

Rapport nr 2/2012

Är konstgräsplaner farliga?

– En riskbedömning av uppmätta värden av ftalatmetaboliter och PAH i urinen hos fotbollsspelande pojkar.

Eva Tekavec
ST-läkare
Kristina Jakobsson
Överläkare

Arbets- och miljömedicin

Datum
2012-10-09

Sammanfattning

Bakgrund

Allt fler konstgräsplaner anläggs. Frågor har väckts kring eventuella hälso- och miljörisker då materialet i dessa kan komma från återvunna bildäck, som innehåller en rad olika ämnen med ur hälsosynpunkt oönskade kemiska egenskaper.

Material och metod

Studerad grupp: Pojkar från ett juniorlag (13-år) som spelar fotboll på konstgräs med gummigranulat från återvunna bildäck. 20 av totalt 35 pojkar valde att delta. Med en enkät ville vi fånga hur ofta spelarna exponerades för konstgräs samt om de hade andra möjliga exponeringskällor för ftalater och PAH (hygienartiklar, speciell kost, mopedkörning, fritidsintressen och rökning). **Kemisk analys:** Morgonurin samlades in före respektive efter spel på konstgräs och analyserades med HPLC mass spektrometri med avseende på PAH (hydroxypyren) och fem olika ftalatmetaboliter (MEP, MBP, MBzP, 5OHMEPH och 5oxoMEHP).

Resultat

För *PAH* uppmättes låga urinkoncentrationer och en icke signifikant skillnad ($p > 0,2$) före (0,01; 0,002-0,5) respektive efter (0,01; 0,03-0,07) spel på konstgräs. För *ftalatmetaboliterna* uppmättes en betydande variation mellan individer. Vi fann inga entydiga förklaringar till denna variation vid beaktande av bruk av hygienartiklar kost, och övriga fritidsintressen. En av de sex ftalatmetaboliterna (MBzP) visade istället signifikant högre värde *före* jämfört med efter spel på konstgräs ($p=0,002$).

Konklusion

Bland spelarna framkom ingen signifikant ökning av vare sig PAH eller ftalater efter spel på konstgräs jämfört med före. Kemikalieinspektionens bedömning är att försiktighetsprincipen bör gälla och att man därför på sikt byter ut gummigranulat från bildäck till andra alternativ. Vår studie ändrar inget i denna bedömning.

Förkortningar och förklaringar

BBP (butyl benzyl phthalate)
BzBP (benzylbutyl phthalate)
CDC (Center for Disease Control)
DBP (di-n-butyl phthalate)
DEP (diethyl phthalate)
DEHP (di(2-ethylhexyl) phthalate)
DIBP (diisobutyl phthalate)
DIDP (diisodecyl phthalate)
DINP (diisononyl phthalate)
DMP (dimethyl phthalate)
ECMO (extracorporal membrane oxygenering, d v s syresättning utanför kroppen genom ett membran)

EPDM gummi

Epigenetik (Epigenetiska förändringar innebär att genernas uttryck förändras, trots att själva DNA-sekvensen är intakt. Kemiska förändringar påverkar om DNA sekvensen ska slås av eller på. Därmed påverkas bildningen av olika organ i kroppen och ev. utvecklingen av olika egenskaper och sjukdomar)

Genetisk polymorphism

IARC

HP (hydroxypyren)

HPLC masspektrometri

Hypospadi

FDA (US Food and Drug administration)

FIFA/UEFA

LH

MBP (metyl benzyl phthalate)

MEP (metyl ethyl phthalate)

MEHP (metyl ethyl hexyl phtalatae)

5OHMEHP 85hydroxy metyl hexyl phthalate)

5oxoMEHP (5 metyl hexyl phthalate)

NANESH

PAH (polyaromatiska kolväten)

PVC (polyvinylklorid plast)

µg (mikrogram)

TDI

US EPA

Bakgrund

Konstgräs

Konstgräs används till bland annat fritids- och idrottsanläggningar. Populariteten är stor då spelsäsongen kan förlängas. Planerna består av en plastmatta med plaststrån. Mellan stråna ligger små gummigranulat. Granulaten måste fyllas på med jämna mellanrum och kan bestå av återvunnet eller nyproducerat gummi. Nyttillverkat gummi (EPDM) är betydligt dyrare. 2006 var andelen konstgräsplaner med återvunnet gummi hela 90 %. Miljövänligare alternativ är dock på frammarsch.¹ Ett holländskt företag, Desso Sport System, är världsledande inom konstgräs och tillverkar dagligen 90 000 km gräsfibrer (två ggr jordens omkrets). I Sverige lades den första konstgräsplanen 1975 i Göteborg.

Det finns idag inga gemensamma riktlinjer inom EU för vad som ska gälla vid anläggande av konstgräsplaner. FIFA/UEFAs kvalitetskrav innefattar framför allt fotbollstekniska data.² Tyska institutet för standardisering har tagit fram en norm om att konstgräs inte får utgöra en hälsorisk för intillboende eller användare.³ Halterna av miljöfarliga ämnen kan variera mellan olika prover och producenter. Eventuellt sprids de farliga ämnena i däckan lättare när däckan malts ned till små granulat, jämfört med däckan i sin helhet då den exponerade ytan blir större. Hur PAH och ftalater varierar beroende på kornstorlek redovisas i tabell 1. Plaststråna har lägre halt av miljöfarliga ämnen och utgör dessutom en mindre massa än granulaten i konstgräsplanen.⁴

¹ http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/PM/PM2_06.pdf

² www.fifa.com, www.uefa.com

³ DIN. Sports Grounds part 7; Synthetic Turf Areas Determination of Environmental Compatibility (DIN 18035-7:2002-06).

⁴ Thales S.W. m.fl. (2004), Potentielle helse- og miljøeffekter tilknyttet kunstgresssystemer - slutrapport Norges byggforskningsinstitutt Byggforsk på oppdrag av Norges fotballforbund

Tabell 1. Halter i konstgräs av kemiska ämnen beroende på kornstorlek och andelen återvunna bildäck i konstgräset.⁵

Ämne (mg/kg)	Återvunnet gummi ⁶		EPDM gummi ⁷	EPDM gummi ⁸	50% EPDM +50% återvunnet ⁹	Återvunnet gummi ¹⁰
	Grov kornigt	Fin kornigt				
Benzoapyren	3	3,1	<0,05	0,12	1,4	3
Summa PAH	76	74	<1,3	1	20	62
DEHP	21	29				
Zink	17000	7300	2100	9500	18000	174
Bly	20	15	1,0	8	1,2	<9,95

Bildäck

Ett bildäck består till 40 % av gummi, övriga sextiototal olika ämnen är carbon black, aromatiska oljor, polyeten, polypropylen, svavel, fenoler, zinkoxid, bly, koppar, krom, kadmium.¹¹ I vår undersökning har vi valt att fokusera på PAH och ftalater, eftersom vi bedömer att dessa ämnen har störst relevans ur hälsosynpunkt. Från och med den 1 januari 2010 får däck och oljor som används vid tillverkning av däck inte säljas om de innehåller mer än 10 mg/kg av åtta listade PAH'er och mer än 1 mg/kg av bens(a)pyren.

PAH är det generiska namnet för hundratals olika föreningar som bildas vid ofullständig förbränning. En av dessa är pyren, som metaboliseras till 1-hydroxypyren (1-HP) och bildar 1-hydroxypyren-glucuronide som utsöndras i urinen¹² 1-OH anses vara den mest relevanta biomarkören för att uppskatta individuell exponering för PAH.¹³ Pyren har låg toxicitet, medan benso(a)pyren, B(a)P, är mycket potent och används som indikator för

⁵ http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/PM/PM2_06.pdf

⁶ ”Potentielle helse- og miljøeffekter tilknyttet kunstgresssystemer”, Byggforsk - Norges Byggforskningsinstitutt, 2004

⁷ ”Potentielle helse- og miljøeffekter tilknyttet kunstgresssystemer”, Byggforsk - Norges Byggforskningsinstitutt, 2004

⁸ Edeskär, Tommy (2004). Technical and environmental properties of tyre shreds focusing on ground engineering applications. Luleå Universitet 2004:05

⁹ Christensson, Bengt (2004) Luftföroreningar i en fotbollshall med konstgräs IVL Svenska Miljöinstitutet AB på uppdrag av Stockholms stad, Idrottsförvaltningen

¹⁰ Edeskär, Tommy (2004). Technical and environmental properties of tyre shreds focusing on ground engineering applications. Luleå Universitet 2004:05

¹¹ http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf_comments/blic_annex.pdf

¹² Jongeneelen et al. 1987. Determination of hydroxylated metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in urine. *J Chromatogr.* 1987 Jan 23;413:227-32.

¹³ Dor F. Validity of biomarkers in environmental health studies: the case of PAHs and benzene. *Crit Rev Toxicol.* 1999 Mar;29(2):129-68.

cancerframkallande PAH. Djurstudier har visat att flera olika PAH kan ge upphov till tumörer. En ökad förekomst av urinblåsecancer hos individer med hög yrkesmässig exponering av PAH, t ex. arbetare inom aluminiumproduktion och sotare har rapporterats¹⁴ samt hudcancer hos personer som arbetat med petroleumprodukter.¹⁵ De största källorna till PAH-exponering i samhället är vägtrafik, (bilavgaser, slitage av bildäck och vägmateriäl) samt vedeldning i hemmen.¹⁶ Upptaget sker dermalt, oralt via födan¹⁷, eller via inhalation¹⁸

Ftalater är ett samlingsnamn för olika föreningar av ftalsyra och alkohol. De används som mjukgörare i plast och gummi och växte fram med 30-talets PVC-industri. I Västeuropa uppskattas den årliga produktionen av ftalater till drygt en miljon ton. De vanligaste ftalaterna är DEP, DBP, BzBP, DEPH, DINP och DIDP, där DINP och DIDP står för 60 % och DEHP för 20 % av all tillverkning.¹⁹ För Sveriges del räknar man med drygt 5000 ton ftalater/år.²⁰ Listan kan göras oändlig på de produkter som innehåller ftalater, t ex golvbeläggningar, tapeter, kablar, färger, limmer, kapslade läkemedel²¹ sjukvårdsmateriäl (katetrar, slangar),²² hygienartiklar,^{23 24 25 26} plastskor och t-shirts med plasttryck.²⁷

¹⁴ Armstrong B et al. 2004. Lung cancer risk after exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives* 112(9):970-978.

¹⁵ Bofetta P, et al. 1997. Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: *Cancer Causes and Control*, May, 8444-472.

¹⁶ Boström C E et al. Cancer risk Assessment, Indicators, and Guidelines for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in ambient air. *Environmental Health Perspectives*. Vol 110, suppl 3. Jun 2002. 451-489.

¹⁷ Kazerouni N et al. *Food Chem Toxicol*. 2001 May;39(5):423-36. Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study.

¹⁸ Elovaara E et al 1995. Significance of dermal and respiratory uptake in creosote workers: exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and urinary excretion of 1-hydroxypyrene. *Occup Environ Med* 53:196-203.

¹⁹ <http://www.ftalater.se/typer>

²⁰ Högberg J et al. Phthalate diesters and their metyabolites in human breast milk, blood or serum and urine as biomarkers of exposure in vulnerable populations. *Environ Health Persp* 2008, March, vol 116, Nr 3, 334-38.

²¹ Hauser R et al. Medications as a source of human exposure to phthalates. *Environ. Health Perspect*. 2004 May;112(6):751-3.

²² Hill S S et al. 2003. Plasticizers, antioxidants, and other contaminants found in air delivered by PVC tubing used in respiratory therapy. *Biomed. Chromatogr*. 17:250-262.

²³ S M Duty et al., Personal Care Product Use Predicts Urinary Concentrations of Some Phthalate Monoesters. *Environmental Health Perspectives* vol113 nr 11 Nov 2005 p1530-35.

²⁴ H J Koo and B M Lee. Estimated exposure to phthalates in cosmetics and risk assesment. *J Toxicol. Environ Health, Part A*, 67:1901-14, 2004.

²⁵ R Rudel et al. Household exposures to phthalates, pesticides, alkylphenols, pbdes, and endocrine active compounds. *Toxicol. Sci* 2003;72:184.

²⁶ Meeker et al. Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. *Phil. Trans. R Soc B* 2009, 364, 2097-2113.

