

HOPEAN LIUKOISET YHDISTEET

HTP-ARVON PERUSTELUMUISTIO

Yksilöinti ja ominaisuudet

CAS No	7761-88-8 (hopeanitraatti); 7775-41-9 (hopeafluoridi)
	563-63-3 (hopea-asettaatti); 80298-33-5 (hopealaktaatti)
EEC No	047-001-00-2 (hopeanitraatti)
EINECS No	231-853-9 (hopeanitraatti)
Kaava	AgNO ₃ (hopeanitraatti)
	AgF (hopeafluoridi)
	CH ₃ COOAg (hopea-asettaatti)
	C ₃ H ₅ AgO ₃ (hopealaktaatti)
Synonyymit	<i>lapis infernalis</i> (hopeanitraatti), <i>lapis lunaris</i> (hopeanitraatti)
Molekyyllipaino	169,9 (hopeanitraatti)
	166,9 (hopea-asettaatti)
	126,9 (hopeafluoridi)
	215,0 (hopealaktaatti)
Tiheys	4,35 (hopeanitraatti)
	3,26 (hopea-asettaatti)
	5,85 (hopeafluoridi)
Sulamispiste	209 °C (hopeanitraatti)
	435 °C (hopeafluoridi)
	212 °C (hopealaktaatti)

Kiehumispiste	404 °C (hopeanitraatti; hajoaa)
	1150 °C (hopeafluoridi)
Hopeanitraatti on väritön, hajuton, läpikuultava kiteinen aine. Se liukenee veteen. Muita liukoisia hopeasuoloja ovat hopea-asettaatti, hopeafluoridi ja hopealaktaatti.	
Varoitusmerkit	C, N (hopeanitraatti)
R-lauseet	34-50/53

Esiintyminen ja käyttö

Liukoisia hopeasuoloja käytetään peilien valmistuksessa, pintakäsittelyssä, laboratorio-kemikaalina, bakterisidina, valokuvauskemikaaleissa, sekä lääkkeissä.

Aineenvaihdunta

Voi imeytyä suun kautta, ihon kautta tai hengitettynä. Metallisesta hopeasta imeytyy hengitysteitse yli puolet, niellyistä hopeasuoloista 5-20 % ja ihon kautta imeytyy alle 1 %.

Hopea kertyy elimistöön, jossa se konsentroituu lähinnä munuaisiin, maksaan ja keuhkoihin.

Hopeayhdisteet poistuvat lähinnä ulosteen mukana (85-90 %) ja vähemmän virtsan kautta (noin 10 %). Eliminaation puoliintumisajat ovat noin päivä ja noin 50 päivää, eli se tapahtuu kaksivaiheisesti.

Terveysvaikutukset

Ihmisiä koskevat tiedot

Hopeanitraatti ärsyttää ja syövyttää ihoa, silmiä ja limakalvoja.

Hopeanitraatille ja hopeaoksidille altistuneilla työntekijöillä, joilla veren hopeapitoisuus oli 11-84 ug/l, esiintyi ylä- ja alahengitysteiden ärsytystä sekä vatsavaivoja (Rosenman ja muut, 1979).

Ihmisellä alin tappava annos on 29 mg/kg. Myrkytyskuolemassa tuntemattoman nestemäärän (sisälsi 30,7 % hopeaa) nielleellä 69-vuotiaalla miehellä suurimmat hopean kudospitoisuudet olivat pernassa (30,1 ug/kg), keuhkoissa (14,8 ug/g), sydämessä (10,8 ug/g), maksassa (6,29 ug/g) ja munuaisissa (4,85 ug/g) (Lech, 1997).

Hopeasuolat aiheuttavat ihon (argyria) ja silmien (argyroosi) värjäntymistä (Rosenman ja muut, 1979; Moss ja muut, 1979; Bleehen ja muut, 1981; Armitage ja muut, 1996; Williams ja Gardner, 1995; Williams, 1999; Hori ja muut, 2001). Hopean talteenotossa altistumistasolla 0,005-0,02 mg/m³ esiintyi silmien argyroosia 21 %:lla työntekijöistä (Pifer ja muut, 1989). On arvioitu, että 1-8 g elinikäisenä kokonaisannoksena voisi aiheuttaa argyriaa, mikä hengitysteitse työkäisenä altistuksena vastaisi noin 0,011-0,088 mg/m³ olettaen 100%:n imeytyminen (Hill ja Pillsbury, 1939).

Hopeanitraatti ja muut lääkkeellisesti käytetyt hopeayhdisteet ovat aiheuttaneet kohonnutta veren hopeapitoisuutta ja argyriaa esimerkiksi hoidettaessa nenän väliseinän verenvuotoa hopeanitraatilla (Nguyen, 1999) tai palovammoja hopeasulfadiatsiinilla. Aiemmin argyriaa aiheuttivat mm. hopeasuolapitoiset nenätipat.

Hopeapitoinen mineraalivesi on nieltynä aiheuttanut argyriaa (Penknovich ja muut, 1990; Gulbranson ja muut, 2000).

Amerikkalaisessa myrkytyskeskuksessa on hoidettu äskettäin kuusi tapausta hopean aiheuttamaa myrkytystä (Hori ja muut, 2001). Aiheuttajina ainakin osassa tapauksia ovat olleet hopeapitoiset luontaistuotteet, ja potilaita on aluksi hoidettu methemoglobinemian epäilyn vuoksi ihoargyrian sijasta.

Työperäisesti altistuneilla on hopeanitraatin ja hopeaoksidin valmistuksessa havaittu hämäränäön heikkenemistä kymmenellä kolmestakymmenestä (Moss ja muut, 1979).

Ihon ja silmien lisäksi hopeanitraatti voi värjätä myös kynnet (Krebs, 1983).

