

## Klooratuille fenoksihapoille altistumisen vaikutus metsurien terveydentilaan vesakontorjuntatyössä

Alli Manninen, Juhani Kangas, Ilkka Mononen, Pentti Heikkinen, Tapio Klen & Kaj Husman

*ABSTRACT: EFFECT OF EXPOSURE TO CHLORINATED PHENOXY ACID HERBICIDES ON THE HEALTH OF FINNISH FOREST WORKERS IN SILVICULTURAL CLEARING WORK*

Manninen, A., Kangas, J., Mononen, I., Heikkinen, P., Klen, T. & Husman, K. 1986. Klooratuille fenoksihapoille altistumisen vaikutus metsurien terveydentilaan vesakontorjuntatyössä. Abstract: Effect of exposure to chlorinated phenoxy acid herbicides on the health of Finnish forest workers in silvicultural clearing work. *Silva Fennica* 20 (3): 181–188.

Exposure to phenoxy acids and their effect on workers' health were studied among 35 exposed forest workers. The control group was 47 non-exposed loggers. The both groups were medically examined before and after their working period including such laboratory analyses as B-differential count, B-thrombocytes. In addition, the exposure of eight ULV sprayers and two clearing saw sprayers were measured in breathing zone. The mean of phenoxy acid concentrations in urine among all the exposed workers after the working period was 6,5  $\mu\text{mol/l}$  being significantly below the hygienic limit value (14  $\mu\text{mol/l}$ ). The mean concentration of ULV sprayer workers was 7,3  $\mu\text{mol/l}$  and of clearing saw sprayer workers 2,7  $\mu\text{mol/l}$ . The mean of air concentrations among ULV sprayers was 0,23  $\text{mg/m}^3$  and among clearing saw sprayers 0,06  $\text{mg/m}^3$ , respectively. No statistically significant differences were noticed in the hematologic parameters and in the enzyme activities of the liver, kidney and muscles between the exposed and control groups before or after the working period. So, it seems that these low exposure levels don't cause sudden changes in health.

Kesällä 1985 tutkittiin metsurien ( $n=35$ ) altistumista klooratuille fenoksihapoille ja altistumisen vaikutusta terveydentilaan. Vertailuryhmänä oli hakkuutyötä tekeviä metsureita ( $n=47$ ), jotka eivät altistuneet torjunta-aineille. Kaikille työntekijöille tehtiin terveystarkastus ja laboratorioanalyseistä mm. täydellinen verenkuva ja verihiutaaleet ennen työjakson alkua ja heti työn loputtua. Lisäksi mitattiin pitoisuuksia työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä altistustason selvittämiseksi. Virtsan fenoksihappopitoisuuden keskiarvo oli altistuneilla työntekijöillä työjakson jälkeen 6,5  $\mu\text{mol/l}$ , eli selvästi alle työhygieenisen viitearvon (14  $\mu\text{mol/l}$ ). ULV-ruiskuttajilla pitoisuuden keskiarvo oli 7,3  $\mu\text{mol/l}$ , ja raivaussahan kantokäsittelylaitteen käyttäjällä 2,7  $\mu\text{mol/l}$ . Hengitysvyöhykepitoisuudet ULV-ruiskutuksessa olivat 0,23  $\text{mg/m}^3$  ja kantokäsittelylaitteen käytössä 0,06  $\text{mg/m}^3$ . Vaikka torjunta-ainepitoisuudet hengitysvyöhykkeellä olivat nyt samaa luokkaa kuin aiemmissa tutkimuksissa, olivat virtsapitoisuudet selvästi alhaisempia kuin aiemmin, mikä johtunee työntekijöiden parammasta suojautumisesta. Altistuneen ja vertailuryhmän työntekijöiden

kijöiden terveydentila ei poikennut toisistaan, sillä verenkuvan, maksan, munuaisten ja lihastoimintaa kuvaavat laboratorioarvot eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Näin ollen todetuilla altistumistasoilla klooratut fenoksihapot (MCPA ja 2,4-D) eivät näyttäisi aiheuttavan äkillistä muutosta terveydentilaan.