²⁷ <http://www.naturskyddsforeningen.se/natur-och-miljo/miljogifter/vart-arbete/tryck-pa-trojor/>

Ftalater är inte kemiskt bundna i produktionsmaterialet, utan kan läcka ut till omgivningen och ansamlas i hushållsdamm.^{28 29 30 31} De har en halveringstid på timmar till dygn och bioackumuleras inte, men då de återfinns praktiskt taget överallt i vårt dagliga liv, har man uppmätt ftalatmetaboliter i urin, blod och även i bröstmjölk hos ammande kvinnor, hos nästan samtliga undersökta. Största exponeringen för den vuxna allmänbefolkningen anses vara genom födan. Ftalater migrerar ut i livsmedel från livsmedelsförpackningar (f a DEHP och andra högmolekylära ftalater).³² I Japan uppmättes höga värden i mat som kunde härledas till användande av plasthandskar vid tillredning.³³ Hudupptag av lågmolekylära ftalater i hygienartiklar har studerats.^{34 35 36} Man har sett höga nivåer av ftalaten MEP hos män som nyligen applicerat aftershave.³⁷ Höga urinkoncentrationer av MBP har uppmätts efter intag av kapslade läkemedel.³⁸

Sedan slutet på 90-talet har åtskilliga studier och riskbedömningar av expertgrupper i Europa och USA gjorts för att bedöma allmänhetens exponering för ftalater och eventuella hälsoeffekter av detta.^{39 40 41 42 43} Ftalater ha klassats som hormonstörande ämnen.^{44 45}

²⁸ Adibi J J et al. Prenatal exposures to phthalates among women in New York city and Krakow, Poland. *Environ Health Persp* 2003 Nov 11(14):1719-22.

²⁹ Heudorf U Phthalates: Toxicology and exposure. *Int J Hyg Environ Health*. 2007 Oct;210(5):623-34. Epub 2007 Sep 21.

³⁰ K Bouma and D J Schakel. 2002. Migration of phthalates from PVC toys into saliva simulat by dynamic extraction. *Food Addit. Contam.* 19:602-610.

³¹ Becker K. DEHP metabolites in urine of children and DEHP in house dust. *Int J Hyg Environ Health*. 2004 Oct;207(5):409-17.

³² Fromme H et al. Intake of phthalates and di(2-ethylhexyl)adipate: results of the Integrated Exposure Assessment Survey based on duplicate diet samples and biomonitoring data. *Environ Int* 2007, 33,1012-20.

³³ Tsumura Y et al. Estimated daily intake of plasticizers in 1-week duplicate diet samples following regulation of DEHP-containing PVC gloves in Japan. *Food Addit. Contam.* 2001, 18, 449-640.

³⁴ Hauser R and Calafat A M. Phthalates and human health. *Occup Environ Med* 2005 Nov 62(11) 806-18.

³⁵ H J Koo and B M Lee. Estimated exposure to phthalates in cosmetics and risk assesment. *J Toxicol. Environ Health, Part A*, 67:1901-14, 2004.

³⁶ Sathyanarayana S et al. Baby care products: possible sources of infant phthalate exposure. *Pediatrics* 2008, 121, E260-68.

³⁷ S M Duty et al., Personal Care Product Use Predicts Urinary Concentrations of Some Phthalate Monoesters. *Environmental Health Perspectives* vol113 nr 11 Nov 2005 p1530-35.

³⁸ Hauser R et al. Medications ass a source of human exposure to phthalates. *Environ. Health Perspect.* 2004 May;112(6):751-3.

³⁹ ECB (European Chemical Bureau), 2004. Risk assesment report for bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP consolidated Final Report: Feb 2004). Document No. R042_0402_env_hh_4-6.

⁴⁰ EFSA (European Food Safety Authority), 2004. Statement on Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with food (AFC panel) on the reclassification of some phthalates for consistency with the new SCF guidelines for food contact materials, 26 May 2004.

⁴¹ CSTTEE (Scientific Comitee on Toxicity, Ecotoxicity and the environment, 2004. Opinion on the results of a second risk assesment of bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) in human health part. Adopted by CSTEE during the 41th Plenary Meeting of 8 Jan 2004.

⁴² ATSDR Agency for toxic Substances and Disease, Atlanta , GA.1995, 1997, 2001, 2002 Toxicologic profile for DEP, DinP, DiBP, DEPH.

⁴³ NTP-CERHR, 2000, 2003a-f, 2005.

Toxikologiska studier på råttor har visat tillräcklig evidens för att MBP, MBzP och MEHP är reproduktions- och utvecklingsstörande^{46 47 48} cancer^{49 50} och allergiframkallande.⁵¹ Resultaten baseras på djurstudier där försöksdjuren varit utsatta för höga doser och osäkerhet råder därför om motsvarande kan gälla för människa som i allmänhet utsätts för betydligt lägre doser. Nya lågdosstudier på djur indikerar dock att vissa ftalater kan inducera biologiska förändringar i nivåer som allmänheten utsätts för.^{52 53} Olika känslighet mellan arter diskuteras även. Studier på råttor och apa har inte kunnat påvisa samma förändringar som hos möss.^{54 55}

Ftalaternas kemiska struktur påverkar upptag, metabolism och utsöndring.⁵⁶ I kroppen sker först hydrolys av ftalatdiestern till monoestrar (DEHP→MEPH= primär metabolit), sedan kan alkylkedjan i den hydrolyserade monoestern ändras genom olika oxidationssteg till sekundära metaboliter. De korta ftalaterna (DMP, DEP) utsöndras huvudsakligen som monoestrar, medan de långkedjade ftalaterna; BBzP, MEHP, genomgår flera hydroxylerings och oxideringssteg.^{57 58} Istället för att detoxifieras, har in vivo studier visat att ftalaterna blir mer

⁴⁴ Choi et al. 2004. Toxicological characteristics of endocrine disrupting chemicals: Developmental toxicity, carcinogenicity, and mutagenicity. *J Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev.* 7:1-32

⁴⁵ IARC(International Agency for Research on Cancer 2000. Some industrial chemicals. IARC Monographs 77,41-148.

⁴⁶ Mylchreest et al Dose-dependent alterations in androgen-regulated male reproductive development in rats exposed to Di(n-butyl) phthalate during late gestation. *Toxicol Sci* 55:143-511. 2000.

⁴⁷ Ema M et al. Adverse effects on development of the reproductive system in male offspring of rats given monobutyl phthalate, a metabolite of dibutyl phthalate, during pregnancy. *Reprod Toxicol* 15:189-194.2001.

⁴⁸ Martino-Andrade A J and Chahoud I. Reproductive toxicity of phthalate esters. Review. *Mol. Nutr Food Res* 2010, 54,148-57.

⁴⁹ Davis B J et al. Di-(2-ethylhexyl) phthalate suppresses estradiol and ovulation in cycling rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 1994, 128:216-223.

⁵⁰ Tickner J A et al. Health risks posed by use of di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) in PVC medical devices: A critical review. *Am J Ind Med* 2001, 39:100-111.

⁵¹ Bornehag C G et al. The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environ Health Perspect* 2004, 112(14), 1393-1397.

⁵² Andrade A J et al. A dose-response study following in utero and lactational exposure to di(2-ethylhexyl)-phthalate (DEHP): non-monotonic dose-response and low dose effect on rat brain aromatase activity. *Toxicol* 2006, 227,185-92.

⁵³ Lehrmann K Pet al. Dose-dependent alterations in gene expression and testosterone synthesis in fetal testes of male rats exposed to di-(n-butyl)phthalate. *Toxicol.Sci* 2004,81,60-68.

⁵⁴ Gaido K W et al. Fetal mouse phthalate exposure shows that Gonocyte multinucleation is not associated with decreased testicular testosterone, *Toxicol Sui* 2007, 97, 491-503.

⁵⁵ Tomonari Y et al. Effect of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) on genital organs from juvenile common marmosets: I. Morphological and biochemical investigation in 65-week toxicity study, *J Toxicol Environ Health A* 2006, 69, 1651-72.

⁵⁶ Calafat A M and Needham L I . Factors affecting the evaluation of biomonitoring data for human exposure assessment. *Int J Androl* 2008. 31:139-43.

⁵⁷ ATSDR 1995 Toxicological profile for Diethyl Phthalate (DEP). Atlanta GA Agency for Toxic substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp73.html>.

⁵⁸ Koch H M and Calafat A M . Human body burden s of chemicals used in plastic manufacture. *Phil Trans R Soc B* 2009, 364, 2063-78.

bioaktiva efter hydrolys.⁵⁹ DEHP som anses mest toxisk av de olika ftalaterna, metaboliseras vidare i flera steg och idag känner man till 15 olika metaboliter av DEHP. De sekundära metaboliterna; 5OH-MEHP, 5oxo-MEHP, 5cx-MEHP och 2cx-MEHP; utgör 70%, medan den primära; MEHP, endast utgör 6%.^{60 61} Både de primära och de sekundära formerna konjugeras med glucuronsyra och utsöndras i urinen.

Flera studier har skattat upptaget av ftalater genom biomonitorering av ftalatmetaboliter i urinen.^{62 63 64 65} Ftalatmetaboliter i urin och blod har mätts efter en oral dos av isotopmärkt DEHP och DiNP till frivilliga män.^{66 67 68} Landsomfattande studier har gjorts i USA och Tyskland. NANESH är en nationell studie som utförs årligen i USA av CDC och speglar den amerikanska befolkningen. I Tyskland följer man genom GerESs, sedan mitten på 80-talet en studiepopulation, representativ för det tyska folket beträffande exponering för olika miljögifter (GerES V fokuserar på barn 3-14 år). Biomonitorering har ansetts ge högre värden för dagliga intag av ftalater jämfört med värden uppskattade från ftalatinnehåll i omgivningen, f a gäller detta hos barn.⁶⁹

Barn är speciellt utsatta, de utsätts för en högre koncentration i förhållande till kroppsvolym och exponeras för mer ftalater i omgivningen genom sitt hand-till-mun beteende och krypande på golv.⁷⁰ Uppmätta nivåer av DEHP i hushållsdamm har dock inte kunnat korreleras till

⁵⁹ Heindel J J and Powell C J. Phthalate ester effects on rat Sertoli cell function in vitro: Effects of phthalate side chain and age of animal. *Toxicol Appl Pharmacol* 1992, 115, 116-23.

⁶⁰ Koch HM et al. Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP): human metabolism and internal exposure—an update and latest results. *Int J Androl*. 2006. Feb;29(1):155-65.

⁶¹ Heindel J J and Powell C J. Phthalate ester effects on rat Sertoli cell function in vitro: Effects of phthalate side chain and age of animal. *Toxicol Appl Pharmacol* 1992, 115, 116-23.

⁶² Blount et al. Levels of seven urinary phthalate metabolites in an human reference population. *Environ Health Perspect*. 2000;108:979-982).

⁶³ Koch HM et al. Internal exposure of general population to DEHP and other phthalates—determination of secondary and primary phthalates monoester metabolites in urine. *Environ Res*. 2003 Oct;93(2):177-85.

⁶⁴ Silva MJet al. Urinary levels of seven phthalate metabolites in U.S. population from the national health and nutrition survey (NHANES) 1999-2000. *Environ Health Persp* 2004, 112(3);331-38.

⁶⁵ Wittasek M and Angerer J. Phthalates: metabolism and exposure. Review. *Int J Andol*. 2007; 31,131-38.

⁶⁶ Koch HM et al. New metabolites of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) in human urine and serum after single oral dose of deuterium-labelled DEHP. *Archives of Toxicol* 2005, 79; 367-76.

⁶⁷ Koch HM and Angerer J. Di-iso-nonylphthalate (DINP) metabolites in human urine after a single oral dose of deuterium-labelled DINP. *Int J Hyg Environ Health* 2007,210;9-19.

⁶⁸ CDC 2005. Third national report on human exposure to environmental chemicals NCEH Pub No. 02-0716.

Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Environmental Health, Atlanta, GA, July 2005, <www.cdc.gov/exposurereport/3rd/pdf/thirdreport.pdf>

⁶⁹ Wormuth Met al. What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans? *Risk Anal*.26, 803-824.

⁷⁰ Koch HM and Angerer J. Di-iso-nonylphthalate (DINP) metabolites in human urine after a single oral dose of deuterium-labelled DINP. *Int J Hyg Environ Health* 2007,210;9-19.

DEHP i urinen.⁷¹ Studier visar även att barn i högre utsträckning än vuxna, metaboliserar ftalatmetaboliterna vidare till sekundära former (Tabell 2.). Dessa stannar längre i kroppen och kan innebära en högre belastning för individen.⁷² En del studier har påvisat en könsskillnad i belastningen av vissa ftalater; pojkar hade högre värden för metaboliter av DEHP (MEHP och 5OH-MEHP) jämfört med flickor^{73 74 75 76}, medan andra studier inte visade någon skillnad.⁷⁷ I en nyligen publicerad tysk studie på 599 barn i åldern 3-14 år hade barn, jämfört med den vuxna tyska befolkning tre-fem gånger högre värden. För vissa barn var summan av 5OH-MEHP och 5oxo-MEHP högre än det tyska biomonitörings-svärdet (HBM I = 500µg/l).⁷⁸

Tabell 2. Halter av DEHP metaboliter (µg/l) hos barn i neonatalvård⁷⁹

MEHP	5OH-MEHP	5oxo MEHP	5cx MEHP	2cx MEHP
94	2399	79	10 228	62

⁷¹ Becker K et al. Dehp metabolites in urine of children and DEHP in house dust. *Int J Hyg Environ Health* 2004, 207,409-17.

⁷² Silva MJ et al. Measurement of eight urinary metabolites of di(2-ethylhexyl) phthalate as biomarkers for human exposure assessment. *Biomarkers*. 2006 Jan-Feb;11(1):1-13.

