

LINDAANI

HTP-ARVON PERUSTELUMUISTIO

Yksilöinti ja ominaisuudet:

CAS No	58-89-9
EEC No	602-043-00-6
EINECS No	200-401-2
Kaava	C ₆ H ₆ Cl ₆
Synonyymit	gamma-Bentseeniheksakloridi Heksakloorisykloheksaani gamma-HCH gamma-BHC gamma-1,2,3,4,5,6- Heksakloorisykloheksaani
Molekyylipaino	290,85
Tiheys	1,85
Sulamispiste	112,5°C
Kiehumispiste	323°C
Varoitusmerkit	T, N
R-lauseet	20/21-25-48/22-64-50/53

Lindaani on väritön, kiteinen, liki hajuton, veteen liukenematon aine. Se liukenee alkoholiin, asetoniin ja eetteriin

Esiintyminen ja käyttö

Lindaania käytetään hyönteismyrkkinä ja torjunta-aineena. ASA-rekisteriin ilmoitettiin vuonna 2003 Suomessa 133 altistunutta, joista 67 oli kemian teollisuuden prosessinhoitajia ja 20 laborantteja tai vastaavia (TTL, 2005). Biomonitoroinnin palvelumittauksissa ei plasman organoklooriyhdisteiden altistumattomien viitearvo 2 nmol/l ylittynyt vuonna 2003 (TTL, 2004). Sitä tuotettiin Euroopassa vv. 1970-1996 yhteensä 81 000 tonnia, ja tuotantomäärä oli 1970 kolminkertainen vuoteen 1996 nähden.

Aineenvaihdunta

Lindaani imeytyy elimistöön hengitysteitse, ihon kautta ja nieltynä. Sen puoliintumisaika veressä on noin 20 tuntia. Sitä kertyy jonkin verran rasvakudokseen. Se erittyy pääasiassa virtsaan. Sen kolme pääasiallista aineenvaihduntatuotetta ovat 2,3,5-trikloorifenoli, 2,4,5-trikloorifenoli ja 2,4,6-trikloorifenoli, joista kutakin on noin 18% lindaanin aineenvaihduntatuotteista virtsassa.

Terveysvaikutukset

Ihmisiä koskevat tiedot

Lindaani voi aiheuttaa haavaista ärsytysihottumaa (Yu työtovereineen, 2005). Akuutin lindaanimyrkytyksen seurauksena 42-vuotiaalla työntekijällä esiintyi depressiota, päänsärkyä, oksentelua, kouristuksia, unettomuutta, voimakasta hikoilua, vilkastunutta

jännerefleksiä ja sormien vapinaa (Pernov ja Kyurkchiyev, 1974). Veren lindaanipitoisuudeksi määritettiin 0,1–0,5 ppm. Selkäydinneste sisälsi 0,2 ppm lindaania useita viikkoja myrkytyksen jälkeen. Diagnoosiksi asetettiin akuutti toksinen aivosairaus (enkefalopatia). Kahdeksalla 5-13 vuotta voimakkaasti lindaanille tai DDT:lle tai molemmille altistuneella työntekijällä havaittiin maksakirroosia ja hepatiittia maksakudosnäytteissä (Schuttman, 1968).

Tutkittaessa 37 työntekijää, jotka olivat altistuneet kahden vuoden ajan lindaanille, havaittiin kolmella vakavia aivosähkökäyrän muutoksia ja neljällätoista lieviä muutoksia. Kliinisten oireiden ja aivosähkökäyrän muutokset olivat yleisempiä niillä työntekijöillä, joiden veren gamma- HCH- pitoisuus ylitti 0,02 mg/l (Czegledi-Janko ja Avar, 1970).

Nuori maanviljelijä, joka työssään käytti lindaania sikojen punkkilääkkeenä, sairastui ja kuoli viisi kuukautta myöhemmin aplastiseen anemiaan. Aiemmin oli raportoitu 14 tapausta lindaaniin liitettyä aplastista anemiaa tai pahanlaatuista verisairautta (Crissman, 1980).

Lindaania valmistavassa tehtaassa, jossa työilmaraaja-arvo 0,5 mg/m³ ei ylittynyt missään työpisteessä (vaihteluväli 0,04–0,15 mg lindaania/m³), esiintyi työntekijöillä hormonipitoisuusmuutoksia ja beta-HCH:n kertymistä rasvakudokseen (Baumann työtovereineen, 1980; Tomczak työtovereineen, 1981). Tutkijoiden mukaan kyseinen raja-arvo ei suojaa riittävästi heksakloorisykloheksaanille altistumista.

Tutkittaessa 45 metsätyöntekijää, jotka suorittivat havupuiden taimien kastoa lindaaniliuokseen, todettiin kahden kuukauden kuluttua kahdella työntekijällä, joiden plasman lindaanipitoisuus oli 75 ja 123 nmol/l myrkytysoireina huonovointisuutta, flunssankaltaista tilaa, väsymystä, kurkkukipua ja pahoinvointia (Drummond työtovereineen, 1988).

Lindaani on Suomessa luokiteltu syöpäsairauden vaaraa aiheuttavaksi tekijäksi (työministeriön päätös 838/1993).

