

Vaihtoehtoisten tupakointitapamuutosten vaikutus miesten keuhkosityöpäsairastuvuuteen Suomessa 2000-luvulle siirryttäessä

T. Hakulinen ja E. Pukkala

Taudin yleisyyden ennustaminen on olennaisen tärkeää suunniteltaessa tautiin kohdistuvia ennalta ehkäiseviä, diagnostisia tai hoitoitoimia. Pahanlaatuisen kasvaimen esiintymisestä antaa parhaan kuvan väestöpohjainen syöpärekisteri (Grundmann ja Pedersen 1975), jonka tuottamia sairastuvuusajaksia voidaan käyttää taudin yleisyyden ennustamiseen (Teppo ym. 1973). Pelkkä havaittujen kehityssuuntien jatkaminen tulevaisuuteen, trendien ekstrapolointi, on ollut varsin hyvä menetelmä aina 10 vuoden päähän ulottuvassa ennustamisessa (Hakulinen ja Pukkala 1980). Eräiden syöpämuotojen, esim. maha- ja rintasyövän sekä ihomelanooman, osalta ennusteita voidaan parantaa ottamalla huomioon eri syntymävuosikohorttien toisistaan eroavat tautivaarat.

Miesten keuhkosityövän osalta trendin ekstrapolointi ennustuskeinona on epäonnistunut: sairastuvuus on selvästi alittanut trendin pohjalla tehdyt ennusteet (Teppo ja Pukkala 1980). Vähäneminen on ollut voimakkaampaa kuin syntymävuosikohorttien välisten tautivaaraerojen perusteella olisi ollut odotettavissa (Hakulinen ja Pukkala 1980, Läärä 1980). Havaittua kehityssuuntaa on onnistuttu myötäilemään paremmin, kun keuhkosityöpäsairastuvuuden ajaksia on selitetty taudin tärkeimpää syytekijää, tupakointia, kuvaavalla savukkeidenkulutuksen ajaksilla (Hakama ja Pukkala 1980).

Vaikka yleisesti katsotaankin, että 80 % syöpätapauksista aiheutuu ympäristötekijöistä, spesifisistä etiologisista tekijöistä, jotka merkittävässä määrin vaikuttaisivat valtakunnallisiin tapausmääriin, tiedetään varsin vähän. Vaaratekijöitä tai niihin läheisesti liittyviä muuttujia on kyllä käytetty hyväksi tautivaaran ennustamisessa (Hakama ym. 1979, Hakama 1980),

mutta keuhkosityöpä on erikoisasemassa siksi, että valtaosa uusista tapauksista olisi jo nyt ehkäistävissä. Tupakointiin ja tupakoinnin lopettamiseen liittyvät vaarasuhteet tunnetaan siksi hyvin (Townsend 1978), että altistuksen muutosten vaikutukset tulevaisuuden sairastuvuuslukuihin ovat varsin hyvin ennakoitavissa.

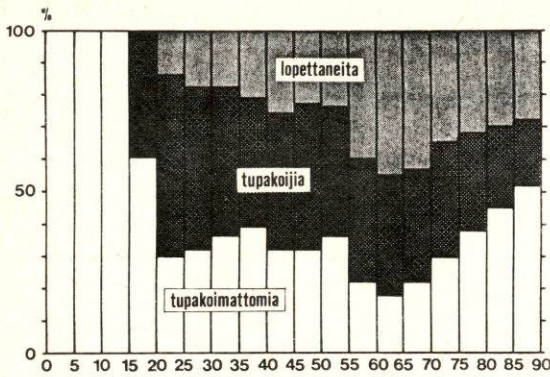
Tupakoinnin yleisyyteen on Suomessa pyritty vaikuttamaan terveyskasvatuksen, rajoitusten, kieltojen ja hintapolitiikan keinoin (Rimpelä 1978a). Vuonna 1977 astui voimaan ns. tupakkalaki, johon nykyiset ja lähitulevaisuuden keinot pohjautuvat. Erilaisten keinojen tehokkuutta voidaan arvioida mm. tutkimalla niiden tulevia vaikutuksia tautivaaraan. Voidaan esimerkiksi selvittää, kannattaako enimmäkseen ponnistelut suunnata siihen, etteivät uudet ikäpolvet altistuisi, vai olisiko parempi pyrkiä olemassa olevan altistumisen vähentämiseen.

Suomen Syöpärekisterissä on rakennettu simulaatiomalli, jonka avulla tupakoinnin aloittamisessa tai lopettamisessa tapahtuvien erilaisten muutosten vaikutukset tulevaisuuden keuhkosityöpäsairastuvuuslukuihin ovat suoraan määritettävissä. Tässä kirjoituksessa selostetaan lyhyesti mallin rakentamisessa käytetyt periaatteet ja joitakin keskeisiä tuloksia.

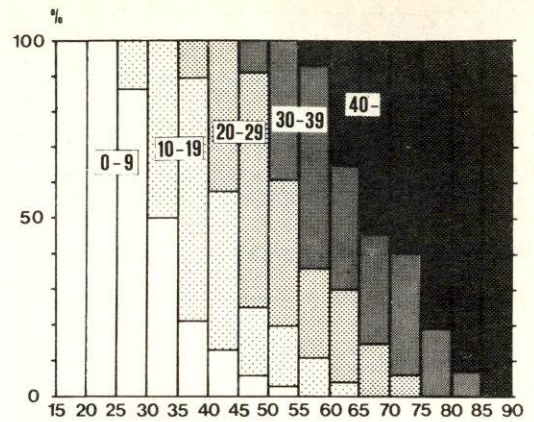
Aineisto ja menetelmät

Ennusteet laskettiin tarkastelemalla viisivuotissyntymävuosikohortteja viiden vuoden välein vuodesta 1980 alkaen. Laskujen yksinkertaistamiseksi tupakointitavan osalta tehtiin seuraavat oletukset:

- 1 Tupakointi aloitetaan ja lopetetaan keskimäärin kunkin viisivuotiskauden puolivälissä.
- 2 Henkilö voi aloittaa tupakoinnin ja sen



Kuvio 1. Vuoden 1975 miesväestön i'ittäinen jakautuminen (%) tupakoimattomien, tupakojien ja lopettaneiden kesken.



Kuvio 3. Vuoden 1975 miestupakojien oletettu jakautuminen (%) tupakoinnin keston (vuosia) mukaan i'ittään.

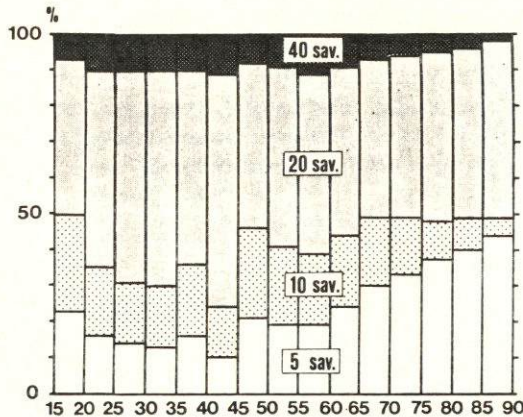
jälkeen lopettaa sen, mutta uudelleen aloittamista ei tapahdu.