⁷³ Hildenbrand S et al. Biomonitoring of di(2-ethylhexyl) phthalate metabolites mono(2-ethyl-5-hydroxylhexyl) phthalate and mono(2-ethyl-5-oxohexyl) phthalate in children and adults during the course of time and seasons. *Int J Hyg Environ Health* 212 (2009) 679-84.

⁷⁴ Becker K et al. DEHP metabolites in urine of children and DEHP in house dust. *Int J Hyg Environ Health* 2004, 20; 409-417.

⁷⁵ Wittasek M et al. Daily intake of di(2-ethyl-hexyl)phthalate (DEHP) by German children – a comparison of two estimation models based on urinary DEHP metabolite levels. *Internat J Hyg Environ Health* 2007; 210,35-42.

⁷⁶ Silva M J et al. Urinary levels of seven phthalate metabolites in the U S population from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2000. *Environ Health Perspect*. 2002; 112,331-38.

⁷⁷ Koch HM et al. Internal exposure of general population to DEHP and other phthalates—determination of secondary and primary phthalates monoester metabolites in urine. *Environ Res*. 2003 Oct;93(2):177-85.

⁷⁸ Becker K et al. gERes IV: Phthalate metabolites and bisphenol A in urine of German children. *Int J Environ Health* 212 (2009) 685-92.

⁷⁹ Calafat et al. Exposure to di(2-ethylhexyl) phthalate among premature neonates in a neonatal intensive care unit. *Pediatrics* 2004, 113, e429-e434.

Tabell 3. Användningsområde och TDI (kg kroppsvikt/dag) för olika ftalater.

Ftalat	DnBP	BBzP	DEP	DBP	DMP	DEPH	DINP	DEHP-metabolit, MEHP	
Användning	PVC PVA färger parfym spray nagellack	Golv färg livs-medels- förp klister	Make-up schampoo parfym, lotion aftershave	Kapslade läke- medel	Make-up plast insekts- medel	Livsmedels förpackning Medicinsk Utrustning Tapeter Stövlar	Leksaker	-5OH	-5oxo
							150		
TDI EU (vuxna) 1998 ⁸⁰ ⁸¹	10	500	4000	10		50			
Referensdos USA 1993 ⁸²		200	800	100		20			
TDI Tyskland 2005 ⁸³								220	150

⁸⁰ CSTEE (Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the environment), 1998a. Phthalate migration from soft PVC toys and child-care articles. Opinion expressed at the CSTEE third plenary meeting, Brussels, April 24, 1998.

⁸¹ CSTEE (Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the environment), 1998b. Opinion on phthalate migration from soft PVC toys and child-care articles – Date made available since the 16th of June 1998, opinion expressed at the Sixth CSTEE Plenary Meeting, Brussels, 26/27 Nov 1998.

⁸² US-EPA1993a Integrated Risk Information System (IRIS), 1990/1991/1993a/1993b Dibutyl Phthalate /DEHP/BBzP/DEP<www.epa.gov/iris/sub/0038/0014/0293/0226htm>

⁸³ German Federal Environmental Agency. Kommission Human-Biomonitoring, 2005, 2007.

EU har upprättat riktvärden för högst tillåtna dagliga intag (TDI) och motsvarande i USA, US EPA, se Tabell 3. Exempel på uppskattat dagligt intag av ftalater (exponeringsbedömning samt biomonitöring) redovisas i tabell 14. En nyligen publicerad översiktsartikel sammanfattar aktuella föreskrifter och regelverk för ftalater.⁸⁴ Även om man inom EU sänkte det tolerabla dagliga intaget (TDI) till en tiondel av det ursprungliga⁸⁵, har de studier som gjorts (Tyskland och USA) visat att många och få barn, överskrider gällande riktvärden.^{86 87} (i vissa fall 20-falt över rekommenderat TDI).⁸⁸

Se tabell 12 i appendix. Trots åtskilliga studier vet man idag lite om den egentliga effekten av ftalater på människa. Flera aktuella översiktsstudier framhåller dock vikten av att titta på riskgrupper för ftalatexponering så som få barn i neonatalvård (få ECMO-behandling) där nästan toxiska doser kan uppnås.^{89 90} Se tabell 5.

Tabell 4. Exponering för DEHP, sjukhusvård (US FDA, 2002)⁹¹

	Vuxen DEHP µg/kg kroppsvikt/dag	Neonatalvård DEHP µg/kg kroppsvikt/dag
ECMO	3000	14000- 22600
Trauma	8500	
Total parenteral nutrition	130	2500

Ftalatmetaboliter kan ha olika toxikologiska effekter där ökad känslighet pga. individuell känslighet och eventuellt epigenetiska förändringar kan spela in.^{92 93} Barn är t ex känsligare för de sekundära metaboliterna än vuxna. I det dagliga livet utsätts vi för en mängd olika ftalater och andra kemikalier som kan ha liknande t e x hormonstörande effekt . Gränsvärden

⁸⁴ Kamrin M A. Phthalate Risks, phthalate regulation, and public health: a review. *J Tox Environ Health, Part B*, 12:157-74, 2009.

⁸⁵ EFSA 2005 (European Food Safety Authority), 2004. Statement on the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing aids and Materials in Contact with Food (AFC Panel) on the classification of some phthalates for consistency with the new SCF guidelines for food contact materials, 26 May 2004.

<www.efsa.europa.eu/de/science/scientific_reports/phthalates.html>

⁸⁶ <http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?a=5740&d=11353&l=sv>

⁸⁷ Koch H M et al. Di-n-butylphthalate and butylbenzylphthalate – urinary metabolite levels and estimated daily intakes: pilot study for German Environmental Survey on children. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2007 Jul;17 (4):378-87.

⁸⁸ Koch HM et al. Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP): human metabolism and internal exposure—an update and latest results. *Int J Androl*. 2006. Feb;29 (1):155-65.

⁸⁹ NTP-CERHR, 2000, 2003a,b,c,d,e,f, 2005

⁹⁰ Calafat AM et al. Exposure to di-(2-ethylhexyl) phthalate among premature neonatal intensive care unit. *Pediatrics* 2204, 113(5):e429-e434.

⁹¹ Heudorf H et al. Phthalates: Toxicology and exposure. *Int J Environ Health* 2007, 210, 623-634.

⁹² Meeker J D et al. Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. *Phil Trans R Soc B* 2009, 364, 2097-2113.

⁹³ Fredriksen H et al. Metabolism of phthalates in humans. Review. *Mol. Nutr Food Res* 2007., 51, 899-11.

för enskilda ftalater är beräknade utifrån en ftalatsort i taget, men användandet av ett kumulativt gränsvärde diskuteras.^{94 95 96 97 98 99 100}

Miljöpåverkan av konstgräs

Det finns inga svenska riktlinjer för anläggningar av konstgräs. Däremot finns det rikt- och gränsvärden när det gäller förorening av luft, mark och vatten, för en del av de ämnen som förekommer i konstgräs. Konstgräs kan utgöra en lokal miljörisk utomhus, då kemikalier från gummigranulaten, t ex zink, fenoler och PAH, kan läcka ut från gummit. Lokala markförhållanden, typ av dränering, kornstorleken och åldern på gummigranulaten påverkar hur stor miljörisken blir och en relevant miljöriskbedömning kan endast göras i det enskilda fallet på lokal nivå.¹⁰¹

Exponering för konstgräs i förhållande till gränsvärden för PAH och ftalater

-inhalation

I Sverige och Norge har endast ett fåtal mätningar i inomhushallar med konstgräs gjorts. Nivåerna av PAH, ftalater och tungmetaller var acceptabla i jämförelse med riktvärdena för utomhusluft.¹⁰²

⁹⁴ ECB (European Chemicals Bureau), 203 2008. Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP). European Union Risk assessment Report, vol. 80. Office for Official Publications of the European communities, Luxembourg.

⁹⁵ Wittasek M and Angerer. Phthalates: metabolism and exposure. Int J Andol , 2009, 31, 131-138.

⁹⁶ Hauser, R., P. Williams, et al. (2005). "Evidence of interaction between polychlorinated biphenyls and phthalates in relation to human sperm motility." Environ Health Perspect 113(4): 425-30.

⁹⁷ Becker K et al. gERes IV: Phthalate metabolites and bisphenol A in urine of German children. Int J Environ Health 212 (2009) 685-92.

⁹⁸ Meeker J D et al. Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. Phil Trans R Soc 2009, 364,2097-2113.

⁹⁹ Lhuguenot J-C. Recent European Food Safety Authority toxicological evaluations of major phthalates used in food contact materials. Mol Nutr food Res. 2009, 53, 1063-1970.

¹⁰⁰ Howdeshell k L et al. A mixture of five phthalate esters inhibits fetal testicular testosterone production in the Sprague Dawley rat in a cumulative, dose additive manner, Tox Sci Advance Access 2008,14,1-48.

¹⁰¹ Kemikalieinspektionen, 2006, www.kemi.se, konstgräs ur ett kemikalieperspektiv – en lägesrapport.

¹⁰² IVL Miljöinstitutet AB på uppdrag av Södertälje kommun, Kultur och fritid Ancker, Klas m.fl. (2004) Luftföroreningar i en fotbollshall med konstgräs IVL Svenska

Tabell 5. Halter (ng/m³) av PAH, mätt som bensoapyren och ftalater.

Ämne	Hall 1	Hall 2	Hall 3	Hall 4	Hall 5	Gränsvärde Arbetsmiljö	Gränsvärde Yttre miljö
PAH ¹⁰³						2000	0,1 ¹⁰⁴
PM 2,5	0,008	0,075					
PM 10	0,03		1,15	0,56	0,38		
Ftalater ¹⁰⁵							
PM 2,5			37,3	81,2	84,9		
PM 10			131,4	134,4	117,1		

IVL's resultat baseras från mätningar från två inomhushallar; Hall 1 och Hall 2 (Tabell 5). Parallellt med luftmätningarna analyserades en gummiblandning med hälften återvunna bildäck och hälften nyttillverkad gummi. Gummiblandningen innehöll 1mg bensoapyren/kg. Man antog att mängden bensoapyren i det luftburna dammet i inomhushallarna motsvarade den i den analyserade gummiblandningen. Den beräknade halten av bensoapyren i dammet jämfördes med Arbetsmiljöverkets gränsvärden för yrkesmässigt arbete samt med riktvärden för utomhusluft. Den beräknade halten av bensoapyren (0,075 ng/m³) vid aktivitet låg precis under målvärdet för utomhusluft år 2002 (0,1ng/m³). Det kan därför inte uteslutas att nivån ibland kan överstiga gränsvärdet.

Norska NILU fann förhöjda halter luftburet damm i Hall 3, Hall 4 och Hall 5 vid mätning av PM 2,5. Halterna låg straxt under det nationella riktvärdet på 20µg/m³. Gränsvärdena kan därför lätt överskridas vid suboptimal ventilation. Dammet i hallarna innehöll 35-50 % gummi, bestående av bl. a PAH, och framför allt ftalaten DMP, men även ftalaterna DBP och DEHP. Både norska NILU och norska NIVA konstaterar att återvunnet gummi kan utgöra en belastning på inomhusmiljön.¹⁰⁶

När det gäller konstgräsplaner *utomhus* anses inhalation av PAH inte nämnvärt bidra till den genomsnittliga långtidsexponeringen (0,03 ng/m³ jmf 0,1 ng/m³, enligt IMM lågrisknivån för långtidsexponering)¹⁰⁷

¹⁰³ Mätt som bensoapyren.

¹⁰⁴ Målvärde 2020.

¹⁰⁵ Summa ftalater. (Mest DMP, DBP och DEHP).

¹⁰⁶ Källqvist Torsten (2005), Miljörisikovurdering av kunstgresssystemer Norsk institutt for vannforskning NIVA på uppdrag av Statens forurensningstilsyn

¹⁰⁷ Miljömedicinskt Centrum, Västra Götalandsregionen

Sammanfattningsvis har en eventuell hälsorisk genom vistelse på konstgräsplan inte kunnat bekräftas. Resultaten baseras på ett fåtal undersökningar och generella riskbedömningar är därför vanskliga.¹⁰⁸ Kemikalieinspektionens rekommendation är att välja annat material än granulat från återvunna bildäck när nya konstgräsplaner anläggs. Fler studier behövs som även väger in hudupptag och risken för allergier p.g.a. latexexponering.¹⁰⁹

- Oralt upptag och hudupptag

PAH

Miljömedicinskt Centrum, Västra Götalandsregionen har gjort en riskbedömning för barn som vistas på en utomhuskonstgräsplan. Förutom exponering via inhalation, beräknades även upptag via magtarmkanalen och huden.¹¹⁰ Endast PAH analyserades, eftersom det ansågs mest kritiskt ur hälsosynpunkt. *Nedsväljning* bedömdes osannolik. Ett spädbarn skulle dock kunna få i sig granulat som hamnat på golvet hemma från kläder och skor. Detta bedömdes inte innebära någon risk, baserat på beräkningen att ett barn sväljer 1 g gummigranulat vid ett tillfälle, motsvarande 3µg(a)PAH, vilket ligger i nivå med den normala dagliga intaget på 2,8 µg.¹¹¹ För *hudupptag* uppskattades PAH-exponeringen via konstgräset kunna ge en livstidsrisk för cancer på 1,4 extra fall per 100 000 invånare, vilket ligger kring den nivå som man i Sverige anser vara acceptabel. Slutsatsen baseras på beräkningen att ungefär 20 % av PAH i jord absorberas under 24 timmar om det appliceras på huden. Mängden 1 mg/cm² bedöms som trolig överskattning då jord fastnar lättare än gummigranulat på huden. Med antagande att barnen vistas ute på konstgräsplanen under 5 timmar/dag, d v s hela rasterna, alla skoldagar, alla årskurser, bedömer man att vistelse på konstgräset inte innebär någon ökad risk för cancer hos barnen, men föra att minska exponeringen av PAH via huden rekommenderas duschning efteråt.¹¹²

Ftalater

Studier på människa och djur har visat att ftalater tas upp via huden¹¹³ genom passiv diffusion.¹¹⁴ Urinutsöndring av ftalater efter applicering av ftalatinnehållande hudlotion har

¹⁰⁸ Dye C m.fl. (2005), Måling av luftförorening i innendörs konstgresshaller Norsk institutt for luftforskning, NILU, på uppdrag av Statens föroreningstilsyn

¹⁰⁹ Kemikalieinspektionen, 2006, www.kemi.se, konstgräs ur ett kemikalieperspektiv – en lägesrapport.

