

非职业暴露人群血清有机氯农药蓄积水平研究

郭小燕¹, 郭掌珍²

摘要: [目的] 了解山西省范围内非职业暴露人群血清中有机氯农药(OCPs)的蓄积水平。[方法] 本研究选取21~65岁山西籍、无农药暴露史的360名男性和240名女性,收集其血清样品,用气相色谱电子捕获检测器(GC-ECD)测定血清中21种OCPs的蓄积水平,并采用Spearman方法对血清OCPs含量与血脂和体质指数(BMI)的相关性进行检验。[结果] 山西省范围内非职业暴露人群男性血清中以下6种有机氯农药蓄积量[$M(P_{25} \sim P_{75})$],包括 γ -HCH[42.38(32.65~52.64)ng/g脂肪重量]、艾氏剂[65.55(51.26~83.29)ng/g脂肪重量]、七氯[62.57(38.73~157.87)ng/g脂肪重量]、七氯环氧化物[32.75(ND~49.34)ng/g脂肪重量]、硫丹硫酸盐[53.96(28.20~134.14)ng/g脂肪重量]、狄氏剂[19.60(ND~31.50)ng/g脂肪重量]高于女性($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。人群血清OCPs与BMI之间的相关性较差,但六六六(HCHs)、O、P'-DDT、艾氏剂与血脂含量均表现出显著相关关系($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。[结论] OCPs在山西省范围内人群中有一定蓄积,其含量与性别、血脂含量有一定的相关性。

关键词: 血清; 有机氯农药; 蓄积水平; 脂肪; 体质指数

Accumulative Levels of Organochlorine Pesticides in Serum of Non-Occupationally Exposed Population
GUO Xiao-yan¹, GUO Zhang-zhen² (1.Nursing Department, Changzhi Medical College, Shanxi 046000, China; 2.College of Resources and Environment, Shanxi Agriculture University, Shanxi 030801, China). Address correspondence to GUO Zhang-zhen, E-mail: gzz191@126.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To measure the concentrations of organochlorine pesticides (OCPs) accumulated in the serum of non-occupationally exposed population in Shanxi Province. [Methods] Blood samples were collected from 360 males and 240 females between 21-65 years old with no pesticide exposure history from Shanxi Province. Gas chromatography electron capture detector (GC-ECD) was used to quantify the accumulative concentrations of 21 OCPs in serum. Spearman's rank was performed to determine the correlations between accumulated OCPs concentrations and blood lipid or body mass index (BMI). [Results] Higher levels [$M(P_{25} \sim P_{75})$] in males of γ -HCH [42.38 (32.65~52.64) ng/g fat mass], aldrin [65.55 (51.26~83.29) ng/g fat mass], heptachlor [62.57 (38.73~157.87) ng/g fat mass], heptachlor epoxide [32.75 (ND~49.34) ng/g fat mass], endosulfan sulfate [53.96 (28.20~134.14) ng/g fat mass], and dieldrin [19.60 (ND~31.50) ng/g fat mass] were found versus females ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). There was a positive correlation between the serum concentrations of HCHs, O, P'-DDT, aldrin and blood lipid ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), but no significant difference was found between serum OCPs and BMI. [Conclusion] The OCPs have a certain accumulation in the investigated population, and the concentrations are associated with gender and blood lipid.

Key Words: serum; organochlorine pesticide; accumulative level; lipid; body mass index

有机氯类农药(organochlorine pesticides, OCPs)是环境中普遍存在的一类污染物,其远期健康损害效应一直受到人们的关注。国内外学者对人体OCPs暴露的研究,一方面通过对环境介质和食材中OCPs含量的调查,采用数学模型估计人体实际的暴露量^[1-2];另一方面,对人体血清、母乳等生物材料中OCPs含

量的调查也成为近年研究的热点^[3-4]。本研究以600名山西籍非职业暴露人群为基础,了解山西范围内非职业暴露人群血清中OCPs蓄积水平与某些人口学特征,为评价人体OCPs暴露风险提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