Keywords: MCPA, 2, 4-D, chemical control, chemical clearing  
ODC 304+236.1/.2+414

Authors' addresses: Manninen, Kangas, Heikkinen, Klen & Husman: Kuopion aluetyöterveyslaitos (Kuopio Regional Institute of Occupational Health), PL 93, SF-70701 Kuopio, Finland. Mononen: University Central Hospital of Kuopio, Department of Clinical Chemics, SF-70700 Kuopio, Finland

Approved on 19. 11. 1986

## 1. Johdanto

Metsätaloudessa torjunta-aineita käytetään taimitarhoilla, taimikonhoitotöissä ja kuorellisen puutavaran suojaukseen. Taimikonhoitotöihin osallistuu 1000–1500 työntekijää vuosittain kasvukauden aikana (Laakkonen ym. 1984). Lisäksi yksityiset metsänomistajat käsittelevät satunnaisesti taimikkojaan torjunta-aineilla. Vesakontorjuntaan käytettiin klooratuista fenoksihapoista pääasiassa MCPA:ta ja 2,4-D:tä sisältäviä valmisteita, joiden osuus oli 146 tn eli 67 % kokonaismäärästä (Vasarainen ja Blomqvist 1984).

Torjunta-aineiden levitys taimikonhoitotöissä tehdään tavallisesti raivaussahalla, ns. sirppilaitteella, jossa raivaussaha on varustettu lisälaitteella ja ULV-ruiskulla, vähemmän käytetty menetelmä on ns. kantokäsittely, jolloin torjunta-aine levitetään kannolle pensselillä.

Vesakontorjunnassa käytettyjä fenoksihappoja ovat 4-kloori-2-metyylifenoksihappo (MCPA) ja 2,4-dikloorifenoksihappo (2,4-D), jotka ovat nisäkkäille verraten myrkyllisiä yhdisteitä. LD<sub>50</sub>-arvot ovat eläinlajeista riippuen 100–700 mg/kg. Nietynä 2,4-D:n kuolemaan johtava annos ihmisellä on noin 50–100 mg/kg ja MCPA:n noin 250–450 mg/kg. Fenoksihapot erittyvät virtsaan lähes täydellisesti ja pääasiassa muuttumattomina. Eläinkokeissa niiden on todettu erittyvän suhteellisen nopeasti puoliintumisajaksi saatu 3–77 tuntia eläinlajeista ja annoksen suuruudesta riippuen (Vesakontorjunta-aineet 1980). Ihmisellä fenoksihappojen puo-

liintumisaika on eri tutkimusten mukaan 12 tuntia – 2 vrk (Fjeldstad ja Wannag 1977, Libich ym. 1984, Manninen ym. 1986, Nash ym. 1981, Sauerhoff ym. 1977).

2,4-D:n ja 2,4,5,-T:n (2,4,5-trikloorifenoksihappo) laimennettuina veteen tai öljytuotteisiin on havaittu aiheuttavan torjunta-aineen levittäjillä ärsytystä silmissä, hengityselimissä ja iholla sekä monesti ohimenevää päänsärkyä, huimausta ja huonovointisuutta (Fenoksisyror: rapport 1974, Riihimäki 1981). Äkillisen myrkytyksen oireita ovat tajunnan tason alentuminen, kehon lämpötilan nousu, hengityksen ja sydämen sykkeen tihtyminen sekä lihasjäykkyys.

Erään tapauselostuksen mukaan naishenkilöllä, jolla oli akuutti 2,4-D:n, mekopropin ja dicamban suun kautta nautitun yliannostuksen aiheuttama myrkytys, ei havaittu verisolujen määrän vähenemistä, sen sijaan veren leukosyytti- eli valkosolutaso oli hieman koholla. Potilaan kliininen tila oli normaali, vaikka verestä ja virtsasta mitatut torjunta-ainepitoisuudet olivat korkeita (Fraser ym. 1984). Toisen tapauselostuksen mukaan pohjoissuomalaiselle maanviljelijälle, joka oli altistunut useita vuosia MCPA:ta sisältävälle torjunta-aineelle, kehittyi täydellinen verisolupuutos ja akuutti leukemia. Torjunta-ainetta epäiltiin mahdolliseksi sairauden aiheuttajaksi (Timonen ja Palva 1980).