¹¹⁰

¹¹¹ <http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Kemiska-amnen/Skadliga-amnen-vid-tillagning/PAH-i-livsmedel-forekomst-och-toxikologiska-mekanismer/>

¹¹² Miljömedicinskt Centrum, Västra Götalandsregionen

¹¹³ ATSDR; Toxicological profile for various phthalates at: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html> .
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp73.html>.

visat att i medeltal 5,79 % (MEP) och 1,82 % (MBP) av ftalatmetaboliterna DEP respektive DBP återfanns i urinen. Den högsta nivån uppmättes 8-12 h efter applicering.¹¹⁵ I en annan studie på drygt 400 män såg man att dem som hade använt parfym eller aftershave inom 48 timmar före urinprovet, hade högre koncentration av ftalatmetaboliten MEP (median: 265 respektive 266 ng/mL) jämfört med dem som inte hade använt parfym eller aftershave (108 respektive 133 ng/mL). För varje extra typ av hygienprodukt som användes, ökade MEP 33 % (95 % C I, 14-53 %). Bruk av hudlotion var dock associerat med lägre halt av MBP (14.9 ng/mL), MBzP (6.1 ng/mL), och MEHP (4.4 ng/mL) jämfört med män som inte använde hudlotion (MBP, 16.8 ng/mL; MBzP, 8.6 ng/mL; MEHP, 7.2 ng/mL).¹¹⁶

Syfte

Mot bakgrund att det endast finns ett begränsat antal undersökningar om konstgräs och endast en, nyligen publicerad studie avseende konstgräs och biomonitorering¹¹⁷, ansåg vi vår undersökning högst relevant. Syftet var att besvara frågeställningen om fotbollsspelarnas användande av konstgräsplanen bidrog till en extra exponering av PAH och ftalater utöver det som pojkarna utsätts för dagligen genom andra exponeringskällor. Utifrån uppmätta halter av spelarnas halter av PAH och ftalater i urinen före och efter spel på konstgräs. Vi ville utifrån tidigare gjorda exponeringsbedömningar och studier baserade på biomonitorering och gällande normer om dagligt exponering, generera en riskbedömning avseende spelarnas användande av konstgräsplaner med återvunnit gummi från bildäck.

Metod

Studerad grupp

Vi vände oss till en fotbollsklubb som under vintersäsongen använder en konstgräsplan med gummi från bildäck för utomhusspel och hall med plastgolv. För att undvika mopedkörning som en källa till PAH-exponering, valdes spelare i juniorlaget (pojkar, i åldern 13 år). Som

¹¹⁴ Howard J et al. Toxicology Tutor II: Toxicokinetics, Absorption: Dermal Route. Bethesda, MD: Division of Specialized Information services, National Library of Medicine, National Institutes of Health. Available: <http://www.sis.nlm.nih.gov/enviro/ToxTutor/Tox2/a24.htm>(accessed 7 Nov 2003).

¹¹⁵ Janju ua et al. Urinary excretion of phthalates and paraben after repeated whole-body topical application in humans. *Int J Androl*. 2008 Apr;31(2):118-30.

¹¹⁶ Russ Hauser et al. *Environ Health Perspect* 113:1530-1535 (2005). doi:10.1289/ehp.8083 available via <http://dx.doi.org/>[Online 18 July 2005]

¹¹⁷ Joost G. M. et al. Hydroxypyrene in urine of football players after playing on artificial sports field with tirecrumb infill. *Int Arch Occup Environ Health* (2010)83:105-110.

referensgrupp har vi använt en studie som är gjord på värnpliktiga män i Sydsverige)¹¹⁸ Information om undersökningen skickades ut per e-post tillsammans med inbjudan till föräldrar och spelare till ett infomöte i klubbhuset. Ytterligare information gavs i samband med ett träningstillfälle, då även plastburkar/rör för urinprov, informationsblad om undersökningen, enkät och blankett om separat skriftligt samtycke av spelare och målsman, delades ut. 20 av 35 pojkar valde att delta. Det första urinprovet togs på morgonen efter träningstillfället. Det andra urinprovet returnerades i ett svarskuvert tillsammans med enkätsvar och samtyckesblankett. Kommunen som står för anläggning och drift av konstgräsplanen informerades även om undersökningen. Studien är godkänd av etikprövningsnämnden i Lund.

Konstgräsplanen

Konstgräsplanen har gummigranulat från bildäck (SBR- granulat) och levereras från SPENTAB¹¹⁹. Enligt leverantören är den tillverkad av det holländska företaget, Desso DLW och är av typen DD Match PS60. De material som ingår i den berörda konstgräsplanen är SBR-granulat, konstgräs (gräs) och kvartssand. Nivåer av PAH i förhållande till vad som är godkänt för bebyggelse (KM) och annan markanvändning (MKM) redovisas i tabell nedan.

Tabell 6. Halter av PAH i olika typer av material på fotbollsplaner samt gällande riktvärden för markanvändning.¹²⁰

Ämne	SBR- granula t	SBR- Konstgräspla n	EPDM- Konstgräspla n	Gräs - plan	Kvartssan d (grusplan)	KM *	MKM *
PAH	224	110	100	<2,5	<2,5	20	40
PAH carcinogen a	77	15	9	<3,5	3,5	0,3	7

* KM = Känslig mark, MKM = Mindre känslig mark.

Enkät

Deltagarna fick svara på frågor om hur länge och hur ofta de spelar på konstgräs, om de röker, kör moped, hur ofta de använder olika hygienartiklar, om de har någon specialkost, övriga

¹¹⁸ Jönsson B A G et al. [Epidemiology](#). 2005 Jul;16(4):487-93. Urinary phthalate metabolites and biomarkers of reproductive function in young men.

¹¹⁹ www.spentab.se

¹²⁰ Desso DLW. Testet betecknat DIN V 18035-7 avser ett urlakningstest på SBR-granulatet (fyllnadsgummit).

fritidsintressen och om de använt samma skor vid båda träningstillfällena (vid spel inomhus och på konstgräs).

Provtagning och kemiska analyser

Urinprovet för analys av ftalatmetaboliter och PAH togs på morgonen efter fotbollsspel på plastgolv inomhus, respektive efter spel på konstgräs utomhus. Spelarna fick inte ha vistats på konstgräsplan fyra dygn innan provtagningen. Vi har valt att analysera ftalatmetaboliterna: MEP, MBP, MBzP, MEHP samt de två sekundära metaboliterna för MEHP; 5OHMEHP och 5oxoMEHP. Ftalater är diestrar av ftalasyra (1,2-benzendikarboxylsyra).

Ftalater har kort halveringstid, 6-12 timmar och bioackumuleras inte. Halveringstiden skiljer sig åt beroende på kemisk struktur, d v s de primära ftalatmetaboliterna (MEPH – 5 h) har kortare halveringstid än de sekundära ftalatmetaboliterna (5OH-MEPH och 5oxo-MEPH – 10 h). Vissa sekundära ftalatmetaboliter kan ha halveringstid på upp till 24 timmar. Fyra dygns mellanrum mellan speltillfällena eliminerade således risken för felvärden för samtliga ftalatmetaboliter från tidigare exponering.

Proverna förvarades nedfrysta och innan analys dekonjugerades urin med glukoronidas, uppenades med fastasextraktion och koncentrerades. Med HPLC mass spektrometri, metod enligt Blount et al.¹²¹, bestämdes koncentrationen monoestrar av ftalatmetaboliter, detta för att förhindras felvärden genom kontamination från t ex provtagningsrör.

Koncentrationen av PAH metaboliten 1-hydroxypyren i urinen bestämdes även genom HPLC masspektrometri. Korrigering för kreatininkoncentrationen i urinen gjordes. Vi har beräknat värden för både molvikten och i µg/ml.

Statistik

Wilcoxon´s test för parvisa observationer användes för verifiera om det fanns en statistisk signifikant skillnad (exakt test) av ftalatmetaboliter och PAH hos fotbollsspelarna före jämfört med efter spel på konstgräs.

¹²¹Blount et al. Quantitative detection of eight phthalate metabolites in human urine using HPLC-APCI-MS/MS. Anal. Chem. 2000;72:4127-4134.

Resultat

Enkät

Ingen av deltagarna rökte snusade eller körde moped. Alla hade blandkost. De hade i genomsnitt spelat fotboll i ungefär sju år, varav drygt ett år på konstgräs. Ett träningspass var 1,5 timmar långt och de tränade i genomsnitt tre gånger per vecka. Alla spelare använde olika skor vid träning inomhus (plastmatta) och utomhus (konstgräs). I tabell 3. nedan redovisas hur spelarna tränat under de senaste fyra veckorna innan provtagningen.

Tabell 8. Spelarnas träning under de senaste fyra veckorna innan provtagning.

	N	Uppgift Saknas	Träningspass/vecka		
			Median	Minimum	Maximum
Konstgräs	22	4	2	0	12
Plastgolv inomhus	22	4	4	0	20
Vanligt gräs	22	6	0	0	2
Match på konstgräs	22	5	0	0	1

* En person uppgav 20 gånger per vecka, detta är rimligen ett felvärde.

Hygienartiklar

Övervägande del av pojkarna använde duschtvål, hårschampoo, deodorant och hårgele/vax/spray mellan fem och sju gånger i veckan, se tabell 4. nedan. De flesta använde inte after shave eller parfym. Två personer använde after shave och parfym mer än 7 gånger /v. En person som använde hårgele > 10 ggr/v.

Tabell 9. Användning av hygienartiklar under veckan innan provtagning.

Duschtvål		Deo			Parfym			Aftershave			Gele/vax/spray			
Gångner/ v	N	%	Gångner/ v	N	%	Gångner/ v	N	%	Gångner/ v	N	%	Gångner/ v	N	%
0- 2	7	3	0-5	1	5	0	1	5	0	1	9	0-5	7	3
		5		1	5		1	5		8	0			5
3 - 7	1	6	6-7	9	4	1-2	5	2	1+	2	1	6-7	1	6
	3	5			5			5			0		2	0
8+	0	0	8+	0	0	3+	4	2				8+	1	5
								0						

Urinprov

Två spelare lämnade inte urinprov före spel på konstgräs. Fyra spelare lämnade inte urinprov efter spel på konstgräs.

