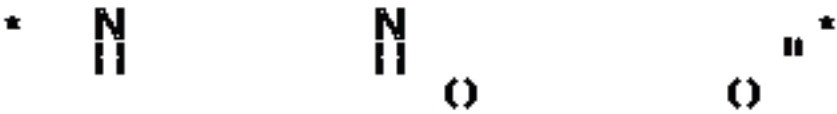


# p-Aramidi

## Ehdotus HTP-arvoksi

### ***Yksilöinti ja ominaisuudet***

CAS-No	24938-64-5; 25035-37-4; 26125-61-1
EEC-No	—
EINECS-No	—
Kaava	
Synonyymit	Poly(p-fenyleenitereftaalamidi), PPT-A, PPDT, Kevlar™, Twaron™, SVM, Terlon
Molekyylipaino	Primaariyksikön molekyylipaino on 238; molekyyliketjut ovat keskimäärin 120 yksikön pituisia – tällöin molekyylipaino on 29 560
Muuntokerroin	—
Sulamispiste	Kuitujen mekaaninen vahvuus alkaa heiketä 180°C, mutta lämmönkestävyys on kohtuullinen 320°C asti. Hidas pyrolyysi ja hapettuminen alkaa 300 - 350°C yläpuolella
Kiehumispiste	—
Höyrynpaine	—
Tiheys	1,45 (20°C)

### ***Esiintyminen ja käyttö***

Aramideja on kaksi muotoa *meta*- ja *para*-aramidi. *m*-Aramidin pääasiallinen käyttö on tulenkestävissä vaatteissa ja *p*-aramidia käytetään luodinkestävissä suojavaatteissa sekä kitkamateriaalina esim. asbestia korvaavana jarrupaloissa ja kytkimissä. *p*-Aramidia käytetään paljon komposiiteissa (usein yhdessä hiilikuitujen kanssa). Komposiittien käyttöalueita ovat mm. lentokone- ja avaruustekniikka, suurta lujuutta vaativat köydet, suojavaatteet ja urheiluvälineet (golf-, jääkiekko- ja tennismailat, sukset). *para*-Muodon kuiduista vapautuu ilmaan fibrillejä, jotka voivat joutua keuhkoihin. Tämän vuoksi terveyshaittaselvitykset ovat keskittyneet *p*-aramidiin.

Jarrupalojen valmistuksessa on mitattu pitoisuuksia jotka olivat 0,04-0,19 kuitua/cm<sup>3</sup>. Tiivisteiden valmistuksessa pitoisuudet olivat 0,02-0,27 kuitua/cm<sup>3</sup>, komposiittien työstössä 0,03-2,91 kuitua/cm<sup>3</sup>.

cm<sup>3</sup> ja kuitulangan valmistuksessa 0,18-2,03 kuitua/cm<sup>3</sup> (1).

*p*-Aramidia ei valmisteta Suomessa.

## **Aineenvaihdunta**

Alveolijakeen aramidikuidut laskeutuvat pääosin terminaalisten bronkiolien ja alveolaaritiehyiden alueelle. Makrofaagit kuljettavat lyhyitä kuituja ylemmäksi keuhkoissa. Keuhkoista kuidut eivät ilmeisesti siirry muualle elimistöön. *In vitro*-tutkimuksissa ei ole havaittu kuitujen liukenemistä tai hajoamista. Sen sijaan rottakokeissa on havaittu 6 kuukauden kuluttua altistuksesta puhdistumaa ja kuitujen keskipituuden pienenemää.(2-4) .