2014年3月—2014年9月收集600名山西籍健康人群作为研究对象,年龄21~65岁,男性360名,年龄(43.6 ± 7.3)岁,女性240名,年龄(47.2 ± 8.4)岁。纳入标准:在山西省范围内居住5年以上,无职业暴露,

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.15106

[作者简介] 郭小燕(1976—),女,硕士,讲师;研究方向:护理学;

E-mail: guoxiaoyan0320@126.com

[通信作者] 郭掌珍, E-mail: gzz191@126.com

[作者单位] 1.长治医学院护理学院,山西 046000; 2.山西农业大学资源环境学院,山西 030801

调查对象均自愿接受问卷调查和实验室检查,并填写知情同意书。

1.2 样品分析方法

1.2.1 样品采集与制备 按无菌操作要求,收集调查对象的晨起空腹静脉血约10 mL,放入螺盖采样玻璃试管中,自然沉淀30 min,拧紧螺盖;2000 r/min(离心半径5 cm)离心10 min,分离血清,-20℃保存,7 d内提取完毕。血清样品在室温下解冻后,取0.5~1.0 mL用于OCPs含量的测定。取样前询问年龄、农药接触史与饮食习惯,测量体重。

1.2.2 体质指数测定 体质指数(body mass index, BMI)是反映体重与身高及人体成分关系的一项重要指标,其计算方法为BMI=体重(kg)/身高(m)²。

1.2.3 血清总脂测定 准确移取2 mL血清到50 mL聚四氟乙烯分液漏斗中,加入6 mol/L盐酸(HCl)溶液1.0 mL,振荡,然后迅速加入异丙醇6 mL,剧烈振荡后再加入正己烷-甲基叔丁基醚(1:1, V:V)混合溶液5 mL,振荡,离心,分离出有机相至另一相同离心管中。无机相再重复萃取2次,合并有机相,用1%氯化钾(KCl)溶液5 mL洗涤并分离有机相,KCl溶液再用正己烷-甲基叔丁基醚(1:1, V/V)的混合溶液5 mL反萃取一次,合并有机相。有机相经无水硫酸钠(Na₂SO₄)除水干燥后,在旋转蒸发器上浓缩至约1 mL,转移到细胞瓶中,用柔和的氮气吹干溶剂,放入干燥器恒重并称取脂肪重量。具体方法参照文献执行^[5]。

1.2.4 血清有机氯农药测定 按照GB/T 5009.19—2008《食品中有机氯农药多组分残留量的测定》^[6],采用气相色谱电子捕获检测器(GC-ECD)和VF-1701MS毛细管色谱柱分析样品OCPs含量^[7]。该方法测定了六六六(HCHs)4种异构体(α-HCH、β-HCH、γ-HCH、δ-HCH)、滴滴涕(DDT)4种异构体(p, p'-DDE、p, p'-DDD、p, p'-DDT、o, p'-DDT)、甲氧滴滴涕(methoxychlor)、艾氏剂(aldrin)、α-氯丹(α-chlordane)、β-氯丹(β-chlordane)、七氯(heptachlor)、七氯环氧化物(heptachlor epoxide)、硫丹硫酸盐(endosulfan SO₄)、异狄氏剂醛(endrin aldehyde)、狄氏剂(dieldrin)、硫丹I(endosulfan I)、硫丹II(endosulfan II)、异狄氏剂(endrin)、异狄氏剂酮(endrin ketone)共21种有机氯农药。

1.3 统计学分析

采用SPSS 18.0进行统计分析。OCPs残留量用中位数(M)(P₂₅~P₇₅)表示;不同性别OCPs含量的比较

采用独立样本Kruskal Wallis检验。血清OCPs含量与血脂和BMI的关系经秩后采用Spearman秩相关系数(双侧检验)表示。

2 结果

2.1 不同性别人群血清中OCPs含量

由不同性别人群中OCPs含量(表1)可见,γ-HCH、艾氏剂、七氯、七氯环氧化物、硫丹硫酸盐、狄氏剂等6种OCPs在男性血清中残留量高于女性,差异有统计学意义(P<0.05或P<0.01)。