Yhteyttä pehmytkudossarkoomien esiintymisen ja klooratuille fenoksihapoille ja kloorifenoleille altistumisen välillä on selvitetty

kahdessa tutkimuksessa (Smith ym. 1984, Hardell ja Sandström 1979). Edellisten tutkimustulosten mukaan ei kohennutta riskiä saada pehmytkudossarkoomia voitu osoittaa, kun taas jälkimmäisten mukaan sellainen oli havaittavissa.

Kangas työtovereineen (1984) on selvittänyt suomalaisten vesakonraivaustyöntekijöiden altistumista MCPA:lle ja 2,4-D:lle. Pitoisuudet hengitysvyöhykkeellä ULV-ruiskutuksessa olivat 0,03–0,76 mg/m<sup>3</sup> ja kantokäsittelylaitteella työskennellessä 0,08–0,36 mg/m<sup>3</sup>. Työntekijöiden virtsanäytteissä fenoksihappopitoisuudet olivat 0,3–50 umol/l. Pääsiallisen altistumisen pääteltiin tapahtuvan ihon kautta. Altistumistaso oli samaa tasoa aiemmin julkaistuissa tutkimuksissa (Kolmodin-Hedman ym. 1979, Leng ym. 1981, Lavy ym. 1980).

## 2. Tutkimusaineisto ja -menetelmät

### 2.1. Aineisto

Kesällä 1985 tutkittiin 35 Metsähallituksen metsuria, jotka altistuivat työssään MCPA:ta ja 2,4-D:tä sisältävälle torjunta-aineelle. Koehenkilöt tutkimukseen valitsi hoitoalue. Verrokiryhmänä oli 47 Metsähallituksen metsuria, jotka eivät työssään altistuneet torjunta-aineille. Altistuneet työntekijät olivat miehiä, joiden keski-ikä oli 38 v. (26–60 v.). Verrokiryhmässä oli yksi nainen ja 46 miestä, joiden keski-ikä oli 45 v. (26–59 v.). Tutkittavat työntekijät työskentelivät Metsähallituksen Jyväskylän, Kuhmon, Nurmeksen ja Viitasaaren hoitoalueilla.

Vesakontorjuntatyössä käytetyt työmenetelmät olivat ULV-ruiskutus, raivaussahalla ja ns. sirppilaitteella työskentely.

UVL-ruiskuttajia oli 28, raivaussahalla työskenteleviä oli kolme ja sirppilaitteella työskenteleviä oli neljä. Ruiskutus työ alkoi elokuun alussa ja kesti työmaasta riippuen kahdesta kahdeksaan viikkoon.

Käytetty torjunta-aine oli Vesakontuho DM (Kemira Oy), joka sisältää 2,4-D:tä 333 g/l ja MCPA:ta 167 g/l molemmat iso-oktyy-

Erään käytännön työterveyshuollossa tehdyn selvityksen mukaan klooratuille fenoksihapoille altistuneiden työntekijöiden verenkuvassa oli havaittu muutoksia, lähinnä leukosyyttitasoa laskua. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli arvioida kloorattujen fenoksihappojen altistumistasoa käyttäen biologista altistumistestiä ja selvittää, oliko altistumisella ollut vaikutusta työntekijöiden verenkuvaa, maksan ja munuaisten toimintaan sekä lihasentsyymeihin.

Tutkimuksen rahoittajana oli Valtiovarainministeriö. Kiitämme tutkimukseen osallistuneita, Metsähallitusta, hoitoalueiden työntekijöitä ja terveyskeskusten työterveyshuollon ja laboratorion henkilökuntaa sekä Kuopion yliopistollisen keskussairaalan ja Kuopion aluetyöterveyslaitoksen laboratorion henkilökuntaa hyvästä yhteistyöstä.

liestereinä sekä alifaattista hiilivetyliuotinta 200 g/l. ULV-ruiskutuksessa käytettiin seosta, jossa oli Vesakontuho DM:ä, vettä ja Ulvapron:ia tilavuussuhteissa 5:3:2. Ulvapron on veteen sekoittuva parafiiniöljy (Kemira Oy), jota käytetään haihtumisen estäjänä ja tasakokoisten pisaroiden muodostajana. Tehoaineen pitoisuus ruiskutuksessa oli 250 g/l. Raivaussahalla työskennellessä tehoaineen pitoisuus ruiskutuksessa oli 150 g/l. Vesakontuho DM laimennettiin kokonaan veteen, johon lisättiin hieman väriainetta.