## **Terveysvaikutukset**

### **Ihmisiä koskevat tiedot**

Vapaaehtoisilla suoritetuissa ihokokeissa ( 5 päivää/viikko, 3 viikkoa) *p*-aramidin ei havaittu aiheuttavan allergisoitumista. Lievää punoitusta havaittiin muutamassa vapaaehtoisessa (4/22 ja 2/20) (2, 3, 5-7). Materiaalien hankaaminen voi aiheuttaa ihon ärsyyntymistä

Työntekijöissä jotka altistuivat yhtäaikaaisesti *p*-aramidille ja rikkidioksidille, havaittiin lieviä keuhkotoimintomuutoksia .*p*-Aramidin vaikutuksesta keuhkojen toimintaan ei ole tieteellisesti relevanttia näyttöä.

*p*-Aramidin karsinogeenisuudesta ihmisessä ei ole tutkimuksia.

### **Eläin- ja in vitro-kokeet**

#### *Äkilliset vaikutukset*

*p*-Aramidikuitujen akuuttitoksisuus on vähäistä. Kun rottia altistettiin kuiduille pitoisuudessa 150 mg/m<sup>3</sup>, yksikään ei kuollut. Suun kautta annosteluna 7 500 mg kuituja/kg ei myöskään ollut tappavaa.

#### *Toistuvat altistukset*

*p*-Aramidialtistukset ovat aiheuttaneet rottien keuhkoissa tulehdusreaktioita, mutta vaikutukset ovat poistuneet melko pian altistusten jälkeen (esim. (2, 5-7). NOAEL on tällöin ollut noin 50 kuitua/ml (7).

## **Karsinogeenisuus**

### **Kystat**

Lee *et al.* (5, 8) altistivat rottia 2 vuotta ( 6 h/pv, 5 pv/viikko) *p*-aramidipitoisuuksille 0, 2,5, 25 ja 100 kuitua/ml. Altistus pitoisuudella 400 kuitua/ml piti keskeyttää 12 kk:n jälkeen koska ro-tilla esiintyi liiallista kuolleisuutta bronkioliittiin (*obliterative bronchilitis*). Pitoisuuden määrittämiseen käytetty menetelmä ei vastaa kuitenkaan nykyisiä vaatimuksia. Pitoisuudessa 25 kuitua/ml ja sitä suuremmissa pitoisuuksissa altistettujen rottien keuhkoissa esiintyi annosvasteista keuhkorakuloiden bronkiolisoitumista ja fibroottisia muutoksia. Naarasrotissa, joita oli altistettu 100 kui-

tua/ml -pitoisuudelle havaittiin kystamuodostusta, joka kuvattiin sarveiskystiä muodostavaksi levyepiteelikarsinomaaksi (*cystic keratinizing squamous cell carcinoma*). Patologian asiantuntijat ovat myöhemmin päätyneet kuvaukseen *proliferatiivinen sarveisrakkula (proliferative keratinizing cyst)*. Niiden ei katsota olevan pahanlaatuisia eivätkä ne liity karsinoomamuodostukseen. Tällaisia rak-kuloita ei ole havaittu ihmisen keuhkoissa. Mesotelioomia ei inhalaatiokokeessa havaittu, sen sijaan 400 kuitua/ml -ryhmässä havaittiin yhdessä urosrotassa keuhkon levyepiteelin karsinooma.

Kokeissa, joissa on käytetty intraperitoneaali- tai intrapleuraalista annostusta ei ole havaittu tai on havaittu aivan vähäisessä määrin mesotelioomamuodostusta (1). Annosten arviointi tällöin on kuitenkin hyvin vaikeaa, koska kuitujen fysikaalisten ominaisuuksien takia ei kyetä annostelemaan stabiileja homogeenisiä suspensioita.

Saksassa *p*-aramidi on luokiteltu vuonna 1994 epäillyksi karsinogeeniksi. IARC katsoi vuoden 1997 (1) arviossaan että *p*-aramidin karsinogeenisuus ei ole luokiteltavissa.