表1 不同性别人群血清中OCPs含量

[M(P₂₅~P₇₅), ng/g脂肪重量]

化合物	男性	女性
α-HCH	42.11(34.87~62.17)	49.20(32.06~63.05)
β-HCH	92.50(49.30~135.31)	86.33(61.34~154.16)
γ-HCH	42.38(32.65~52.64)**	28.43(20.06~39.45)
δ-HCH	58.19(49.72~81.13)	59.44(34.22~106.08)
T-HCHs	281.86(185.41~336.77)	270.87(191.47~374.58)
p, p'-DDE	41.24(ND~59.69)	23.20(ND~39.77)
p, p'-DDD	ND(ND~27.55)	ND(ND~30.54)
p, p'-DDT	45.15(ND~86.74)	46.33(30.79~69.27)
o, p'-DDT	20.01(13.39~28.32)	20.38(13.5~25.44)
T-DDTs	120.74(58.65~199.41)	97.20(59.18~217.77)
甲氧DDT	ND(ND~8.47)	ND(ND~ND)
艾氏剂	65.55(51.26~83.29)*	42.73(32.06~74.09)
α-氯丹	9.08(ND~34.68)	18.34(ND~25.41)
β-氯丹	30.30(ND~37.75)	21.97(16.56~35.23)
七氯	62.57(38.73~157.87)**	17.76(ND~30.40)
七氯环氧化物	32.75(ND~49.34)*	19.92(ND~26.17)
硫丹硫酸盐	53.96(28.20~134.14)*	16.71(ND~54.20)
异狄氏剂醛	26.95(ND~62.18)	ND(ND~28.03)
狄氏剂	19.60(ND~31.50)*	ND(ND~20.67)
硫丹I	36.86(ND~92.89)	51.32(16.27~111.59)
硫丹II	31.04(ND~76.71)	14.25(ND~34.92)
异狄氏剂	11.85(ND~49.22)	ND(ND~25.90)
异狄氏剂酮	ND(ND~ND)	ND(ND~ND)
T-OCPs	947.70(661.40~1301.79)	758.47(466.48~1297.85)

[注]与女性比较,* : P<0.05; ** : P<0.01。ND: 低于检出限。

2.2 血清OCPs与BMI及血脂的关系

考虑到21种OCPs农药中,多数农药检出率较低,只对检出率>80%的目标物进行Spearman秩相关分析^[8]。由表2可见,男、女BMI与δ-HCH含量均相关(P<0.05),但人群整体BMI与δ-HCH含量无相关性;整体看,OCPs与血脂均显示显著相关关系(P<0.05或P<0.01)。

表2 不同性别人群的BMI和血脂含量与OCPs的相关性分析(*r*)

化合物	男性		女性		整体	
	BMI	血脂含量	BMI	血脂含量	BMI	血脂含量
α-HCH	-0.12	0.432*	-0.059	0.449**	-0.057	0.451**
β-HCH	0.028	0.377*	-0.012	0.548**	-0.009	0.467**
γ-HCH	0.083	0.072	-0.139	0.599**	0.110	0.360**
δ-HCH	0.367*	0.410*	-0.386*	0.284	-0.130	0.310*
o, p'-DDT	0.217	0.286	-0.178	0.522**	-0.012	0.441**
艾氏剂	0.142	0.221	-0.142	0.645**	0.071	0.437**

