaumatarkastelu ei paljasta koko totuutta. Terveyttä ei myöskään saisi irrottaa muista hyödykkeistä, sillä tasa-arvoisuus terveydenhuollossa edellyttäisi sitä silloin myös kaikkien muidenkin hyödykkeiden suhteen (Culyer ja Wagstaff 1993).

Myöskään terveydentilan tasa-arvoa ei voida yksin käyttää oikeudenmukaisuuskriteerinä, sillä terveyden epätasa-arvoisen jakautumisen pienentäminen ei aina tarkoita terveydellisen oikeudenmukaisuuden kasvua, vaan voi johtaa jopa Pareto-heikennyksiin. Sen (2002) ehdottaakin terveydellisen oikeudenmukaisuuden käsitteen moniulotteisempaa määrittelyä, joka pitäisi sisällään terveydentilan lisäksi myös mahdollisuudet/kyvyt saavuttaa hyvä terveys. Luonnehdinta pitää tietysti sisällään myös terveydenhuollon prosessien oikeudenmukaisuuden. Senin näkemys eriarvoisuudesta noudattelee pitkälti normatiivista lähestymistapaa, jossa huomio kiinnitetään mahdollisuuksien ja toteutuneen väliseen kuiluun, pelkkien havaittujen tuloerojen sijaan.

Kustannus-vaikuttavuuskeskustelustamme tuttuja horisontaalisen- sekä vertikaalisen tasa-arvoisuuden käsitteitä on totuttu, monista määrittelyristiriidoista huolimatta, käyttämään jakaumakeskustelun apuna. Horisontaalisella tasa-arvolla tarkoitetaan siis samassa terveydentilassa olevien ihmisten yhdenvertaisuutta (erityisesti hoidon saatavuus), kun taas vertikaalisuuden periaatteen mukaan eri sairauksia sairastavia tulee kohdella eri tavoin. Tarpeiden mittaaminen on vaikeaa ja esimerkiksi menojen tarkastelussa sekä hintojen että yksilöiden preferenssien eroavaisuudet vaikeuttavat kokonaisarviointia (Culyer ja Wagstaff 1993). Näin ollen siis esimerkiksi tasa-arvoinenkaan palveluiden käyttö ei välttämättä ole oikeudenmukaista, jos ja kun tarpeet ovat jakautuneet epätasaisesti (Lorant et al 2002 sekä Woodward ja Kawachi 2000). Wagstaff ja Van Doorslaer (2000) kiteyttävätkin, että jokainen tarve-perusteisuudesta eroava järjestelmä on epätasa-arvoinen. Lorantin et al (2002) mukaan tarpeet määriteltäisiin terveyspalveluiden arvioituna käyttönä terveydentilan, iän, sukupuolen tai muun muuttujan avulla.

Kuten jo todettua myöskään saatavuuden tarkastelu (*equity of access / utilization*) ei ole ongelmaton, sillä yksilöiden preferenssit ja siten hoitoon hakeutuminen eroavat. Huberin (2008) mukaan juuri preferenssien eroavaisuudet voivat selittää eroavaisuuksia terveydenhuollon palveluiden käytössä taloudellisten tekijöiden huomioimisen jälkeen. Esimerkiksi matalampien sosiaaliluokkien ihmiset näyttävät olevan haluttomampia

ottamaan vastuuta omista hoitovalinnoistaan ja keräävät omaa terveydentilaa koskevaa tietoa muutenkin vähemmän (Lorant 2002).

WHO määritteli jo 1970-luvulla ehkäisevän hoidon tasa-arvoisen saatavuuden kansanterveystyön prioriteetiksi ns. *Alma-Ata* – julistuksessaan. Tämä työ on edelleen pahasti kesken, sillä useissa tutkimuksissa on todettu ehkäisevän terveydenhuollon käytön painottuvan ylempiin sosiaaliluokkiin. Erilaiset järjestelmät ja tarpeiden määrittely vaikeuttavat tietysti arviointia, mutta tulokset ovat hyvinkin samansuuntaisia lähes kaikissa OECD-maissa. Kuitenkin on epäselvää, että johtuuko epätasa-arvo eroissa sen kysynnässä itsessään vai pikemminkin koko terveydenhuollon saatavuuden oikeudenmukaisuusongelmista (mt.).

Miksi terveyden epätasa-arvoa sitten pitäisi ylipäättänsä vähentää? Woodward ja Kawachi (2000) esittävät neljä perustelua.

Epätasa-arvoisuus on itsessään epäreilua, mikäli huono terveydentila on seurausta terveyteen vaikuttavien tekijöiden jakautumisesta yhteiskunnassa. Tämä ensimmäinen argumentti on hyvin altis filosofiselle pohdinnalle eri oikeudenmukaisuusteorioista, joita en työn laajuuden vuoksi esittele, mutta esimerkiksi John Rawlia mukailien terveydellisen epätasa-arvon, johon yksilö ei itse voi vaikuttaa, vähentäminen koetaan yleisesti oikeutetuksi. Toinen kirjoittajien argumentti on tartuntatautien osalta erityisen tärkeä, sillä terveyden epätasa-arvoisuudella on negatiivisia ulkoisvaikutuksia ympäröivään yhteiskuntaan esimerkiksi juuri infektioautien leviämisen kautta. Kolmanneksi epätasa-arvoisuus on usein vältettävissä poliittisessa päätöksenteossa. Neljäs perustelu on se, että terveydellistä epätasa-arvoa vähentävät toimenpiteet ovat yleensä kustannustehokkaita, joskaan suurta osaa ei ole koskaan arvioitu kustannusvaikuttavuusanalyysin avulla. Ehkäisevät toimet, kuten verenpaineen tai kolesterolin tarkkailu, saattavat tosin myös pahentaa epätasa-arvoisuutta, mikäli hoidon saamisessa on eroavaisuuksia (erityisesti perusterveydenhuollossa). Tämä argumentti on ajankohtainen myös Suomessa käytävässä rokoteohjelman laajentamiskeskustelussa. Markkinoille tulee jatkuvasti uusia rokotteita, jotka eivät päädy yleiseen rokotusohjelmaan. Esimerkiksi rotavirus-rokotteen kohdalla lapset olivat epätasa-arvoisessa asemassa vanhempien aktiivisuuden, varallisuuden ja asuinpaikan (esimerkiksi Kainuussa kaikki syntyneet lapset rokotettiin ilmaiseksi) suhteen ennen hallituksen päätöstä ottaa rokote mukaan yleiseen rokoteohjelmaan tästä vuodesta lukien.

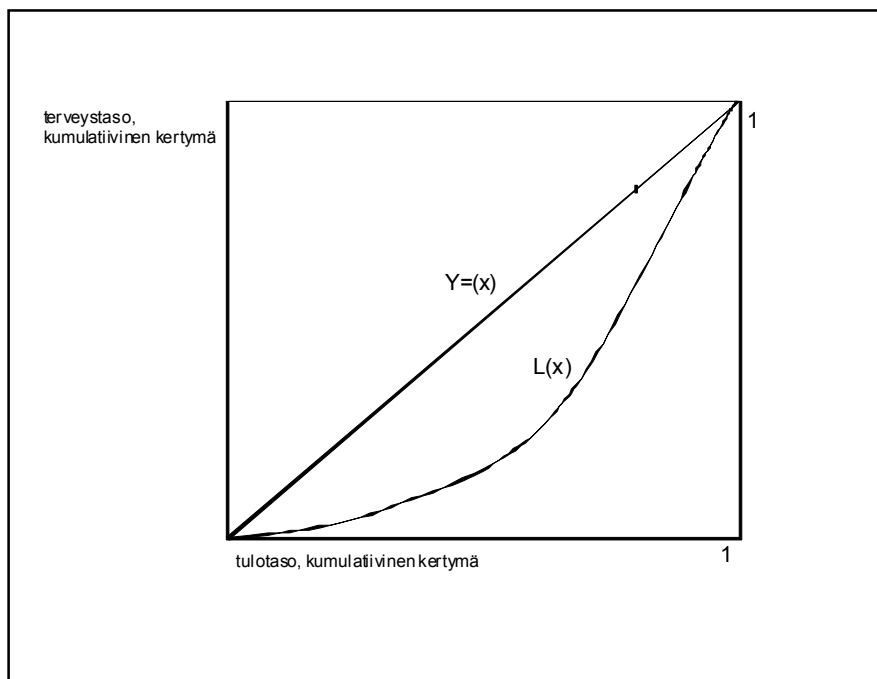
7.1 Epätasa-arvon mittaamisesta

Johtuen edellä mainituista käsitteellisistä ristiriitaisuuksista, on vaikea esittää mitään yhtä ja tyhjentävää tapaa kvantifioida epätasa-arvoa. Pelkästään käsitteiden oikeudenmukaisuus (*equality*) ja tasa-arvo (*equity*) käyttöön liittyy paljon ongelmia ja sekaannuksia. Lisäksi vaikka tiedettäisiinkin, mitä halutaan mitata, ei ”oikean” mittaustavan valinta ole helppoa johtuen erilaisista normatiivisista arvostuksista. Tämän vuoksi olisikin suositeltavaa käyttää useampia mittareita eriarvoisuutta tutkittaessa (Williams ja Doessel 2006). Yleensä asiaa lähestytään kuitenkin jakaumatarkastelun avulla (gini-kertoimet ja muut indeksisuureet).

Clarcken (2003) mukaan keskittymisindeksistä (*concentration index*) on muodostumassa suosittu perustöväline tulotason ja terveyden välisen epätasa-arvon havainnollistamiseen. Indeksiä on käytetty laajalti kohdentamaan huomiota tulojen ja terveyden negatiiviseen riippuvuuteen. *Health concentration index* (CI_H) voidaan määrittellä gini-kertoimen tapaan kertomalla diagonaalin ja terveyden keskittymiskuvaajan (terveyden ja tulotason

kumulatiivisten osuuksien yhteys) välinen pinta-ala kahdella. Eli formaalisti $CI = 1 - 2 \int_0^1 L(x) dx$, jossa $L(x)$

on keskittymiskuvaaja tai nk. *Lorenz-käyrä*. CI -arvoja on helppo verrata esimerkiksi eri maiden ja aikakausien välillä, toisin kuin graafisen tarkastelun keskittymiskuvaajia (O'Donnell et al 2008, 108). Indeksi voi saada arvoja miinus yhden ja plus yhden väliltä. Positiiviset arvot kuvaavat tilannetta, jossa terveys on keskittynyt epätasa-arvoisesti rikkaammille tuloluokille. Esimerkiksi Lorant et al (2002) näyttivät Belgian osalta, että useilla ehkäisevillä toimenpiteillä oli negatiivinen keskittymisindeksi tarpeiden suhteen.



Kuva 7 Keskittymisindeksi graafisena esityksenä

Diskreeteille muuttujille (esimerkiksi tulodesiilit) CI määritellään seuraavasti:

$$CI = \frac{2}{N\mu} \sum_{i=1}^n h_i r_i - 1 - \frac{1}{N}$$

Edellisessä kaavassa h_i mittaa yleisesti terveys-muuttujaa (esimerkiksi lääkärisikäynten määrä tietyssä

tulodesiilissä), μ on sen keskiarvo aineistossa ja $r_i = \frac{i}{N}$ on yksilön suhteellinen sijoitus (*ranking*) tulotason

suhteen siten, että $i = 1$ merkitsee köyhintä yksilöä/ryhmää ja $i = N$ varakkainta (O'Donnell 2008, 96). CI mittaa siis yhden muuttujan epätasa-arvoa suhteessa toisen suhteelliseen rank-lukuun. Ranking voidaan määritellä myös kunkin tuloryhmän intervallin keskipisteessä (Clarke et al 2003, 512).

Yleisindeksi voidaan myös purkaa eri komponentteihin (kuten fyysisen terveyden eri osa-alueet tai vaikkapa ehkäisevä terveydenhuolto) ja tarkastella niiden suhteellisia osuuksia epätasa-arvon muodostumisessa. Tämän lisäksi etenkin sosiaali- ja terveystalouden kannalta on hyödyllistä tarkastella aineistoa alaryhmittäin (sukupuoli, rotu, työllisyys, asuinalue yms.) ja havainnoida tasa-arvoisuuden eroja alaryhmien sisällä (*within*) ja välillä (*between*). Tätä varten voitaisiin laskea keskittyneisyysindeksi erikseen kullekin komponentille, painottaen sitä yksittäisen osion suhteellisella osuudella. Keskittymisindeksi ei kuitenkaan sovi hajotettavaksi alaryhmätason tarkasteluun, mikäli tulotasoryhmät menevät eri päällekkäin. Clarke (2003) ehdottaa näissä tapauksissa käytettäväksi esimerkiksi Theilin *entropy*-kerrointa. Wagstaff ja Van Doorslaer (2000) huomattavat lisäksi, että keskittymisindeksin eri tekijät eivät millään muotoa kontrolloi yksilön käyttäytymistä. Tämä vaikutus voi olla horisontaalisessa tasa-arvoisuus indeksissä lähes puolet. Aiheesta kiinnostuneet lukijat voivat konsultoida Huberin (2008) artikkelia keskittymisindeksin uudenaikaisesta osittamisesta. Muista eriarvoisuuden mittareista mainittakoon tässä vielä ns. *Atkinsonin* indeksi, joka yhdistää tasa-arvon käsitteeseen myös sosiaalisen hyvinvointifunktion (Williams, R. & Doessel, D. 2006).

8. Vaikutukset terveystalouteen

Perinteisen talousteorian mukaan markkinamekanismi kohdentaa resurssit hyvinvointia maksimoiden nk. täydellisten markkinoiden tilanteessa eräiden alkuvarallisuusoletusten täytyessä. Terveystalouden puolella toimivat markkinamekanismit tarkoittaisivat Sintosen (1997, 49–51) mukaan mm. seuraavia asioita. Informaation tulisi olla symmetristä, merkittäviä ulkoisvaikutuksia ei saisi esiintyä, eri mahdollisuuksien välillä tulisi vallita täydellinen valinnanvapaus ja samankaltaisia eli homogeenisiä tuottajia tulisi olla tarpeeksi. Mikään em. täydellisten markkinoiden oletuksista ei kuitenkaan päde terveystaloudessa, jossa toiminnan luonteen vuoksi on lukematon määrä erilaisia markkinavääristymiä.

Yleisesti julkisen vallan puuttumista näihin vääristymiin esimerkiksi rokotusohjelmien ja erilaisten hintatukien muodossa on pidetty hyvänä keinona korjata ulkoisvaikutusten aiheuttamia ongelmia. Kessing & Nuscherer (2007, 1-3) kokoavat kuitenkin yhteen viimeaikaista kirjallisuutta, joissa perinteisiä politiikkaratkaisuja kohtaan on osoitettu myös kritiikkiä. Erityisesti em. kysynnän prevalenssisjousto on saanut paljon huomiota. Viimeaikaiset tutkimukset ovat toisaalta osoittaneet yksilöiden päätöksenteon olevan usein virheellistä ja rationaalisesti rajoittunutta (*bounded rationality*).

Syitä ihmisten väärin päätöksiin on useita. Informaatio voi olla liian monimutkaista tai syy- ja seuraussuhteiltaan hankalaa. Lisäksi erityisesti koulutuksen ja terveyden saralla monet hyödyt realisoituvat pitkällä tulevaisuudessa. Mikäli yhteiskunta puuttuu tilanteeseen, sanotaan sen toimivan *paternalisesti* tai *non-utilitarisesti*, koska se maksimoi erilaista hyvinvoinnin tavoitefunktiota kuin yksilöt. (Pirttilä ja Tenhunen 2005)

Käsittelen tässä luvussa julkisen vallan toimien optimaalisuutta siten, että aluksi keskityn tartuntataudin hävittämiseen liittyviin erityiskysymyksiin. Tämän jälkeen esittelen keinoja ratkaista markkinavääristymiä.

8.1 Infektiotautien hävittäminen

Mahdollisuus hävittää sairaus rokotteiden avulla riippuu rokotteen tehosta, immuunivasteesta ja rokotettujen määrästä. Näiden avulla voidaan laskea kriittinen arvo eradiktaatiolle (Llamazares et al 2008), jonka alapuolella infektio siis vähitellen kuuhtuu pois. Barrett ja Hoelin (2004) mukaan ainakin polio, tuhkarokko ja vihurirokko olisivat globaalisti hävitettävissä. Tällä hetkellä ainoastaan isorokko on kyetty täysin kitkemään maapallolta. Monia tartuntasairauksia ei voida tosin niiden biologisen luonteensa vuoksi käytännössä hävittää. Nykytietämyksen valossa tässäkin työssä esimerkkinä oleva influenssavirus on niin muuntautumiskykyinen, että hävittäminen on mahdotonta, joten rokottaminen perustuu taudin vuosittaiseen kurissa pitämiseen. Toinen ongelma on lisääntynyt kansainvälisyys ja eri maiden/maanosien erilainen epidemiologinen tilanne sekä mahdollisuus/halukkuus torjua infektioita. Miksi emme sitten kykene karsimaan eräitä infektioita edes paikallisesti rikkaissa länsimaissa?