Päivittäinen ruiskutusala oli noin 2–3 ha yhtä henkilöä kohti ja keskimääräinen ruiskutus aika oli 5–6 tuntia. ULV-ruiskutuksessa ja raivaussahalla työskennellessä ruiskutetta kului noin 3–6 l/ha eli 7–15 litraa työpäivää kohden. Työntekijöillä oli yllään pitkähihainen kokohaalari, jonka materiaali oli polyamidipuvullaa. Samoja haalareita saatettiin pitää pesemättä useita viikkoja. ULV-ruiskutuksessa työntekijöillä oli kasv suoja ja sadeasu kokohaalarin päällä tai sadelahkeet ja sadeanorakki. Kädessä oli kumikäsineet, joiden alla jotkut pitivät puuvillakäsineitä. Puuvillakäsineet vaihdettiin 2–3 päivän välein.

Jalassa oli kumisaappaat ja päässä lippalakki. ULV-ruiskutuksessa työntekijöillä oli hengityksensuojaimena puolinaamari. Kaikilla työntekijöillä ei ollut asianmukaista suodatinta suojaamisessaan.

## 2.2. Altistumisen arviointi

Kaikille työntekijöille tehtiin terveystarkastus ennen työn alkamista ja lisäksi erillinen haastattelu terveydentilasta. Haastattelumakkeessa tiedusteltiin erityisesti niitä oireita, joita saattaa liittyä verenkuvamuutoksia aiheuttaviin tautitiloihin (Williams ym. 1983). Oirekyselyssä kiinnitettiin huomiota mm. pahoinvoinnin, huimauksen, lihaskipujen, hengitysvaikeuksien, väsymyksen, allergioiden ja ihottumien esiintymiseen. Lisäksi kysyttiin tupakointi. Samoin kiinnitettiin huomiota verenkuvamuutoksia aiheuttavien lääkeaineiden käyttöön yhden kuukauden aikana ennen alkutarkastusta tai työn kuluessa ennen lopputarkastusta. Työjakson jälkeen kaikille työntekijöille tehtiin samanlaiset tarkastukset, laboratorionäytteiden otto ja terveydentilahaastattelu kuin ennen työjakson alkamista. Verikokeet otettiin 1–2 vuorokauden sisällä työn päättymisestä.

Työntekijöiden altistumista seurattiin mittaamalla torjunta-aineen pitoisuus virtsasta. Klooratuille fenoksihapoille altistumista kuvaa hyvin työntekijän virtsasta määritetty MCPA ja 2,4-D, kun näyte otetaan noin 12 tuntia altistuksen päättymisestä. Ruiskutus-työtä tehneet työntekijät ottivat virtsanäytteen viimeisen ruiskutuspäivän jälkeisenä aamuna. Koe- ja kontrolliryhmältä otettiin muutamia päiviä ennen työjakson alkamista seuraavat kliiniset näytteet (paastoarvot): täydellinen verenkuvaa, verihiutalet, retikulosyytit, B-LA, S-kreatiniini, S-ALAT, S-ASAT, S-AFOS, S-CK, S-aldolaasi, U-kreatiniini, U-fenoksihapot.

Kaikki veri- ja virtsanäytteet lukuunottamatta virtsan fenoksihappoanalyysiä analy-

soitiin Kuopion yliopistollisen keskussairaalan kliinisessä laboratoriossa. Virtsan fenoksihappoanalyysit tehtiin Kuopion aluetyöterveyslaitoksen laboratoriossa.

Työhygieenisiä mittauksia tehtiin Kuhmon ja Viitasaaren hoitoalueilla ULV-ruiskutuksesta, jossa seurattiin molemmissa neljän työntekijän altistumista mittaamalla ilmapiiritoisuudet hengitysvyöhykkeeltä. Näytteet kerättiin lasikuitusuodattimelle. Jyväskylän hoitoalueella seurattiin kahden työntekijän altistumista raivaussahalla työskennellessä, jolloin myös otettiin ilmanäytteet hengitysvyöhykkeeltä.