- 3 Henkilö ei muuta kerran omaksumaansa tupakoinnin määrää.
- 4 Kaikki tupakoijat polttavat savukkeita; päivittäin poltetaan 5, 10, 20 tai 40 savuketta.
- 5 On yhdentekevää, onko henkilö lopettanut 17.5 vuotta vai kauemmin aikaa sitten. Samoin on yhdentekevää, onko henkilö polttanut 50 vuotta vai kauemmin.

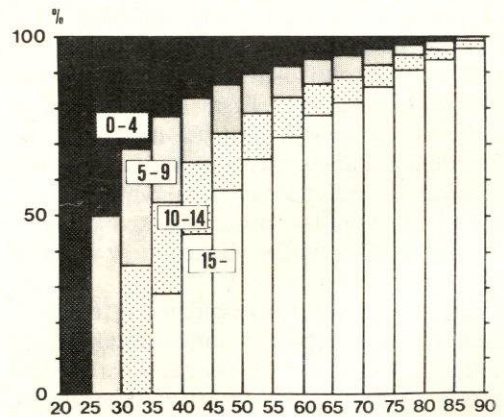
Oletuksista seuraava väestön tupakointitapajako on esitetty liitteessä 1.

Ennustuksen perusväestönä pidettiin vuoden 1975 väestöä, jonka ikäryhmittäinen jakautuminen tupakoimattomiin, tupakoijiin ja lopettaneisiin oli arvioitavissa haastattelututkimuksen

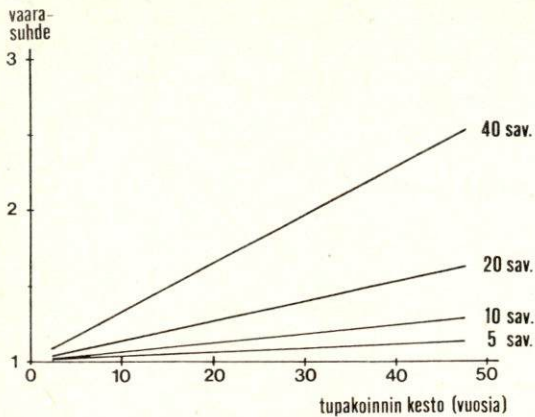
(Rimpelä 1978b) perusteella (kuvio 1). Samasta tutkimuksesta kävi myös ilmi tupakojien ikäryhmittäinen jakautuminen päivittäin yli tai korkeintaan 14 savuketta polttaviin. Nämä luokat jaettiin kahtia vielä siten, että julkaistut aikuisväestön (15 vuotta täyttäneet) tupakankulutusluvut (Rimpelä 1978c) likimäärin pätevät; naisten keskimääräisen savukkeenkulutuksen oletettiin olevan viidenneksen pienempi. Ikäryhmittäistä jakoa suoritettaessa otettiin vielä huomioon yleiskouluisuuden riippuvuus tupakointitavasta. Näin ollen vähän polttavia oli vanhemmissa ikäryhmissä suhteellisesti enemmän kuin nuoremmassa (kuvio 2). Tupakoinnin keston ja tupakoinnin lopettamisesta kuluneen ajan jakaumat määritettiin siten, että



Kuvio 2. Vuoden 1975 miestupakojien oletettu jakautuminen (%) tupakoinnin määrän mukaan i'ittään.

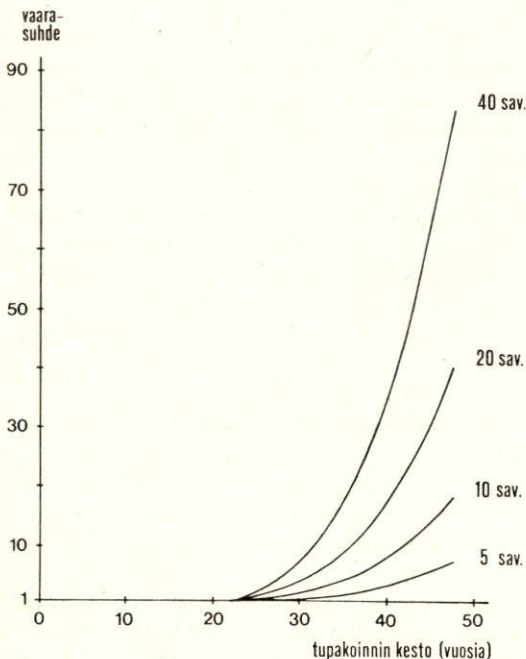


Kuvio 4. Tupakointinsa aiemmin lopettaneiden oletettu jakautuminen (%) lopettamisesta kuluneen ajan (vuosia) mukaan vuoden 1975 miesväestössä i'ittään.

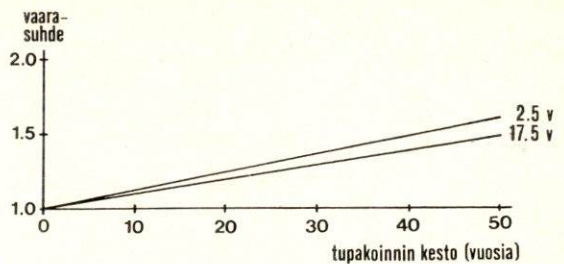


Kuvio 5. Tupakoijien oletettu kuolemanvaara tupakoimattomiin verrattuna 65–69-vuotiailla miehillä tupakoinnin keston ja määrän funktiona.

vuosien 1975 ja 1980 yleiskuolleisuus- ja keuhkosityöpäsairastuvuusluvut pysyivät tupakointitapaluokittain stabiileina. Aloittamisen oletettiin tapahtuneen 10–44 vuoden iässä, 70 %:ssa tapauksista 15–24-vuotiaina. Varhain aloittaneita oletettiin vanhemmissa ikäryhmissä olevan elossa suhteellisesti vähemmän kuin nuoremmissa (kuvio 3).



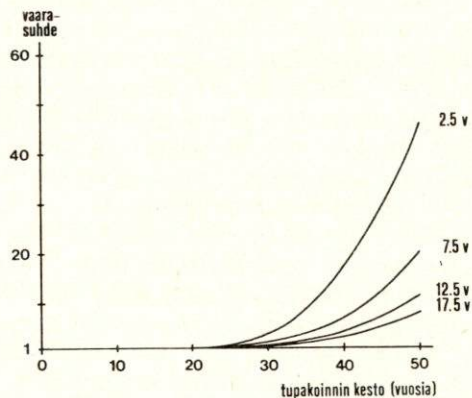
Kuvio 6. Tupakoijien oletettu keuhkosityöpävaara samanikäisiin tupakoimattomiin verrattuna tupakoinnin keston ja määrän funktiona.