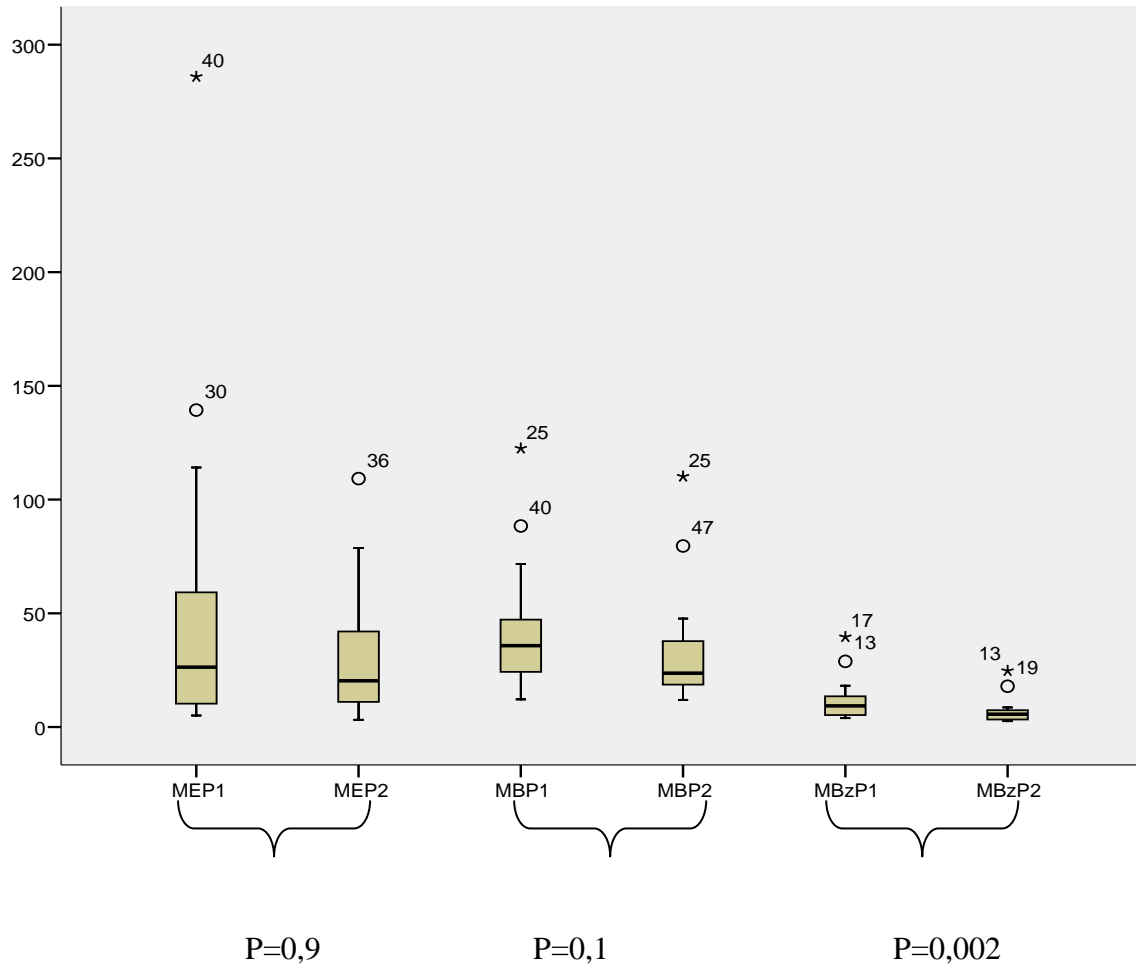
-PAH

Koncentrationer av hydroxypyreni urinen var låga. Det fanns ingen signifikant skillnad i nivåerna före jämfört med efter spel på konstgräs.

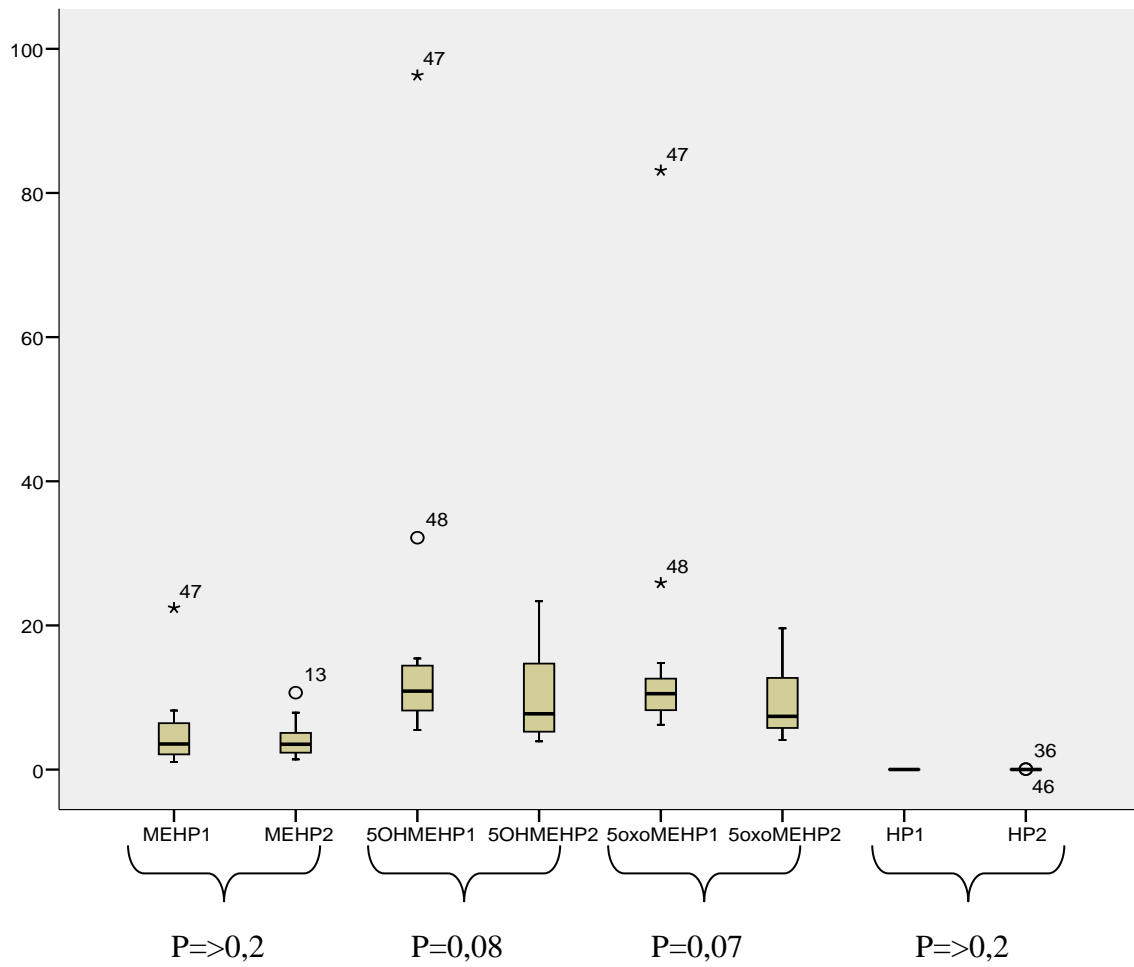
-Ftalater

För MBzP och 5oxoMEHP uppmättes högre före jämfört med efter spel på konstgräs. För MBzP var skillnaden signifikant ($p=0,002$). För övriga ftalatmetaboliter fanns inget signifikant samband. I figur 1. och 2. redovisas fördelningen av enskilda individers urinkoncentration av hydroxypyren och ftalatmetaboliter, före samt efter spel på konstgräs. Halter redovisas i tabell 7.

Ftalatmetaboliter i urinen före/efter spel på konstgräs (nmol/mmol kreatinin).



Ftalatmetaboliter i urinen före/efter spel på konstgräs (nmol/mmol kreatinin).



Ett par spelare hade klart avvikande halter av ftalatmetaboliter, se figur 1. och 2. Detta kunde inte på ett tydligt sätt förklaras av deras användning av antalet träningstillfällen eller hygienartiklar.¹²²

Diskussion

PAH

PAH är ju det man kanske i första hand förknippar med bildäck och hälsofaror.

Miljömedicinskt Centrum, Västra Götalandsregionen hade t ex endast med PAH i sin riskbedömning avseende konstgräs.¹²³

Vi kunde inte påvisa någon signifikant ökning av PAH, mätt som hydroxypyren, i pojkarnas urin efter spel på konstgräs. Nivåerna av hydroxypyren var generellt låga i jämförelse med de man ser i allmänbefolkningen^{124 125} och betydligt lägre jämfört med yrkesarbetare inom gummiindustrin.¹²⁶ Se tabell 8.

¹²² Spelare nr 30 använde parfym i hög grad (>3ggr/v), men inte övriga hygienartiklar och spelade inte på plastgolv i någon högre utsträckning. Spelare nr 25 kännetecknas av hög förbrukning av hårgel. Två spelare som använde after shave och parfym i hög grad hade dock inte särskilt höga koncentrationer av ftalatmetaboliter i urinen. Spelare nr 36 hade inte någon ökad förbrukning av parfym eller andra hygienartiklar och spelade inte heller på inomhusgolv i hög utsträckning. Spelare nr 19 spelade på inomhusgolv 8 gånger/v och hade låg-mellanförbrukning av hygienartiklar. Spelare nr 13 spelade på inomhusgolv 6 gånger/v och hade mellannivå-förbrukning av duschtvål och uppgift saknas om förbrukning av hygienartiklar. Spelare nr 47 spelade på inomhusgolv 20 gånger i veckan och hade höga värden MEHP, 5OHMEHP, 5oxoMEHP före, respektive för MBP efter spel på konstgräs. Spelare nr 48 hade också förhöjda värden av 5OH-MEHP och 5oxo-MEHP före spel på konstgräs, men spelade inomhus endast tre gånger. Han använde hårgel/vax/spray i hög frekvens, men övriga hygienartiklar i mellan-låg förbrukning. För spelare nr 40 finns inga uppgifter angående användande av hygienartiklar och frekvens av fotbollsspel eftersom han inte svarade på enkäten. Det finns för denna spelare inte heller något urinprov efter spel på konstgräs.

¹²³ Miljömedicinskt Centrum, Västra Götalandsregionen

¹²⁴ Jönsson LS et al. Levels of 1-hydroxypyrene, symptoms and immunologic markers in vulcanization workers in the southern Sweden rubber industries. *Int Arch Occup Environ Health*. 2008 Oct;82(1):131-7. Epub 2008 Apr 19.

¹²⁵ Levin et al. Occupational PAH exposure: urinary 1-hydroxypyrene levels of coke oven workers, aluminium smelter pot-room workers, road pavers, and occupationally non-exposed persons in Sweden. *Sci Total Environ*. 1995 Feb 24;163(1-3):169-77.

¹²⁶ Jongeneelen et al. 1987. Determination of hydroxylated metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in urine. *J Chromatogr*. 1987 Jan 23;413:227-32.

Tabell 11. Uppmätta halter av 1-HP i urinen i olika studerade grupper.

Studie	Ålder och studerad grupp	µmol/mol kreatinin median (range)	
Den här studien	13 åriga pojkar	Före spel på konstgräs	0,01 (0,002-0,5)
		Efter spel på konstgräs	0,01 (0,03-0,07)
Jönsson et al.	18-åriga män	Kontrollpersoner	0,071 (<LOD -0,35)
		Exponerade arbetare ¹²⁷	0,14 (<LOD-1,3)
Levin et al.	Vuxna	Icke rökare	0,03
		Rökare	0,09

Ftalater

Ftalatmetaboliterna varierade mellan olika individer samt före respektive efter spel på konstgräs. Vi fann en signifikant *högre* halt av MBzP före jämfört med efter spel på konstgräs. Inget konklusivt samband mellan bruk av hygienartiklar och olika ftalatmetaboliter iakttoogs. Någon spelade ofta på inomhusgolv, medan andra inte gjorde det. Vår undersökning väcker en rad frågor. Eftersom ftalater är så spridda i vårt samhälle och många olika ftalater återfinns i olika produkter, t.ex. hygienartiklar, klädsel, färg, livsmedelsbehållare^{128 129} är det svårt att relatera enskilda individers uppmätta ftalatkoncentrationer till specifika exponeringskällor. Vidare användes olika skor vid de två träningstillfällena (konstgräs, respektive plastgolv). Plastgolv kan innehålla stora mängder ftalater (BBzP används t ex till 90 % i PVC-golv). Spel inomhus ger även en högre exponering för lokala koncentrationer av omgivningsfaktorer än utomhus. Man kan fundera kring betydelsen av att spel på konstgräsplanen jämförts med spel på plastgolv istället för vanligt gräs i avseende på ftalater.

I tabell 12. redovisas uppmätta nivåer av ftalatmetaboliter och PAH (1-HP) i urinen i nmol/mmol kreatin respektive ng/mL. Vid jämförelse med tidigare studier låg halterna för ftalat-metaboliterna MBP och MBzP något högre. Värdena skiljer sig dock inte extremt mycket från dem i andra studier.

¹²⁷ Jongeneelen et al. 1987. Determination of hydroxylated metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in urine. *J Chromatogr.* 1987 Jan 23;413:227-32.

¹²⁸ Kavlock et al. NTP Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction: phthalates expert panel report on the reproductive and developmental toxicity of butyl benzyl phthalate. *Reprod Toxicol.* 2002 Sep-Oct;16(5):453-87

¹²⁹ The EFSA Journal (2005) 243 Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on a request from the Commission related to Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) for use in food contact materials.

Tabell 12. Halter av ftalatmetaboliter i urinen i vår studie jämfört med andra tidigare studier.

Studie		Ftalatmetabolit i urinen (µgr/L), median (min-max)									
		MEP	MBP	MBzP	MEPH	5-OH-MEPH		5-oxo-MEPH			
Den här studien	Före	63,1 (8,7-443,0)	93,7 (28,0-456,8)	29,6 (5,8-116,0)	13,2 (0,9-55,0)	48,8 (5,4-141,6)		45,7 (6,0-121,3)			
	Efter	53,9 (8,3-450,0)	86,5 (10,0-501,2)	26,2 (2,4-123,9)	12,7 (5,1-58,1)	32,0 (11,3-116,0)		28,5 (12,1-52,3)			
Jönsson et al. 2005 Sweden ¹³⁰		240 (<LOD-250000)	78 (<LOD-830)	16 (<LOD-280)	<LOD (<LOD-150)						
Högberg et al. 2008, Sweden ¹³¹		35	45,5	13,2	9,0						
Koch et al. 2003, Tyskland ¹³²		90,2	181	21,0	10,3 (<0,5-177)		46,8 (0,5-818)		36,5 (0,5-544)		
Koch et al. 2004, Tyskland ^{133 134}		n.a.	139 (- 3058)	22,1 (- 164)	9,0	(6,6-14,6) ^a		32,1	49,6	19,6	33,8

¹³⁰ Jönsson BA et al. Urinary phthalate metabolites and biomarkers of reproductive function in young men. *Epidemiology*. 2005 Jul;16(4):487-93.