Philpsonin (2000) mukaan ongelma on kysyntäpuolella, ei riittämättömästä tarjonnasta johtuva. Nykyisen sukupolven kannalta sairauden lopullinen kitkeminen ei ole koskaan Pareto-optimaalista, koska rokottamisen rajakustannus nousee aina jossain vaiheessa marginaalihuotyjä korkeammaksi. Julkiset interventiot kuten tuet tai (pakolliset) rokotusohjelmat voivat auttaa tämän puuttuvan ja dynaamisen markkinan korjaamisessa. Hintatuet eivät kuitenkaan yleensä yksin pysty hävittämään sairautta, sillä ohjelmaan kuuluvien korkeampi rokotuskattavuus voi vähentää ohjelman ulkopuolisten insentivejä rokottautua itsenäisesti tautia vastaan. Näin em. prevalenssielastisuus pienentää rokotteen kysynnän hintajoustoa. Kun vallitsevuus alenee, rokotteiden kysyntä laskee ja taudin esiintyvyys alkaa kasvaa uudestaan. Siksi perinteiset tuet ovat yleensä tehottomia tätä dynamiikkaa vastaan. Yleiset julkisen vallan kustantamat rokotusohjelmat ovatkin yleisesti parempi vaihtoehto. Mitä suurempi tautitaakka, sitä pienempi tulisi valtion rooli hintatukien muodossa Philpsonin mukaan olla. Ehkäisyn hintatuet ovat Pareto-optimaalisia vain, mikäli ohjelman ulkopuoliset ovat halukkaita osallistumaan kustannuksiin. Ääritapauksissa hintaherkkyys vähenee niin, että tuet voivat muuttua täysin kannattamattomiksi. Prevalenssielastisuuden jättäminen tarkastelun ulkopuolelle saa aikaan sen, että hintajoustot ovat vähintään 2,5 kertaa liian suuria ja kasvavat matalilla infektoituvuustasoilla. Yksityisen käyttäytymisen ollessa riittävän joustavaa, suurimmat hyvinvointimenetykset tulevat sairauden aiheuttamasta käyttäytymisen muutoksesta, kuten seksuaalisen elämän rajoittamisesta HIV:n pelossa.

Rokotteen kysyntä \overline{D}_p voidaan tasapainotilanteessa (S^* , R^* , I^*) kirjoittaa Philpsonin (1996, 614–615) mukaan seuraavanlaisesti. $\overline{D}_p = D_p + D_I I_p$. Edellä D_p kuvaa normaalia suoraa negatiivista hintavaikutusta ja jälkimmäinen termi epäsuoraa positiivista vaikutusta, jossa I_p eli vallitsevuuden hintajousto voidaan esittää

esimerkiksi em. vaarasuhteen kautta $\frac{\partial I}{\partial p} = -\frac{h_p}{h_l + \beta}$, kun oletetaan prevalenssin tasapainotilan $I^*(p)$

määrittävän kysyntäfunktion $D_T(p) \equiv D(I^*(p), p)$ kautta. Edelliset yhdistelemällä saadaan siis

$$\frac{\partial D_T}{\partial p} = D_I \cdot D_p + D_p = \left(\frac{1}{1 + \frac{D_I}{\beta}} \right) \cdot D_p$$

Hinnan kokonaisvaikutus pienenee siis elastisuuden kasvaessa. Tehokkaat ja kilpailulliset markkinat hävittävät sairauden vain, mikäli julkinen tuki (valmistajalle) s ylittää tuotannon keskimääräiskustannusten (AC) minimin. Vanhojen infektioautien rokotteiden patentit ovat jo lauenneet, mutta uusia markkinoille tulevia rokotteita suojaa tapauksesta riippuen jopa 25 vuoden patenttisuoja. Tässä tapauksessa valmistajalla (monopoli) on kilpailullisiin markkinoihin nähden hinnanasetantakykyä. Monopolin kannalta eradiktointi tuottaa sitä vähemmän, mitä herkemmin kysyntä reagoi taudin esiintyvyyteen. Monopoli menettää laskevan kysyntäfunktion johdosta sekä ennen että jälkeen eradiktoinnin.

8.2 Julkisen vallan roolista

Julkinen vallan tavoitteena on yleensä aina taudin hävittäminen. Yleisesti taudin hävittäminen on sen kontrolloimista taloudellisempaa, koska viimeisen tartunnanmahdollisuuden poistaminen tarjoaa suuret säästöt tulevaisuuden rrokotuskustannuksissa (Barrett ja Hoel 2004). Esimerkiksi isorokon hävittämisen globaali KV – suhde (kolmen prosentin diskonttorolla) oli laskentatavasta riippuen 150–450:1. Itse asiassa korkeat rrokotusasteet eivät ole koskaan optimaalisia. Valinta on tehtävä eradiktoimisen ja matalan rrokottamistason (tai jopa rrokottamatta jättämisen) välillä.

Momota et al (2005) osoittivat, että sukupolvien välisten positiivisen ulkoisvaikutusten dominoidessa kilpailullinen tasapaino terveystoinneissa ei ole sosiaalisesti optimaalinen. Tämä johtuu siitä, että eri aikakausina elävät ihmiset eivät huomioi seuraavan ajanjakson ($t+1$) vallitsevuuden riippuvuutta paitsi edellisen ajanhetken (t) prevalenssista (*suora vaikutus*), mutta myös hetkellä t tehtävistä ehkäisevistä toimenpiteistä (*epäsuora vaikutus*). Suora vaikutus taudin esiintyvyyteen on monotoninen. Epäsuoran vaikutuksen dominoidessa tasapainoura muuttuu syklisteksi, kuitenkin niin, että epäsuoran vaikutuksen ollessa tarpeeksi suuri, taudin esiintyvyys ei konvergoi tasapainotilaan. Myös Francis (2003, 2041–439) argumentoi, että vapaa markkinaratkaisu sosiaalisesti optimaalista tilaa pienempään rrokotusmäärään. Francisin rrokotuspolitiikkaa käsittelevässä artikkelissaan osoitetaan myös, että vapaassa markkinaratkaisussa markkinaoptimi voi löytyä jo ennen taudin prevalenssin huippua, jolloin insidenssi kasvaa edelleen. Tämä on selkeästi epäoptimaalinen ratkaisu. Gersovitzin (2003, 150) mukaan valtion tukitoimet ovat tarpeellisia aina kun infektioautilla on mukana syntyvyys tai mahdollisuus saada tauti toipumisen jälkeen uudelleen.

Pirttilä ja Tenhunen (2005) tutkivat optimaalisen verotuksen teoriaan pohjautuen kahta julkisen vallan motiivia osallistua yksityisten hyödykkeiden tarjontaan: paternalismia ja varallisuuden uusjakoa. Tekijät osoittavat, että kun kaikki yksilöt kärsivät samanlaisesta rajoitetusta rationaalisuudesta, jonkin työvoiman tarjonnan kanssa komplementaarisen hyödykkeen julkinen tarjoaminen on järkevää, mikäli yksilöt sosiaalisen suunnittelijan näkökulmasta aliarvioivat hyödykkeen arvon. Julkinen tarjonta korjaa epärationaalisuusongelman ja samalla voidaan välttää verotukseen liittyvät asymmetriset ongelmat ja tiettyjen hyödykkeiden kohdalla parantaa yksilön ansaintakykyä (esimerkiksi vähentyneet sairaspotilaat influenssarokotteella). On kuitenkin epärealistista olettaa kaikkien yksilöiden olevan epärationaalisia. Tämä mutkistaa analyysiä ja mikäli suunnittelija ei voi erotella eri ihmistyyppjä, ei ole enää lainkaan selvää, että julkinen tarjonta parantaisi hyvinvointia korjaamalla molemmat em. ongelmat. Hintasubventiot näyttävät parantavan hyvinvointia tietyn edellytyksin. Brito et al (1991, 69–90) huomauttavat myös, että vaikka julkinen valta pystyy veroilla ja/tai hintatuilla saavuttamaan täydellisen informaation optimin, ei tämä ratkaisu ole kuitenkaan välttämättä tulonjaollisesti järkevä.

Seuraavaksi palaamme takaisin lähemmäksi tartuntatauteja ja rokotteita hahmottelemalla hintatukien ja yleisen rokoteohjelman eroavaisuuksia.

8.3 Tukitoimet

Philpsonia (2000) lainaten erilaiset tuet (s) voidaan jaotella myötäsykliseksi (*pro-cyclical*) $s'(I) > 0$ tai vastasykliseksi (*counter-cyclical*) $s'(I) < 0$ sen mukaan, miten niiden suuruus muuttuu taudin vallitsevuuden suhteen. Lähes kaikki ohjelmat ovat prosyklisiä ja laskevat tasapainotilan (*steady state*) prevalenssia vastasyklisiä vaihtoehtoja enemmän. Taudin hävittämisessä eri toimenpiteiden ajoitus on tärkeää. Liian myöhäinen julkisen vallan väliintulo on taloudellisesti tehotonta (yksityinen kysyntä on jo käynnistynyt), eivätkä toimet eivät ole enää *Pareto*-optimaalisia. Epidemian loppupuolella matalat tukitasot ovat korkeampia tehokkaampia (mt.). Gersovitzin (2003, 150) mukaan subvention absoluuttinen arvo riippuu negatiivisesti rokottamisen kustannuksista, korkokannasta, luonnollisesta kuolleisuudesta ja positiivisesti infektion kustannuksista, syntyvyydestä sekä recovery-vauhdista. Taudin leviämistodennäköisyydellä (siirtymätodennäköisyydet) ei kuitenkaan ole vastoin intuitiota merkitystä.

Brito et al (1991, 69–90) todistivat, että 100 prosenttisesti tehokkaan rokotteen tapauksessa kilpailullinen tasapaino on aina pakollista rokoteohjelmaa parempi ratkaisu. Tämä johtuu selvästi aiemmin käsitellystä julkishyödykeongelmasta. Ne jotka olisivat joka tapauksessa rokottautuneet, eivät voi paremmin, koska eivät kohtaa negatiivisia ulkoisvaikutuksia rokotteen suojatehon ollessa täydellinen. Ne taas jotka olisivat jättäneet rokottamatta voivat huominkin. Markkinaratkaisu ei kuitenkaan ole välttämättä sosiaalisesti optimaalinen, koska se johtaa liian pieneen rokotuskattavuuteen. Mikäli kaikilla yksilöillä on samanlaiset utiliteettifunktiot, nk. täydellisen informaation tasapaino on sosiaalisesti optimaalinen. Tähän tilaan on mahdollista päästä erilaisilla tuilla ja/tai veroilla. Vieläkin parempaan ratkaisuun on mahdollista päästä, mikäli julkinen valta pystyy

erottelemaan eri yksilöt toisistaan heidän kohtaamiensa kustannusten (θ) mukaan. Ihmiset paljastavat preferenssinsä tukien/verojen muutosten kautta, jolloin julkinen valta voi vaikuttaa myös tasapainotilaan liittyviin tulonjakokysymyksiin. Täydellisen informaation tilaan liittyvät tuet voivat nimittäin johtaa myös epätoivottuihin tulojako-ongelmiin. Epätäydellisten rokotteiden kohdalla yleinen rokoteohjelma on parempi ratkaisu.

Rokotteet kuten muukaan ehkäisevä lääkehoito ei kuulu Suomessa sairausvakuutusjärjestelmän (SV-järjestelmä) piiriin. Tähän aiheeseen liittyy paljon eri tahojen intressiristiriitoja ja kysymys ei kaikkea edellä esitettyä vasten ole täysin suoraviivainen. HYKS:n infektiosairauksien ylilääkäri Ville Valtonen kommentoi asiaa seuraavasti:

”Suomen nykyinen käytäntö on joustamaton.. Suomi on joutumassa jälkijunaan oltuaan rokottamisasioissa ykkösluokan maa. Markkinoille tulee yhä enemmän rokotteita, joita ei oteta Suomen rokoteohjelmaan, mutta niistä on hyötyä niin yksilöille kuin yhteiskunnallekin.” Valtonen lisää myös, että *rokotteiden korvaaminen on käytäntönä useissa länsimaissa... ja tällaisissa tilanteissa korvattavuus voisi olla väliaskel matkalla rokoteohjelmaan”* (Yksityislääkäri 2008, 4, 34).

Monien ehkäisevään terveydenhuoltoon tarkoitettujen valmisteiden kohdalla olisi syytä harkita ja arvioida niiden laajempaa käyttöä yhteiskunnassa. Hyvä mahdollisuus laajennuksille olisi lääkekorvausjärjestelmään joka tapauksessa tarvittavien muutosten yhteydessä. SV-korvattavuuden kasvattaminen ja laajentaminen on yksi vaihtoehto, mutta kuten Salo (2009) tarpeellisesti muistuttaa, voi tämä johtaa itse asiassa vain entistä suurempaan tulonsiirtoon keski- ja hyvätuloisille. Toisaalta rokotteet ovat tällä hetkellä eriarvoisessa asemassa esimerkiksi monien tautien toissijaiseen ehkäisyyn tarkoitettujen valmisteiden kanssa ja korvattavuus voisi kaikista ongelmista huolimatta johtaa terveyden Pareto-parannuksiin. Kuitenkin erityisesti kalliimpien rokotteiden kohdalla on erittäin tärkeää huomata, että yleisessä rokoteohjelmassa rokotteet saadaan monesti lähes puolet halvemmalla kuin niiden SV-korvauksen perusteena olevat apteekkien vähittäismyyntihinnat olisivat. Näin ollen peruskorvattavuuden käyttö yleisen rokoteohjelman sijaan hyödyttäisi lääketeollisuutta ja myös apteekkareita, joiden osuus lääkkeiden vähittäismyyntihinnoissa on jo nyt kansainvälisesti korkea (Martikainen, Kivi ja Linnosmaa 2005). Lisäksi mitään muutoksia ei pidä tehdä laadukkaan ja riippumattoman kustannusvaikuttavuustutkimuksen kustannuksella. Erityistä huomiota tulisi mielestäni kiinnittää oikeudenmukaisuuskysymyksiin, jotta eriarvoisuutta suomalaisessa terveydenhuollossa ei ainakaan kasvatettaisi. Näin ollen SV-korvattavuuden laajentamisen vaihtoehtoja pitää pohtia tarkkaan. Salon (2009) toteamukseen yleisen neuvolaperusteisen rokotejärjestelmän tasa-arvoisuudesta on helppo yhtyä.

Seuraavassa empiirisessä osiossa pääpaino on 30–64-vuotiaiden ihmisten influenssarokotuspäätökseen vaikuttavien tekijöiden hahmottaminen. Ihmisten rokotekäyttäytymisen tunteminen on tärkeää julkisen vallan tukipolitiikkasta päätettäessä. Tehokkaampien ja oikeudenmukaisempien tukimuotojen suunnittelun helpottaminen ja influenssarokotuskattavuuden parantaminen onkin yksi empiirisen työni toivottavia hyötyjä.

9. Empiirinen osuus

Tässä empiirisessä tutkimuksessa tutkitaan influenssarokotteen ottamisen todennäköisyyteen vaikuttavia tekijöitä Kansanterveyslaitoksen (KTL, nykyisin Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, THL) vuonna 2000 keräämän laajan poikkileikkausaineiston avulla (Aromaa ja Koskinen 2002). KTL:n koordinoimaan Terveys 2000-tutkimukseen saatiin koko maan 18 vuotta täyttäneitä väestöä edustava otos. Poikkileikkaustutkimus toteutettiin kaksivaiheisena otantana 80 alueella siten, että mukana olivat kaikki 15 suurinta kaupunkia ja viisi yliopistosairaalaapiiriä. Tutkimukseen kuului kotikäyntihaastattelun lisäksi laaja terveystarkastus, joka suoritettiin syksyn 2000 ja kevään 2001 välisenä aikana. Koko tutkimuksen osallistumisprosentti oli korkea, yli 92 prosenttia. Terveystarkastus tehtiin vain yli 30 vuotta täyttäneille ja johtuen rokotusaiheisten kysymysten sijoittumisesta tämän osion alle, olen rajoittanut tutkimukseni koskemaan vain tarkastuksen läpikäyneitä henkilöitä. Tämän ryhmän otoskoko oli 8028 henkilöä.

9.1 Ekonometrinen malli

Rokottautumistodennäköisyyttä arvioidaan dikotomisen $0/1$ – muuttujan: ”Oletteko saanut influenssarokotteen viimeisten 12 kk:n aikana?” avulla. Ekonometrinen ongelma on estimoida rokottamisen ehdollinen todennäköisyys vastaajan, pääasiassa sosioekonomista statusta ja terveydentilaa kuvaavien muuttujien (x_i) funktiona eli

$y_i = 1$, vastaaja on saanut rokotteen
 $y_i = 0$, vastaaja ei ole saanut rokotetta

$$P = \{y_i = 1 | x_i\} = x_i' \beta$$

Asetelma sopii hyvin esimerkiksi ns. *latentin* muuttujan mallista. Havaitsemme vastaajan rokotuspäätöksen, mutta emme sen taustalla olevaa odotettua hyötyä rokotuksesta (ΔEu_i), jota sanotaan latentiksi eli piileväksi muuttujaksi. Mikäli odotettu hyöty on positiivinen, vastemuuttuja saa arvon yksi ja toisaalta hyödyn jäädessä negatiiviseksi rokotusta ei tapahdu.

Menetelmällisesti puhumme Verbeekiä (2004, 189–194) seuraten erilaisista rajoitetuista ja diskreeteistä malleista. Yleisemmin käytetyt lähestymistavat kuvatulnaiseen ongelmaan ovat ns. *logit*- ja *probit*-mallit¹⁴. En tässä yhteydessä käsittele lainkaan *ei-parametrisia* malleja. Tunnettujen lineaaristen OLS-estimaattorien käyttö yllä olevassa binäärisessä tilanteessa ei ole ongelmatonta. Ensinnäkin OLS-tekniikalla estimoitu y :n arvo ei

¹⁴ Jones (1998 ja 2005) tarjoaa hyviä esimerkkejä binäärimallien sovelluksista terveystaloustieteessä, kuten myös yleisemmin ekonometrian soveltamisesta tällä taloustieteen sektorilla.

välttämättä ole nollan ja ykkösen välillä, kuten tässä tapauksessa rokottamisen ehdollisen todennäköisyyden tulee olla. Toiseksi dikotomisessa mallissa virhetermi ε voi saada vain kaksi arvoa, riippuen vastemuuttujan arvosta. OLS-sääntöjen mukaan virhetermien tulisi olla normaalisti jakautuneita, mutta tässä tilanne johtaisi seuraavanlaiseen Bernoulli-jakaumaan virhetermille:

$$P(\varepsilon_i = 1 - x_i' \beta | x_i) = P(y = 1 | x_i) = x_i' \beta$$

$$P(\varepsilon_i = -x_i' \beta | x_i) = P(y = 0 | x_i) = 1 - x_i'$$

Tämän lisäksi virhetermin tulisi olla homoskedastinen, mutta selvästi nähdään, että sen varianssi $Var(\varepsilon) = x_i' \beta(1 - x_i' \beta)$ on heteroskedastinen ja riippuu x_i :n arvoista. OLS-regressiotakin voidaan tuki käyttää ns. lineaarisen todennäköisyysmallin muodossa, jossa todennäköisyydet pakotetaan nollassi tai ykköseksi, mikäli estimoitu sovite ylittää tai alittaa ala-/ylärajan.

