

配对母血和脐带血中短链与中链氯化石蜡的浓度水平、同类物分布特征及胎盘转运规律研究

郑明辉^{1*}, 高丽荣¹, 乔林¹, 李敬光², 张磊², 吴永宁²

¹中国科学院生态环境研究中心, 北京, 100085

²中国国家食品安全风险评估中心, 北京, 100021

* E-mail: zhengmh@rcees.ac.cn

氯化石蜡(CPs)是一类人工合成的含有上万种异构体的复杂混合物, 依据其碳链长度, 可以被分为短链 (SCCPs, C₁₀₋₁₃)、中链 (MCCPs, C₁₄₋₁₇)和长链氯化石蜡(LCCPs, C_{>17})。由于其较高的化学和热稳定性, 被广泛用作阻燃剂、增塑剂以及油漆、密封剂和金属加工液的添加剂。2017年5月斯德哥尔摩公约第8届缔约方大会将SCCPs列为持久性有机污染物管控名录。已有研究显示SCCPs与MCCPs在环境中普遍存在, 但关于人类内暴露SCCPs与MCCPs的研究非常有限。在生命的快速生长阶段, 胎儿比成年人更容易遭受到化学物质的有害影响。通过胎盘转运造成的产前暴露化学污染物甚至可能对胎儿的生长发育造成不可逆转的不良影响^[1]。因此, 了解人体母血和脐带血中CPs暴露水平、胎盘转运机制以及潜在的健康风险具有重要意义。

2013年, 在北京海淀妇幼医院随机招募了21位孕妇, 并在其分娩的前一或两天采集母血样本, 在其分娩后立即采集脐带血样本。在每1-2 mL血清样本中加入2.5 ng ¹³C_{10-trans-chlordane}, 然后加入10 mL 正己烷/二氯甲烷(1:1, v/v)混合溶剂进行超声波辅助萃取。20分钟后, 把上层有机相转移出来, 并重复此萃取步骤4次。合并提取液, 旋转蒸发至约1毫升, 通过复合硅胶柱进行净化。将收集的洗脱液浓缩后, 溶剂置换为50 μL 环己烷, 并加入2.5 ng ε-HCH利用全二维气相色谱-飞行时间质谱进行分析。

实验结果表明, 本研究所调查的母血样品中SCCPs和MCCPs浓度均低于之前报道的深圳普通人群血液中的浓度^[2]。在脐带血中检出SCCPs和MCCPs, 表明CPs可以通过胎盘进行转运。从个体角度来看, 以湿重为单位进行计算时, 母血中SCCPs和MCCPs的浓度都高于脐带血中。但值得注意的是, 当浓度以脂重进行表示时, 由于脐带血中脂肪含量较低, 母血和脐带血之间CPs的数值关系可能会发生变化。在所有被调查的样本中, MCCPs的浓度都低于SCCPs, 这可能与CPs的生产使用方式和生物积累过程有关。

表 1. 配对母血和脐带血中脂肪含量及 SCCPs 与 MCCPs 浓度水平

	lipid	Σ SCCPs		Σ MCCPs	
	g/L	ng/g ww	ng/g lw	ng/g ww	ng/g lw
Maternal	4.99-8.96	21.7-373	2567-57729	3.76-31.8	478-6401
Cord	2.16-2.90	8.51-107	3750-40468	1.33-12.9	522-4600

此外, 我们分析了母血和脐带血中 SCCPs 和 MCCPs 的同类物分布特征。在母血中, SCCPs 以 C₁₀Cl₆₋₇-CPs 为主, MCCPs 以 C₁₄Cl₇₋₈-CPs 为主。脐带血中 SCCPs 和 MCCPs 的同类物分布特征与母血中大致相似, 但比较发现每一种同类物所占的比例发生了变化, 表明不同 CPs 同类物可能有不同的胎盘转运效率。被动扩散被认为是 SCCPs 和 MCCPs 可能的胎盘转运形式。

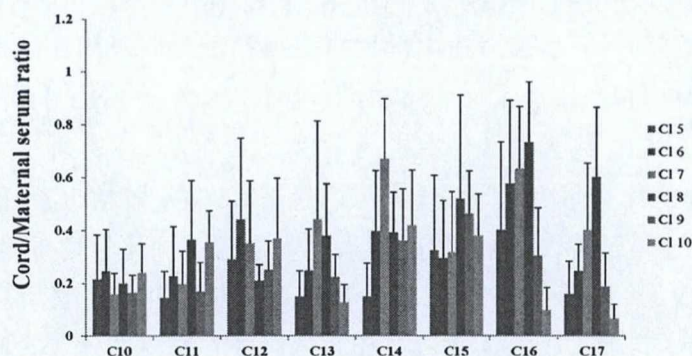


图 1. SCCPs 与 MCCPs 在脐带血和母血中的浓度比

关键词: SCCPs, MCCPs, 血清, 胎盘转运,

主要参考文献

- [1]Halldorsson TI, Rytter D, Haug LS, Bech BH, Danielsen I, Becher G, Henriksen TB, Olsen SF. Prenatal exposure to perfluorooctanoate and risk of overweight at 20 years of age: a prospective cohort study. *Environ. Health Perspect.*, 2012, 120:668-673.
- [2]Li T, Wan Y, Gao SX, Wang BL, Hu JY. High-throughput determination and characterization of short-, medium-, and long-chain chlorinated paraffins in human blood. *Environ. Sci. Technol.*, 2017, 51:3346-3354.
- [3]Hilger B, Fromme H, Volkel W, Coelhan M. Effects of chain length, chlorination degree, and structure on the octanol-water partition coefficients of polychlorinated n-alkanes. *Environ. Sci. Technol.*, 2011, 45:2842-2849.
- [4]Cooley HM, Fisk AT, Wiens SC, Tomy GT, Evans RE, Muir DCG. Examination of the behavior and liver and thyroid histology of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to high dietary concentrations of C₁₀-, C₁₁-, C₁₂- and C₁₄-polychlorinated n-alkanes. *Aquat. Toxicol.*, 2001, 54:81-99.