Hopean on epäilty aiheuttavan myös munuaistautia (Rosenman ja muut, 1987).

Eläinkokeiden havainnot

Ärsyttää voimakkaasti silmiä. Sen välitöntä myrkyllisyyttä kuvaava LDLo suun kautta koiralla on 20 mg/kg ja kaniinilla 800 mg/kg.

Annettaessa rotille hopeanitraattia 37 viikon ajan juomavedessä vastaten 222 mg hopeaa/kg/pv havaittiin painon laskua, argyroosia ja lisääntyntä kuolleisuutta 23 viikon altistumisen jälkeen (Matuk ja muut, 1981).

Annettaessa rotille 89 mg hopeaa/kg/pv hopeanitraattina yhdeksän kuukauden ajan ilmaantui koe-eläimille sydämen vasemman kammion suurenemista (Olcott, 1950).

HTP- arvon perusteet

Asetettaessa liukoisille hopeasuoloille HTP-arvoa keskeisiä ovat niiden silmä- ja ihovaikutukset (argyroosi ja argyria). Silmän argyroosia voi tutkimusten perusteella aiheutua jo pitoisuudella 0,005-0,02 mg/m³ pitkäaikaisessa altistuksessa.

Kemian työsuojeluneuvottelukunta esittää, että liukoisten hopeayhdisteiden aiheuttamia terveyshaittoja voidaan torjua säilyttämällä kahdeksan tunnin vertailuajan HTP-arvo 0,01 mg/m³ nykyisellään, samoin viidentoista minuutin vertailuajan HTP- arvo 0,03 mg/m³.

Eri asettajien ilman epäpuhtauksien vertailu

Eri maissa on voimassa seuraavanlaisia työilman hopeapitoisuuden raja-arvoja.

Asettaja	Vuosi	Vertailuaika			Huomautus
		8 h	15 min	Hetkellinen	
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³

Suomi	2002	-	0,01	-	0,03	-	-	hopeana
Ruotsi	2000	-	0,01	-	-	-	-	hopeana
Norja	2001	-	0,01	-	-	-	-	hopeana
Tanska	2002	-	0,01	-	-	-	-	hopeana
Hollanti	2002	-	0,01	-	-	-	-	hopeana
Saksa	1999	-	0,01	-	0,1	-	-	hopeana
Englanti	2002	-	0,01	-	-	-	-	hopeana
ACGIH	2003	-	0,01	-	-	-	-	hopeana
EU	2003	-	0,01	-	-	-	-	hopeana
Ehdotus, Suomi	2004	-	0,01	-	0,03	-	-	hopeana

Viitteet

Armitage, SA, White, MA ja Wilson, HK (1996): The Determination of Silver in Whole Blood and Its Application to Biological Monitoring of Occupationally Exposed Groups, *Ann Occup Hyg* 40, 331-338.

Blehen, SS, Gould, DJ, Harrington, CI, ja muut (1981): Occupational Argyria: Light Microscopic and Electron Microscopic Studies and X-Ray Microanalysis, *Br J Dermatol* 104, 19-26.

Gulbranson, SH, Hud, JA ja Hansen, RC (2000): Argyria Following the Use of Dietary Supplements Containing Colloidal Silver Protein, *Cutis* 66, 373-374.

Hill, WR ja Pillsbury, DM (1939): *Argyria, The Pharmacology of Silver*, Williams & Wilkins, Baltimore, MD.

Hori, K, Martin, TG, Rainey, P, ja muut (2001): Believe It or Not: Silver Still Poisons, *Clin Toxicol*, EAPCTT XXII International Congress Abstract No 205.

Krebs, A (1983): Drug Induced Nail Disorders, *Dtsch Apoth Ztg* 123, 557-561.

Lech, T (1997): Analytical Findings in a Fatal Poisoning with Silver Compound, *J Anal Toxicol* 21, 580-583.

Matuk, Y, Ghosh, M ja McCulloch, C (1981): Distribution of Silver in the Eyes and Plasma Proteins of the Albino Rat, *Can J Ophthalmol* 16, 145-150.

Moss, AP, Sugar, A, Hargett, NA, ja muut (1979): The Ocular Manifestations and Functional Effects of Occupational Argyrosis, *Arch Ophthalmol* 97, 906-908.

Nguyen, RC, Leclerc, JE, Nantel, A, ja muut (1999): Argyremia in Septal Cauterization with Silver Nitrate, *J Otolaryngol* 28, 211-216.

Olcott, CT (1950): Experimental Argyrosis. V. Hypertrophy of the Left Ventricle of the Heart, *Arch Pathol* 49, 138-149.

Penknovich, AA, Fedorovtsev, AL ja Vasil'evykh, ML (1990): A Case of Argyria as a Result of the Use of Silver Water, *Klin Med (Mosc)* 68, 136-137.

Pifer, JW, Friedlander, BR, Kintz, RT, ja muut (1989): Absence of Toxic Effects in Silver Reclamation Workers, *Scand J Work Environ Health* 15, 210-221.

Rosenman, KD, Moss, A, Kon S (1979): Argyria: Clinical Implications of Exposure to Silver Nitrate and Silver Oxide, *JOM* 21, 430-435.

Rosenman, KD, Seixas, N ja Jacobs, I (1987): Potential Nephrotoxic Effects of Exposure to Silver, *Br J Ind Med* 44, 267-272.

Williams, N ja Gardner, I (1995): Absence of Symptoms in Silver Refiners with Raised Blood Silver Levels, *Occup Med* 45, 205-208.

Williams, N (1999): Longitudinal Medical Surveillance Showing Lack of Progression of Argyrosis in a Silver Refiner, *Occup Med* 49, 397-399.