Binäärimalleissa yhtälöön $P = \{y_i = 1 | x_i\} = x_i' \beta$ sisällytetään jokin funktio $G(\cdot)$ siten, että

$$P(y = 1 | x_i) = P(y_i > 0 | x_i) = P(\varepsilon_i > -x_i \beta) = G(x_i, \beta)$$

Logit- ja probitmallien ero on yleistetyksi vain se, että probit-mallissa ε_i :n oletetaan olevan normaalisti jakautunut, kun taas logit viittaa normaalin logistisen jakaumafunktion käyttöön (Jones 1998, 11). Käytännössä molemmat metodit johtavat samankaltaisiin kumulatiivisiin jakaumiin. Logistisella jakaumalla on vain vähän leveämmät ”hännät”, jolloin sen muoto muistuttaa hivenen enemmän S-kirjainta.

OLS-regressiosta poiketen binäärimalleissa kertoimet (β_j) paljastavat suoraan vain muutoksen suunnan.

Yksittäisen muuttujan vaikutuksen suuruus todennäköisyyteen selviää ns. marginaalivaikutuksen (MV) avulla

$$\partial F(x_i' \beta) / \partial x_j = \beta_j f(x_i' \beta)$$

f on tässä probit-mallin tapauksessa normaalijakauman derivaatta eli sen tiheysfunktio. Logit-mallin tapauksessa tilalla olisi logistisen funktion derivaatta muuttujan x_i suhteen. Edellä olevasta huomataan, että kunkin muuttujan marginaalivaikutusten suuruudet riippuvat jakaumafunktion kautta kaikkien muuttujien x_i arvoista.

Dikotomisille selittäjille vaikutus lasketaan yleensä vasteiden erotuksena. Tällä tarkoitetaan siis todennäköisyyksien erotusta kahdelle, vain yhden selittävän 0/1-muuttujan osalta eroavalle yksilölle siten, että

$$P(y_i = 1 | x_i = 1) - P(y_i | x_i = 0)$$

Muilla kuin luokitelluille selittäjille marginaalivaikutukset (MV) lasketaan tapauskohtaisesti siten, että referenssiluokan lisäksi vertailuun valitaan vain yksi muu luokka. Jatkuva-asteikollisille muuttujille marginaalivaikutukset lasketaan yleensä keskiarvoista. Esimerkiksi Stata laskee automaattisesti vaikutukset suhteessa muiden muuttujien otoskeskiarvoihin. Tässä työssä kaikki marginaalivaikutukset noudattavat tätä periaatetta.

9.2 Mallin diagnostiikka ja selityskyvyn arviointi

Toisin kuin lineaaristen regressiomallien tapauksessa, selitettävän muuttujan ollessa binäärinen, on olemassa useita keinoja tarkastella mallin hyvyttä eli sen selitysvomaa. OLS-regressiossa testattavan mallin selityskyvyn ilmaisee R^2 -arvo. Binääristen mallien kohdalla voidaan käyttää myös samantyyppistä ratkaisua, jossa nyt verrataan suurimman uskottavuuden funktion (MLf) arvoa tilanteeseen, jossa ML-funktion kaikki kertoimet, mallin vakiota lukuun ottamatta, ovat nollia. Tämä nk. *pseudo* R^2 -arvo kuuluu yleisesti tilasto-ohjelmien raportointiin. Mitä suuremman arvon *pseudo*- R^2 saa, sitä paremmin laajennettu malli selittää käsillä olevaa ilmiötä. Toinen tapa on vertailla mallin antamia oikeita ja vääriä ennustuksia keskenään, jolloin eri mallien ennustekykyä on helppo vertailla (*sensitiivisyys* ja *spesifisyys*¹⁵). Selityskykyä ei kuitenkaan ole järkevää pitää itseisarvoisena, vaan huomion tulisi olla merkittävien muutosten analysoinnissa. Tässä otanta-asetelmassa haetaan marginaalimuutokset otanta-asetelman proseduurien kautta, mutta vertailen eri malleja ilman otannan analyysipainoja. Vastemuuttujan ollessa sama, on oletettavaa, että selitykasteet perinteisessä probit-analyysissä antavat ainakin eri mallien paremmuusjärjestyksen ilman tarvetta mennä yleistettyihin lineaarisin malleihin (Härkänen 2009). Seuraavaksi käsitelen vielä tutkimuksen otanta-asetelmasta johtuvia erityispiirteitä.

9.3 Otanta-asetelman tilastollisia vaatimuksia

Erilaisia otantamenetelmiä on iso joukko, kuten yksinkertainen satunnaisotanta (*SRS*), koon suhteen suhteellinen otanta (*PPS*), systemaattinen otanta (*SYS*), ositettu satunnaisotanta (*STR*) ja vaativampina ryväotanta (*CLU*) ja moniasteinen otanta sekä näiden ja muiden lukuisat eri variaatiot (Eurostat 2008). Esimerkiksi vaativammasta moniasteisesta otannasta käy Terveys 2000-tutkimuksen lisäksi eri koulujen oppimistuloksia kuvaava PISA-tutkimus. Terveys 2000-tutkimuksen kotisivut (www.terveys2000.fi) kuten myös KTL:n julkaisema menetelmäraportti (Heistaro 2005) tarjoavat tässä referoitua materiaalia otanta-asetelmasta.¹⁶ Myös Tilastokeskus (Laiho ja Nieminen 2004) on julkaissut tutkimuksen tilastollista laatua koskevan selvityksen.

¹⁵ Tilasto-ohjelmat kuten Stata raportoivat lisäksi edellä mainitut todennäköisyydet käänteisinä, jolloin voidaan Bayesin teoreeman mukaisesti katsoa kuinka monta prosenttia positiivisia/negatiivisia testituloksia tulee olettaen että oikea tulos on positiivinen/negatiivinen (*positive / negative predictive value*).

¹⁶ Stata-ohjelmiston käyttöön survey(otanta)-asetelman huomioimiseksi löytyy selkeät ohjeet UCLA:n kotisivuilta: www.ats.ucla.edu/stat/stata

Terveys 2000-tutkimus on hyvä esimerkki nk. kaksivaiheisesta stratifioidusta otostutkimuksesta (*two-stage cluster sampling with stratification*). Tutkimus edustaa sekamuotoista otostutkimusta, joka perustuu suoran tiedonkeruun ja rekisteridatan yhdistelyyn. Suomi on jaettu maantieteellisesti ensin viiteen miljoonapiiriin (*ositteeseen, STR*) ja näistä on sitten ryvästyksellä (*two-stage CLU*) PPS-menetelmällä poimittu kustakin piiristä 16 alueellista terveyskeskustiiriä (*ryvästä*). Näin ollen poimintaryppäitä oli yhteensä 80. Näiden ryppäiden väestö lajiteltiin iän mukaan ja henkilöotokset poimittiin samalla PPS-menetelmällä. 15 suurinta kaupunkia tulivat mukaan automaattisesti, joissa otoskoko oli suhteutettu väestön määrään (*yksiasteinen otanta*). Tällainen asetelma johtaa yleensä homogeenisiin ryppäisiin, jolloin samasta terveyskeskustiiristä poimitut havaintoyksiköt ovat vastoin satunnaisotantaa toisistaan riippuvia. Tämä voi johtaa liian pieniin p-arvoihin ja yliarvioida siten muuttujien merkitsevyyksiä. Datan keräämistä ajatellen tämä on etu, koska havaintoyksikköjä tarvitsee näin kerätä vähemmän.

Kyselytutkimuksiin liittyy lisäksi aina katoa. Erilaisilla painokertoimilla voidaan korjata osittain kadon vaikutusta ja muuttaa myös havaintoaineiston erilaisia jakaumia vastaamaan koko väestön tilannetta. Terveys 2000-datan mukana tulevat otospainokertoimet huomioivat alkuperäisen poimintatodennäköisyyden, iän, sukupuolen, terveyskeskustiiriin, äidinkielen sekä miljoonapiiriin.

Otospainokertoimet pitävät sisällään sekä asetelmapainot että analyysipainot. Asetelmapaino (*väestöpaino*) määritellään seuraavasti $w_k = 1/\pi_k, k = 1, \dots, n$, jossa n on otoskoko ja π_k on nk. sisältymistodennäköisyys eli otosalkioiden määrä perusjoukossa (N). Näin ollen asetelmapaino voidaan kirjoittaa myös $w_k = N/n$.

Edelliselle pätee $\sum_{k=1}^n w_k = N$ eli asetelmapainojen summa on perusjoukon koko (Eurostat 2008, 12–13). Näitä asetelmapainoja käytetään lähinnä deskriptiivisessä statistiikassa.

Analyysipainot johdetaan asetelmapainoista skaalaamalla niitä siten, että $w_k^* = (n/N)w_k$. Analyysipainojen summa on otoskoko (n). Suoralle satunnaisotannalle (*SRS*) analyysipaino on yksi. Analyysipainoja käytetään nimensä mukaisesti tilastollisissa analyyseissä.

Otosasetelman tilastollista tehokkuutta voidaan mitata nk. design efektilä (*deff*). Tässä suhdeluvussa muuttujan (y_k) totaalin $T = \sum_{k=1}^N y_k$ estimaattorin (\hat{t}) varianssiarviota verrataan tilanteeseen, jossa otanta olisi tapahtunut perinteistä satunnaisotantaa (*SRS*) käyttäen. Eli formaalisti:

$$deff(\hat{t}) = \frac{\hat{v}(\hat{t})}{\hat{v}_{SRS}(\hat{t})}$$

Mikäli *deff* on ykköistä suurempi, käytettävä otanta-asetelma on *SRS*:ää tehokkaampi ja päinvastoin. (Eurostat 2008, 14–15). Malleissani *deff*-arvot vaihtelivat noin kahden ja kolmen välillä.

Terveys 2000-aineistoon on lisätty KTL:n ylläpitämästä julkisesta tartuntatautirekisteristä¹⁷ kunkin nk. miljoonapiirin influenssan A ja B – kantojen normeeratut (lkm/100 000 asukasta) ilmaantuvuusluvut marraskuun (1998) 1999 ja huhtikuun (1999) 2000 väliseltä ajalta. Näitä kahta muuttujaa käytettiin arvioina influenssan vallitsevuudesta (*prevalenssi*), mikä ei lyhytkestoissa infektioissa tuota juuri lainkaan harhaa. Insidenssiluvut perustuvat sairaanhoitopiirien¹⁸ KTL:lle ilmoittamiin, laboratorioissa varmennettuihin influenssatapauksiin. Tämä aiheuttaa merkittävän harhan lähteen tutkimuksessa, koska sekä hoitoon hakeutumisessa että diagnostiikan käytössä on merkittäviä alueellisia eroja. Toinen ongelma sisältyy itse Terveys2000-dataan. Aineisto on kerätty, paikkakunnasta riippuen, alkusyksyn 2000 ja kevään 2001 välisenä aikana, jolloin ei voida olla varmoja, että onko vastaaja ottanut influenssarokotteen vuonna 1999 vai 2000. Yritän kiertää tätä ongelmaa rajaamalla pois aineistosta marras-joulukuussa 2000 vastanneet. Voidaan nimittäin perustellusti odottaa, että suurin osa ihmisistä rokottautuu ko. kuukausien aikana. Ennen marraskuuta vastanneiden osalta mallissa käytetään kauden -98/99 insidenssilukuja ja vastaavasti vuoden 2001 puolella tutkituille kauden -99/00 lukuja. Aineistoa kokeillaan ajaa myös ilman em. jakoa, sillä em. ryhmät eivät ole ominaisuuksiltaan homogeenisiä.

9.4 Aikaisempia empiirisiä tutkimuksia

Kessing & Nuscheler (2007, 9-13) rakensivat logit-mallin selittämään influenssarokotteen ottamisen todennäköisyyttä Saksassa. Tutkimus perustui *German Microzensus*-dataan. Rokottamistodennäköisyyden nk.baseline-arvo oli 20,6 prosenttia. Kaikki seuraavat arvot ovat logit-mallille tyypillisesti marginaalisia efektejä (*MV*). Yksilön iällä näytti olevan lievästi positiivinen vaikutus (10v / +6 %). Vaikutus oli ei-lineaarinen ja vahvempi vanhemmassa ikäryhmässä. Tulotasolla havaittiin olevan heikko positiivinen yhteys (+1000e / +0,6 %). Tulotaso on kuitenkin ongelmallinen muuttuja, sillä korrelaatio mm. koulutuksen kanssa on vahvaa. Nuoressa ikäryhmässä koulutuksella ei näyttänyt olevan positiivista vaikutusta. Tämä on ristiriidassa Grossmanin (1972) teorian kanssa. Eri tulolähteillä ei ollut vaikutusta. Tupakointi-status vähensi todennäköisyyttä 3 prosentilla, mikä on koko väestön rokotusprosentin (20,6 %) huomioiden merkittävä löydös. Tämä voi heijastaa tupakoitsijoiden suurempaa riskihalukkuutta. Toisaalta tupakointi voi epäsuorasti olla myös merkki suhtautumista terveyteen. Tupakanpolton lopettaneilla vaikutus oli positiivinen, mikä viittaa viimeksi mainitun voimassaoloon. Myös fataalimpi selitys voi olla mahdollinen. Data saattaa nimittäin olla osin harhainen, koska vanhemmat tupakoitsijat ovat mahdollisesti jo kuolleet. Yksityinen sairaskuluvakuutus näytti nostavan todennäköisyyttä. Tässä voi tietysti olla kyse siitäkin, että lisävakuutuksen ottaneet ovat normaali väestöstä sairaampia, jolloin muuttuja ei ole ongelmaton. Asuinpaikalla (kaupunki/maaseutu) ei näyttänyt olleen merkitystä. Tutkijoilla ei ollut osavaltiotason dataa, joten edellisen vuoden influenssatapausten määriä tai niiden erotusta ei voitu käyttää selittäjinä. Tutkijat kontrolloivat aineistoa kuitenkin Itä- ja Länsi-saksan suhteen ja huomasivat, että Itä-Saksassa influenssan vallitsevuus vaikutti vahvemmin rokottamiseen. Lisäksi idässä rokottaminen oli yli kaksi kertaa länttä yleisempää. Tämä DDR – efekti selittää alun perin saadun tulotason negatiivisen vaikutuksen.

¹⁷ http://www.ktl.fi/portal/suomi/osastot/infe/tutkimus/tartuntatautien_seuranta/

¹⁸ Sairaanhoitopiirit ja niiden sijoittuminen eri miljoonapiirien alle on esitetty taulukossa 12

Lorant et al (2002) havaitsivat Belgian dataan (poikkileikkaus kotitalouspaneeli vuodelta 1997) nojautuen, että influenssarokotteen ottamisen todennäköisyys kasvoi tunnettujen riskitekijöiden suhteen. Lisäksi sosiaaliekonomisella ryhmällä (SES) näytti olevan vaikutusta siten, että alimmalla ja kolmannella sosioekonomisella viidenneksellä oli ylimpää ryhmää pienempi todennäköisyys rokottautua. Mikäli oikeudenmukaisuus on tavoitteena, niin rokotteen saatavuuden ei pitäisi riippua tuloista vaan ennemminkin tarpeista. Toisaalta mikäli halutaan minimoida taloudellisia kustannuksia, niin positiivinen tulotasoeffekti on itse asiassa positiivinen löydös, influenssan yhteiskunnallisten kustannusten jäädessä näin matalammiksi.

Mullahy (1999) tutki influenssarokotteen ottamiseen vaikuttavia taloudellisia tekijöitä vuoden 1991 USA:n poikkileikkausaineiston avulla. Hän tutki prevalenssikysymystä mittaamalla edellisen kauden influenssaepidemian kesto viikoissa ja havaitsi tämän ja vastemuuttujan välillä selkeän yhteyden. Myös Philpson (1996) havaitsi vesirokon esiintyvyydellä olevan suuri ja tilastollisesti merkittävä vaikutus todennäköisyys lapsen rokottamiselle. Taudin ilmaantuvuudella oli itse asiassa suurempi merkitys kuin millään sosioekonomisilla muuttujalla tai rokotteen hinnalla. Mullahy argumentoi, että tavanomaista vaikeampi influenssakausi edellisenä vuonna voi tehdä ihmiset tietoisemmiksi immunisaation hyödyistä vaikuttamatta rokottamatta jättämisen riskien kokemiseen. Toisaalta ihmiset saattavat myös arvioida subjektiivisia todennäköisyyksiä säilyä terveenä alaspäin sekä rokotteen kanssa että ilman, kuitenkin siten, että vaikutus ilman rokotetta on suurempi. Toinen Mullahyn merkittävä havainto oli hyväksi koetun terveydentilan ja rokottautumisen välillä vallitseva negatiivinen yhteys. Koulutus näytti lisäävän rokottamisen kysyntää. Iän vaikutus oli myös kiinnostava. Se on monotonisesti kasvava, mutta konvekiksi alle 65-vuotiaiden ryhmässä ja konkaavi ikäihmisillä.