Eläinkokeiden havainnot

Lindaanin välitöntä myrkyllisyyttä kuvaava LD50 suun kautta rotilla on 88-200 mg/kg ja ihon kautta kaniineilla 300 mg/kg. Hengitysteitse LC50 rotilla on 1600 mg/m³ neljän tunnin altistuksessa.

Altistettaessa useita koe-eläinlajeja vuoden ajan pitoisuudelle 0,7 mg lindaania/m³ seitsemän tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa havaittiin vähäisiä patologisia muutoksia (Treon työtovereineen, 1951).

Rottia altistettiin hengitysteitse pitoisuuksille 0, 0,02, 0,12, 0,6 ja 4,5 mg lindaania/m³ kuusi tuntia päivässä kolmen kuukauden ajan. Munuaisvaikutuksia havaittiin kahdella suurimmalla pitoisuudella (Oldiges työtovereineen, 1983).

Kun hiiriä altistettiin kuusi tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa neljäntoista viikon ajan hengitysteitse pitoisuudelle 0, 0,3, 1 tai 5–10 mg lindaania/m³ todettiin se hyvin myrkylliseksi hiirille pitoisuudella 1 ja 5 mg/m³. NOEL- arvoksi pääteltiin 0,3 mg/m³ (Klone ja Kintigh, 1988).

HTP-arvon perusteet

Lindaanin HTP-arvoa asetettaessa keskeisiä ovat sen keskushermosto- ja hormonaaliset vaikutukset, joita saattaa esiintyä ainakin jo pitoisuudella 0,15 mg lindaania/m³.

Kemian työsuojeluneuvottelukunta esittää, että lindaanin työperäisiä haittavaikutuksia voidaan vähentää asettamalla sen työilmaraaja-arvoksi 0,1 mg/m³ kahdeksan tunnin vertailuaikana. Koska se imeytyy ihon läpi, esitetään raja-arvoon liitettäväksi huomautus 'iho'.

Eri asettajien ilman epäpuhtauksien vertailu

Eri maissa on voimassa seuraavanlaisia työilman lindaanipitoisuuden raja-arvoja.

Asettaja	Vuosi	Vertailuaika	Huomautus
----------	-------	--------------	-----------

			8 h		15 min	
			ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Suomi	2005	-	0,5	-	-	iho
Ruotsi	2005	-	-	-	-	-
Norja	2003	-	0,5	-	-	iho
Tanska	2005	-	0,5	-	-	iho
Hollanti	2006	-	0,004	-	-	iho
Saksa	1999	-	0,1	-	1	iho
Englanti	2005	-	-	-	-	-
ACGIH	2006	-	0,5	-	-	iho
Ehdotus, Suomi	2007	-	0,1	-	-	iho

Viitteet

- Baumann, K; Angerer, J; Heinrich, R. ja muut (1980): Occupational Exposure to Hexachlorocyclohexane. I. Body Burden of HCH-Isomers, Int Arch Occup Environ Health 47, 119-127
- Crissman, J. (1980): Lindane Intoxication in Man, J Am Vet Med Assoc 177, 312-314
- Czegledi-Janko, G. ja Avar, P. (1970): Occupational Exposure to Lindane; Clinical and Laboratory Findings, Br J Ind Med 27, 283-286
- Drummond, L; Gillanders, E. ja Wilson, H. (1988): Plasma gamma-Hexachlorocyclohexane Concentrations in Forestry Workers Exposed to Lindane, Br J Ind Med 45, 493-497
- Klone, P. ja Kintigh, W. (1988): Lindane Technical – Fourteen Week Dust Aerosol Inhalation Study on Mice, Bushy Run Research Center, Rep Met Path No 14014, Lab Project No 10 BRRC/51-524
- Oldiges, H; Hertel, R; Kördel, W. ja muut (1983): 90-Day Inhalation Study with Lindane, Fraunhofer Institut Report No 111 AC-435 004
- Pernov, K. ja Kyurkchiyev, S. (1974): Acute Occupational Poisoning by Lindane, Gig Tr Prof Zabol 12, 46-47
- Schuttman, W. (1968): Chronic Liver disease after Occupational Exposure to Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and Hexachlorocyclohexane (HCH), Int Arch Gewerbepath Gewerbehyg 24, 193-210
- Tomczak, S; Baumann, K. ja Lehnert, G. (1981): Occupational Exposure to Hexachlorocyclohexane. IV. Sex Hormone Alterations in HCH- Exposed Workers, Int Arch Occup Environ Health 48, 283-287
- Treon, J; Shafer, F; Dutra, F. ja muut (1951): The Effects of Repetitive Exposure of Animals to Lindane Vapor with Some Observations on the Distribution of Lindane in Their Tissues. Report to Ethyl Corp. Kettering Laboratory, University of Cincinnati, OH
- TTL (2004): Biologisen monitoroinnin palveluanalytiikan vuositilasto 2003, Työterveyslaitos, Helsinki, 66 s
- TTL (2005): ASA 2003, Työterveyslaitos, Helsinki, 87 s
- Yu, K-J; Chen, H-H; Chang, Y-C. (2005): Ulcerative Irritant Contact Dermatitis from Lindane, Contact Dermatitis 52, 118-119