¹³¹ Högberg J et al. Phthalate diesters and their metabolites in human breast milk, blood or serum and urine as biomarkers of exposure in vulnerable populations. *Environ Health Persp* 2008, March, vol 116, Nr 3, 334-38.

¹³² Koch H M et al. Internal exposure of the general population to DEHP and other phthalates – determination of secondary and primary phthalate monoester metabolites in urine. *Environ Res* 2003, 93:177-85. Åldersgrupp -64 år.

¹³³ Koch et al. Internal exposure of nursery-school children and their parents and teachers to di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP). *Int J Hyg Environ Health*, 2004, 207, 15-22.

¹³⁴ Koch H M et al. Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) metabolites in human urine and serum after single oral dose of deuterium labelled DEHP. *Arch Toxicol* 2004, 78,120-30.

Forts. tabell 12.

Studie	MEP	MBP	MBzP	MEHP	5OH-MEHP	5oxo-MEHP
Koch et al. 2007 Tyskland ¹³⁵			18,8			
Fromme et al 2007 Tyskland ¹³⁶			7,2	4,9	14,7	26,2
Silva et al. 2003 USA ¹³⁷	193 (141-256)	36,1 (31,7-42,3)	28,3 (23-34)	3,7 (2,9-4,5)		
Blount et al. 2000 ¹³⁸	305 (<LOD-16200)	41,0 (2,2-4670)	21,2 (1,4-1020)			
Wittasek et al. Tyskland 2008			5,4	4,1	13,8	12,2
Becker et al. 2009, Tyskland ¹³⁹			18,1 (LOD-468)	6,7 (LOD-319)	46,0 (LOD-3640)	36,3 (LOD-2490)
Särskilda grupper (ng/mL)						
Koch et al 2005 Vuxna blodgivare				257	926	774
Koch et al 2006 Neonatal				–	557*	406*
Calafat et al 2004 USA, Neonatal				94,4	2399	79,1

*children 2-6 years

¹³⁵ Koch HM et al Di-n-butylphthalate and butylbenzylphthalate – urinary metabolite levels and estimated daily intakes: pilot study from the German Environmental Survey on children. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2007 Jul;17(4):378-87. **Åldersgrupp 2-14 år.**

¹³⁶ Fromme H et al. Occurrence and daily variation of phthalate metabolites in the urine of an adult population. Int J Hyg Environ Health 2007; 210,21-33.

¹³⁷ Silva M J et al. Urinary levels of seven phthalate metabolites in the U S population from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2000. Environ Health Perspect. 2002; 112,331-38. **Åldersgrupp: 12-19 år**

¹³⁸ Blount et al. Levels of seven urinary phthalate metabolites in a human reference population. Environ Health Perspect. 2000;108:979-982.

¹³⁹ Becker K et al. gERes IV: Phthalate metabolites and bisphenol A in urine of German children. Int J Environ Health 212 (2009) 685-92. **Åldersgrupp 3-14 år.**

Vald tidpunkt och plats

Studien är utförd under november månad då träningen lades om till spel på konstgräs. Med tanke på hudexponering hade det givetvis varit optimalare att mäta under sommartid.

Gummits kemiska egenskaper kanske även ändras vid stark solbestralning? Konstgräsplanen låg nära men inte i direkt anslutning till större, medeltrafikerade vägar. Bidrag av PAH från trafiken torde inte nämnvärt ha påverkat resultaten. Målvärdet 0,1ng/m³ för PAH (mätt som bensoapyren) överskrids lätt i tätortstrafik (e x Hornsgatan i Stockholm: bensoapyren 0,39ng/m³; 2002).

Studerad grupp

Resultaten i vår studie baseras på ett fåtal personer och där alla inte fullföljde studien.

Försökspersonerna är dock en ganska homogen grupp och ingen sticker ut med annorlunda matvanor eller rökning. Svarefrekvensen på enkäten var också god; endast en svarade inte.

Validering och precision av uppätta urinkoncentrationer

Ftalatmetabolitkoncentrationen kan beräknas i både volyms- och kreatininbaserade värden.

Kreatinvärdet beror förutom ålder på individens längd, vikt, allmäntillstånd och etnisk

tillhörighet.^{140 141} Vi har inte vägt in dessa uppgifter eftersom vi ansett att gruppen av 13-

åriga pojkar var relativt homogen och att detta inte skulle ha påverkat våra resultat nämnvärt.

Värdet av upprepade mätningar under ett större tidsintervall för att öka mätprecisionen

diskuteras.¹⁴² De flesta biomonitöringsstudier utgår från enstaka morgon-urinmätning.

Mätningar under åtta påföljande dagar gav en intravariabilitet (justerad för ålder och kön) på

0,20-0,57. och mätt under en tre-månaders period; 0,56-0,74.¹⁴³ Vid enstaka mätningar kan

man riskera att missa det högsta värdet på eliminationskurvan.¹⁴⁴ Ett sätt är att samla urin

under helt dygn, vilket dock var ganska orealistiskt i denna undersökningsgrupp. Dock hade

mätprecisionen ökat om vi hade upprepat mätningarna vid annat tillfälle.

¹⁴⁰ Remer T et al. Anthropometry-based reference values for 24-h urinary creatinine excretion during growth and their use in edocrine and nutritional research. *Am J Clin Nutr* 2002; 75(3):561-69.

¹⁴¹ Wittasek M and Angerer J. Phthalates: metabolism and exposure. Review. *Int J Androl*. 2007; 31,131-38.

¹⁴² Fromme H et al. Occurrence and daily variation of phthalate metabolites in urine of an adult population. *Int J Hyg Environ Health*. 2007 Jan;210(1):21-33.

¹⁴³ Hauser R et al. Temporal Variability of urinary Phthalates metabolite levels in men of reproductive age. *Environ Health Persp*. 2004 vol 112;17 Dec:1734-40.S

¹⁴⁴ Janju ua et al. Urinary excretion of phthalates and paraben after repeated whole-body topical application in humans . *Int J Androl*. 2008 Apr;31(2):118-30.

Vi har analyserat både primära och sekundära ftalatmetaboliter. Små barn har högre andel sekundära ftalatmetaboliter jämfört med primära metaboliter.^{145 146} I en tysk pilotstudie uppskattade man att barn i åldersgruppen 6-11 år utsöndrade hälften så mycket primära metaboliter i förhållande till sekundära (MEHP/5OH-MEHP,5oxo-MEHP). Författarna antar att ett liknande förhållande borde gälla även för andra ftalater (DnBP, BBzP). Liknande åldersvariation har tidigare iakttagit i djurstudier.¹⁴⁷ Genom att endast mäta de primära metabolerna riskerar man att underskatta barns faktiska exponering.^{148 149} De sekundära metabolerna anses mer toxiska eftersom de har längre halveringstid och därmed stannar längre tid i kroppen.¹⁵⁰

Små marginaler i tidigare studier, additiv effekt och individuell känslighet?

-Ftalater

Även om man vid de fåtal riskbedömningar som gjorts av konstgräsplaners inte funnit stöd för att misstänka någon häsofara, bör man vara medveten om att marginalerna för gränsvärdesnivå i vissa fall varit små och att och dessa skulle kunna överskridas om man för PAHer lägger till exponering från biltrafik. Under 2009 har flera översiktsartiklar om ftalater publicerats.^{151 152 153} Det framkommer ett behov av att mer detaljerat studera ftalat-exponeringen med avseende på individuell metabolisering, effekten av olika exponeringsvägar samt interaktion mellan olika hormonstörande kemikalier.¹⁵⁴

Arbetsmiljöverkets gränsvärden¹⁵⁵ för olika ämnens förekomst i luft avser vuxna vid yrkesmässig exponering. Barn och ungdomar är ofta känsligare för kemikalier. Gränsvärdena

¹⁴⁵ Calafat A M and Needham L I. Factors affecting the evaluation of biomonitoring data for human exposure assessment. *Int J Androl* 2008. 31:139-43.

¹⁴⁶ Koch HM et al. Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP): human metabolism and internal exposure—an update and latest results. *Int J Androl*. 2006. Feb;29(1):155-65.

¹⁴⁷ Heindel J J and Powell C J. Phthalate ester effects on rat Sertoli cell function in vitro: Effects of phthalate side chain and age of animal. *Toxicol Appl Pharmacol* 1992, 115, 116-23.

¹⁴⁸ Koch HM et al. Internal exposure of nursery-school children and their parents and teachers to di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) *Int J Hyg Environ Health* 2004 jan;207(1):15-22.

¹⁴⁹ Wittasek M and Angerer J. Phthalates: metabolism and exposure. *Int J Androl* 2008,31,131-138. 2009

¹⁵⁰ Stroheker T et al. Evaluation of anti-androgenic activity of di-(2-ethylhexyl)phthalate. *Toxicol* 2005, 208; 115-21.

¹⁵¹ Koch H M and Calafat A M . Human body burden s of chemicals used in plastic manufacture. *Phil Trans R Soc B* 2009, 364, 2063-78.

¹⁵² Fredriksen H et al. Metabolism of phthalates in humans. Review. *Mol. Nutr Food Res* 2007., 51, 899-11.

¹⁵³ Lhuguenot J–C. Recent European Food Safety Authoritt toxicological evaluations of major phthalates used in food contact materials. *Mol Nutr food Res*. 2009, 53, 1063-1970.

¹⁵⁴ Fredriksen H et al. Metabolism of phthalates in humans. Review. *Mol. Nutr Food Res* 2007., 51, 899-11.

¹⁵⁵ Arbetsmiljöverket. Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2005:17) om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar

är beräknade vid exponering för en enda ftalat och vid ett enskilda tillfälle, men i själva verket utsätts vi kontinuerligt för en mängd olika ftalater och även andra kemiska ämnen med hormonstörande egenskaper. I djurstudier har man sett en additiv effekt av olika ftalater.^{156 157 158} Istället för att räkna gränsvärde för varje enskild ftalatmetabolit, anses en kumulativ riskbedömning av olika ftalater och även andra kemiska substanser som har samma toxiska effekt och målorgan hos människa ge en rättvisare bild av den totala ftalatbelastningen^{159 160 161 162 163 164}

Slutsatser och praktiska råd

I vår studie har vi inte funnit någon signifikant ökning av ftalatkoncentrationer i urinen efter spel på konstgräs. Generellt låg nivåerna av PAH och ftalater i nivå med den man ser i allmänbefolkningen. Mot bakgrund att studien endast innefattar analys av ett fåtal personer vid enskilda tillfälle, samt att man vet lite om olika PAH:ers och ftalaters additiva effekt, anser vi ändå, i enlighet med Kemikalieinspektionens bedömning, att försiktighetsprincipen bör gälla och att man därför väljer andra alternativ än gummi från återvunna bildäck vid anläggande av nya konstgräsplaner.

¹⁵⁶ Borch J et al. Steroidogenesis in fetal male rats is reduced by DEHP and DINP, but endocrine effects of DEHP are not modulated by DEHA in fetal, prepubertal and adult male rats. *Reprod Toxicol* 2004, 18,53-61.

¹⁵⁷ Gray L E et al. Adverse effects on environmental anti-androgens and androgens on reproductive development in mammals. *Int J Androl* 2006, 29, 96-104.

¹⁵⁸ Howdeshell K L et al. Cumulative effects of dibutyl phthalate and diethylhexyl phthalate on male rat reproductive tract development: altered fetal steroid hormones and genes. *Toxicol Sci* 2007, 99,190-202.

¹⁵⁹ ECB (European Chemicals Bureau), 203 2008. Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP). European Union Risk assessment Report, vol. 80. Office for Official Publications of the European communities, Luxembourg.

¹⁶⁰ Wittasek M and Angerer. Phthalates: metabolism and exposure. *Int J Andol* , 2009, 31, 131-138.

¹⁶¹ Hauser, R., P. Williams, et al. (2005). "Evidence of interaction between polychlorinated biphenyls and phthalates in relation to human sperm motility." *Environ Health Perspect* 113(4): 425-30.

¹⁶² Becker K et al. gERes IV: Phthalate metabolites and bisphenol A in urine of German children. *Int J Environ Health* 212 (2009) 685-92.

¹⁶³ Meeker J D et al. Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. *Phil Trans R Soc* 2009, 364,2097-2113.

¹⁶⁴ Lhuguenot J-C. Recent European Food Safety Authority toxicological evaluations of major phthalates used in food contact materials. *Mol Nutr food Res*. 2009, 53, 1063-1970.