Mullahy kiinnitti erityistä huomiota työn tarjonnan tarkasteluun sisällyttämällä malliinsa selittäjiksi sekä binäärisen *töissä* - muuttujan, *viikkotyötuntien määrän* sekä *palkkatulojen logaritmin*. Tässä on kuitenkin se jo aikaisemmin viitattu ongelma, että vastaajan työmarkkinatilanteeseen vaikuttavat, ei-havainnoitavat tekijät vaikuttavat myös itse tutkittavaan rokotuskysymykseen. Näitä havaitsemattomia tekijöitä saattavat olla esimerkiksi terveyteen liittyvät asiat, joita oma koettu terveydentila-muuttuja ei pysty poimimaan, aikapreferenssi, riskiaversio yms. Mullahyn tutkimuksessa ongelmaa on kierretty ns. IV-muuttujien¹⁹ kautta. Sekä työttömyysastetta että perhekokoa ja siviilisäätystä käytettiin erikseen tuntimäärä/työssä – muuttujan instrumenttina. Ilman IV-estimointia Mullahyn malli antoi ymmärtää, että enemmän töitä tekevät ovat haluttomampia ottamaan rokotteen, vaikka todellisuudessa tilanne on päinvastainen ja yhtenevä palkkatulojen logaritmin positiivisen vaikutuksen kanssa.

Seuraavalla sivulla olevaan taulukkoon (3) on koottu sekä molempien em. tutkimusten että oman aineistoni tiettyjen yhteisten muuttujien arvoja. Mullahyn tutkimus perustuu lineaariseen todennäköisyysmalliin, eikä vertailu esimerkiksi probit-mallini kanssa onnistu. Tämä johtuu siitä, että binäärimalleihin sisällytettävä funktio

¹⁹ Teknisesti määriteltynä IV - estimaatioon joudutaan tilanteessa, missä selittävä muuttuja on korreloinut mallin virhetermin kanssa eli $E(x_i \varepsilon_i) \neq 0$.

G (·) ei ole probit/logit-malleissa lineaarinen (Jones, 2005, 23). Kertoimista voidaan toki päätellä muutosten suuntaa, mutta ei siis tarkkoja muutoksia

Taulukko 3 Eräiden muuttujien vertailua tutkimusten välillä

	<i>Influenssarokotuksen todennäköisyys työikäisillä</i>		
	Mullahy (1999)	Kessing & Nuscheler (2007)	Oma tutkimus Δ
	(t -testin arvo)	***<.01, **<.05, *<.1	***<.01, **<.05, *<.1
	***<.01 / **<.05 / *<.10		
Ikä	-0,018 (9,6)	0,0042***	0,004***
Tulot (€)	-0,041 (2,3) ₁	0,06 ₄	-0,003
Ansiotyössä/suurin osa tuloista työstä työtön/lomautettu		0,0020	-0,041**
Kokoaikainen työ		0,297***	
Osa-aikainen työ		-0,291***	
Koettu terveys: erinomainen	0,007 (1,7)		-0,013
Koettu terveys: hyvä	0,022 (4,3)		-0,013
Koettu terveys: tyydyttävä	0,067 (6,4)		-0,001
Koettu terveys: huono	0,129 (6,4)		-0,001
BMI		0,0014***	0,001
Tupakointi		-0,0300***	-0,012
Polttanut (lopettanut)		0,0077**	0,036
Kotitalouden koko	0,006 (1,4)	-0,0141***	-0,003
Edellisen talven influenssatapaukset	0,001 (1,9) ₂	0,00	0,000
Matala koulutus (peruskoulu)		0,00	
Lukio		-0,0300***	
Ylempi korkeakoulututkinto		-0,152**	0,000
Kouluvuodet	-0,001 (0,7)		0,004*
Nainen		0,0183***	-0,011
Mies	-0,018		
Naimisissa	-0,000(0,01) ₃	0,0143***	0,017

Δ Edellisten kausien influenssatapauksilla ei näyttänyt olevan tilastollisesti merkittävää vaikutusta, joten tässä käytetty tutkimukseni *mallia 6* (kaikki 30-64 -vuotiaat)

₁ log wage (\$)

₂ Edellisen kauden influenssaepidemian kesto viikkoina osavaltiossa

₃ ei testattu log wage-mallissa. Suppean mallin estimaatti, muuttuu IV-estimoinneissa lievästi positiiviseksi 0,003 (0,6)

₄ per 1000€

Oma analyysini keskittyy työikäisiin (30–64 -vuotiaat) henkilöihin. Tutkimuksessani olen lisäksi erotellut henkilöt ”terveisiin” ja ”sairaisiin” sen perusteella, että ovatko he oikeutettuja maksuttomaan influenssarokotteeseen. Rokotuskäyttäytymiseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen on tärkeää, mikäli rokottamista halutaan edistää myös riskiryhmien ulkopuolella. Vanhusten kohdalla tällaista selvitystyötä on jo aiheellisesti tehty, sillä kuntien antamien tietojen mukaan 65 vuotta täyttäneistä henkilöistä vain 46 %:ia rokotettiin syksyllä 2003 (Nohynek et al 2005). Tässä vaiheessa lukijaa on hyvä muistuttaa siitä, että influenssarokotteet tulivat maksuttomiksi yli 65-vuotiaille vasta vuonna 2002, joten käyttämäni aineisto ei ole täysin yleistettävissä nykyhetkeen.

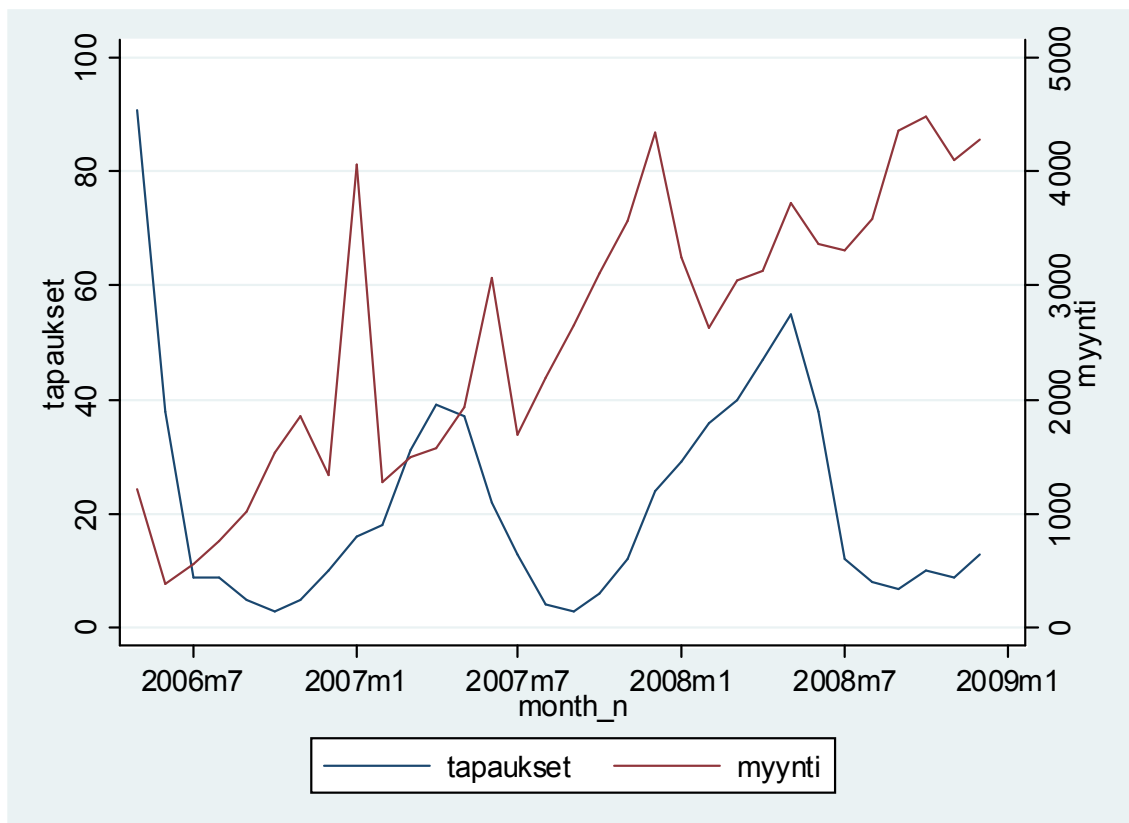
KTL:n taloustutkimuksella teettämän ikäihmisten (65–79-vuotiaat) influenssarokotteen ottamista selvittäneen tutkimuksen (Taloustutkimus 2007 ja KTL 2008b) mukaan sukupuolella ei ole vaikutusta rokotteen ottamiselle. Vastaajan ikä vaikutti positiivisesti kuten myös talouden bruttotulot. Länsi-Suomessa suojauduttiin harvemmin kuin Etelä-Suomessa. Vastaajan omalla terveydentilalla ei näyttänyt olevan vaikutusta. Samassa kyselytutkimuksessa selvisi myös, että 57 % piti influenssaa vakavana tautina, jota eivät halua saada. Tämä oli, mielestäni hivenen yllättävästi, erityisen tärkeää juuri perusterveeksi itsensä kokeville. Toiseksi tärkein syy suojautumiseen oli hoitajan/lääkärin suositus. Toisaalta myös ikä (15 %) sekä oman terveyden kokeminen riittämättömäksi olivat tärkeitä syitä. Kuitenkin vain noin 2 prosenttia vastaajista ilmoitti ottaneensa rokotteen, koska sai influenssan edellisenä vuotena. Rokotteen ilmaisuudella ei tämän tutkimuksen mukaan näyttänyt olevan vaikutusta rokotteen ottamiseen. Ongelmana on influenssarokotteen erittäin alhainen hinta, jolloin hintajousto saattaa jäädä hyvinkin matalaksi. Kysyttäessä syitä rokottamisesta kieltäytymiselle, yli 50 %:ia vastaajista ei uskonut saavansa tautia, 13 % ei uskonut rokotteen olevan riittävän tehokas ja 9 % pelkäsi haittavaikutuksia.

On mielenkiintoista tutkia säilyvätkö nämä havainnot myös työikäisten aineistossa ja verrata tuloksia erityisesti Saksaan ja myös Yhdysvaltoihin. Yritän myös saada esiin ilmaisen rokotteen/kroonisten sairauksien tuomia mahdollisia eroja rokotuskäyttäytymisessä. Ennen influenssarokotteen kysyntään vaikuttavien tekijöiden läpikäyntiä palaamme lyhyesti vielä edellä käsiteltyyn prevalenssielastisuuteen.

9.5 Rotavirusrokotteen kysynnän riippuvuus esiintyvyydestä

Kokeilin myös rotavirusrokotteen (*Rotarix*[®] ja *Rota Teq*[®]) kysynnän riippumista tartuntautirekisteriin ilmoitettujen rotavirustautitapausten lukumäärästä. Ajanjakso oli toukokuu 2006 – joulukuu 2008, myyntiluvut saatiin Suomen Lääkedatasta (SLD) ja selittäjänä käytettiin siis koko maan kuukausittaisia (virologisesti vahvistettuja) rotavirustapausilmoituksia. Rotavirus on pikkulasten ripulitauti, joka aiheuttaa etenkin kevätkuukausina suuren määrän sairaalajaksoja. Rokotteen ensimmäinen annos annetaan vastasyntyneelle 6-12 viikon kuluttua lapsen syntymästä. Näin ollen on järkevää olettaa, että rokotushalukkuuteen vaikuttaisi tätä edeltävän ajanjakson viruksen ilmaantuvuus. Tutkin myynnin aikasarjaa eri viivästetyillä tapausten määrillä. Käyttämällä esimerkiksi (kuukaudella, yhdeksällä kuukaudella (L.9) ja vuodella) viivästettyjä kuukausittaisia tautitapausmääriä, sain mallin korjatuksi selitysasteeksi noin 17 prosenttia. Mukana oli myös binäärinen, kausivaihtelua kuvaava peak-muuttuja (sai arvon yksi, mikäli myyntikuukausi oli välillä tammikuu-huhtikuu) tapauksessa. Eri mallien tulokset olivat hyvinkin ristiriitaisia ja usein tilastollisesti merkityksettömiä. Tässä yhteydessä ei ole tarpeen mennä tarkemmin eri aikasarjamallien selityskyvyn arviointiin. Ostokuukauden ja raskausajan alun tautimäärillä oli positiivinen, vaikkakin usein ei-merkittävä yhteys myyntivolyymiin. Rokotteen hinta oli tarkasteluajanjaksolla käytännössä vakioinen, joten se jätettiin pois tarkastelusta. Havaintojen vähäisyyden ja rokotteen kysyntään liittyvien muiden tekijöiden kontrolloimattomuuden (mm. uusi rokote ja mainonta) vuoksi tässä ei ole mahdollista todentaa prevalenssielastisuus-hypoteesin toteutumista rotaviruksen kohdalla ko. aineistolla. Viitteitä jonkinasteisesta positiivisesta riippuvuudesta rokotuspäättökseen ja viruksen esiintyvyyden välillä toki on.

Rotavirusrokote olisi työni influenssa-esimerkkiä parempi vaihtoehto, koska se on täysin yksityisesti rahoitettu (tulee kansalliseen rokoteohjelmaan vuonna 2009) ja kallis, jolloin hinta- ja prevalenssijousten yhteisvaikutus olisi oletettavasti paremmin erotettavissa. Valitettavasti rotavirusrokotteen lapsilleen ostaneista vanhemmista ei ole kerättyä valtakunnallista aineistoa. Ongelmana on lähinnä se, että ehkäisevään hoitoon tarkoitettujen lääkkeiden ei ole Suomessa SV-korvattavia, eivätkä siksi päädy esimerkiksi Kelan reseptitietokantaan. Tähän tilanteeseen on odotettavissa parannuksia uuden sähköisen reseptin lanseerauksen myötä.



Kuva 8 Rotaviruksen esiintyvyys (tapaukset per 100 000as.) ja rokotteen myyntivolyymi 2006–2008

9.6 Influenssarokotteen kysyntäfunktion estimointia

Tutkimukseni muuttujat ja niiden otoskoot, keskiarvot ja hajonnat on esitetty liite-osiossa. Käytetyt muuttujat valikoituivat laajasta aineistomassasta teoreettisten hypoteesien ja aikaisempien empiiristen tulosten mukaan. Multikollineaarisuutta pyrittiin karsimaan poistamalla vahvasti toistensa kanssa korreloivat muuttujat tai korvaamaan ne kokonaan uudella muuttujalla. Johtuen sosioekonomisten ja yksilön terveyttä koskevien aiheiden selkeästä riippuvuussuhteesta, selittäjien välistä korrelaatiota esiintyy jonkin verran. Tämä saattaa vääristää muuttujien kertoimia ja p-arvoja.

Aineiston perusteella koko väestön keskimääräinen rokotusprosentti oli n. 12 %:ia, jossa hajonta tosin oli yli 30 prosenttia. Terveiden 30–64 –vuotiaiden osalta rokotusprosentti oli oletuksen mukaisesti huomattavasti alempi, 4,35 %:ia. Vertailun vuoksi kaikkien 30–64 –vuotiaiden rokotusprosentti oli 6,66 %:ia. Terveiden työikäisten keskimääräinen ikä oli 45 vuotta, talouden keskimääräinen koko 2,8 henkilöä ja OECD:n mukaiset keskimääräiset tulot vajaa 16 000 euroa, yli puolet vastaajista oli naimisissa, vajaa kolmannes tupakoi ja keskimääräinen työttömyysprosentti oli yli 9 %:ia. Kaikista influenssarokotteen saaneista suojauksen sai työterveyshuollosta noin 11 prosenttia eli työterveyshuollon osuus koko väestön rokotusprosentista oli noin 1,3 %:ia. Vastaavasti terveillä työikäisillä prosentit olivat 3,7 %:ia ja 1,6 prosenttia. Näin ollen työterveyshuollolla on lievästi tuloksia ”vääristävä” vaikutus, jota tosin yritetään kontrolloida työttömyyttä ilmaisevalla dummy-muuttujalla.

Kysyttäessä mistä vastaaja etsii terveyttä koskevaa tietoa, muodostui suurimmaksi ryhmäksi eri lehdet hieman yli tuhannella vastauksella ja toiseksi suosituin kohde oli tv ja/tai radio. Internetin osuus oli hyvin pieni, jossa täytyy huomioida tutkimuksen suoritusajankohta. Näilläkin tekijöillä on merkitystä rokoteinformaation jakelussa.

Kuten aiemmin on jo todettu, mallini eroavat keskenään siinä, miten niissä suhtaudutaan influenssan edellisvuoden vallitsevuuteen. Ensimmäisessä ja toisessa mallissa vastausajankohta on huomioitu. Ensimmäisessä mallissa vastaukset on saatu vuoden 2001 puolella ja esiintyvyyshluvut ovat kaudelta -99/-00 ja toisessa mallissa ovat mukana ne tutkitut, jotka ovat vastanneet ennen marraskuuta 2000. Tässä mallissa selittäjänä toimivat siis -98/-99 -kauden ilmaantuvuusluvut (*insidenssi2*). Kolmannessa mallissa ei tehdä eroa sen välille, onko vastemuuttujan arvo saatu ennen vuoden 2000/2001 – influenssakauden alkua vai ei. Näin ollen selittäjinä toimivat sekä kauden -98/-99 että -99/-00 influenssan esiintyvyyshluvut. Tätä logiikkaa noudattaen on samat mallit ajettu terveiden työikäisten lisäksi myös kaikille 30-64 –vuotiaille (*mallit 4-6*).