## 2.3. Analyysimenetelmät

analyysi	menetelmä
täydellinen verenkuvaa	laskenta
verihiutalet	laskenta
retikulosyytit	laskenta
B-LA	ns. LA-teline
S-kreatiniini	fotometria
S-ALAT	entsyymaattinen menetelmä
S-ASAT	entsyymaattinen menetelmä
S-AFOS	entsyymaattinen menetelmä
S-CK	entsyymaattinen menetelmä
S-aldolaasi	fotometria
U-kreatiniini	fotometria
U-fenoksihapot	kaasukromatografia

## 2.4. Tilastolliset menetelmät

Tuloksien tarkastelussa on käytetty Studentin t-testiä ja binomista t-testiä keskiarvojen erojen tilastollisen merkitsevyyden testaamiseen.

## 3. Tulokset

### 3.1. Työntekijöiden terveystarkastukset

Terveystarkastusten mukaan työntekijät todettiin soveltuviksi tekemään torjunta-ainetyötä. Terveystarkastuksen tekivät työterveyshoitaja ja työterveyslääkäri. Terveystarkastuksen yhteydessä tutkimukseen osallistuville työntekijöille tehdyn oirekyselyn perusteella ei myöskään poistettu yhtään työntekijää tutkimusaineistosta.

### 3.2. Klooratuille fenoksihapoille altistuminen

Biologisten altistumistestitulosten mukaan virtsan fenoksihappopitoisuuden keskiarvoksi

saatiin kaikkien altistuneiden kesken MCPA:lle 2,4 umol/g kreatiniini ja 2,4-D:lle 5,0 umol/g kreatiniini eli yhteenlasketuksi pitoisuudeksi 7,4 umol/g kreatiniini (taulukko 1). Kun ULV-ruiskuttajat erotettiin omaksi ryhmäkseen, virtsan MCPA-pitoisuuden keskiarvoksi saatiin 2,6 umol/g kreatiniini ja 2,4-D:n 5,8 umol/g kreatiniini. Raivaussahalla työskentelevien virtsan MCPA-pitoisuuden keskiarvo oli 1,2 umol/g kreatiniini ja 2,4-D:n 1,9 umol/g kreatiniini.

Ilmapitoisuuksien keskiarvoksi ULV-ruiskutuksessa saatiin 0,230 mg/m<sup>3</sup> ja raivaussahalla työskennellessä 0,060 mg/m<sup>3</sup> (taulukko 2).

Taulukko 1. Virtsan fenoksihappopitoisuudet (MCPA + 2,4-D) torjunta-ainetyöntekijöillä (= altistunut ryhmä). A: näytteet ennen työjakson alkamista. B: näytteet työjakson jälkeen.

Table 1. Phenoxy acid concentrations (MCPA + 2,4-D) in urine with exposed workers. A: samples before working period. B: samples after working period.

Altistunut ryhmä The exposed group	A				B				
	Ka Mean	S.D.	min	max	Ka Mean	S.D.	min	max	
<b>Koko ryhmä:</b> The whole group:									
U-MCPA (umol/g krea)	0,2	0,2	0,1	1,1	2,4	2,4	0,3	12,0	(n=34)
U-2, 4-D (umol/g krea)	0,2	0,3	0,1	1,1	5,0	5,2	0,1	26,0	(n=34)
<b>Raivaussaha:</b> Clearing saw sprayer:									
U-MCPA (umol/g krea)	0,2	0,3	0,1	1,1	1,2	0,8	0,4	2,7	(n= 7)
U-2, 4-D (umol/g krea)	0,2	0,3	0,1	1,0	1,9	1,5	0,3	4,4	(n= 7)
<b>ULV-ruiskutus:</b> ULV sprayer:									
U-MCPA (umol/g krea)	0,2	0,2	0,1	0,8	2,6	2,6	0,3	12,0	(n=27)
U-2, 4-D (umol/g krea)	0,2	0,3	0,1	1,1	5,8	5,6	0,1	26,0	(n=27)
<b>Verrokkiryhmä:</b> Control group:									
U-MCPA (umol/g krea)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,3	(n=47)
U-2, 4-D (umol/g krea)	0,2	0,2	0,1	1,4	0,1	0,1	0,1	0,9	(n=47)

### 3.3. Kliiniset laboratoriotutkimukset

Keskeiset laboratoriotutkimusten tulokset esitetään taulukoissa 3 ja 4. Veren hemoglobiinipitoisuuksissa, hematokriitissa, punasoluindekseissä tai valkosolujen erittelylaskennoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä muutoksia ryhmien välillä tai sisällä seuranta-aikana.