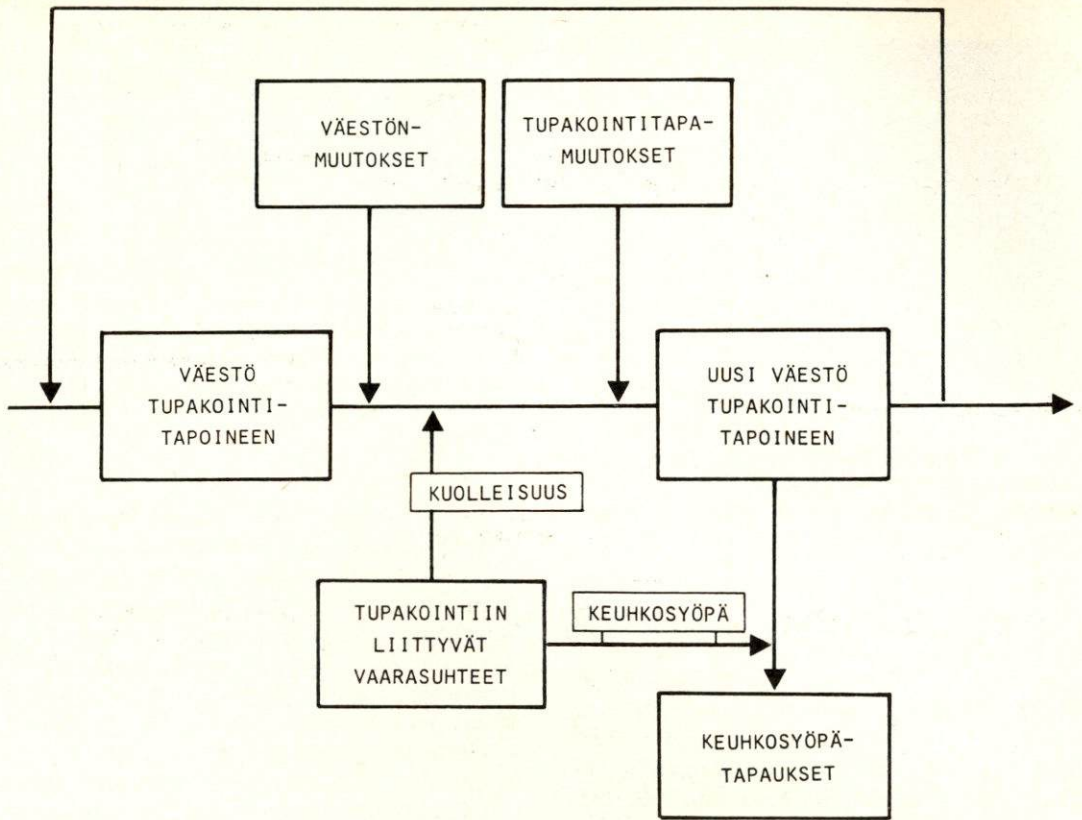
Kuvio 7. Tupakoinnin lopettaneiden 20 savuketta päivittäin polttaneiden oletettu kuolemanvaara tupakoimattomiin verrattuna 65–69-vuotiailla miehillä tupakoinnin keston ja lopettamisesta kuluneen ajan (2.5 vuotta, 17.5 vuotta) funktiona.

Lopettaneiden jakautumisen tupakoinnin määrän ja keston suhteen oletettiin vastaavan viittä vuotta nuorempien tupakoijien jakaumaa. Lopettamisten oletettiin tapahtuneen kaikissa ikäryhmissä. Vanhojen lopettaneiden keskuudessa oli suhteellisesti enemmän kauan sitten lopettaneita kuin nuorien (kuvio 4), koska lopettaneiden yleiskuolleisuus oli polttavien kuolleisuutta pienempi ja koska elossa olevien tupakoijien määrä pieneni iän kasvaessa. Tupakoinnin määrän, keston ja lopettaneiden osalta lopettamisesta kuluneen ajan oletettiin jakautuvan toisistaan riippumattomasti kunkin viisivuotiskäryhmän sisällä.

Eri tupakointitapoihin liittyvät vaarasuhteet määritettiin kirjallisuudessa esitettyihin tuloksiin sovitettujen mallien avulla (liite 2). Keuhkosityövän vaarasuhteet oletettiin iästä riip-



Kuvio 8. Tupakoinnin lopettaneiden 20 savuketta päivittäin polttaneiden oletettu keuhkosityöpävaara samanikäisiin tupakoimattomiin verrattuna tupakoinnin keston ja lopettamisesta kuluneen ajan funktiona.



Kuvio 9. Tupakointitapamuutosten vaikutuksen keuhkosyöpäsairastuvuuteen ennustavan simulaatio-
systeemin toimintaperiaate.

pumattomiksi. Yleiskuolleisuus ei sen sijaan ole ennustettavissa tupakoinnin avulla yhtä hyvin kuin keuhkosyöpäsairastuvuus ja siihen liittyvän vaarasuhteen oletettiin pienenevän iän myötä (Smoking and Health 1964). Tupakoinnin keston ja lopettamisesta kuluneen ajan välille oletettiin multiplikaatiivinen vuorovaikutus (Kullback ja Cornfield 1976, Townsend 1978) modifioituna siten, ettei tupakoinnin lopettamisen riski kuolla tai sairastua keuhkosyöpään koskaan laskenut vastaavanikäisen tupakoimattoman riskin alapuolelle. Eräitä annos-vastesuhteita on esitetty kuvioissa 5–8.

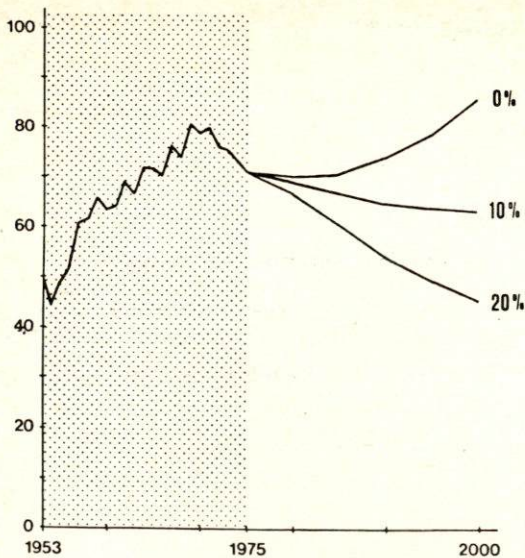
Keuhkosyöpäsairastuvuuden ennusteet laskettiin viiden vuoden välein vuosille 1980–2050 ja vakioitiin ”maailman standardiväestöön” (Waterhouse ym. 1976). Tarvittavat väestöennusteet olivat olemassa vain vuoteen 2000 saakka ja vuodelle 2010 (Tilastokeskus 1978). Vuoden 2005 väestö laskettiin vuosien 2000 ja 2010 väestöjen keskiarvona. Vuosille 2015–2050 väestö ennustettiin siten, että 0–4-vuotiaiden määrä oletettiin kunakin vuonna samaksi kuin vuonna 2010 ja väestön eloonjäämistöden-

näköisyydet kullakin viisivuotisvälillä samoiksi kuin välillä 1996–2000.