Eri selittäjien marginaalivaikutusten $\partial F(x_i' \beta) / \partial x_j = \beta_j f(x_i' \beta)$ laskemista varten määritellään tässä aluksi nk. kuvitteellinen verrokkihenkilö, jonka ominaisuuksista muutoksia lasketaan. Suomenkielinen mieshenkilömme asuu kaupunkimaisessa kunnassa ensimmäisessä miljoonapiirissä (*HYKS*), on työssäkäyvä ja ei ole naimisissa. Hänellä ei ole mitään peruskoulun jälkeistä tutkintoa.. Terveyspalveluiden osalta hän käy pääsääntöisesti terveyskeskuslääkärin (tk) vastaanotolla. Kuvitteellinen henkilö ei tupakoi. Terveystilansa suhteen hän ei siis ole oikeutettu ilmaiseen rokotteeseen ja on myös alle 65-vuotias (*terve_työikäinen_tt_2000 / terve_työikäinen_tt_2001*). Malleissa 4-6 kohdepopulaationa ovat kaikki 30–64 –vuotiaat. On realistista olettaa, että marginaalivaikutukset ovat erilaisia eri selittäjille riippuen siitä, onko vastaaja oikeutettu ilmaiseen rokotteeseen (krooniset sairaudet), vai ei ja siksi mallit ajettiin erikseen eri vaihtoehdoille.

Alla olevissa taulukoissa (4 ja 5) on esitetty eri mallien selittäjien marginaalivaikutukset ja niiden keskihajonnat. Jatkuville muuttujille seuraavaksi esitetyt muutokset ovat marginaalisia, kun taas dummy-muuttujille muutokset ovat keskimääräisiä (*average effect*).

Taulukko 4 Muuttujien marginaalivaikutukset, keskvirheet ja merkitsevyydet eri malleissa (terveet työkäiset)

Terveys2000-tutkimuksen käytetyt muuttajat

***<0,01 / **<0,05 / *<0,10

	Malli 1 terve_työkäinen_tt2001			Malli 2 terve_työkäinen_tt2000			Malli3 terve_työkäinen		
	MV	kesk.virhe	merkitsevyys ***<***<*	MV	kesk.virhe	merkitsevyys ***<***<*	MV	kesk.virhe	merkitsevyys ***<***<*
<i>Demograafiset tekijät:</i>									
ruotsinkielinen	-0,036	0,021	*				-0,028	0,012	**
ikä	0,001	0,002	**	0,000	0,001	0,242	0,002	0,139	0,203
taajaan asuttu kunta	0,045	0,044	0,316				-0,018	0,014	0,203
maaseutu	0,132	0,057	**	0,011	0,017	0,512	0,021	0,014	0,144
nainen	0,014	0,026	0,594	-0,028	0,020	0,168	-0,013	0,011	0,225
naimisissa	0,006	0,026	0,810	0,013	0,014	0,348	0,010	0,011	0,388
talouden koko	0,002	0,017	0,898	0,006	0,005	0,263	0,001	0,005	0,841
lasten määrä				0,010	0,012	0,402	0,010	0,009	0,264
TYKS	-0,005	0,030	0,873	-0,031	0,010	***	-0,011	0,013	0,410
TAYS	0,010	0,040	0,757	-0,009	0,024	0,706	0,004	0,018	0,805
KYS	-0,056	0,020	**	-0,016	0,023	0,482	-0,007	0,018	0,689
OYS		-0,005	**	0,842	0,017	0,336	-0,007	0,015	0,641
<i>Sosioekonomiset tekijät</i>									
ylempi (korkeakoulututkinto)	0,003	0,075	0,969	-0,016	0,015	0,297	-0,013	0,017	0,499
alempi (korkeakoulututkinto)	0,089	0,140	0,527				-0,015	0,015	0,314
ammattillinen (tutkinto)	0,032	0,019	*	-0,011	0,014	0,449	0,005	0,007	0,458
opiskeluvoimet	0,007	0,004	*	0,003	0,002	*	0,003	0,002	**
työtön/lomautettu	-0,041	0,019	**				-0,028	0,012	**
yksityinen työnantaja	-0,007	0,027	0,804	-0,011	0,011	0,344	-0,001	0,011	0,914
ylempi_puoliso				-0,023	0,010	**	-0,013	0,014	0,342
alempi_puoliso				-0,025	0,008	***	-0,029	0,008	***
ammattillinen_puoliso	-0,073	0,032	**	0,081	0,025	**	-0,043	0,011	***
kotitalouden tulot (OECD)	0,011	0,000	*	0,004	0,000	0,217	0,007	0,000	0,120
vastaajan tulot	-0,015	0,000	*	-0,004	0,000	0,111	-0,004	0,000	0,316
<i>Terveyspalvelujen käyttö ja oma terveydentila</i>									
työterveyslääkäri	0,047	0,034	0,176	0,017	0,018	0,345	0,015	0,013	0,245
yksityislääkäri							-0,027	0,013	**
lääkärisäkäynnit (lkm)	0,001	0,003	0,571	0,001	0,001	0,494	0,002	0,009	*
vaihtoehtoishoitoja	0,029	0,040	0,468	-0,021	0,013	0,109	-0,005	0,014	0,722
liikuntaa 4x viikko	-0,022	0,021	0,277	0,022	0,019	0,243	0,005	0,012	0,696
BMI	-0,005	0,002	**	0,002	0,001	0,194	0,000	0,001	0,932
hyvä koettu terveys	-0,030	0,019	0,171	0,008	0,015	0,576	-0,001	0,011	0,919
huono koettu terveys	0,042	0,075	0,578	-0,016	0,014	0,251	0,018	0,026	0,492
<i>riskien suhtautuminen</i>									
mittaustannut kolesterolinsa	0,013	0,020	0,517	0,003	0,013	0,830	0,002	0,009	0,786
tupakoi	-0,026	0,024	0,276	-0,004	0,012	0,728	-0,012	0,010	0,223
lopettanut	0,028	0,030	0,341	-0,008	0,013	0,531	-0,005	0,011	0,667
a_hepatiitti rokotus (<12kk)	0,458	0,183	**	0,174	0,090	*	0,143	0,060	**
huolehdiin paljon terveydestäni	0,013	0,029	0,650	-0,003	0,015	0,845	0,011	0,011	0,340
<i>Influenssan esiintyvyys:</i>									
insidenssi†	0,000	0,000	0,102				0,012	0,000	0,615
insidenssi2‡				-0,018	0,001	0,891	0,000	0,000	0,228
<i>pseudo-R²</i>		0,303			0,208			0,126	

pseudo-R² -kertoimet laskettu ilman otospainoja, joten ne ovat vain suuntaa antavia

† Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.) ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-99 ja huhtikuu-00

‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.) ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-98 ja huhtikuu-99

Taulukko 5 Muuttujien marginaalivaikutukset, keskvirheet ja merkitsevyytasot eri malleissa (kaikki työikäiset)

Terveys2000-tutkimuksen käytetyt muuttujat

	Malli 4 työikäinen_tt2001			Malli 5 työikäinen_tt2000			Malli6 työikäinen		
	MV	kesk.virhe	merkitsevyyt ***<***<*	MV	kesk.virhe	merkitsevyyt ***<***<*	MV	kesk.virhe	merkitsevyyt ***<***<*
***<0,01 / **<0,05 / *<0,10									
Demograafiset tekijät:									
ruotsinkielinen	-0,044	0,015	**	-0,032	0,014	**	-0,046	0,014	***
ikä	0,005	0,002	***	0,002	0,001	0,105	0,004	0,001	***
taajaan asuttu kunta	0,014	0,029	0,619	-0,040	0,013	*	-0,022	0,018	0,212
maaseutu	0,076	0,027	**	0,012	0,017	0,458	0,021	0,017	0,202
nainen	0,010	0,019	0,603	-0,019	0,014	0,170	-0,011	0,012	0,352
naimisissa	0,027	0,018	0,127	0,021	0,012	*	0,017	0,012	0,167
talouden koko	-0,005	0,009	0,542	-0,001	0,006	0,830	-0,003	0,006	0,564
lasten määrä	-0,016	0,025	0,521	0,009	0,012	0,481	0,012	0,013	0,339
TYKS	-0,002	0,020	0,910	-0,051	0,010	***	-0,038	0,012	***
TAYS	-0,018	0,020	0,347	-0,035	0,020	*	-0,019	0,017	0,273
KYS	-0,042	0,014	**	-0,043	0,017	**	-0,023	0,018	0,188
OYS	-0,035	0,016	**	-0,031	0,014	**	-0,029	0,016	*
Sosioekonomiset tekijät									
ylempi (korkeakoulututkinto)	0,088	0,091	0,338	-0,022	0,017	0,177	0,000	0,026	0,998
alempi (korkeakoulututkinto)	0,043	0,075	0,570	-0,039	0,010	***	-0,023	0,019	0,243
ammattilinen (tutkinto)	0,007	0,015	0,666	-0,016	0,012	0,177	-0,008	0,009	0,243
opiskeluvuodet	0,004	0,004	*	0,004	0,002	**	0,004	0,002	*
työtön/lomautettu	-0,048	0,013	***	-0,018	0,016	0,251	-0,041	0,015	**
yksityinen työnantaja	0,003	0,002	0,842	-0,002	0,012	0,899	0,011	0,118	0,355
ylempi_puoliso	-0,054	0,011	***	-0,026	0,014	*	-0,023	0,018	0,207
alempi_puoliso	-0,011	0,029	0,703	-0,031	0,012	**	-0,016	0,022	0,455
ammattilinen_puoliso	-0,031	0,022	0,150	-0,036	0,015	0,015	-0,025	0,013	*
kotitalouden tulot (OECD)	0,005	0,000	0,659	0,001	0,000	0,718	-0,003	0,000	0,578
vastaajan tulot	-0,003	0,000	0,449	-0,004	0,000	0,339	0,000	0,000	0,969
Terveyspalvelujen käyttö ja oma terveydentila									
työterveyslääkäri	-0,018	0,017	0,309	0,003	0,016	0,847	-0,004	0,014	0,780
yksityislääkäri	-0,045	0,014	***	-0,013	0,018	0,461	-0,025	0,014	*
lääkärisikäennit (lkm)	0,002	0,001	0,088	0,003	0,001	**	0,004	0,001	***
vaihtoehtoishoitoja	-0,013	0,025	0,607	-0,019	0,013	0,156	-0,018	0,014	0,189
liikuntaa 4x viikko	0,012	0,019	0,548	0,014	0,015	0,361	0,012	0,014	0,368
BMI	-0,001	0,002	0,734	0,003	0,001	**	0,001	0,001	0,254
hyvä koettu terveys	-0,006	0,016	0,719	-0,019	0,015	0,219	-0,013	0,013	0,295
huono koettu terveys	0,025	0,030	0,396	-0,022	0,013	*	-0,001	0,018	0,962
riskien suhtautuminen									
mittaattanut kolesterolinsa	0,02906	0,017	0,088	0,023	0,015	0,126	0,023	0,013	*
tupakoi	-0,028	0,022	0,207	-0,005	0,013	0,723	-0,012	0,013	0,338
lopettanut	0,024	0,020	0,248	0,012	0,015	0,438	0,036	0,015	0,121
a_hepatiitti rokotus (<12kk)	0,154	0,113	0,172	0,170	0,092	*	0,117	0,052	**
huolehdiin paljon terveydestäni	0,038	0,020	*	-0,009	0,014	0,524	0,016	0,013	0,213
Influenssan esiintyvyys:									
insidenssi‡	0,022	0,000	0,589				0,000	0,000	0,282
insidenssi2‡‡				-0,001	0,001	0,240	0,015	0,000	0,859
pseudo -R²	0,252			0,163			0,127		

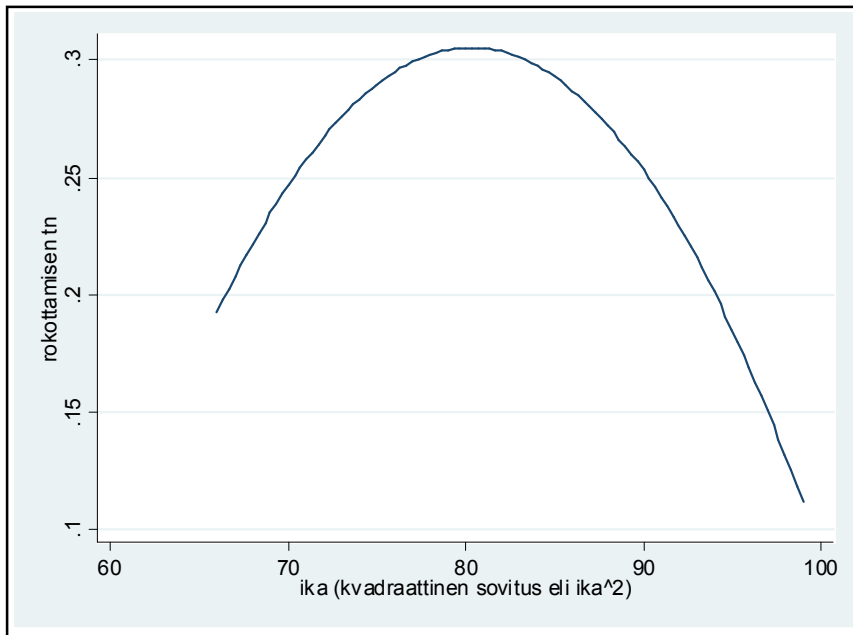
pseudo-R² -kertoimet laskettu ilman otospainoja, joten ne ovat vain suuntaa antavia

‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.) ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-99 ja huhtikuu-00

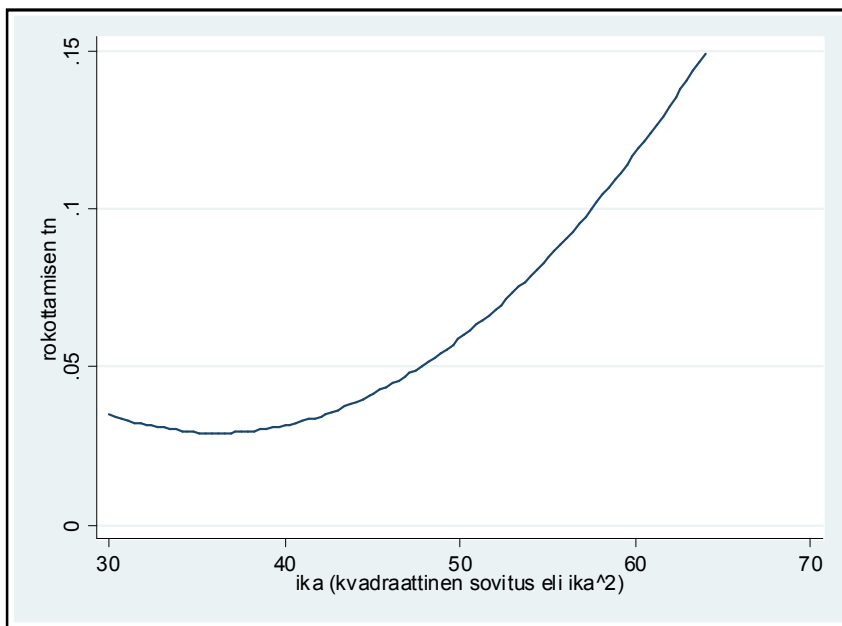
‡‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.) ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-98 ja huhtikuu-99

9.6.1 Demografiset tekijät

Iällä näyttää olevan Mullahyn (1999) mukaisesti kaksijakoinen vaikutus myös Suomen aineistossa. Alle 65-vuotiaalla iän kvadraattinen muunnos on konkaavi ja yli 65-vuotiaalla konveksi. Iän vaikutus oli 30–64 –vuotiailla odotetusti positiivinen ja merkitsevä. Vaikutus oli suurin ja tilastollisesti erittäin merkitsevä kaikkien työikäisten kohdalla. ”Terveiden” kohdalla tulokset ovat ristiriitaisia ja MV:t huomattavasti pienempiä.



Kuva 9 Iän vaikutus rokotustodennäköisyyteen (yli 65-vuotiaat)



Kuva 10 Iän vaikutus rokotustodennäköisyyteen (alle 65-vuotiaat)

Kuten vanhuksille tehdyssä kyselyssä, tässäkin ei sukupuolella todettu olevan merkitystä. Ruotsinkielisyydellä näytti olevan negatiivinen yhteys todennäköisyyteen ottaa influenssarokote. Yhteys oli iän tapaan voimakkaampi kaikkien työikäisten joukossa kuin terveiden kohdalla. Tämä voi selittyä sillä, että ruotsinkieliset ovat keskimääräistä koulutetumpia ja korkeampituloisia. Em. muuttujilla taas oli mallista riippuen hieman epäselvät vaikutukset, joten näiden kaikkien yhteisvaikutukset saattavat tulla esiin juuri ruotsinkielisten hivenen matalampana rokottautumisena. Esimerkiksi korkeakoulutuksella näytti olevan negatiivinen vaikutus rokotteen ostamiseen/saamiseen. Ruotsinkielisyyden negatiivinen yhteys on noin kolmesta viiteen prosenttia ja se on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Maantieteellisten eroavaisuuksien vertailu on vaikeaa johtuen siitä, että vuoden 2000 puolella vastanneiden keskuudessa suurten kaupunkien osuus oli tutkimusjärjestelyistä johtuen korkeampi. Asuminen TYKS:n vastuualueella näytti kuitenkin vähentävän rokottautumista. Vaikutus oli jälleen vahvempi ja tilastollisesti merkitsevämpi kuin mukana olivat myös sairaat työikäiset. Terveiden osalta kaikkien vastaajien mallissa ei ilmennyt tilastollisesti merkitseviä eroja eri miljoonapiirien tai toisaalta maaseudun tai kaupungin välillä. Subpopulaatio-jaoissa ja kaikkien työikäisten kohdalla asuminen OYS:n tai TYKS:n alueella vähensi rokottautumista Helsingin ja uudenmaan sh-piiriin (HUS/HYKS) verrattuna. Tämä on linjassa vanhusväestölle tehtyjen kyselyiden kanssa, jossa havaittiin länsisuomalaisten vanhusten ottavan rokotteen muita harvemmin ja kuvastaa lähinnä alueellisia terveysteroja ja/tai terveydenhuoltopalvelujen käyttöä.