[注]*: *P*<0.05; **: *P*<0.01。

3 讨论

近30年,OCPs在人体中的暴露量一直是国内外研究的热点,且主要以血液、乳汁和脂肪为研究材料,但乳汁只能来源于女性,而脂肪组织不易获得,因此较其他生物材料更易收集的血液在研究OCPs一般人群暴露方面得到广泛应用。研究发现,β-HCH在六六六(HCHs)各异构体中占主要地位,这可能与HCHs异构体中α-HCH、γ-HCH和δ-HCH在人体中残留期较短,但β-HCH容易蓄积在脂肪组织中而不易消失有关^[9]。本研究发现,p,p'-DDE是滴滴涕(DDT)各异构体中的主要成分。有研究认为,DDT各异构体在血清中含量大小的趋势主要与其在人体内的富集能力有关,而这种能力与人体的代谢有关^[10],p,p'-DDE是DDT中最难从人体排泄的异构体,有报道称其日排泄量约为日摄入量的1%^[11],可能是导致其血清含量较其他异构体高的原因。

本研究结果显示,性别对血清OCPs含量影响较小,但男性血清中γ-HCHs、艾氏剂、七氯、七氯环氧化物、硫丹硫酸盐、狄氏剂均较女性高。研究认为,人体OCPs主要来源于食材^[9],男性血清OCPs含量高于女性可能与饮食量有关,具体还需通过调查人群食物来源、实际消费量、OCPs含量及不同性别人群OCPs的排泄途径差异等加以验证^[7]。

BMI是反映个体肥胖程度的指标。由于OCPs主要蓄积在脂肪组织中,BMI可能与体内OCPs的暴露水平相关。但目前的研究结果表明,除部分水产养殖区和沿海城市外,其他地区的研究还未发现两者之间的强相关性^[12-13]。本研究中除δ-HCH外,关注的其余20种OCPs均与BMI之间无统计学意义上的关联性。整体看,检出率较高的6种OCPs均与血脂含量呈正相关,可能与这些OCPs具有较强的脂溶性,且环境中新的HCH和DDT输入有关。本研究以山西省范

围内非职业暴露人群为研究对象,调查了山西省范围内人群OCPs的实际暴露量,为研究OCPs对人体的健康效应,评估地区范围内环境OCPs的残留状况和健康风险提供了有益的研究资料。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

[1]郭掌珍,孟会生,张渊,等.汾河表层沉积物PCBs和OCPs含量、来源及生态风险[J].中国环境科学,2013(4):714-721.

[2]Zhang J, Liu F, Chen R, et al. Levels of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in edible shellfish from Xiamen(China) and estimation of human dietary intake[J]. Food Chem Toxicol, 2012, 50(12): 4285-4291.

[3]Arrebola JP, Cuellar M, Claire E, et al. Concentrations of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human serum and adipose tissue from Bolivia[J]. Environ Res, 2012, 112: 40-47.

[4]Behrooz RD, Sari AE, Bahramifar N, et al. Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl residues in human milk from the Southern Coast of Caspian Sea, Iran[J]. Chemosphere, 2009, 74(7): 931-937.

[5]屈伟月.广东省特殊人群血液和母乳中多溴联苯醚、有机氯农药和多氯联苯的初步研究[D].广州:中国科学院研究生院(广州地球化学研究所),2007.

[6]中华人民共和国卫生部.GB/T 5009.19—2008 食品中有机氯农药多组分残留量的测定[S].北京:中国标准出版社,2008.

[7]郭小燕,郭掌珍,张瑛,等.山西省66名16岁-20岁人血清中有机氯农药残留特征研究[J].中国卫生检验杂志,2014,24(7): 1031-1033.

[8]Cao L, Yan C, Yu X, et al. Relationship between serum concentrations of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides and dietary habits of pregnant women in Shanghai[J]. Sci Total Environ, 2011, 409(16): 2997-3002.

[9]史蓉婕,仲岳桐,雷毅雄,等.深圳市母乳中六六六和滴滴涕蓄积水平与影响因素分析[J].卫生研究,2013,42(2): 205-210.

[10]Wang N, Shi L, Kong D, et al. Accumulation levels and characteristics of some pesticides in human adipose tissue samples from Southeast China[J]. Chemosphere, 2011, 84(7): 964-971.