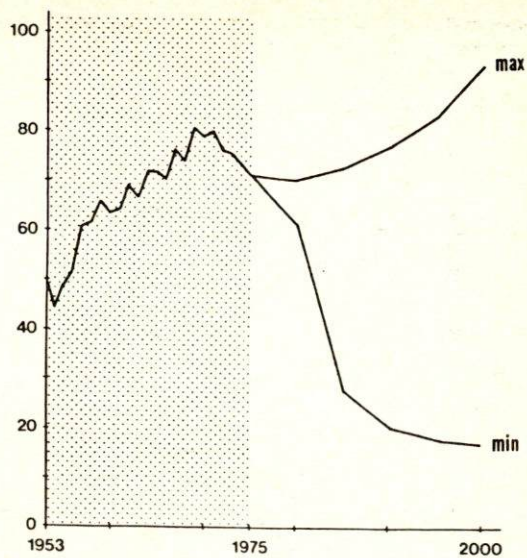
Kun väestön jokaisen viisivuotiskohortin jakautuminen tupakointitapaluokkiin ja kunkin luokan suhteellinen kuolemanvaara olivat tiedossa, väestöennusteen mukainen kohortin henkilöiden vähenemä viiden vuoden aikana voitiin osittaa eri tupakointitapaluokkiin. Tämä edellytti oletusta, ettei siirtolaisuus vaikuttanut kohortin henkilöiden lukumäärään. Olemassa olevissa ja myös tässä tutkimuksessa käytetyissä väestöennusteissa siirtolaisuus oli vuodesta 1980 alkaen oletettu nolllaksi.

Kuolleisuuden lisäksi kohortin tupakointijakaumaan vaikuttivat tupakointitapojen muutokset (kuvio 9). Laskuissa oletettiin, ettei tupakoinnin aloittaminen tai lopettaminen tiettyinä viisivuotisvälillä muuta henkilön riskiä kuolla kyseisellä välillä.

Vuoden 1975 tunnetut keuhkosyöpätapausmäärät (Finnish Cancer Registry 1978) osoitettiin eri tupakointitapaluokkiin luokkien kokojen ja luokkiin liittyvien vaarasuhteiden avulla. Laskuissa oletettiin edelleen, että ainoastaan



Kuvio 10. Miesten ikävakioitu keuhkosityöpäsairastuvuus ($/10^5$ henkilövuotta) Suomessa 1953–1975 ja kolme simuloimalla saatua ennustetta vuosiksi 1980–2000 seuraavin oletuksin: Kunakin peräkkäisenä viisivuotiskausena vuosina 1976–2000 30 % tupakoimattomista 10–14-vuotiaista, 15 % tupakoimattomista 15–19-vuotiaista ja 5 % tupakoimattomista 20–24-vuotiaista alkaa polttaa ja joko 0 %, 10 % tai 20 % tupakoijista kussakin tupakointitapaluokassa lopettaa. Aloittavien jakauma tupakoinnin määrän suhteen kussakin ikäluokassa on sama kuin viisi vuotta vanhempien tupakoijien vuonna 1975.



Kuvio 11. Miesten ikävakioitu keuhkosityöpäsairastuvuus ($/10^5$ henkilövuotta) Suomessa 1953–1975 ja simuloimalla saadut äärimmäisvaihtoehdot ennusteiksi vuosina 1980–2000 seuraavin oletuksin:

Kaikki yli 14-vuotiaat tupakoimattomat alkavat vuosina 1976–1980 ja muut tupakoimattomat 10–14-vuotiaina polttaa 40 savuketta päivässä eikä kukaan lopeta (max) tai kaikki tupakoijat lopettavat vuosina 1976–1980 eikä kukaan enää aloita tupakointia (min).

väestön tupakointijakauman muutokset vaikuttivat keuhkosityöpäinsidenssin muutoksiin. Tupakoimattomien henkilöiden keuhkosityöpävaaraa pidettiin vuosina 1980–2050 näin kullekin ikäryhmälle ominaisena vakiona, jotka määritettiin vuoden 1975 aineiston perusteella.

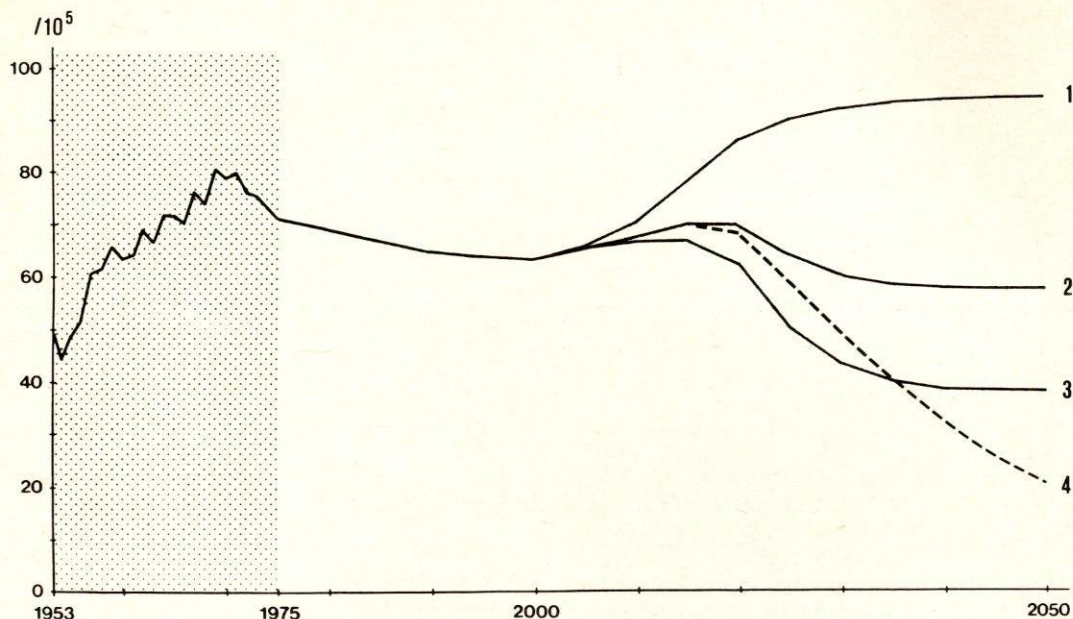
Tupakoinnin aloittamiselle ja lopettamiselle tulevaisuudessa konstruointiin useita vaihtoehtoja. Muuttuvina parametreinä käytettiin lopetusfrekvenssiä, aloitusfrekvenssiä, aloitusikää sekä päivittäin poltettujen savukkeiden määrää uusilla tupakoijilla. Simulaatiosarjoissa annettiin yhden parametrin kerrallaan vaihdella muiden pysyessä vakioina.

Tulokset

Tupakointinsa tiettyinä viisivuotiskausina aloittavien osuuden oletettiin aluksi pysyvän vakiona ja lopettamisfrekvenssin annettiin vaihdella. Kuvion 10 ennusteissa kunakin peräkkäisenä viisivuotiskausina vuoden 1975 jälkeen 30 % tupakoimattomista 10–14-vuotiaista, 15 % tupakoi-

mattomista 15–19-vuotiaista ja 5 % tupakoimattomista 20–24-vuotiaista alkaa polttaa. Aloittavien jakauma tupakoinnin määrän suhteen on kussakin ikäluokassa sama kuin viisi vuotta vanhempien tupakoijien vuonna 1975 (kuvio 2). Tupakointinsa lopettaneiden osuudelle on kolme vaihtoehtoa. Jos kunakin peräkkäisenä viisivuotiskausena 20 % tupakoijista kussakin tupakointitapaluokassa lopettaa, vuoden 2000 keuhkosityöpäsairastuvuusluku on $46/100\ 000$ henkeä; luku oli vuonna 1975 $71/100\ 000$. Jos lopettavien osuus onkin vain 10 %, vuoden 2000 sairastuvuusluku on $64/10^5$. Jollei kukaan lopeta tupakointiaan vuoteen 2000 mennessä, päädytään selvästi vuoden 1975 lukua korkeampaan sairastuvuuteen: $88/10^5$. Vuoden 2050 ennusteet ovat (lopettajien prosenttisen osuuden mukaan) $33/10^5$ (20 %), $58/10^5$ (10 %) ja $114/10^5$ (0 %).