9.6.2 Sosioekonomiset tekijät

Opiskeluvuosilla näytti olevan lievästi positiivinen vaikutus influenssarokotteen ottamiselle. Toisaalta ylemmän korkeakoulututkinnon suorittamisen yhteys oli paikoin negatiivinen, joskin tämä riippuvuus ei näyttänyt olevan tilastollisesti merkitsevä. Tämä saattaa johtua em. muuttujien välisestä riippuvuudesta. Joka tapauksessa *MV*:t ovat hyvin matalia ja huomattavasti pienempiä esimerkiksi Saksan aineistoon verrattuna. Työttömyys tai lomautettu – statuksella näytti olevan negatiivinen (noin 4 %) ja merkitsevä yhteys vastemuuttujaan. Vaikutus oli jälleen suurempi koko työikäisessä väestössä. Puolison koulutuksella (alempi korkeakoulututkinto tai ammatillinen) oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ja negatiivinen vaikutus verrattuna pelkkään peruskoulututkintoon terveiden työikäisten joukossa. Kaikkien 30–64 –vuotiaiden osalla marginaalivaikutuksen etumerkki säilyi, mutta tilastollinen merkitsevyys saatiin vain vuonna 2000 vastanneille. Kuten sanottua tässä ryhmässä oli enemmän suurten kaupunkien väestöä, mikä voi harhauttaa mallia. Verrokkihenkilöllämme ei ollut mitään tutkintoa peruskoulun jälkeen, jolloin puolison korkeampi koulutus näyttää vähentävän erityisesti terveen vastaajan rokottautumistodennäköisyyttä. Olisi mielenkiintoista tietää, että vaikuttaako perheenjäsenten rokottautuminen myös vastaajan käyttäytymiseen (nk. imitaatiodynamiikka). Yhtä lailla vastaajan työtehtävien laatu (esimerkiksi asiakaspalvelutyö) voisi nostaa halukkuutta suojautua. Tätä kysymystä voisi yrittää tutkia esimerkiksi kokeilemalla aineiston yhdistämistä tilastokeskuksen ja/tai verottajan tietokantoihin.

Tulotasolla (kotitalous tai vastaaja) ei ollut missään edellä esitetyissä malleissa selkeää vaikutusta. Myöskään Saksassa tulotaso ei käytännössä vaikuttanut todennäköisyyteen suojautua influenssaa vastaan. Yhteys oli selkeämpi USA:n aineistossa. Vanhusten suunnatussa kyselyssä bruttotuloilla oli positiivinen yhteys virukselta suojautumiseen. Kokeilin rokottautumisen ja tulotason yhteyttä myös erillisellä probit-mallilla. Tulokset on

listattu alla olevaan taulukkoon (6). Jättämällä muut selittäjät pois, vastaajan ja kotitalouden tulojen marginaalivaikutukset olivat odotetusti suurempia ja tilastollisesti merkitsevämpiä. Tulovaikutus oli suurempi koko väestössä pelkkiin työikäisiin verrattuna. Myös tulotason kasvun negatiivinen vaikutus nk. perusterveillä (*terve*) oli erityisen suurta tässä kaikkien yli 30-vuotiaiden joukossa. Yleisesti tulojen kasvu siis kasvatti rokottautumista, mutta vaikutus tuli lähinnä sairaampien joukosta, sillä terveillä tulovaikutus oli merkittävästi negatiivinen.

Taulukko 6 Pelkkien tulojen marginaalivaikutukset työikäisillä ja koko väestössä

***<0,01 / **<0,05 / *<0,10	30-64 vuotiaat			kaikki yli 30 -vuotiaat		
	MV	kesk.virhe	merkitsevyys	MV	kesk.virhe	merkitsevyys
vastaajan tulot	0,004	0,000	*	0,006	0,000	**
vastaajan tulot*terve	-0,004	0,000	**	-0,010	0,000	***
<i>pseudo</i> -R ²	0,014			0,0291		
kotitalouden tulot	0,004	0,000	**	0,007	0,000	**
kotitalouden tulot*terve	-0,005	0,000	**	-0,014	0,000	***
<i>pseudo</i> -R ²	0,017			0,0421		

pseudo-R² -kertoimet laskettu ilman SVY-painoja, joten ne ovat vain suuntaa antavia

9.6.3 Kysynnän jakaumatarkastelua

Laskin edellä esitetyn terveyden keskittymiskuvaaja-indeksin aineistostani siten, että tuloryhminä toimivat vuoden 2000 verotustietojen pohjalta Tilastokeskuksen laskemat tuloviidennekset. Influenssarokotteen jakautuminen tuloryhmittäin oli vuonna 2000 tasaista. Kaikkien yli 30-vuotiaiden osalta *CI*-indeksi oli negatiivinen (-0,1266), mikä siis tarkoittaa jakauman keskittyvän lievästi matalampiin tuloluokkiin. Työikäisten (30–64 –vuotiaat) osalta keskittymisindeksi oli 0,0169 ja niiden työikäisten osalta, jotka eivät ole oikeutettuja ilmaiseen rokotteeseen Kelan tautiluokitusten mukaan 0,0179. Näin ollen ”terveiden” työikäisten kohdalla rokotteen jakautuminen näytti vuonna 2000 suosivan lievästi korkeampia tuloluokkia ja erityisesti korkeinta tulodesiiliä. Kaikkien yli 30-vuotiaiden osalta selvästi suuremmat rokotusprosentit alimmissa tuloluokissa selittyivät ennen kaikkea eläkeläisten suuremmalla rokotuskattavuudella. Uskoisin *CI*-luvun olevan huomattavasti suurempi esimerkiksi rotavirus-rokotteen kohdalla, jossa rokotesarjan hinta on n. 160 euroa per rokotettava lapsi, puhumattakaan HPV-rokotteesta, jonka kulut nousevat jo lähemmäksi 500 euroa (450–470€). Influenssarokotteen edullinen hinta n. 9 euroa ei itsessään ole suojaantumisen este, vaan sen ottamiseen vaikuttavat muut edellä esitetyt tekijät

Taulukko 7 Influenssarokotteen jakaumatarkastelua

Kaikki yli 30-vuotiaat				
<i>Terveys 2000 -aineistosta estimoitu koko väestön (>30-v) rokotusprosentti 11,99</i>				
	influenssarokote	ryhmän koko	rokotusprosentti	Rank (R)
tulot alin	60110	437356	13,74	0,20
II	111652	616195	18,12	0,40
III	85403	664697	12,85	0,60
IV	59739	733352	8,15	0,80
ysin	73417	802322	9,15	1,00
Total	390321	3253921		
<i>CI-indeksi -0,1266</i>				
30-64 vuotiaat ilman riskitekijöitä (terveet)				
<i>Terveys 2000 -aineistosta estimoitu terveiden (30-64-v) rokotusprosentti 4,35%</i>				
	influenssarokote	ryhmän koko	rokotusprosentti	Rank (R)
tulot alin	5187	198353	2,62	0,20
II	4647	226700	2,05	0,40
III	12764	354253	3,60	0,60
IV	20028	515002	3,89	0,80
ysin	39574	596987	6,63	1,00
Total	82201	1891294		
<i>CI-indeksi 0,0179</i>				
kaikki 30-64- vuotiaat †				
<i>Terveys 2000 -aineistosta estimoitu kaikkien (30-64-v) rokotusprosentti 6,66%</i>				
	influenssarokote	ryhmän koko	rokotusprosentti	Rank (R)
tulot alin	13914	263966	5,27	0,20
II	21671	327448	6,62	0,40
III	32156	481816	6,67	0,60
IV	37146	661793	5,61	0,80
ysin	61138	757968	8,07	1,00
Total	166024	2492991		
<i>CI-indeksi 0,0169</i>				

† Ilmainen influenssarokote tarjotaan henkilöille, joilla on: astma, COPD, krooninen bronkiitti, muu keuhkosairaus, sydäninfarkti, sepelvaltimotauti (angina pectoris), sydämen vajaatoiminta, sydämen rytmihäiriöitä, muu sydänvika/-sairaus tai diabetes

9.6.4 Terveyspalveluiden käyttö ja oma terveydentila

Yksityislääkärien palveluita enemmän käyttävien *MV* oli merkittävästi negatiivinen. Koko vuoden lääkärisäkäyntien lukumäärällä näytti olevan taas lievää positiivista vaikutusta. Tämä voi johtua yksinkertaisesti siitä, että käyntimäärien kasvaessa, rokotteen tarjoamisen todennäköisyys myös terveille kasvaa. Perussairauksia sairastavien pitäminen mukana mallissa kasvattaa toisaalta lääkärisäkäyntejä enemmän ja sitä kautta myös todennäköisyyttä virukselta suojautumiseen. Vaikutus olikin merkitsevempi ja kaksi kertaa voimakkaampi

kaikkien 30–64 –vuotiaiden kohdalla kuin terveiden työikäisten joukossa. Terveys 2000 – aineistoon oli kerätty ainutlaatuisesti myös henkilön omaa, subjektiivista terveydentilaa kuvaavia muuttujia. Huonolla terveydellä ei hypoteesin vastaisesti näyttänyt olevan merkitystä. Painoindeksillä (BMI) oli lievä negatiivinen vaikutus vain vuonna 2001 vastanneiden terveiden ryhmässä. Kaikkien työikäisten joukossa vuonna 2000 vastanneilla yhteys oli taas lievästi positiivinen.

9.6.5 Riskiin suhtautuminen

Aikaisempia empiirisiä tutkimuksia replikoiden mukaan otettiin henkilön tupakointi-status, jolla voidaan nähdä olevan negatiivinen yhteys aiemmin käsiteltyyn riskiaversioon. Tupakoivilla tai tupakoinnin lopettaneilla ei kuitenkaan näyttänyt olevan tilastollisesti tupakoimattomista eroavia vaikutuskertoimia. Kuten ei myöskään sillä, että oliko henkilöltä mitattu kolesterolia viimeisten vuosien aikana. Kolesterolimittausten voitaisiin nähdä ainakin osittain mittaavan suhtautumista oman terveyden ylläpitoon. Yhteys oli lievästi positiivinen vain kaikkien työikäisten yhteismallissa. Koko tutkimuksen suurimman marginaalivaikutuksen sai a-hepatiittirokotuksen yhteys influenssarokotteen ottamiseen. A-hepatiitti rokotuksia annetaan käytännössä vain tietyille riskialueille matkustaville ihmisille ja rokote on melko kallis. Tämän positiivisen yhteyden takana voi olla monta tekijää. Omasta terveydestä huolehtiminen, asenne rokotteisiin yleensä, tieto eri sairauksista, kaikkien rokoteasioiden hoitaminen samalla kertaa tai altistuminen rokotemainonnalle yms. Tyhjentävää vastausta on vaikea antaa.

9.6.6 Influenssan esiintyvyys

Vastoin tässäkin työssä esitettyjä teoreettisia lähtökohtia influenssan edellisen kauden tautitapausten määrällä per miljoonapiiri ei näyttänyt olevan merkitystä ihmisen rokotuspäätökselle. Esiintyvyyksiluviilla ei ollut tilastollisesti merkittäviä vaikutuksia myöskään yksin ilman muita käytettyjä muuttujia. Tämä voi johtua monista seikoista kuten aiemmin mainituista ongelmista tautitapausten luotettavuuden kanssa, ihmisten kyvystä arvioida tapausten kasvua, liian laajasta alueellisesta jaosta (otanta-asetelmasta johtuen ei voida mennä miljoonapiirejä tarkempaa jakoon) tms. Ihmisten välisellä imitaatiolla olisi luultavasti aikaisempien empiiristen tutkimuksen perusteella (Bauch et al 2004 ja 2005) suuri vaikutus rokotteen ottamistodennäköisyydelle. Esimerkiksi lähipiirin rokottautuminen lisäänee myös perheenjäsenen todennäköisyyttä piikin ottamiseen. Alla olevaan taulukkoon (8) on kerätty vielä malleista 3 ja 6 tilastollisesti merkitseviä selittäjiä marginaalivaikutuksineen ja keskiarveineen.

Taulukko 8 Tilastollisesti merkittäviä marginaalivaikutuksia

	<i>terve_työkäinen (Malli 3)</i>			<i>työkäinen (Malli 6)</i>		
	MV	kesk.virhe	merkitsevyys ***<***<*	MV	kesk.virhe	merkitsevyys ***<***<*
<i>***<0,01 / **<0,05 / *<0,10</i>						
<i>Demograafiset tekijät:</i>						
ruotsinkielinen	-0,028	0,012	**	-0,046	0,014	***
ikä	0,002	0,139	0,203	0,004	0,001	***
TYKS	-0,011	0,013	0,410	-0,038	0,012	***
OYS	-0,007	0,015	0,641	-0,029	0,016	*
<i>Sosioekonomiset tekijät</i>						
opiskeluvuodet	0,003	0,002	**	0,004	0,002	*
työtön/lomautettu	-0,028	0,012	**	-0,041	0,015	**
alempi_puoliso	-0,029	0,008	***	-0,016	0,022	0,455
ammattilinen_puoliso	-0,043	0,011	***	-0,025	0,013	*
<i>Terveyspalvelujen käyttö ja oma terveydentila</i>						
yksityislääkäri	-0,027	0,013	**	-0,025	0,014	*
lääkärissäkäynnit (lkm)	0,002	0,009	*	0,004	0,001	***
<i>riskin suhtautumisen proxyt</i>						
mittauttanut kolesterolinsa	0,002	0,009	0,786	0,023	0,013	*
a_hepatiitti rokotus (<12 kk)	0,143	0,060	**	0,117	0,052	**

10. Yhteenveto

Tässä työssä on käsitelty talousteorian soveltamista ehkäisyn taloudelliseen arviointiin erityisesti tartuntatautien kohdalla. Teoreettinen pääpaino on ollut epidemiologisen ja taloustieteellisen ajattelun ja mallien yhdistämisessä ja rokotuspäätöksen teoreettisessa tarkastelussa. Ehkäisevän terveydenhuollon, kuten rokotteiden, arviointi on monesti hoidon vaikuttavuuden tarkastelua haastavampaa. Pidempi aikahorisontti, suurempi ja moninaisempi epävarmuus sekä tartuntatautien kohdalla epidemiologinen mallinnus aiheuttavat kaikki lisävaatimuksia terveystaloustieteelliselle tutkimukselle. Rokotteiden osalta työssä nousi esiin myös yleisen rokotusohjelman moninaiset edut vapaaseen markkinaratkaisuun verrattuna. Terveystaloustieteellinen argumentointi ja tutkimus Euroopassa ja USA:ssa eroavat toisistaan osittain suhtautumisessa julkisen vallan rooliin taloudessa yleensäkin ja tämä näkyy hyvin myös tässä tutkimuksessa viitatuissa artikkeleissa. Eräs tässä työssä laajasti käsitelty teoria on nk. kysynnän prevalenssijousto, joka on saanut paljon empiiristä evidenssiä lähinnä Yhdysvaltojen rokotemarkkinoilta. Tätä ongelmaa ei ole kovin helppo tutkia johtuen esimerkiksi juuri influenssatapausten kirjavasta määrittelystä ja muista käytännön ongelmista. Empiirinen tutkimukseni ei antanut viitteitä influenssalta suojaantumisen ja vastaajan asuinalueen edellisen kauden tartuntatapausten yhteydestä.

Empiirisessä osiossa tutkittiin Terveys 2000 –tutkimuksen poikkileikkausaineistoon perustuen myös muita influenssarokotteen ottamiseen mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä Suomessa. Tutkimus oli toteutettu nk. otantatutkimuksena, joka aiheutti tilastolliselle analyysille omia haasteita. Lisäksi terveyden ja sosioekonomisten muuttujien välinen korrelaatio on Suomessa poikkeuksellisen vahvaa. Tässä työssä keskityttiin työikäiseen (30–64 –vuotiaat) väestöön ja tarkoituksena selvittää tekijöitä, joiden avulla influenssarokotteen käyttöä voitaisiin laajentaa tehokkaasti ja oikeudenmukaisesti.

Mm. ikä, lääkarissäkäyntien määrä ja muut otetut rokotukset, kuten a-hepatiitti nostivat todennäköisyyttä suojautua influenssaa vastaan. Vastaavasti ruotsinkielisyys, asuminen Länsi-Suomessa ja yksityislääkärin käyttö pienensivät em. todennäköisyyttä. Tulokset olivat paikoin ristiriitaisia. Rokotteiden kysyntä jakautui Suomessa melko tasaisesti eri tuloluokkien (tuloviidennekset) välillä. Keskittymisindeksi on suurin niiden työikäisten keskuudessa, jotka eivät sairasta mitään ilmaiseen rokotteeseen oikeuttavaa sairautta. Koko yli 30-vuotiaan väestön osalta tämä nk. *CI*-indeksi oli negatiivinen. Hinta- ja prevalenssijouaston yhteisvaikutuksen tutkimiseen työssä käytetty influenssarokote ei ole paras mahdollinen johtuen rokotteen erittäin edullisesta hinnasta. Tulotasolla ei vastoin esimerkiksi USA:ssa tehtyä tutkimusta näytä olevan merkittävää vaikutusta suojautumiselle. Rokotteen myyntihintaa suurempi vaikutus lienee rokottautumisen epäsuorilla kustannuksilla, kroonisilla sairauksilla ja luultavasti myös imitaatiokäyttäytymisellä, josta on joitakin empiirisiä havaintoja lähinnä Yhdysvalloista. Tämä olisi mielenkiintoinen aihe jatkotutkimukselle, jossa yhdisteltäisiin dataa eri rekistereistä ja yritettäisiin hahmottaa kotitalouden muiden jäsenten käyttäytymisen, työpaikan (esimerkiksi asiakaspalvelijoiden suurempi sairastumistodennäköisyys) tai jonkin muun eksogeeniseen tekijän kausaaliteettiä käsillä olevaan rokoteongelmaan.