Taulukko 3. Torjunta-aineelle altistunut ryhmä: kliiniset laboratorionäytteet. A: näytteet ennen työjakson alkamista. B: näytteet työjakson jälkeen.

Table 3. The exposed group: clinic laboratory tests. A: samples before working period. B: samples after working period.

Näyte Test	Yksikkö Unit	A				B				
		Ka Mean	S.D.	min	max	Ka Mean	S.D.	min	max	
B-Hb	g/l	153	8,0	135	171	152	9,4	129	172	(n=34)
B-Hkr		0,45	0,02	0,40	0,49	0,45	0,02	0,40	0,50	(n=34)
B-Leuk	$\times 10^9/l$	6,2	1,7	3,7	10,3	6,2	2,3	3,7	15,4	(n=34)
B-Eryt	$\times 10^{12}/l$	5,0	0,3	4,4	5,5	5,0	0,3	4,3	5,5	(n=34)
B-Tromb	$\times 10^9/l$	231	40	165	315	224	38	152	300	(n=34)
S-Krea	umol/l	86	7,9	75	116	86	7,8	74	112	(n=34)
S-ALAT	U/l	33	24	14	144	30	22	15	122	(n=34)
S-ASAT	U/l	27	12	15	86	26	9,2	14	66	(n=34)
S-AFOS	U/l	134	36	55	221	135	32	69	220	(n=34)
S-CK	U/l	172	72	57	352	164	59	53	304	(n=34)
S-Aldol	U/l	3,9	0,9	2,4	6,1	3,8	0,9	2,2	5,3	(n=34)

Taulukko 4. Kontrolliryhmä: kliiniset laboratorionäytteet. AK: näytteet ennen työjakson alkamista. BK: näytteet työjakson jälkeen.

Table 4. Control group: clinic laboratory tests. AK: samples before working period. BK: samples after working period.

Näyte Test	Yksikkö Unit	AK				BK				
		Ka Mean	S.D.	min	max	Ka Mean	S.D.	min	max	
B-Hb	g/l	150	9,6	124	171	147	10,0	121	165	(n=47)
B-Hkr		0,44	0,03	0,36	0,50	0,43	0,03	0,35	0,49	(n=47)
B-Leuk	$\times 10^9/l$	6,3	1,8	3,5	11,4	6,0	1,5	3,4	9,8	(n=47)
B-Eryt	$\times 10^{12}/l$	5,0	0,4	3,9	5,7	4,9	0,4	3,8	5,6	(n=47)
B-Tromb	$\times 10^9/l$	230	46	141	344	237	46	158	342	(n=47)
S-Krea	umol/l	85	7,7	64	104	86	14	66	159	(n=47)
S-ALAT	U/l	29	12	9	64	26	14	5	82	(n=47)
S-ASAT	U/l	28	6,3	16	43	27	5,4	16	38	(n=47)
S-AFOS	U/l	145	36	86	241	143	38	82	235	(n=47)
S-CK	U/l	193	131	29	922	179	76	37	361	(n=47)
S-Aldol	U/l	3,9	1,0	1,8	6,9	3,9	2,1	1,6	16,4	(n=47)

## 4. Tulosten tarkastelu

### 4.1. Terveydentila- ja oirekysely

Kyselytutkimuksen perusteella altistuneen ryhmän työntekijöiden terveydentila ei poikennut oleellisesti kontrolliryhmän terveydentilasta. Myöskään kummankaan ryhmän sisällä erot ennen työn alkua ja työn jälkeen eivät olleet mitenkään poikkeavia.

Torjunta-ainetyöhön liittyvinä oireina liitetään yleensä mm. väsymystä, päänsärkyä, silmien kirvelyä, mutta tässä tutkimuksessa verrokkiyhmässä esiintyi em. oireita yhtä paljon ja joitakin oireita jopa enemmän kuin altistuneessa ryhmässä.