Maksimaalinen ennuste saavutetaan oletta- malla, että kaikista tupakoimattomista tulisi paljon (40 savuketta päivässä) polttavia niin pian kuin mahdollista (joko välillä 1976–1980 tai 10–14 vuoden iässä). Tällöin vuoden 2000 keuhkosityöpäsairastuvuus olisi $94/10^5$ (kuvio 11).



Kuvio 12. Miesten ikävakoitu keuhkosityöpäsairastuvuus ($/10^5$ henkilövuotta) Suomessa 1953–1975 ja simuloimalla saatuja ennusteita vuosiksi 1980–2050 oletuksin:

Kunakin peräkkäisenä viisivuotisjaksona vuosina 1976–2050 10 % tupakoijista kussakin tupakointitapaluokassa lopettaa ja yksi seuraavista aloitusvaihtoehdoista on voimassa:

1: a % tupakoimattomista 10–14-vuotiaista, β % tupakoimattomista 15–19-vuotiaista ja γ % tupakoimattomista 20–24-vuotiaista alkaa polttaa, $a = 60, \beta = 30, \gamma = 10$,

2: sama kuin edellä, mutta $a = 30, \beta = 15, \gamma = 5$,

3: sama kuin edellä, mutta $a = 15, \beta = 7.5, \gamma = 2.5$,

4: sama kuin edellä, mutta a saa peräkkäisinä viisivuotisivälinä arvot 30, 24, 18, 12, 6 ja 0 (loput välit),

β arvot 15, 12, 9, 6, 3 ja 0 (loput välit) sekä

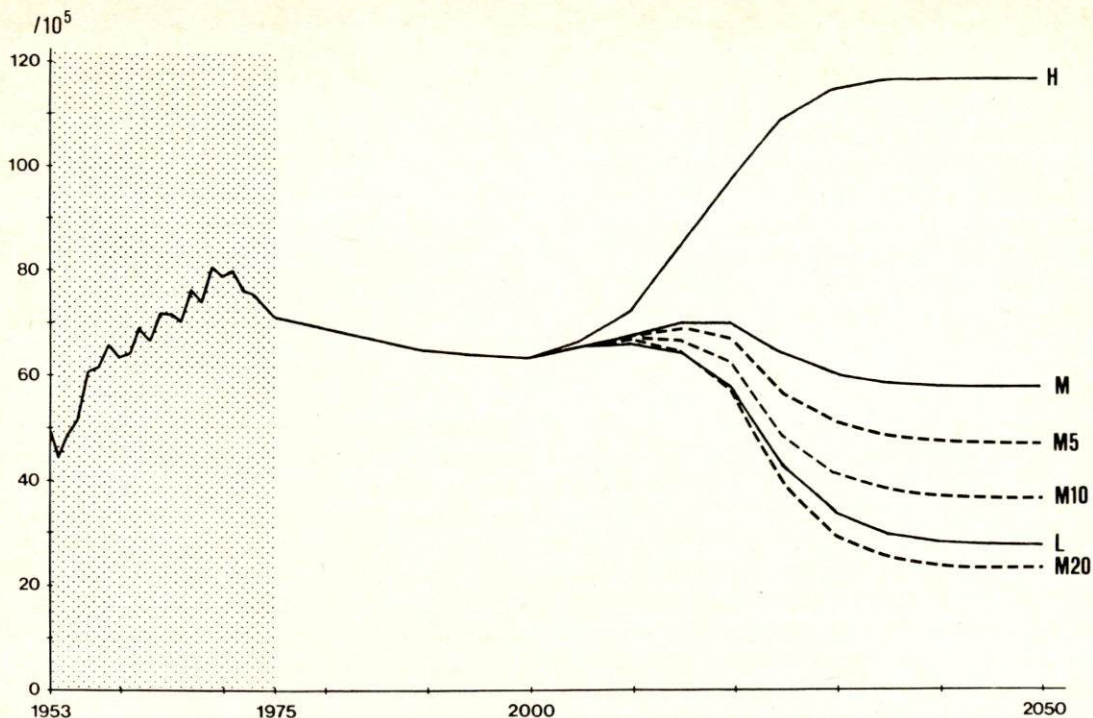
γ arvot 5, 4, 3, 2, 1 ja 0 (loput välit).

Vuoteen 2050 mennessä vuosittain todettavien miesten keuhkosityöpien määrä nousisi 30 000: een nykyisestä vajaan 2000:sta. Minimienuste, $17/10^5$ vuonna 2000, saavutettaisiin, jos kaikki tupakoijat lopettaisivat mahdollisimman pian eikä kukaan enää aloittaisi tupakointia. Vuoden 2005 tienoilla saavutettaisiin minimiarvo $16/10^5$, johon sairastuvuus stabiloituisi.

Pidettäessä lopettamisfrekvenssi vakiona (10 % kaikissa tupakointitapaluokissa kunakin viisivuotisjaksona) erilaiset aloitusvaihtoehdot eivät anna vuoteen 2000 mennessä paljonkaan toisistaan poikkeavia ennusteita (kuvio 12). Vuosi 2000 on liian lähellä keuhkosityövän kehittymiseen vaadittavaan ajanjaksoon verrattuna. Vuoden 2000 jälkeisiin keuhkosityöpäsairastuvuuslukuihin erilaisilla aloittamisvaihto-

Taulukko 1. Simuloimalla saatuja ennusteita miesten keuhkosityöpäsairastuvuudeksi ($/10^5$ henkilövuotta) Suomessa vuonna 2050. Aloitusvaihtoehdot kuten kuvioissa 12 ja 13, lopetusvaihtoehdot: joko 0 %, 10 % tai 20 % tupakoijista kussakin tupakointitapaluokassa lopettaa.

Aloitusvaihtoehto	Lopetusvaihtoehto		
	0 %	10 %	20 %
1	202	94	47
2 (M)	114	58	33
3	65	38	25
M5	84	47	29
M10	59	36	25
M20	30	23	19
H	210	116	48
L	37	27	20



Kuvio 13. Miesten ikävakioitu keuhkosityöpäsairastuvuus ($/10^5$ henkilövuotta) Suomessa 1953–1975 ja simuloimalla saatuja ennusteita vuosiksi 1980–2050 oletuksin:

Aloitussfrekvenssistä kuvion 10, lopetusfrekvenssistä kuvion 12 oletukset ja yksi seuraavista vaihtoehtoista on voimassa:

H: Kaikki aloittajat omaksuvat tavan polttaa 40 savuketta päivässä.

M: Aloittajien tupakointitavat ovat sekoitus kaikista mahdollisuuksista (kuvion 12 vaihtoehto 2).