Lähteet

- Aromaa, A. & Koskinen, S. (toim.) (2002). Terveys ja toimintakyky Suomessa. Terveys 2000 -tutkimuksen perustulokset. Kansanterveyslaitos, Helsinki, *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B3/2002*.
- ACIP (2009). *2008–09 Influenza prevention & control recommendations*. Osoitteessa: <http://www.cdc.gov/flu/professionals/acip/primarychanges.htm>. Vierailtu 2.2.2009.
- Aballéa et al (2007a). The cost-effectiveness of influenza vaccination for people aged 50 to 64 years: an international model. *Value in Health*, 10, 2, 98-116.
- Aballéa et al (2007b). The cost effectiveness of influenza vaccination for adults aged 50 to 64 years: a model-based analysis for Spain. *Vaccine*, 25, 39-40, 6900-10.
- Ackerman et al. (1984). *Simulation of Infectious Disease Epidemics*. Charles C. Thomas Publishers, Springfield.
- Ainslie, G. (1992). *Picoeconomics*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Anderson, L. R. (2008) Predicting health behaviours with an experimental measure of risk preference. *Journal of Health Economics*, 27, 5.
- Asch et al (1994). Omission bias and pertussis vaccination. *Med. Decis. Making*, 14:118–123.
- Barrett, S. & Hoel, M. (2004). Optimal Disease Eradication. *FEEM working Papers* 50.
- Bauch, C. T. (2005). Imitation dynamics predict vaccinating behaviour. *Proceedings of Royal Society B*, 272: 1669-1675.
- Beutels et al (2003). Methodological issues and new developments in the economic evaluation of vaccines. *Expert Rev. Vaccines*, 2, 5.
- Beutels et al (2008). Funding of drugs: do vaccines warrant a different approach? *The Lancet Infectious Diseases*, 8, 11, 727-733.
- Bauch, C.T. & Earn, J.D (2004). Vaccination and the theory of the games. *PNAS*, 101, 36, 13391-13394.
- Boss et al (2004). Valuing Prevention Through Economic Evaluation: Some Considerations Regarding the Choice of Discount Model for Health Effects with Focus on Infectious Diseases. *Pharmacoeconomics*, 22, 18.
- Boulier et al (2007). Vaccination externalities. *Contributions to Economic Analysis & Policy*, 7, 1.

- Brahmbhatt, M ja Dutta, A (2008). On SARS Type Economic Effects during Infectious Disease Outbreaks. *Policy Research Working Paper 4466*. The World Bank, East Asia and Pacific Region.
- Brazier et al (2007). *Measuring and valuing health benefits for economic evaluation*. Oxford University Press, Oxford.
- Brouwer et al (2000). A fair approach to discounting future effects: taking a societal perspective. *Journal of Health Services Research and Policy*, 5, 114–118.
- Brisson, M. ja Edmunds, W. J. (2003). Economic Evaluation of Vaccination Programs: The Impact of Herd-Immunity. *Medical Decision Making*, 23, 76.
- Brito et al (1991). Externalities and compulsory vaccinations. *Journal of Public Economics*, 45.
- Clarke, P. (2003). A note on the decomposition of the health concentration index. *Health Economics*, 12: 511-516.
- Chung, S. ja Herrnstein, R. (1961) Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Animal Behaviour*, 4, 267–272.
- Culyer, A. ja Wagstaff, A. (1993). Equity and equality in health and health care. *Journal of Health Economics*, 12, 431-457.
- Drummond et al (2007). Do we fully understand the economic value of vaccines? *Vaccine*, 25: 5945-5957.
- Drummond et al (1997). *Methods for the economic evaluation of health care programmes*. Oxford University Press, Oxford.
- Dyer, J. ja Sarin, S. (1982). Relative Risk aversion. *Management Science*, 28, 8, 875-86.
- Edmunds et al (1999). Evaluating the cost-effectiveness of vaccination programmes: a dynamic perspective. *Statistics in Medicine*, 18: 3263-3282.
- Eeckhoudt et al (2008). Vaccination versus "wait and treat": how to subsidize them? *European journal of Health Economics*, 9.
- Eurostat (2008). Survey sampling reference guidelines. Introduction to sample design and estimation techniques. *Eurostat Methodologies and Working papers*.

- Evans, R. ja Wolfson, A. (1980). Faith, hope and charity: Health care in the utility function. *Discussion paper*, 80, 46. University of British Columbia.
- Folland et al. (1993) *The Economics of Health and Health Care*, 4th ed. Macmillan Publishing Company, New York.
- Francis, P. J (2004). Optimal tax/subsidy combinations for the flu season. *Journal of economic dynamics & control*, 28.
- Frederick et al. (2001). Time Discounting: A Critical Review. Saatavilla osoitteessa: http://www.iies.su.se/nobel/papers/intertemporal_review_final_2.PDF. Julkaistu (2002) *Journal of Economic Literature*, 40, 2: 351-401.
- Fuchs, V.R. (1982). Time preference and health: An exploratory study. Teoksessa Fuchs, V.R. (toim). *Economic Aspects of Health*. University of Chicago Press, Chicago.
- Gersovitz, M. ja Hammer, J. (2003). Infectious Diseases, Public Policy, and the Marriage of Economics and Epidemiology. *The World Bank Research Observer*, 18, 2, 129-157
- Giesecke, J. (2002). *Modern Infectious Disease Epidemiology*. Oxford University Press, Oxford.
- Gravelle, H. ja Smith, D. (2001). Discounting for health effects in cost-Benefit and cost-effectiveness Analysis. *Health Economics*, 10: 587-599.
- Grossman, M. (1972). On the concept of health capital and the demand for health, *Journal of Political Economy*, 80, 223–255.
- Halloran et al. (2001). Community interventions and the epidemic prevention potential. *Vaccine*, 20, 3254-3262.
- Haber, M. (1999). Estimation of the direct and indirect effects of vaccination. *Statistics in Medicine*, 18, 2101-2109.
- Heidenberger, K. (1996). Strategic investment in preventive health care: quantitative modelling for programme selection and resource allocation. *OR Spektrum*, 18: 1-14.
- Heistaro, S.(toim.) (2005). Menetelmäraportti. Terveys 2000 -tutkimuksen toteutus, aineisto ja menetelmät. Kansanterveyslaitos, Helsinki, *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B6/2005*.
- Hersch, J. ja Viscusi, W. (1998). Smoking and Other Risky Behaviors. *Journal of Drug Issues*, 28, 3: 645-51.
- Horowitz, J. L. ja Savin, N.E. (2001). Binary Response Models: Logits, Probits and Semiparametrics. *The Journal of Economic Perspectives*, 15, 4.

Huber, H. (2008). Decomposing the causes of inequalities in health care use: a micro-simulations approach. *Journal of Health Economics*, 27.

Härkänen, T. (2009). THL:n Terveystieteiden tutkimuskeskuksen tilastoasiantuntija Tommi Härkösen henkilökohtaiset sähköpostit.

Jack, W. (2000). Public spending on health care: how are different criteria related? a second opinion. *Health Policy*, 53: 61-67.

Jehle, G. A. & Reny, P. J. (2001). *Advanced Microeconomic Theory*. Addison-Wesley, USA.

Jones, A. M. (1998). *Health Econometrics*. Department of Economics and related Studies, University of York. Pdf-versio: <http://www.york.ac.uk/res/herc/teach/Health-Econometrics.pdf>.

Jones, A. M (2005) *Applied Econometrics for Health Economists. A practical guide*. 2nd Edition. Department of Economics and related Studies, University of York. Pdf-versio saatavilla: <http://www.york.ac.uk/res/herc/teach/OHE-Booklet.pdf>.

Kenkel, D. (1991a). Health behavior, health knowledge, and schooling. *Journal of Political Economy* 99, 2, 287-305.

Kenkel, D. (1991b). What you don't know really won't hurt you. *Journal of Policy Analysis and Management* 10,2, 304-309.

Kenkel, D. (2000). Prevention. Teoksessa Culyer ja Newhouse (toim.) *Handbook of Health Economics*, 1B, 1675-1720. Elsevier.

Kermack, W. ja McKendrick, A. (1927). A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. *Proc. Roy. Soc. Lond, A*, 115, 700-721.

Kessling, S. G. ja Nuscheler, R. (2007). Getting shot: determinants of influenza vaccination in Germany. <http://wipol.wiwi.uni-konstanz.de/ausschuss/PDF/2007/Referat%20nuscheler.pdf>. Vierailtu 3.1.2009.

Kobelt, G. (2002). *Health Economics - An introduction to economic evaluation*. 2nd edition. Office of Health Economics, London, UK.

KTL (2008a). KTL:n rokoteosaston tiedote. Kansanterveyslaitos suunnittelee laajaa lasten pneumokokkrokotetutkimusta. http://www.ktl.fi/portal/suomi/terveyden_ammattilaisille/rokottaminen/ajankohtaista/?bid=3026.

KTL (2008b). Ikäihmisten influenssarokotuskattavuus ei ota parantuakseen – mikä neuvoksi? *Kansanterveys*, 7, 21–22.

Taloustutkimus (2007). KTL:n rokoteosaston tiedote. Ikäihmisten influenssarokotukset. http://www.ktl.fi/attachments/suomi/osastot/roko/roto/asennetutkimus_raportti_verkkoon.pdf. Vierailtu 12.12.2008.

Laibson, D.(2004). Golden Eggs and Hyperbolic Discounting. Teoksessa Camerer et al (toim.). *Advances in Behavioral Economics*, 429-457. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Leigh, J. (1990). Schooling and seatbelt use. *Southern Economic Journal* 57,195-210.

Lipscomb, J. (1989). Time preference for health in cost-effectiveness analysis. *Med Care*, 27, 233-53

Llamazares, M ja Smith, R. J. (2008). Evaluating human papillomavirus Vaccination programs in Canada: should provincial healthcare pay for voluntary adult vaccination? *BMC Public Health*, 8: 114.

Loewenstein, G. ja Prelec, D. (1992). Anomalies in intertemporal choice: Evidence and an interpretation. *The Quarterly Journal of Economics*, 107, 2: 573-597.

Lorant, V. et al (2002). Equity in prevention and health care. *Journal of Epidemiological Community Health*, 56: 510-516.

Maaailmanpankki (1990). *An ounce of prevention is worth how much cure? Thinking about the allocation of health care spending. A view from LATHR*. Teoksessa Musgorve, P (2004). *Health Economics in Development*. The international Bank for reconstruction and development / The World Bank. Washington, 143-151.

Martikainen, J. (2008). Application of Decision-Analytic Modelling in Health Economic Evaluations. Doctoral dissertation. Kuopion yliopiston julkaisuja E. Yhteiskuntatieteet 152, Kuopio. <http://www.uku.fi/vaitokset/2008/isbn978-951-27-0811-6.pdf>

Martikainen, Kivi ja Linnosmaa (2005).European prices of newly launched reimbursable pharmaceuticals – a pilot study. *Health Policy*, 74, 3: 235-246.

Momota et al (2005). Infectious disease and preventive behaviour in an overlapping generations model. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 29, 1673-1700.

Mullahy, J. (1999). It'll only hurt a second? Microeconomic determinants of who gets influenza vaccinations. *Health Economics*, 8, 9-24.

Musgrove, P. (1999). Public spending on health care: how are different criteria related? *Health Policy*, 47: 207-223.

Newall A. T ja Schuffham, P. A. (2008). Influenza-related disease: the cost to the Australian healthcare system. *Vaccine*, 26, 52: 6818–23.

Nohynek et al (2005). Rokottajan käsikirja 2005, sähköinen versio osoitteessa: http://www.ktl.fi/portal/suomi/julkaisut/oppaat_ja_kirjat/rokottajan_kasikirja/. Vierailtu 21.1.2009.

O'Donnell et al (2008.) *Analyzing Health Equity Using Household Survey Data. A guide to Techniques and their Implementation*. World Bank Institute, Washington.

Pirttilä, J. ja Tenhunen, S. (2005). Pawns and queens revisited: public provision of private goods when individuals make mistakes. *Tampere Economic Working Papers*, 40.

Philpson, T. (1996). Private vaccination and public health: Empirical examination four U.S. measles. *The Journal of Human Resources*, 31, 3.

Philpson, T. (2000). *Economic Epidemiology & Infectious Diseases*. Teoksessa Culyer ja Newhouse (toim.) The Handbook of Health Economics, 1B, 1761-1799. Elsevier.

POLYMOD-tutkimuksen internetsivut: http://ec.europa.eu/research/fp6/ssp/polymod_en.htm. Vierailtu 10.1.2009

Polinder et al (2005). Societal Discounting of Health Effects in Cost-Effectiveness Analyses: The Influence of Life Expectancy. *Pharmacoeconomics*, 23, 8, 791-802.

Pradas-Velasco et al (2008). Dynamic modelling of infectious diseases. An application to the economic evaluation of influenza vaccination. *Pharmacoeconomics*, 26, 1:45-56.

Prosser et al (2006). Health Benefits, Risks, and Cost-Effectiveness of Influenza Vaccination of Children. *Emerging infectious diseases*, 12, 10:1548-58.

Salo et al. (2006). Cost-effectiveness of influenza vaccination of healthy children. *Vaccine*, 24, 4934–4941.

Salo (2009). THL:n rokoteosaston terveystaloustiede asiantuntija Heini Salon henkilökohtaiset sähköpostit

Salo, H. (2009a). *Rokotusohjelman taloudellinen arviointi*. Teoksessa Klavus, J. (toim.) Terveystaloustiede 2009, Terveystaloustiede ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki, 11–13.

Sen, A. (2002). Why health equity? *Health Economics*, 11: 659-666.

Schönenbaum, M. (1997). Do Smokers Understand the Mortality Effects of Smoking? Evidence from the Health and Retirement Survey. *Am J Public Health*, 87, 755-759.

Tasset et al (1999). Discounting: technical issues in economic evaluations of vaccination. *Vaccine*, 17: 75–80.

Laiho, J. & Nieminen, T. (toim.) (2004). Terveys 2000 -tutkimus. Aikuisväestön haastatteluaineiston tilastollinen laatu. Otanta-asetelma, tiedonkeruu, vastauskoko ja estimointi- ja analyysiasetelma. *Tilastokeskus, tutkimuksia* 239.

Turner et al (2006). The cost-effectiveness of influenza vaccination of healthy adults 50-64 years of age. *Vaccine*, 24, 7: 1035-1043.

Verbeek, M. (2004). *A Guide to modern Econometrics*, 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, UK.

Verho, J. (2002). Terveysthuollon taloudellinen arviointi. Kustannusvaikuttavuusanalyysin teoria ja soveltaminen rokottamiseen. Pro Gradu, Helsingin yliopiston kansantaloustieteen laitos.

<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/val/kansa/pg/verho/>

Wagstaff, A. ja Van Doorslaer, E. (2000). Equity in health care finance and delivery. *Handbook of Health Economics*, 1B: 1803-1862. Elsevier.

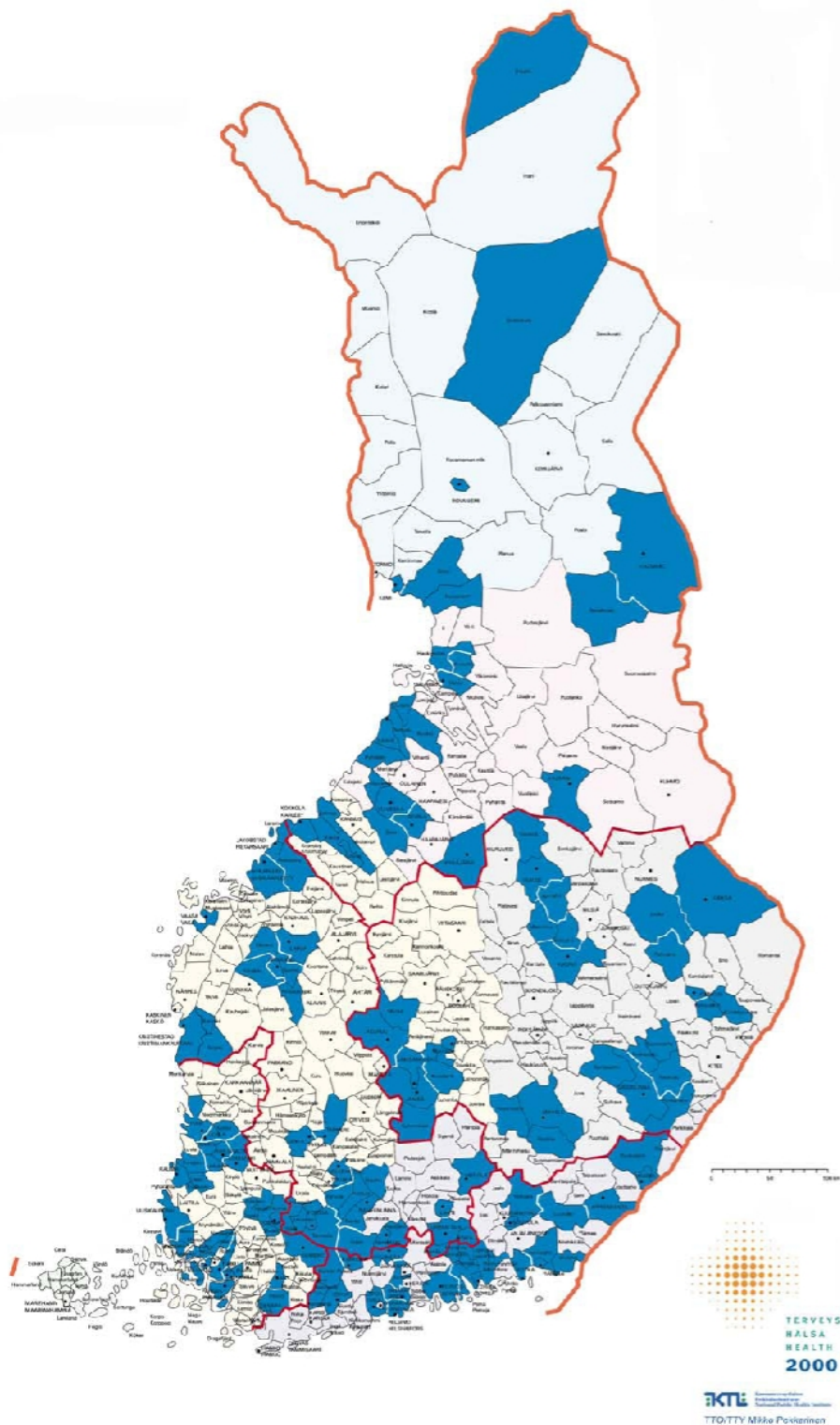
Weber, E. ja Milliman, R. (1997). Perceived Risk Attitudes: Relating Risk Perception to Risky Choice. *Management Science*, 43, 2, 123-144.