- psychological dimension of an environmental health disaster [J]. Environ Health Perspect, 2008, 116(9): 1248-1253.
- [4] 徐茗, 张美辨, 邹建芳, 等. 突发公共事件现场救援人员职业应激的影响因素分析[J]. 中国工业医学杂志, 2010, 23(2): 123-125.
- [5] 余善法, 张锐. 职业紧张测量工具研究[J]. 河南医学研究, 2000, 9(2): 171-174.
- [6] 余善法, 马良庆, 周连城, 等. 一般工作紧张问卷中文译本的信度与效度[J]. 中国行为医学科学, 1998, 7(1): 24-26.
- [7] 惠武利, 殷尚炯, 施旺红, 等. “11·24” 海难援救军人的心理健康状况分析[J]. 第四军医大学学报, 2002, 23(1): 46-48.
- [8] 李权超, 陈星伟, 杨阳, 等. 震灾救援官兵心理应激变化规律及启示[J]. 华南国防医学杂志, 2009, 23(5): 62-67.
- [9] 王焕林, 过伟, Hua J, 等. 中国汶川地震现场救援军人创伤后应激障碍及相关因素的调查[J]. 中华精神科杂志, 2010, 43(2): 97.
- [10] 余善法, 张锐, 萧爱玲. 河南与香港工厂管理人员职业紧张对比研究[J]. 劳动医学, 2000, 17(1): 10-13.
- [11] 谷桂珍, 余善法, 周文慧. 某热电厂工人自尊感与职业紧张相关因素的关系[J]. 环境与职业医学, 2011, 28(11): 664-668.
- [12] Tak S W, Driscoll R, Bruce B, et al. Depressive symptoms among firefighters and related factors after the response to Hurricane Katrina[J]. J Urban Health, 2007, 84(2): 153-161.
- [13] 马强, 宋康兴, 杨雪, 等. 519 名地震救援人员心理应激状况调查与相关因素分析[J]. 军医进修学院学报, 2008, 29(4): 249-250.
- (收稿日期: 2014-12-29)
- (英文编辑: 汪源; 编辑: 郑轻舟; 校对: 丁瑾瑜)

(上接第 955 页)

- [11] Minh T B, Watanabe M, Tanabe S, et al. Specific accumulation and elimination kinetics of tris (4-chlorophenyl) methane, tris (4-chlorophenyl) methanol, and other persistent organochlorines in humans from Japan [J]. Environ Health Perspect, 2001, 109(9): 927-935.
- [12] Wang H S, Chen Z J, Wei W, et al. Concentrations of organochlorine pesticides (OCPs) in human blood plasma from Hong Kong: Markers of exposure and sources from fish [J]. Environ Int, 2013, 54: 18-25.
- [13] 王茜, 刘楠, 荣素英, 等. 唐山地区非职业暴露人群血清中有机氯农药蓄积水平初步研究[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2011(12): 1822-1825.
- (收稿日期: 2015-01-05)
- (英文编辑: 汪源; 编辑: 张晶; 校对: 郑轻舟)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志再次入选中文核心期刊

依据文献计量学的原理和方法, 经研究人员对相关文献的检索、统计和分析, 以及学科专家评审, 《环境与职业医学》杂志入编《中文核心期刊要目总览 2014 年版》之预防医学、卫生学类的核心期刊, 已连续第七次入选中文核心期刊。

《环境与职业医学》杂志 (<http://jeom.scdc.sh.cn:8081>), 原名《劳动医学》, 创刊于 1984 年, 由上海市卫生和计划生育委员会主管, 上海市疾病预防控制中心、中华预防医学会主办, 系中华预防医学会系列杂志。国际连续出版物号: ISSN 2095-9982; CODEN HYZYAZ; 国内统一连续出版物号: CN 31-1879/R。

《环境与职业医学》杂志衷心感谢各位编委、审稿专家、作者和读者对本刊的支持! 热忱希望广大读者、作者、专家一如既往支持本刊工作, 踊跃投稿!