L: Kaikki aloittajat omaksuvat tavan polttaa 5 savuketta päivässä.

M5: M-vaihtoehdon aloitussfrekvenssit, mutta 5 vuotta vanhemmissa i'issä.

M10: M-vaihtoehdon aloitussfrekvenssit, mutta 10 vuotta vanhemmissa i'issä.

M20: M-vaihtoehdon aloitussfrekvenssit, mutta 20 vuotta vanhemmissa i'issä.

ehdoilla sen sijaan on olennainen merkitys. Mikäli ikäryhmittäiset aloittamisfrekvenssit ovat kuvion 10 oletusten mukaiset (vaihtoehto 2), vuoden 2050 keuhkosityöpäsairastuvuusluku on $58/10^5$. Jos aloittaneiden osuudet ovat kuviossa 10 mainittuihin verrattuna kaksinkertaiset (vaihtoehto 1), luku on $94/10^5$. Jos aloittamisen yleisyys on vain puolet kuviossa 10 oletusta (vaihtoehto 3), vuoden 2050 keuhkosityöpäsairastuvuus on $38/10^5$. Jos aloitussfrekvenssi aluksi on kuvion 10 oletusten mukainen, pienenee sitten tasaisesti kullakin viisivuotiskäytöllä ja saavuttaa nollan vuosivälistä 2001–2005 alkaen (vaihtoehto 4), ennuste sijoittuu aluksi muiden vaihtoehtojen välille, mutta laskee sitten vuodeksi 2050 arvoon $19/10^5$ ja saavuttaa lopuksi – viimeistenkin tupakoijien kuoltua – absoluuttisen minimin $16/10^5$. Käyrissä havaittava väliaikainen nousu 2000-luvun alkupuolella johtuu 1951–1960 synty-

neiden runsaasta tupakoinnin aloittamisesta.

Yksilön omaksumalla tupakoinnin useudella on ratkaiseva merkitys 2000-luvun alkupuoliskon keuhkosityöpäsairastuvuudelle. Jos ikäryhmittäiset aloitussfrekvenssit ovat kuvion 10 oletusten mukaiset, lopettamisfrekvenssi 10 % kunakin peräkkäisenä viisivuotiskäytöllä, mutta kaikki aloittajat omaksuvat tavan polttaa 40 savuketta päivässä, vuoden 2050 keuhkosityöpäsairastuvuus on $116/10^5$ (kuvio 13). Jos aloittajat sen sijaan poltaisivatkin vain 5 savuketta päivässä, luku olisi vain $27/10^5$.

Tupakoinnin aloitustien siirrolla voidaan niinkin vaikuttaa keuhkosityöpien määrään tulevaisuudessa. Jos aloitussfrekvenssit ovat kuvion 10 oletusten mukaiset ja lopettamisfrekvenssi 10 %, mutta kaikki aloitukset voidaan siirtää 10 vuotta myöhempään ikään, vuoden 2050 keuhkosityöpäsairastuvuus on $36/10^5$ (kuvio 13). Vastaava luku on $58/10^5$, jos lykkäämisessä ei

onnistuta. Jos aloittamisia voidaan siirtää 20 vuodella, saavutetaan tulos 23/10⁵. Jo viiden vuoden lykkäys aloitusiässä pudottaisi vuoden 2050 sairastuvuudesta viidenneksen.

Eri aloitusvaihtoehtojen antamia tuloksia on edellä tarkasteltu lopettamisfrekvenssin ollessa 10 %. Tuloksien keskinäiset suhteet pysyvät samoina myös muunlaisilla lopettamisfrekvensseillä (Taulukko 1). Sairastuvuusluvut ovat kuitenkin luonnollisesti sitä alhaisempia mitä suurempi on lopettamisfrekvenssi.

Pohdinta

Mallin rakentaminen merkitsee aina todellisuuden yksinkertaistamista. Nyt käytetty simulaatiomalli sisältää monia epärealistisiltakin vaikuttavia oletuksia. Oletetaan esimerkiksi, että henkilöiden itsensä tekemät päätökset tupakoinnin lopettamisesta pitävät. Näinhän ei todellisuudessa ole, ja malliin sisällytetyillä tupakoinnin lopetuksilla tarkoitetaan todellisia, onnistuneita lopettamispäätöksiä. Tupakoinnin määrän suhteen tehty karkeistus neljään luokkaan ei ole kovin rajoittava keuhkosityöpävaaran lineaarisen annos-vastesuhteen vuoksi (Townsend 1978). Toisaalta oletus tupakoinnin määrän ja keston iittäisestä riippumattomasta jakautumisesta ei ole realistinen muttei käytettävissä olevin tiedoin myöskään parannettavissa. Ulkomaisista alttiuslähtöisistä tutkimuksista saatujen vaarasuhteiden tarkka soveltuvuus Suomen oloihin on niin ikään epävarmaa.

Savukkeiden terwapitoisuuden alentamiseen on Suomessa viime aikoina kiinnitetty erityistä huomiota. Oletuksissa savukkeen haitta-asteen muutoksia ei ole otettu huomioon. Jos henkilö ei muuta polttamiensa savukkeiden määrää savukkeen haitta-asteen alentuessa, mallin ennustamat keuhkosityöpäsairastuvuusluvut yliarvioivat todellista sairastuvuutta tulevaisuudessa. Jos sen sijaan henkilö korvaa vähenevän haitta-asteen lisäämällä päivittäin polttamiensa savukkeiden määrää, ennusteet ovat oikeaan osuvampia.

Muuan keino todeta mallin kelvollisuus olisi ennustaa sen avulla taaksepäin tai ennustaa esim. vuoden 1975 keuhkosityöpäsairastuvuusluvut jonkin aikaisemman vuoden tupakointitapajakauman ja todettujen tupakointitapamuutosten avulla. Valitettavasti tähän riittävää tietoa ei ole olemassa. Herkkyysanalyysit antaisivat tietoa siitä, miten oletusten muuttaminen vaikuttaa ennusteisiin. Tällaisia analyysejä teh-

tiin, muttei varsinaisessa herkkyysanalyysitarkoituksessa. Näillä analyyseillä haettiin empiirisesti sellaiset tupakointitapajakaumat (kuviot 2–4), jotka yhdessä vaarasuhteiden (liite 2) kanssa stabiloivat ensimmäisen ennuste-astelehen vuodesta 1975 vuoteen 1980. Vääriksi alkujakaumiksi tulkittiin sellaiset, jotka aiheuttivat dramaattisia keuhkosityöpävaaran muutoksia jo ensimmäisellä ennustevalilla. Menneen ajan 1976–1980 sisällyttämällä ennusteeseen ei tulosten päälinjauksen kannalta ole ratkaisevaa merkitystä.