### 4.2. Klooratuille fenoksihapoille altistuminen

Virtsan fenoksihappopitoisuuden (MCPA ja 2,4-D) työhygienisen viitearvon yläraja on 14 umol/l (Kangas ym. 1984). Tässä tutkimuksessa saatiin virtsan keskimääräiseksi fenoksihappopitoisuudeksi (MCPA + 2,4-D) koko ryhmällä 7,4 umol/g kreatiniinia, mikä vastaa noin 6,5 umol/l (ominaispainolla korjattu tulos). ULV-ruiskuttajilla virtsan fenoksihappopitoisuuden keskiarvo oli korkeampi (8,4 umol/g kreatiniini eli 7,3 umol/l) kuin raivaussahalla työskenneltäessä (3,1 umol/g kreatiniini eli 2,7 umol/l). Nämä tulokset ovat selvästi matalampia kuin aikaisemmin raportoidut tulokset (Kangas ym. 1984). Työntekijöiden suojaus oli ilmeisesti parempi kuin edellisessä tutkimuksessa.

Työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä mitattujen fenoksihappopitoisuuksien keskiarvo oli 0,2–9,2 % HTP<sub>8h</sub>-arvosta, joka on 10 mg/

m<sup>3</sup> (Työpaikan ilman epäpuhtaudet 1981). Altistumistaso oli samaa luokkaa kuin aiemmin julkaistussa raportissa (Kangas ym. 1984).

Vaikka torjunta-ainepitoisuudet hengitysvyöhykkeellä olivat samaa luokkaa kuin aikaisemmassa tutkimuksessa, virtsapitoisuudet olivat kuitenkin matalampia kuin aiemmin. Työntekijöillä oli asianmukaiset suojavaivasteet työskentelyn aikana, pitkähihainen kokohaalari, jonka päällä usealla oli sadeasu, kumikäsineet, hengityksensuojain ja kasvosuojain. Lisäksi huolelliset työtavat alentavat altistumista.

### 4.3. Kliiniset laboratoriotutkimukset

Täydellisen verisolupuutoksen ja mahdollisen luuydinvaurion osoittajina ovat herkimpiä kokoveren valkosolujen (granulosyyttien) ja verihiutaleiden määrät. Näiden analyysien tulostasoissa ja -vaihteluissa ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja. Eroja ei myöskään todettu veren hemoglobiinipitoisuuksissa, hematokriittiarvoissa, punasoluindekseissä tai valkosolujen erittelylaskennassa. Tämän tutkimuksen perusteella ei siis ole näyttöä käytettyjen torjunta-aineiden äkillistä verisolukatkoa aiheuttavasta vaikutuksesta tällä altistumistasolla.

Maksan, munuaisten ja lihastoimintaa kuvaavat entsyymit olivat altistuneilla työntekijöillä ja kontrolliryhmällä sekä työjakson alussa että lopussa viitearvojen sisäpuolella. Ryhmien väliset keskiarvot eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

## 5. Johtopäätökset

Näiden tulosten mukaan klooratuille fenoksihapoille altistuneiden metsureiden verenkuvassa (täydellinen verokuva ja verihu-taleet) ei havaittu muutoksia. Altistuneen ryhmän keskiarvot eivät poikenneet verokki-ryhmän keskiarvoista merkittävästi. Eroja ei todettu myöskään mitatuissa munuaisten tai maksan toimintaa kuvaavissa laboratorioarvoissa. Altistuneen ryhmän fenoksihappopi-toisuus hengitysvyöhykkeellä vastasi keski-

määräistä nykyisin esiintyvää altistustasoa vesakontorjuntatyössä.

Työmenetelmät, suojavaatetus ja huolelli-set työskentelytavat ovat vaikuttaneet altistu-misen pienemiseen verrattuna aiemmin (v. 1980–1981) todettuun altistumistasoon. ULV-ruiskutuksessa työntekijät altistuivat enemmän klooratuille fenoksihapoille kuin raivaussahalla työskenneltäessä.