Appendix

Faktablad

Ftalater

Ftalater, plastmjukgörare, ingår i en stor mängd olika produkter, t ex plastgolv, bilinredning, färg, livsmedelsförpackningar, hygienartiklar, plastleksaker, medicinsk utrustning och läkemedel.¹⁶⁵¹⁶⁶ ¹⁶⁷ ¹⁶⁸ ¹⁶⁹ Ftalater är inte kemiskt bundna i produktmaterialet, utan kan läcka ut till omgivningen och samlas i hushållsdamm.¹⁷⁰ ¹⁷¹ Exponering sker framför allt via inandning (f a kortkedjade ftalater)¹⁷², via mag-tarmkanalen, men även hudupptag kan finnas.¹⁷³ Ur kemisk synpunkt är ftalater diestrar av orto-ftalsyra. Estrarna är uppbyggda av en syra som innehåller en aromatisk ring och en eller två alkoholer, t.ex. etanol eller butanol. Alkoholernas kolvätekedjor kan också vara ringformade kolväten eller aromatiska ringar. Ftalaternas fysikaliska och kemiska egenskaper beror på hur kolvätekedjorna ser ut. Genom att modifiera dem kan man få fram ftalater för olika användningsområden. De vanligaste ftalaterna är DEHP, DINP, DIDP, DNOP, BBP och DBP. Användandet av ftalater har ökat dramatiskt sedan mitten av 40-talet och framåt. På grund av ökad medvetenhet bland tillverkare och bland konsumenter har dock vissa ftalater som visat sig ha reproduktionsstörande egenskaper (t ex DEHP), minskat i produktion och ersatts av andra ftalater som inte har bevisats ha dessa hälsoeffekter.¹⁷⁴ I Sverige är det hygieniskt gränsvärdet för DEHP (3mg per kubikmeter luft) (1987).

Klassificering och EU lagstiftning

De vanligast förekommande ftalaterna, DINP och DIDP har inte krävt klassificering enligt REACH och klassas av EU som ”säkert i sin nuvarande användning”. DEHP, DBP och BBP

¹⁶⁵ Gärtner S, Analysis and Migration of Phthalates in Infant Food Packed in Recycled Paperboard. *J Agric Food Chem*. 2009 Oct 30. [Epub ahead of print]

¹⁶⁶ Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) 1995, 2001, 2003

¹⁶⁷ Bouma K and Schakel D J. Migration of phthalates from PVC toys into saliva stimulant by dynamic extraction. *Food Addit Contam* 2002, 19:602-610.

Hill S S et al. Plasticizers, antioxidants, and other contaminants found in air delivered by PVC tubing used in respiratory therapy. *Biomed. Chromatogr*. 17:250-262.

¹⁶⁹ Blount B C et al. Levels of seven urinary phthalate metabolites in a human reference population. *Environ Health Perspect* 2000;108:979-82.

¹⁷⁰ Adibi J J et al. Prenatal exposures to phthalates among women in New York City and Krakow, Poland. *Environ Health Perspect* 2003;111:1719-22.

¹⁷¹ *Int J Hyg Environ Health*. 2007 Oct;210(5):623-34. Epub 2007 Sep 21. Heudorf U, Phthalates: Toxicology and exposure.

¹⁷² Adibi J J et al. Characterization of phthalate exposure among pregnant women assessed by repeat air and urine samples. *Environ Health Perspect* 116 (4), 467-73.

¹⁷³ Hauser R and Calafat A M. Phthalates and human health. *Occup Environ Med* 2005 Nov 62(11) 806-18.

¹⁷⁴ <http://www.ftalater.se/typer>

klassifieras inom EU som reproduktions toxiska. Sedan 2007 finns ett totalförbud för användning av dessa ftalater i halter över 0,1 procent i alla leksaker och barnartiklar. Vidare har leverantören skyldighet att deklarerat varans innehåll om halten av DEHP, DBP eller BBP överskrider 0,1 % av varans vikt. Återförsäljaren har skyldighet att ge kunden information, men endast om kunden begär det.¹⁷⁵ DBP som har använts bl a nagellack, är nu förbjudet att användas i kosmetika inom EU. För barnleksaker har lagstiftningen skärpts, vilket innebär att halten av ftalaterna DINP, DIDP och DNOP inte får överskrida 0,1 procent i leksaker och barnartiklar som kan tänkas stoppas i munnen.

EU har angett ett tolerabelt dagligt intag (TDI) för DEHP till 37 µg/kg kroppsvikt och för DBP till 10 µg/kg kroppsvikt. I tyska studier har man beräknat att 12 procent av den vuxna befolkningen får i sig mer DEHP än vad det europeiska riktvärdet anger, och att en tredjedel av 2-4-åringarna får i sig mer dibutylftalat (DBP) än vad motsvarande riktvärde anger.¹⁷⁶ 25-50 % av 2-4 åringar beräknas få i sig mer än TDI för DnBP.¹⁷⁷

DBP klassifieras som not classifiable as carcinogenic in humans”, (IARC 2000), eftersom människan har visat sig sakna den mekanism genom vilken cancerutvecklingen hos möss antas ske (typ av PPAR-alfa receptor) som utsatts för höga doser DBP.

Studier på djur och människa

I korttids och långtidsuppföljning av djurstudier har man sett en dos-relaterad påverkan på lever och njurar – och för vissa ftalater även sköldkörtel och testiklar. Ftalaten DBP har visats cancerframkallande (tumörpromotion) hos möss och DEHP har gett upphov till levercancer hos möss.

Alla ftalater har varit negativa för mutagenicitet och/eller genotoxicitet och uppvisar låg akut toxicitet. Ftalater klassificeras som reproduktionsstörande och anses hormonstörande hos människa.^{178 179}

I biomonitöringsstudier har man mätt ftalatmetaboliter i urinen hos människa. Blount et al. 2000¹⁸⁰ identifierade sju olika ftalatmetaboliter i urinen på 289 individer. Man har iakttagit

¹⁷⁵ <http://www.phthalates.com>.

¹⁷⁶ <http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?a=5740&d=11353&l=sv>

¹⁷⁷ Koch H M et al. Di-n-butylphthalate an butylbenzylphthalate – urinary metabolite levels and estimated daily intakes: pilot study for German Environmental Survey on children. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2007 Jul;17 (4):378-87.

¹⁷⁸ Heudorf U et al. Phthalates: toxicology and exposure. Int Hyg. Environ. Health 2007.210;623-34.

¹⁷⁹ Swan S H Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and other health endpoints in humans. Environ Res 2008.108,177-84.

en signifikant skillnad i urinkoncentrationen av ftalametaboliter mellan könen, men även att den är åldersberoende. Silva et al.¹⁸¹ mätte nivåerna av sju olika ftalatmetaboliter i urinen hos en studiepopulation representativ för USAs befolkning och fann halter av MEP, MBP, MBzP och MEHP i mer än 75 % av proven, vidare att barn hade signifikant högre värden av MBP, MBzP och MEHP, men signifikant lägre värden av MEP. Kvinnor hade signifikant högre värden av MEP och MBzP, men samma MEPH värden som männen. I en retrospektiv studie av Wittasek et al. 2007¹⁸², har man analyserat hur exponering för olika ftalater ändrats under en 20-års period (1988-2003). Från 1988-93 låg DnBP och DEPH ganska konstanför på 7 µg, resp 4µg/kg kroppsvikt/dygn. Från 1996 sjönk medelvärdena för båda ftalaterna kontinuerligt, för att 2003 hamna på 1,9µg/kg kroppsvikt/dygn för DnBP och 2,4µg/kg kroppsvikt/dygn för DEPH. I motsats har det dagliga intaget av DiBP ökat något över hela tidsperioden (1988 var det 1,1µg/kg kroppsvikt/dygn, 2003: 1,4µg/kg kroppsvikt/dygn).

Reproduktionsstörande

Ftalater klassas som hormonstörande ämnen.¹⁸³ DEHP anses mest toxiskt och man har sett påverkan på fertilitet och reproduktion hos råttor.^{184 185 186 187} Foster anses mycket känsligare än vuxna individer.¹⁸⁸ Det verkar förekomma en skillnad i känslighet mellan djurarterna och de effekter som man sett hos råttor, har inte varit lika uttalade hos möss och inte alls funnits hos apa. Studier har visat att prenatal exponering för flera ftalater kan leda till minskad testosteronproduktion¹⁸⁹ och påverkan på utvecklingen av det manliga könsorganet.^{190 191} Swan et al kunde visa minskat anogenitalt avstånd, d v s avståndet mellan

¹⁸⁰ Blount et al. Levels of seven urinary phthalate metabolites in an human reference population. *Environ Health Perspect.* 2000;108:979-982.

¹⁸¹ Silva M J et al. Urinary levels of seven phthalate metabolites in the U S population from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2000. *Environ Health Perspect.* 2002; 112:331-38.

¹⁸² Wittasek M and Angerer J. Phthalates: metabolism and exposure. Review. *Int J Andol.* 2007; 31,131-38.

¹⁸³ Choi et al. 2004. Toxicological characteristics of endocrine disrupting chemicals: Developmental toxicity, carcinogenicity, and mutagenicity. *J Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev.* 7:1-32

¹⁸⁴ Gray T J B and Butterworth K R, Testicular atrophy produced by phthalate esters, *Arch Toxicol* 1080, 4, 452-455.

¹⁸⁵ Li LH et al. A single dose of Di-(2-ethylhexyl) phthalate in neonatal rats alters gonocytes, reduces sertoli cell proliferation, and decreases cyclin D2 expression. *Toxicol Appl Pharmacol* 2000 (166):222-9.

¹⁸⁶ Park JD et al. Testicular toxicity of di(2-ethylhexyl) phthalate in context of its disposition and metabolism in primates and man. *Environ Health Perspect* 45:11-17.

¹⁸⁷ Latini G, Phthalate exposure and male infertility. *Toxicology.* 2006 Sep 21;226(2-3):90-8. Epub 2006 Jul 15.

¹⁸⁸ Sjöberg P et al. Age-dependent responses of the rat testes to di(2-ethylhexyl) phthalate, *Environ Health Perspect* 1986, 65, 237-242.

¹⁸⁹ Lehmann K P et al. Dose-dependent alterations in gene expression and testosterone synthesis in fetal testes of male rats exposed to di(n-butyl) phthalate: an antiandrogenic mechanism? *Toxicol sci* 2004, 81:60-68.

¹⁹⁰ Mylchreest E et al Male reproductive tract malformations in rats following gestational and lactational exposure to di(n-butyl) phthalate: an antiandrogenic mechanism? *Toxicol Sci* 1998, 43:47-60.

¹⁹¹ Haber R et al. Adverse effects of endocrine disruptors on the foetal testis development: focus on the phthalates. *Folia Histochem Cytobiol* 2009;47(85):S67-74.

det manliga könsorganet och anus, hos nyförlösta pojkar, där mamman hade exponerats för ftalater under graviditet.¹⁹² Exponeringen för ftalater hos mammorna låg i samma nivå som bland kvinnor i den allmänna befolkningen i USA.¹⁹³ Den amerikanska myndigheten EPA's gränsvärden för ftalatexponering, där värden under dessa ska betraktas som riskfria ur hälsosynpunkt, är dubbelt så höga som de uppmätta nivåerna i allmänbefolkningen.¹⁹⁴ Andra studier har dock inte kunnat påvisa någon sådan förändring av manliga genitalia.¹⁹⁵ En nyligen publicerat studie, menar att det inte alls har skett en ökning av missbildningar av manliga genitalia hos foster (hypospadias) som kan sättas i samband med exponering för s.k. hormonstörande ämnen.¹⁹⁶ I en studie på värnpliktiga män¹⁹⁷ fann man att de med högstvärde för ftalaten MEP hade lägre rörliga spermier och fler orörliga spermier samt lägre LH värden. För ftalaterna MBP, MBzP och MEPH kunde de inte hitta någon association i kontrast till vad en annan studie visat.¹⁹⁸

Studier på hon-råttor har visat en toxisk påverkan på ovariet.^{199 200} Endometriosis har satts i samband med ftalatexponering.²⁰¹ Ftalater/metaboliter misstänks passera placentabarriären och nå fostret.^{202 203} Vidare studier behövs för att belysa fostrets metabolism av ftalater och dess exponering och möjliga hälsoeffekter av detta.²⁰⁴

¹⁹² Swan <s <h et al. Decrease in anogenital distance among male infants with prenatal phthalate exposure. *Environ Health Perspect* 2005, 113: 1056-1061.

¹⁹³ Silva M J et al. Urinary levels of seven phthalate metabolites in the U S population from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2000. *Environ Health Perspect*. 2002; 112:331-38.

Åldersgrupp: 12-19 år

¹⁹⁴ Marsee K et al Estimated Daily Exposures in a population of mothers of male infants exhibiting reduced anogenital distance. *Environ Health Persp* 2006, 114, 6, 805-809.

¹⁹⁵ McKinnell C, Hum Reprod. 2009 Sep;24(9):2244-54. Epub 2009 Jun 2. Effect of fetal or neonatal exposure to monobutyl phthalate (MBP) on testicular development and function in the marmoset.