Käytetty simulaatiomenetelmä oli deterministinen (Kleijnen 1974). Pohjimmiltaan keuhkosityöpäsairastuvuus on satunnaisilmiö, ja periaatteessa stokastiset simulaatiomallit ovat parempia. Toisaalta tässä tilanteessa populaation koko joka tapauksessa noudattaa determinististä väestöennustetta ja sattuma vaikuttaisi vain kuolleiden määrän osittamiseen eri tupakointitapaluokkien kesken ja keuhkosityöpäsairastuvuuteen. Pelkästään viimeksi mainitun hallintaan stokastista simulaatiota ei tarvita, sillä vuosittain havaittava keuhkosityöpätapausten määrä on Poisson- (käytännössä normaalisti) jakautunut, parin tuhannen suuruusluokkaa ja sen satunnaisvaihtelu suhteellisen pientä. Kaiken kaikkiaan satunnaistekijöiden vaikutus on varsin vähäinen systemaattisten tekijöiden, ennen kaikkea tupakointitapojen vaikutukseen verrattuna, joten todellisia syitä stokastiseen simulaatioon ei ole.

Ennusteet eivät anna täydellistä kuvaa tulevaisuuden keuhkosityöpäsairastuvuudesta Suomessa, sillä ne on tehty vain miehille. Naisten tupakointi on viime vuosikymmeninä yleistynyt ja heidän keuhkosityöpäsairastuvuuslukunsa on jatkuvassa nousussa (Teppo ja Pukkala 1980). Erillinen ennuste naisille on konstruoitavissa samalla periaatteella kuin miestenkin ennuste.

Esitetystä varauksista huolimatta tulokset osoittavat selvän suunnan tupakoinnin vastustamiseen kohdistuvalle kansanterveystyölle. Olemassa olevan altistumisen vähentämisellä on nopeampi vaikutus keuhkosityöpäsairastuvuuden vähentämiseen kuin uuden altistumisen estolla. Tämä ei kuitenkaan oikeuta suuntaamaan terveystasvatuksen painopistettä yksinomaan tupakoinnin lopettamiseen, sillä tupakoinnin aloittamisen estämiseen tähtäävien toimien vaikutus keuhkosityöpäsairastuvuuteen on havaittavissa vasta ensi vuosisadan alkupuolella, mutta siellä erityisen selvästi.

Tulokset osoittavat nimittäin, että aloittamisen yleisyydellä, aloitusiällä ja tulevien tupakojien omaksumalla tupakoinnin useudella on

varsin suuret vaikutukset ennusteisiin. Tehdyillä oletuksilla aloitusiän siirtäminen 10 vuodella vastaa aloittamisen yleisyyden vähentämistä puoleen. Aloitusiän siirrolla 20 vuotta myöhemmäksi eliminoidaan valtaosa tupakoinnin aiheuttamista keuhkosityöpätapauksista. 1970-luvun alun nuorison runsas tupakoinnin aloittaminen aiheuttaa 2000-luvun alkupuolella keuhkosityöpäsairastuvuuteen uutta nousua, ellei näissä kohorteissa myös lopettaneiden määrä tule olemaan tavallista suurempi.

Tiivistelmä

Vaihtoehtoisten tupakointitapamuutosten vaikutusta miesten keuhkosityöpäsairastuvuuteen vuosina 1980–2050 ennustettiin simulaatiomallilla. Miesväestön iittäinen jakautuminen tupakointitavoittain vuonna 1975 arvioitiin tehtyjen haastattelututkimusten ja tupakankulutustilastojen avulla. Erilaisten tupakointitapojen vaikutus yleiskuolleisuuteen ja keuhkosityöpäsairastuvuuteen määritettiin aikaisempien tutkimuksien perusteella.

Oletettaessa tupakoinnin aloitusfrekvenssi

vakioksi (ks. teksti) ja lopettaneiden määrä 20 %:ksi kunakin peräkkäisenä viisivuotisvälinä vuodesta 1980 alkaen vuoden 2000 keuhkosityöpäsairastuvuusluku on $46/10^5$, kun vastaava luku vuonna 1975 oli $71/10^5$. Jos lopettaneiden osuus on vain 10 %, vuoden 2000 sairastuvuusluku on $64/10^5$. Jollei kukaan lopettaisi, luku olisi $88/10^5$.

Ensi vuosisadan alkupuolen keuhkosityöpäsairastuvuusluvut puolestaan suurelta osin määräytyvät myös sen mukaan, kuinka tupakoinnin aloittamiseen kyetään vaikuttamaan. Tupakoiden määrään, tupakoinnin useuteen ja aloitusikäen kohdistuvilla toimilla on toisiaan korvaava merkitys. Tehdyillä oletuksilla aloitusiän siirtäminen 10 vuodella vastaa aloittamisen yleisyyden vähentämistä puoleen, kun taas siirtämällä aloitusikää 20 vuodella eliminoidaan valtaosa tupakoinnin aiheuttamista keuhkosityöpätapauksista. Viime vuosikymmenen alkupuolella tupakointitapansa omaksuneen nuorison vierottamiseen tupakoinnista on syytä kohdistaa erityistoimia, jotta 2000-luvun alkupuolella välttäisi ylimääräiseltä keuhkosityöpäsairastuvuuden nousulta.

Summary

Effect of alternative changes in smoking habits upon incidence of lung cancer in males in Finland 1980–2050

by T. Hakulinen and E. Pukkala

A simulation model was constructed on the basis of which effects of alternative changes in smoking habits upon lung cancer incidence in the future could directly be quantified. A fictitious population, comparable to the entire male population in Finland with respect to smoking habits, was simulated by the computer to experience selective general mortality and different lung cancer risks due to different smoking habits and changes in them. The distribution of smoking habits in the population was estimated on the basis of previous country-wide interview studies and on published statistics on tobacco consumption. The effects of different smoking habits upon general mortality and lung cancer incidence were determined on the basis of previous studies.

If the proportion of persons starting smoking is considered to be constant (30 per cent of non-smokers aged 10–14, 15 per cent of those aged 15–19, and 5 per cent of those aged

20–24 years) in each consecutive five-year period after 1975 and the proportion of smokers stopping in each category of smokers 20 per cent in the same periods, the age-adjusted incidence rate in the year 2000 will be $46/10^5$. In 1975, the corresponding figure was $71/10^5$. If the proportion stopping is only 10 per cent, the rate in 2000 would be $64/10^5$. If nobody stopped smoking, the figure would be $88/10^5$.

Introduction of different alternatives for starting of smoking does not have a material effect on the forecasts up to the year 2000. After that year, however, different alternatives for proportion of new smokers, numbers of cigarettes smoked and age at starting have a considerable effect upon the forecasts. On the assumptions made, a postponement of 10 years in starting age has the same effect upon lung cancer incidence as cutting the proportions of those starting smoking down by one half. To postpone the starting age with 20 years would eliminate most of the lung cancer cases caused by smoking. Special efforts should be concentrated upon the cessation of smoking of the youth who started smoking in the 1970s in order to prevent a new rise in lung cancer incidence in the early 2000 s.