## Kirjallisuus

- Fenoksisyror. Rapport från en expertgrupp. Publikati-oner 1974: 19. Statens naturvårdsverk. Stock-holm.
- Fjeldstad, P. J. & Wannag, A. 1977. Human urinary excretion of the herbicide 2-methyl-4-chlorophe-noxyacetic acid. *Scand. J. Work Environ. Health* 2: 3, 100–103.
- Fraser, A. D., Isner, A. F. & Perry, R. A. 1984. Toxicolo-gic studies in fatal overdose of 2,4-D, mecoprop and dicamba. *J. Forensic sci.* 29: 1237–1241.
- Gehring, P. J. & Betso, J. E. 1978. Phenoxy acids: Effects and fate in mammals. Teoksessa: Chlorinated phenoxy acids and their dioxins, toim. C. Ramel *Ecol. Bull. Stockholm* 27: 122–133.
- Hardell, L. & Sandström, A. 1979. Case-control study: soft-tissue sarcomas and exposure to phenoxyacetic acids or chlorophenols. *Br. J. Cancer* 39: 711–717.
- Kangas, J., Soininen, H., Klen, T. & Riihimäki, V. 1984. Altistuminen torjunta-aineille vesakonraivaus-työssä. Työterveyslaitoksen tutkimuksia 2: 118–126.
- Kolmodin-Hedman, B., Erne, K., Håkansson, M. & Enqvist, A. 1979. Kontroll av yrkesmässig expo-nering för fenoksisyror (2,4-D och 2,4,5-T). *Arbete och hälsa* 17.
- Laakkonen, O., Kangas, J., Riihimäki, V., Liesivuori, J. & Härkönen, H. 1984. Torjunta-aineet. Työter-veyshuolto 12. Työterveyslaitos, Helsinki. 129 s.
- Lavy, T. L., Shepard, J. S. & Mattice, J. D. 1980. Exposure measurements of applicators spraying 2,4,5-T in the forest. *J. Agric. Food Chem.* 28: 626–630.
- Leng, M. L., Lavy, T. L., Ramsey, J. C. & Braun, W. H. 1981. Review of Studies with 2,4,5-T in Humans Including Applicators under Field Conditions. Altheimer Laboratory University of Arkansas.
- Libich, S., To, J. C., Frank, R. & Sirons, G. J. 1984. Occupational exposure of herbicide applicators to herbicides used along electric power transmission line right of way. *Am. Ind. Hyg. Assoc.* 1: 45, 56–62.
- Manninen, A., Kangas, J., Klen, T. & Savolainen, H. 1986. Exposure of Finnish farm workers to phenoxy acid herbicides. *Arch. Environ. Contam. Toxi-col.* 15: 107–111.
- Nash, R. G., Kearney, P. C., Maitlen, J. C., Sell, C. R. & Fertig, S. N. 1981. Agricultural applicators' expo-sure to 2,4-D. Pesticide Degradation Laboratory, U.S. Department of Agriculture Beltsville M.D.
- Nordiska expertgruppen för gränsvärdesdokumentation 23. 1981. MCPA (4-klor-2-metyl-fenoksiättiksy-ra). *Arbete och hälsa* 14.
- Riihimäki, V. 1981. Vesakontorjunta-aineiden turvalli-suus. Luentomoniste: 1b. Rikkakasvipäivä. Kas-vinsuojeluseura r.y., Viikki 13. 1. B 11.
- Sauerhoff, M. W., Braun, W. H., Blau, G. E. & Gehring, P. J. 1977. The fate of 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) following oral administration to man. *Toxicology* 8: 3–11.
- Smith, A. H., Pearce, N. E., Fisher, D. O., Giles, H. J., Teague, C. A. & Howard, J. K. 1984. Soft tissue sarcoma and exposure to phenoxyherbicides and chlorophenols in New Zealand. *JNCJ*, 73: 1111–1117.
- Timonen, T. T. & Palva, I. P. 1980. Acute leukaemia after exposure to a weed killer, 2-methyl-4-chlor-phenoxyacetic acid. *Acta haemat.* 63: 170–171.
- Työpaikan ilman epäpuhtaudet. Turvallisustiedote 3. Työsuojeluhallitus, Tampere 1981. 33 s.
- Vasarainen, A. & Blomqvist, H. 1984. Torjunta-ainei-den myynti Suomessa 1983. *Kemia-Kemi*: 663–666.
- Vesakontorjunta-aineet. Lääkintöhallituksen työryhmän mietintö n:o 4. Lääkintöhallitus, Helsinki 1980.
- Williams, W. J., Beutler, E., Erslev, A. J. & Lichtman, M. A. 1983. *Hematology*. 3. painos, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 151–170.

Total of 22 references