¹⁹⁶ Fisch H et al. Rising hypospadias rates: Disproving a myth. *J Pediatr Urol* 2010, 6,37-39.

¹⁹⁷ Jönsson BA et al. Urinary phthalate metabolites and biomarkers of reproductive function in young men. *Epidemiology*. 2005 Jul;16(4):487-93.

¹⁹⁸ Blount et al. Levels of seven urinary phthalate metabolites in an human reference population. *Environ Health Perspect*. 2000;108:979-982.

¹⁹⁹ Davis B J et al. Di-(2-ethylhexyl) phthalate suppresses estradiol ovulation in cycling rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 1994; 128:216-23.

²⁰⁰ Lovekamp T N et al. Mono-(2-ethylhexyl) phthalate suppresses aromatase transcript levels and estradiol production in cultured rat granulosa cells. *Toxicol Appl Pharmacol* 2001; 172:217-24.

²⁰¹ Cobellis L et al. High plasma concentration of di-(2-ethylhexyl)-phthalate in women with endometriosis. *Hum Reprod*. 2003 Jul;18(7):1512-5.

²⁰² Wittasek M et al. Fetal exposure to phthalates – a pilot study. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 212(2009) 492-8.

²⁰³ Wittasek et al. M Fetal exposure to phthalates – a pilot study. *Int J Hyg Environ Health* 2009, 212, 492-498.

²⁰⁴ Wittasek et al. M Fetal exposure to phthalates – a pilot study. *Int J Hyg Environ Health* 2009, 212, 492-498.

Astma/allergi

Astma och allergier hos barn har kopplats ihop med ftalater-nivåer (BBzP och DEHP) i hushållsdamm (Bornehag 2004).²⁰⁵ En studie visar även på ett samband mellan lungfunktion hos vuxna och nivå av ftalaten MBP i urinen.²⁰⁶ Andra menar att det epidemiologiska beviset för en koppling mellan ftalater och allergiska och astmatiska besvär är begränsat.²⁰⁷ Den eventuella betydelsen av ftalatexponering för uppkomsten av astma och allergier hos barn måste studeras vidare.²⁰⁸

Ftalater i hygienartiklar

En anledning till högre nivåer av vissa ftalatmetaboliter hos kvinnor jämfört med män och f. a. barn, kan vara att de i större utsträckning än männen använder sig av olika hygienartiklar. I en undersökning fann man ftalater i 80 procent av undersökta hygienprodukter utan att det framgick av innehållsförteckningen.²⁰⁹ Ftalatinnehållet i 72 olika hygienartiklar har studerats. DEP återfanns i 71 % av dessa produkter, DBP i 8 %, BBzP i 5 % och DEHP i 4 %.²¹⁰ En liknande studie utfördes på 102 olika hygienartiklar i Sydkorea och man fann DBP i 19 av 20 nagellack och i 11 av 42 parfymer, DEP fanns i 24 av 42 parfymer och 2 av 8 deodoranter.²¹¹

EC förbjöd 2003 kemiska ämnen som klassats som carcinogena, mutagena eller reproduktionsstörande från att användas i kosmetika. Tillverkarna har dock ingen skyldighet att ange på förpackningen om DEHP, DBP och BBP understiger 0,1 % av varans vikt.

Naturskyddsföreningen har låtit undersöka ftalatinnehållet i hygienartiklar och fann att hela 80 % innehöll ftalater utan att det framgick av innehållsförteckningen.²¹² DEP och DMP är de som används mest i kosmetika.²¹³

²⁰⁵ Bornehag C G et al. The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environ Health Perspect* 2004; 112:1393-7.

²⁰⁶ Hoppin J A et al. Phthalate exposure and pulmonary function. *Environ Health Perspect* 2004;112:571-4.

²⁰⁷ Hauser R and Calafat A M. Phthalates and human health. *Occup Environ Med* 2005 Nov 62(11) 806-18.

²⁰⁸ Bornehag C G and Nanberg E. Phthalate exposure and asthma in children. *Int J Androl* 2010 Jan 4. (Epub ahead of print).

²⁰⁹ www.naturskyddsforeningen.se (Naturskyddsföreningen 2002)

²¹⁰ Houlihan et al. Not to pretty: Phthalates, beauty products and the FDA. Environmental Working Group, Health Care Without Harm, Comong Clean. July 8, 2002.

²¹¹ H j Koo and B M Lee, Estimated Exposure to Phthalates in Cosmetics and Risk Assessment, *J of Toxicol and Environ Health, Part A*, 67:1901-1914, 2004).

²¹² Pretty Nasty - Phthalates in European cosmetic products

<http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/rap-phtalates.pdf>.

²¹³ <http://www.ftalater.se/index.asp?page=53>

Barn

Man har funnit högre ftalatkoncentration hos dagisbarn jämfört med dagispersonal och föräldrar²¹⁴ och uppskattar att barn får i sig dubbelt så hög dos DEHP jämfört med vuxna.²¹⁵ Barn tycks vara extra utsatta, dels genom att de i större utsträckning riskerar att exponeras för ftalater i hemmiljön, ex spädbarn kryper på golvet i husdamm och stoppar plastföremål i munnen och dels för att de har mindre kroppsvolym. Speciellt utsatta är för tidigt födda barn i neonatalvård (DEHP: median; 42µg/kg kroppsvikt/dag, 95:e percentil; 1780 µg/kg kroppsvikt/dag).²¹⁶ I vissa fall tyder det på att barn kan överskrida TDI, dvs. dagligt tolerabelt intag tjugofalt.²¹⁷

PAH

PAH är samlingsnamn för hundratals olika föreningar. En av dessa är pyren, som metaboliseras till 1-hydroxypyren (1-HP) och bildar 1-hydroxypyren-glucuronid, som utsöndras i urinen²¹⁸ 1-HP anses vara den mest relevanta biomarkören för att uppskatta individuell exponering för PAH.²¹⁹ Genetisk polymorfism, d v s individuell variation, av metabola enzym kan leda till en individuell belastning.^{220 221} Pyren har låg toxicitet, andra föreningar, varav benso(a)pyren, B(a)P, anses vara det mest toxiska och brukar användas som indikator för cancerframkallande PAH. PAH sprids i samhället bl.a. genom bilavgaser, slitage av bildäck och vägmateriel, vedeldning, tobaksrök samt vid tillagning av mat.²²² Exponering

²¹⁴ Koch et al 2004 Int J Hyg Environ Health. 2004 Jan; 207(1):15-22. Internal exposure of nursery-school children and their parents and teachers to di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP).

²¹⁵ Wittasek M and Angerer J. Phthalates: metabolism and exposure. Review. Int J Andol. 2007; 31,131-38.

²¹⁶ Koch HM et al. Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP): human metabolism and internal exposure—an update and latest results. Int J Androl. 2006. Feb;29 (1):155-65.

²¹⁷ Heudorf U et al. Phthalates: toxicology and exposure., J.Int J Hyg Environ Health. 2007 Oct;210(5):623-34. Epub 2007 Sep 21. Review.

²¹⁸ Jongeneelen F Jet al. Benchmark Guideline for urinary 1-Hydroxypyrene as biomarker of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. Ann Occup Hyg. 1987, 45 (1), 3-13.

²¹⁹ Dor F et al. Validity of biomarkers in environmental health studies: the case of PAHs and benzene. Crit Reviews Toxicology 1999,29:129-168.

²²⁰ Chuang CY and Chang CC. Urinary 1-hydroxypyrene level relative to vehicle exhaust exposure mediated by metabolic enzyme polymorphisms. J Occup Health 2007, Mar;49(2):140-51.

²²¹ Zang J et al. 1-hydroxypyrene in coke oven workers relative to exposure, alcohol consumption, and metabolic enzymes. Occup Environ Med. 2001, Nov;58(11):716-21.

²²² Kazerouni Net al. Analysis of 200 food items for benzo(a)pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. Food Chem Toxicol. 2001, 39, 423-436

för PAH är förknippat med en ökad risk för lung-, hud-, blåscancer.²²³ Det finns även en koppling till obstruktiva lungsjukdomar och luftvägsbesvär.²²⁴

²²³ Boffetta P et al. Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: *Cancer Causes and Control*, 1997, May, 8444-472.1997

²²⁴ Jönsson L S et al. Levels of 1-hydroxypyrene, symptoms and biomarkers of response in vulcanization workers in southern Sweden rubber industries. *Int Arch Occup Environ Health* 2008 Oct;82(1):131-7. *Epib* 2008 April 19.

Forts. Appendix

Tabell 13. Urinkoncentration av ftalatmetaboliter och PAH, mätt som 1-HP (nmol/mmol kreatinin), före och efter spel på konstgräs hos 18 fotbollsspelande pojkar (13 år).

		Missin	Media	Minimu	Maximu	Percenti	Percenti	p-
		g	n	m	m	1 75	1 95	value
		1						
Ftalat- metaboli t	MEP före	2	26,3	5,1	285,9	59,2	212,6	
	MEP efter	4	20,3	3,2	109,2	42,0	109,2	0,9
	MBP före	2	35,8	12,2	122,5	47,2	105,4	
	MBP efter	4	23,7	12,0	110,1	37,8	110,1	0,1
	MBzP före	2	9,3	3,9	39,6	13,5	34,2	
	MBzP efter	4	5,6	2,6	24,7	7,4	24,7	0,002
	MEHP före	2	3,8	1,0	22,4	7,4	18,2	
	MEHP efter	4	3,5	1,4	10,7	5,6	10,7	>0,2
	5OHMEH P före	2	10,3	5,5	96,3	14,4	64,2	
	5OHMEH P efter	4	7,7	3,9	23,4	16,1	23,4	0,08
	5oxoMEH P före	2	10,5	6,2	83,1	12,6	54,5	
	5oxoMEH P efter	4	7,4	4,1	19,6	13,8	19,6	0,07
PAH	HP före	2	,010	,002	,045	,020	,037	
	HP efter	4	,011	,003	,071	,019	,071	>0,2

*Wilcoxon test, parad analys.

Tabell 14. Uppskattad och uppmätt daglig exponering för åtta ftalater.

Ftalat (µg/kg kroppsvikt/d	Neonatal ²²⁵	0-12 mån ²²⁶	1-3 år ²²⁷ medelvär	4-6 år ²²⁸ medelvär	2-14 år ²²⁹	Kvinnor 18-80	Män 18- 80 år ²³¹
-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------	------------------	---------------------------------

²²⁵ Koch HM et al. Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP): human metabolism and internal exposure—an update and latest results. Int J Androl. 2006. Feb;29 (1):155-65.

²²⁶ Wormouth M et al. What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans? Risk anal 2006, 26. 803-824.

ag)	median (95:e percentil)	medelvär de (max)	de (max)	de (max)	media n (max)	år ²³⁰ medelvär de (max)	medelvär de (max)
DMP		1,81 (23,5)	0,8 (9,7)	0,5 (6,2)		0,2 (2,5)	0,2 (2,7)
DEP		3,5 (19,8)	1,5 (8,3)	0,8 (4,4)		1,4 (65)	1,2 (51)
DBP		1,6 (5,6)	0,7 (2,6)	0,3 (1,3)		0,4 (1,5)	0,5 (1,6)
DnBP		7,6 (45)	2,6 (25)	1,2 (17)	4,1 (76)	3,5 (39)	3,6 (19)
BBzP		0,8 (7,6)	0,3 (3,7)	0,06 (1,2)	0,4 (14)	0,3 (1,7)	0,3 (1,9)
DEHP	42(1780)	16 (135)	6,3 (62)	2,0 (17)	4,3 (140)	2,5 (14,7)	2,9 (16)
DINP		22 (135)	7 (67)	0,2 (5,6)		0 (0,3)	0 (0,3)
DIDP		1,4 (9)	0,5 (4,2)	0,03 (0,5)		0 (0,08)	0 (0,09)

²²⁷ Wormouth M et al. What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans? Risk anal 2006, 26. 803-824.

²²⁸ Wormouth M et al. What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans? Risk anal 2006, 26. 803-824.

²²⁹ Wittasek M et al. Internal exposure over the last two decades: a retrospective human biomonitoring study. Int J Hyg Environ Health 2007, 210, 319-33.

²³¹ Wormouth M et al. What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans? Risk anal 2006, 26. 803-824.

²³⁰ Wormouth M et al. What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans? Risk anal 2006, 26. 803-824.

Frågor kring eventuella hälso- och miljörisker p.g.a. vistelse på konstgräsplaner med material från återvunna bildäck har uppmärksammats. I rapporten redovisas resultaten av en undersökning på 20 fotbollsspelande ungdomar som spelar på konstgräs. Undersökningen bygger på enkätsvar och analys av urinprov för fem olika ftalatmetaboliter (MEP, MBP, MBzP, 5OHMEPH och 5oxoMEHP samt PAH). I vår bedömning har vi vägt in rådande konsensus för ftalat- och PAH exponering.



Arbets- och miljömedicin
221 85 LUND
Tel 046-17 31 85
Fax 046-17 31 80
E-post amm@skane.se
Internet: www.ammlund.se