WHO (2008). WHO Vaccine Preventable Diseases Monitoring System 2008 Global summary. Osoitteessa: http://www.who.int/immunization_monitoring/en/globalsummary/countryprofileselect.cfm. Vierailtu 20.1.2009.

Williams, R. ja Doessel, D.P (2006). Measuring inequality: tools and an illustration. *International journal for equity in health*, 5:5.

Woodward, A. ja Kawachi, I. (2000). Why reduce health inequalities? *Journal of community Health*, 54: 923-929.

Liitteet



Kuva 11 Liite: Terveys2000-tutkimuksen paikkakunnat

Taulukko 8 Liite: Tutkimuksen muuttajat

Terveys2000-tutkimuksen käytetyt muuttajat	
<i>Muuttujan nimi</i>	<i>Selite</i>
Selitettävä muuttaja:	
rokote	"Oletteko saaneet influenssa-rokotteen viimeisten 12 kuukauden aikana?" 1=kyllä, 0=ei
Taustamuuttajat / painokertoimet	
painot_unioni_w	tk: väestöpaino
painot_unioni	tk: analyysipaino
terve_työkäinen_tt2001 †	vastannut influenssa-kysymykseen 1.1.2001 jälkeen 0, 1=kyllä, 0=ei
terve_työkäinen_tt2000 †	vastannut influenssa-kysymykseen ennen marras-joulukuuta 2000, 1=kyllä, 0=ei (marras-joulukuussa 2000 vastanneet suljetaan pois tutkimuksesta harhan vuoksi)
Demograafiset tekijät	
ruotsinkielinen	äidinkielenä ruotsi, 1=kyllä, 0= ei (vastaaja suomenkielinen)
ika	ikä 1.7.2000
ika2	ikä ²
kryhmitys_2000	tk:n kuntaryhmät 1=kaupunkimainen kunta, 2= taajaan asuttu kunta, 3= maaseutumainen kunta
osite	miljoonapiiri
ryvas	tk-piiri
nainen	vastaaja nainen, 1=kyllä, 0=ei (mies)
shp_2000	sairaanhoidopiiri v.2000 luokituksen mukaan (pl. Ahvenanmaa)##
naimisissa	naimisissa, 1=kyllä, 0=ei
talouden koko	talouden koko, henkilöä
lastenmäärä	alle 7-v lasten määrä, henkilöä
mp_2000	miljoonapiiri 1=HYKS, 2=TYKS, 3=TAYS, 4=KYS, 5=OYS
Sosioekonomiset tekijät	
ylempi	ylempi korkeakoulututkinto, 1=kyllä, 0=ei
alempi	alempi korkeakoulututkinto, 1=kyllä, 0=ei
ammattillinen	ammattillinen tutkinto, 1=kyllä, 0=ei
opiskeluvuodet	koulu- ja opiskeluvuosien määrä
työtön_lomautettu	työtön tai lomautettu, 1=kyllä, 0=ei
yrittäjä	yrittäjä (sis. maatalous, freelancer, muu), 1=kyllä, 0=ei
yksityinen	yksityisen sektorin työnantaja, 1=kyllä, 0=ei
ylempi_puoliso	puolisolla ylempi korkeakoulututkinto, 1=kyllä, 0=ei
alempi_puoliso	puolisolla alempi korkeakoulututkinto, 1=kyllä, 0=ei
ammattillinen_puoliso	puolisolla ammatillinen tutkinto, 1=kyllä, 0=ei
oecd_tulo_ky	kotitalouden yhteiset käytettävissä olevat tulot
kotitalous_alin	alin tuloviidennes (I alin < 6 485)
kotitalous_II	toiseksi alin tuloviidennes (II < 9 486)
kotitalous_III	kolmanneksi alin tuloviidennes (III < 12 398)
kotitalous_IV	neljänneksi alin alin tuloviidennes (IV < 16 289)
kotitalous_V	ysin tuloviidennes (V ylin > 16 290)
tulot_puhdas_tutkittava	vastaajan tulot
tulot_alin	alin tuloviidennes (I alin < 5 150)
tulot_II	toiseksi alin tuloviidennes (II < 8 929)
tulot_III	kolmanneksi alin tuloviidennes (III < 12 719)
tulot_IV	neljänneksi alin alin tuloviidennes (IV < 16 634)
tulot_ylin	ysin tuloviidennes (V ylin > 16 635)

Muutujan nimi	Selite
Terveyspalvelut / terveydentila	
työterveyslääkäri	työterveyslääkäri ensisijainen, 1=kyllä, 0=ei
yksityislääkäri	yksityislääkäri ensisijainen, 1=kyllä, 0=ei
lääkäriissäkäynnit	lääkäriissäkäynnit, kaikki (lkm) 12 kk:n aikana
vaihtoehtoishoidot	vaihtoehtoishoidossa (pl.hieronta) käynti, 1=kyllä, 0=ei
internet	terveyttä koskeva tiedonhaku: internet, 1=kyllä, 0=ei
apteekki	terveyttä koskeva tiedonhaku: apteekki, 1=kyllä, 0=ei
lehdet	terveyttä koskeva tiedonhaku: lehdet, 1=kyllä, 0=ei
tvradio	terveyttä koskeva tiedonhaku: tv/radio, 1=kyllä, 0=ei
lääkäri	terveyttä koskeva tiedonhaku: lääkäri/hoitaja, 1=kyllä, 0=ei
kirjat	terveyttä koskeva tiedonhaku: kirjat, 1=kyllä, 0=ei
liikunta	liikuntaa vähintään 4 X viikossa a 30min, 1=kyllä, 0=ei
bmi	body mass index =paino(kg) / pituus(m) ²
terveys_hyvä	subjektiivinen arvio omasta terveydentilasta
terveys_keskitasoinen	subjektiivinen arvio omasta terveydentilasta
terveys_huono	subjektiivinen arvio omasta terveydentilasta
riskin proxyt	
kolesteroli	kolesterolin mittaus 5 vuoden aikana, 1=kyllä, 0=ei
tupakoi	tupakoi (päivittäin tai satunnaisesti), 1=kyllä, 0=ei
lopettanut	lopettanut, 1=kyllä, 0=ei
tupakoimaton	tupakoimaton, 1=kyllä, 0=ei
a_hepatiitti	hepatiitti a -rokote viimeisen vuoden aikana, 1=kyllä, 0=ei
huolehtiminen	huolehdin omasta terveydestäni melko paljon/erittäin paljon, 1=kyllä, 0=ei
Influenssan esiintyvyys:	
insidenssi†	influenssaviruksen (A- ja B-kanta) ilmaantuvuus sh-piirissä v.2000
insidenssi‡	influenssaviruksen (A- ja B-kanta) ilmaantuvuus sh-piirissä v.1999
erotus	insidenssi2 - insidenssi
† Ilmainen influenssarokote tarjotaan henkilöille, joilla on: astma, COPD, krooninen bronkiitti, muu keuhkosairaus, sydäninfarkti, sepelvaltimotauti (angina pectoris), sydämen vajaatoiminta, sydämen rytmihäiriöitä, muu sydänvika/-sairaus tai diabetes	
‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.) ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-99 ja huhtikuu-00	
‡‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.) ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-98 ja huhtikuu-99	
‡‡‡ Helsingin ja Uudenmaan sh-piirit yhdistyivät HUS-piiriksi v.2000 alusta	
Tuloviidennekset perustuvat Tilastokeskuksen luokitteluun vuoden 2000 verotustietojen perusteella (https://www.tilastokeskus.fi/ti/ktutk/kas.html)	

Taulukko 9 Liite: Tutkimuksessa (terveet työikäiset) käytettyjen muuttujien otoskoot, keskiarvot ja hajonnat

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max

vastemtja:					
rokote	4576	.0373689	.1896848	0	1
terve_2001†	4576	.4119318	.4922367	0	1
terve_2000†	4576	.4178322	.4932561	0	1

demografia:					
ika	4576	45.10271	9.265598	30	64
taloudenkoko	4106	2.808329	1.415604	1	11
lastenmäärä	3932	.2774669	.6332361	0	4
naimisissa	4576	.5384615	.498573	0	1
nainen	4576	.5144231	.4998466	0	1
HYKS	4576	.3420017	.474432	0	1
TYKS	4576	.1284965	.3346784	0	1
TAYS	4576	.2316434	.4219284	0	1
KYS	4576	.1641171	.3704223	0	1
OYS	4576	.1337413	.3404113	0	1
kaupunki	4576	.638549	.4804733	0	1
taajama	4576	.1387675	.3457415	0	1
maaseutu	4576	.2226836	.4160931	0	1
ruotsinkielinen	4576	.0498252	.2176074	0	1

sos.ekonomia:						
opiskeluvuod		3899	12.39369	3.685239	0	33
ylempi		4576	.0836976	.276964	0	1
alempi		4576	.0434878	.2039747	0	1
ammattillinen		4576	.7622378	.6696079	0	2
työtön/lomau		4576	.0902535	.2865759	0	1
yksityinen		4576	.4082168	.4915574	0	1
ylempi puoli		4576	.0646853	.2459966	0	1
alempi puoli		4576	.0327797	.178079	0	1
ammatil puol		4576	.4315997	.4953534	0	1
oecd_tulo_ky		4576	14753.07	46088.57	0	2975217
tulot_puhdas		4575	15061.63	25114.47	0	1431606
kotital_alin		4576	.131993	.3385202	0	1
kotital_ylin		4576	.270542	.4442884	0	1
tulot_alin		4576	.1188811	.3236839	0	1
tulot_ylin		4576	.3020105	.45918	0	1
kotitalous_V		4576	.2353584	.424269	0	1
kotitalo_III		4576	.2021416	.4016412	0	1
kotitalo__II		4576	.1597465	.3664108	0	1
tulot_IV		4576	.2663899	.4421188	0	1
tulot_III		4576	.1885927	.3912274	0	1
tulot_II		4576	.1239073	.3295118	0	1

terveys:						
lääk.käynnit		2825	3.732389	3.888845	1	50
hyväterveys		4576	.666958	.4713529	0	1
huonoterveys		4576	.0509178	.219854	0	1
vaihtoehtoho		3905	.1195903	.3245234	0	1
lehdet		1011	1	0	1	1
apteekki		347	1	0	1	1
tvradio		834	1	0	1	1
internet		175	1	0	1	1
liikunta		4576	.21875	.4134438	0	1
bmi_bmi		3371	26.61956	4.689842	15.79	52.45
yksityislääk		4576	.0458916	.2092729	0	1
työterveyslä		4576	.253278	.4349363	0	1
pisto_työter		4576	.0373689	.1896848	0	1

riski:						
kolesteroli		3900	.504359	.5000451	0	1
tupakoi		4576	.2788462	.4484807	0	1
tupakoimaton		4576	.4178322	.4932561	0	1
lopettanut		4576	.1645542	.3708182	0	1
huolehtimine		4576	.2406031	.4274964	0	1
a_hepatiitti		4576	.0222902	.1476419	0	1

ilmaantuvuus:						
insidenssi †		4576	413.6167	424.6453	0	1683.57
insidens2‡‡		4576	384.2967	246.6327	0	705.83
erotus		4576	29.32002	427.3616	-455.82	1476.99

† Ilmainen influenssarokote tarjotaan henkilöille, joilla on: astma, COPD, krooninen bronkiitti, muu keuhkosairaus, sydäninfarkti, sepelvaltimotauti (angina pectoris), sydämen vajaatoiminta, sydämen rytmihäiriöitä, muu sydänvika/-sairaus tai diabetes

‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.)

ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-99 ja huhtikuu-00

‡‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.)

ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-98 ja huhtikuu-99

Tuloviidennekset perustuvat Tilastokeskuksen luokitteluun vuoden 2000 verotustietojen perusteella

(<https://www.tilastokeskus.fi/til/ktutk/kas.html>)

Taulukko 10 Liite: Tutkimuksessa (kaikki yli 30-vuotiaat) käytettyjen muuttujien otoskoot, keskiarvot ja hajonnat

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
vastentja:					
rokote	8028	.1142252	.3181044	0	1
terve_2001†	8028	.2348032	.4239022	0	1
terve_2000†	8028	.2381664	.425988	0	1
demografia:					
ika	8028	54.22135	16.22332	30	99
taloudenkoko	7229	2.447918	1.340983	1	12
lastenmäärä	6932	.1912868	.539903	0	4
naimisissa	8028	.509716	.4999367	0	1
nainen	8028	.5469606	.4978208	0	1
HYKS	8028	.3282262	.4695969	0	1
TYKS	8028	.1370204	.3438903	0	1
TAYS	8028	.2283259	.4197798	0	1
KYS	8028	.1717738	.3772072	0	1
OYS	8028	.1346537	.3413746	0	1
kaupunki	8028	.6198306	.4854585	0	1
taajama	8028	.1418784	.3489471	0	1
maaseutu	8028	.238291	.4260646	0	1
ruotsinkieli	8028	.0570503	.2319532	0	1
sos.ekonomia:					
opiskeluvuod	6898	10.95651	4.219183	0	34
ylempi	8028	.0655207	.2474578	0	1
alempi	8028	.0342551	.1818951	0	1
ammattillinen	8028	.7187344	.7145904	0	1
työtön/lomau	8028	.0661435	.2485482	0	1
yksityinen	8028	.3931241	.4884744	0	1
ylempi_puoli	8028	.0524415	.2229294	0	1
alempi_puoli	8028	.0261584	.1596163	0	1
ammattillin_p	8028	.3877678	.4872715	0	1
oecd_tulo_ky	8027	13246.53	35695.16	0	2975217
tulot_puhdas	8025	13236.31	20824.87	0	1431606
kotitalous_V	8028	.2027902	.4021026	0	1
kotitalo_III	8028	.2032885	.4024704	0	1
kotitalou_II	8028	.2007972	.4006216	0	1
kotital_alin	8028	.1772546	.3819078	0	1
kotital_ylin	8028	.2157449	.4113637	0	1
tulot_alin	8028	.1567015	.3635418	0	1
tulot_ylin	8028	.2288241	.4201019	0	1
tulot_IV	8028	.2126308	.4091941	0	1
tulot_III	8028	.2046587	.4034771	0	1
tulot_II	8028	.1969357	.3977081	0	1
terveys:					
lääk.käynnit	5328	4.113926	4.413528	1	100
yksityislääk	8028	.0528151	.2236782	0	1
työterveyslk	8028	.1826109	.3863712	0	1
hyväterveys	8028	.549701	.4975547	0	1
huonoterveys	8028	.1241903	.3298191	0	1
vaihtoehtoht	6979	.1057458	.307534	0	1
lehdet	1660	1	0	1	1
apteekki	729	1	0	1	1
tvradio	1571	1	0	1	1
internet	246	1	0	1	1
bmii_bmi	5980	27.0746	4.896454	14.71	53.75
pisto_työter	8028	.1142252	.3181044	0	1
liikunta	8028	.2376682	.4256813	0	1
riski:					

kolesteroli		6895	.5270486	.499304	0	1
tupakoi		8028	.2303189	.4210632	0	1
tupakoimaton		8028	.4581465	.4982762	0	1
lopettanut		8028	.190583	.3927853	0	1
huolehtimine		8028	.2441455	.4296062	0	1
a_hepatiitti		8028	.0180618	.1331832	0	1

ilmaantuvuus:						
insidenssi†		8028	423.8374	436.6668	0	1683.57
insides2‡		8028	379.0568	245.9281	0	705.83
erotus		8028	44.78057	432.597	-455.82	1476.99

† Ilmainen influenssarokote tarjotaan henkilöille, joilla on: astma, COPD, krooninen bronkiitti, muu keuhkosairaus, sydäninfarkti, sepelvaltimotauti (angina pectoris), sydämen vajaatoiminta, sydämen rytmihäiriötä, muu sydänvika/-sairaus tai diabetes

‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.)

ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-99 ja huhtikuu-00

‡‡ Influenssan kumulatiivinen insidenssi (lkm/100 000 as.)

ko. sairaanhoitopiirissä välillä marraskuu-98 ja huhtikuu-99

Tuloviidennekset perustuvat Tilastokeskuksen luokitteluun vuoden 2000 verotustietojen perusteella

(<https://www.tilastokeskus.fi/til/ktutk/kas.html>)

Taulukko 11 Liite: Sairaanhoitopiirien jakautuminen miljoonapiireittäin vuonna 2000

HYKS

Uusimaa, Helsinki, Kymenlaakso, Etelä-Karjala

TYKS

Varsinais-Suomi, Satakunta

TAYS

Pirkanmaa, Kanta-Häme, Päijät-Häme, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa

KYS

Etelä-Savo, Itä-Savo, Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi

OYS

Keski-Pohjanmaa, Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu, Länsi-Pohja, Lappi