## **HTP-arvon perustelut**

Rottien pitkäaikaisaltistuksessa pitoisuus 2,5 kuitua/ml ei aiheuttanut havaittavia haittavaikutuksia. Suurempienkaan annosten syöpävaarallisuudesta ei ole näyttöä. *p*-Aramidin kohdalla kokeellisiin altistuksiin liittyy erittäin merkittävä epävarmuus annosten arvioinnissa. Näin ollen *p*-aramidin HTP-arvoksi (8 h) esitetään 1 kuitua/ml.

## **Työhygieenisiä raja-arvoja eri maissa**

<i>Asettaja</i>	<i>Vuosi</i>	<i>Kuitua/cm<sup>3</sup> (8h)</i>	<i>Huom.</i>
Suomi	-	-	-
Ruotsi	-	-	-
Norja	-	-	-
Tanska	-	-	-
Saksa	-	-	MAK3*
Englanti	2000	0,5	alveolijae
Espanja	1999	1	alveolijae
Ranska	1999	1	alveolijae
Hollanti	2000	1	alveolijae
ACGIH	-	-	-
SCOEL	-	-	-
Ehdotus	2002	1	alveolijae

\*MAK3=Epäilty karsinogeeni

DuPont on antanut sisäiseksi raja-arvokseen ("acceptable exposure limit")(1989) 2 kuituja/ml ja Akzo Nobel ("recommended and internally applied limit")1 kuitua/ml.

## **Kirjallisuus**

Tämän perustelumuistion laadinnassa on käytetty oheisen viiteluettelon aineiston ohella apuna myös Health and Safety Executiven (HSE, UK) perustelumuistiota: Minty CA, Meldrun M, Phillips AM, Ogden TL. *p-Aramid respirable fibers. Criteria document for an occupational exposure limit*. HSE Books 1995, London sekä DECOS'in (Dutch Expert Committee on Occupational Standards, Hol-lanti) perustelumuistiota: Health Council of the Netherlands: Dutch Expert Committee on Occupa-tional Standards (DECOS). *p-Aramid fibres*. Rijswijk: Health Council of the Netherlands, 1997, publication no. 1997/07WGD.

1. IARC. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Silica, Some Silicates, Coal Dust and Para-Aramid Fibrils. Lyon, 15-22 October 1996. IARC Monogr Eval.Carcinog.Risks Hum. 1997;68:1-475.
2. Warheit DB, Kellar KA, Hartsky MA. Pulmonary cellular effects in rats following aerosol exposures to ultrafine Kevlar aramid fibrils: evidence for biodegradability of inhaled fibrils. *Toxicol.Appl.Pharmacol.* 1992;116(2):225-239.
3. Laboratory DPH. Comparisons of pulmonary effects in rats exposed to size-separated preparation of para-aramid or chrysotile asbestos fibres after 2-week exposure: an interim report to HSE (ref. Minty et al. 1995); 1994 1994.
4. Kelly DP, Merriman EA, Kennedy GL, Jr., Lee KP. Deposition, clearance, and shortening of Kevlar para-aramid fibrils in acute, subchronic, and chronic inhalation studies in rats. *Fundam.Appl.Toxicol.* 1993;21(3):345-354.
5. Lee KP, Kelly DP, Kennedy GL, Jr. Pulmonary response to inhaled Kevlar aramid synthetic fibers in rats. *Toxicol.Appl.Pharmacol.* 1983;71(2):242-253.
6. Warheit DB. A review of inhalation toxicology studies with para-aramid fibrils. *Ann.Occup Hyg.* 1995;39(5):691-697.
7. Bellmann B, Creutzenberg O, Dasenbrock C, Ernst H, Pohlmann G, Muhle H. Inhalation tolerance study for p-aramid respirable fiber-shaped particulates (RFP) in rats [In Process Citation]. *Toxicol.Sci* 2000;54(1):237-250.
8. Lee KP, Kelly DP, O'Neal FO, Stadler JC, Kennedy GL, Jr. Lung response to ultrafine Kevlar aramid synthetic fibrils following 2- year inhalation exposure in rats. *Fundam. Appl.Toxicol.* 1988;11(1):1-20.