Kirjallisuutta

- Doll R ja Peto R:* Mortality in relation to smoking: 20 years' observation on male British doctors. *Brit. med. J.* 1976; 2:1525—1536.
- Finnish Cancer Registry: Cancer Incidence in Finland 1975. Cancer Society of Finland Publication No. 25, Helsinki 1978.
- Grundmann E ja Pedersen E* (Toim.): Cancer Registry. Recent Results in Cancer Research No. 50. Springer-Verlag, Berliini 1975.
- Hakama M:* Projection of cancer incidence: experiences and some results in Finland. *Wld Hlth Stat. Quart.* 1980 (Painossa).
- Hakama M, Soini I, Kuosma E, Lehtonen M ja Aromaa A:* Breast cancer incidence: geographical correlations in Finland. *Int. J. Epidemiol.* 1979;8:33—40.
- Hakama M ja Pukkila T:* Miesten keuhkosityönsidenssi Suomessa vuonna 2000. *Duodecim* 1980;96:1139—1144.
- Hakulinen T ja Pukkala E:* Prediction of cancer incidence by utilization of risk factors and the effect of intervention. Kirjassa: Trends in Cancer Incidence. Toim. K. Magnus. Hemisphere, McGraw-Hill, New York 1980 (Painossa).
- Kleijnen JPC:* Statistical Techniques in Simulation. Part I. Marcel Dekker, New York 1974.
- Kullback S ja Cornfield J:* An information theoretic contingency table analysis of the Dorn study of smoking and mortality. *Comp. Biomed. Res.* 1976;9:409—437.
- Läärä E:* Ikä-, aika- ja kohorttitekijöiden vaikutus Suomen miesten keuhkosityöpärsäntävyydessä vuosina 1953—76. Tilastotieteen pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Helsinki 1980.
- Rimpelä M:* Aikuisväestön tupakointitapojen muutosten seuranta — katsaus Suomen Gallup Oy:n toteuttamien kyselytutkimusten tuloksiin ja seurantajärjestelmän kehittämiseen. *Sos. lääket. Aikak.l.* 1978;15:112—123 (a).
- Rimpelä M:* Aikuisväestön tupakointitavat Suomessa 1950—1970-luvuilla. Kansanterveystieteen julkaisuja M 40/78. Tampereen yliopiston kansanterveystieteen laitos, Tampere 1978 (b).
- Rimpelä M:* Tupakoinnin vähentämisessä uudenslaisiin tavoitteisiin. Huomiota myös haitta-altistukseen. *Sosiaal. Aikak.k.* 1978;72:11—19 (c).
- Smoking and Health. Report of the Advisory Committee to the Surgeon General of the Public Health Service. U.S. Department of Health, Education and Welfare. Public Health Service, Washington 1964.
- Teppo L, Hakulinen T ja Saxén E:* Syöpätaudit Suomessa 1980. *Duodecim* 1973;89:307—316.
- Teppo L ja Pukkala E:* Keuhkosityövän yleistyminen Suomessa pysähtynyt. *Duodecim* 1980;96:221—229.
- Tilastokeskus: Kunnittainen väestöennuste 1978—2010. Tilastotiedotus VÄ 1978:17.
- Townsend J L:* Smoking and lung cancer: A cohort data study of men and women in England and Wales 1935—70. *J. Roy. Stat. Soc. A* 1978;141:95—107.
- Waterhouse J, Muir C, Correa P ja Powell J* (Toim.): Cancer Incidence in Five Continents. Volume III. IARC Scientific Publications No. 15. International Agency for Research on Cancer, Lyon 1976.
- Whitemore A ja Altshuler B:* Lung cancer incidence in cigarette smokers: further analysis of Doll and Hill's data for British physicians. *Biometrics* 1976;32:805—816.

Liite 1. Väestön tupakointijakauma

Olkoon

- i = ikä (arvot 2.5, 7.5, 12.5, ..., 82.5, 87.5, viisivuotiskäryhmien luokkakeskiarvoja),
- h = kalenterivuosi (arvot 1975, 1980, 1985, ..., 2050),
- k = päivittäin poltettujen savukkeiden määrä (arvot 5, 10, 20, 40),
- l = lopettamisesta kuluneiden vuosien määrä (arvot 2.5, 7.5, 12.5, 17.5),
- m = tupakointivuosien määrä (polttavilla arvot 2.5, 7.5, 12.5, ..., 47.5, lopettaneille arvot 5, 10, 15, ..., 50),

P_{ih} = henkilöiden lukumäärä iässä i kalenterivuonna h ,

N_{ih} = tupakoimattomien määrä iässä i kalenterivuonna h ,

S_{ihkm} = niiden polttavien määrä, joilla indeksit i, h, k ja m ,

Q_{ihklm} = niiden lopettaneiden määrä, joilla indeksit i, h, k, l ja m .

Menetelmäosassa tehtyjen oletusten nojalla pätee, että

$$P_{ih} = N_{ih} + \sum_{k=5}^{40} \sum_{m=2.5}^i S_{ihkm} +$$

$$+ \sum_{k=5}^{40} \sum_{l=2.5}^{17.5} \sum_{m=5}^{i-l} Q_{ihklm}.$$

Liite 2. Yleiskuolleisuuden ja keuhkosityöpäsairastuvuuteen liittyvät vaarasuhteet tupakointitapojen funktiona

Olkoon i -vuotias henkilö polttanut k savuketta päivässä m vuoden ajan, jonka jälkeen hän on ollut l vuotta polttamatta. Tällöin hänen kuolemanvaaransa samanikäiseen tupakoimattomaan nähden on

$$R_{iklm} = 1 + c_i \frac{(r_k - 1)}{(r_{20} - 1)} (a_m - 1) v_i,$$

missä

- c_i = ikään i liittyvä vaarasuhteen vaimennus,
 r_k = k savukkeen päivittäiseen polttamiseen liittyvä vaarasuhteen vahvistus,
 a_m = m tupakointivuoteen liittyvä vaarasuhteen vahvistus ja
 v_i = l lopettamisesta kuluneeseen vuoteen liittyvä vaarasuhteen vaimennus.

Saman henkilön keuhkosityöpävaara vastaavanikäiseen tupakoimattomaan nähden on

$$S_{iklm} = 1 + \frac{(s_k - 1)}{(s_{20} - 1)} (b_m - 1) w_i,$$

missä s_k vastaa edellisen kaavan r_k :tä, b_m a_m :ää ja w_i suuretta v_i .

Edellisiin kaavoihin sisältyvät suureet määritettiin seuraavasti (lähde, jossa esitettyihin tulkuihin kaava perustuu):

$$c_i = 1, i < 40,$$

$$c_i = -0.02634i + 2.3825, i \geq 40,$$

(Smoking and Health 1964, s. 87),

$$lgr_k = 0.007526k$$

(Doll ja Peto 1976, s. 1527)

$$a_m = 0.02m + 1$$

Smoking and Health 1964, s. 90)

$$lgv_i = 0, \text{ edelleen tupakoivat,}$$

$$lgv_i = -0.006723l - 0.02228, \text{ lopettaneet,}$$

(Doll ja Peto 1976, s. 1531),

$$s_k = k/2$$

(Doll ja Peto 1976, s. 1527),

$$lgb_m = 0, m \leq 20,$$

$$lgb_m = 4.9058 (lgm - 1.35), m > 20,$$

(Whittemore ja Altshuler 1976, s. 809),

$$lgw_i = 0, \text{ edelleen tupakoivat,}$$

$$lgw_i = -1.1748 (lgl - 0.5185), \text{ lopettaneet,}$$

(Doll ja Peto 1976, s. 1531).

Kiitokset

Lääkintöhallitus on tukenut tutkimusta tupakkalain 27§:n mukaisesta määrärahasta.

Suomen Syöpärekisteri
 00170 Helsinki 17