

咸阳地区学龄前儿童 6 种元素水平及多因素回归分析*

张建平¹, 马艳侠², 冯飞雪², 张 萌³, 陈静宏^{3△}

(1. 陕西省咸阳市中心医院医学检验科 712000; 2. 陕西中医药大学附属医院检验科, 陕西咸阳 712000; 3. 西安交通大学医学部, 西安 710061)

摘要:目的 分析咸阳地区学龄前儿童血 6 种元素钙、镁、铜、锌、铁、铅水平以及影响因素。方法 采用整群随机抽样的方法, 在陕西省咸阳市城区(秦都区、渭城区)、南部平原地区(除北五县及城区外)及北部山区(永寿县甘井镇)纳入不同性别的 365 例学龄前儿童, 其中咸阳市区组 118 例, 南部平原组 118 例, 北部山区组 129 例。检测全血钙、镁、铜、锌、铁、铅, 结合问卷调查指标, 进行多因素回归分析。结果 3 组儿童锌、铅水平差异有统计学意义(F 分别为 13. 145, 35. 438, $P < 0. 05$); 3 组喂养方式、抚养方式的比较, 差别有统计学意义(χ^2 分别为 37. 409, 7. 023, $P < 0. 05$)。国产奶粉喂养与儿童钙、铁水平呈负相关, 家庭年收入与儿童钙、铁水平呈正相关; 平原地区与儿童镁水平呈正相关, 不添加辅食与镁水平呈负相关; 隔代抚养与铜水平呈正相关; 山区相对于城区与锌水平呈负相关, 与铅水平呈正相关; 膳食结构中以正餐为主与锌水平呈正相关。结论 咸阳地区不同区域经济发展的不平衡及学龄前儿童饮食生活方式的不同是造成元素水平差异的最主要原因, 要进一步制订有针对性的综合防治方案, 促进儿童身心健康。

关键词: 学龄前儿童; 微量元素; 多因素回归分析

DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-9455. 2017. 06. 009 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9455(2017)06-0768-03

Six kinds of mineral material level among preschool children in Xianyang area and multivariate regression analysis*

ZHANG Jianping¹, MA Yanxia², FENG Feixue², ZHANG Meng³, CHEN Jinghong^{3△}

(1. Department of Clinical Laboratory, Xianyang Municipal Central Hospital, Xianyang, Shaanxi 712000, China; 2. Department of Clinical Laboratory, Affiliated Hospital of Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi 712000, China; 3. Department of Medicine, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: **Objective** To analyze the levels of six kinds of trace elements calcium(Ca), magnesium(Mg), copper(Cu), zinc(Zn), iron(Fe) and plumbum(Pb) among preschool children in Xianyang area, and influence factor. **Methods** The cluster random sampling method was adopted to sampled 365 preschool children with different genders as research subjects from urban districts(Qindu District, Weicheng District), southern plain districts(except Beiwu County and urban area) and northern mountain districts(Ganjing Town, Yongshou County), in which 118 cases in the urban district group, 118 cases in the southern plain districts group and 129 cases in the northern mountain districts group. The levels of whole blood Ca, Mg, Cu, Zn, Fe and Pb were detected. The multivariate regression analysis was performed by combining with the questionnaire investigation indicators. **Results** The levels of Zn and Pb had statistically significant difference among 3 groups($F = 13. 145, 35. 438, P < 0. 05$); in the comparison of feeding and parenting patterns among 3 groups, the difference was statistically significant($\chi^2 = 37. 409, 7. 023, P < 0. 05$). The feeding pattern of domestic milk powder was negatively correlated with the Ca and Fe levels, the family income was positively correlated with the Ca and Fe levels; the plain district was positively correlated with the Mg level. No adding complementary feeding was negatively correlated with the Mg level; the skip-generation raising was positively correlated with the Cu level; relative to the urban area, the mountain district was negatively correlated with the Zn level and positively correlated with the Pb level; the dinner as the main thing in the dietary structure was positively correlated with the Zn level. **Conclusion** The imbalance of different regional economy development in Xianyang area and different dietary and living style in preschool children are the major causes generating the differences of trace elements levels. It is necessary to formulate the targeting comprehensive prevention and treatment programs for promoting the physical and mental health of children.

Key words: preschool children; trace elements; multivariate regression analysis

微量元素虽在人体内的含量不多, 却与人的生存和健康息息相关, 它们的摄入缺乏或过量都会不同程度地引起人体生理异常或疾病发生^[1]。随着现代工业化的发展, 环境污染问题愈加突出, 学龄前儿童体内一些有益元素及毒性较大的重金属元素水平分析, 也受到越来越多的重视和关注。

咸阳位于陕西省中部, 南北地域有明显差别, 经济发展不

平衡, 人们生活习俗和经济水平差异较大, 造成不同区域学龄前儿童体内元素水平的差异, 而必需元素水平是评价儿童营养状况和生长发育的重要指标。本研究以咸阳地区学龄前儿童为研究对象, 通过实验检测全血中钙、镁、铜、锌、铁、铅的水平, 结合问卷调查和数据分析, 对不同区域学龄前儿童 6 种元素水平进行比较, 了解喂养方式、膳食结构、抚养方式等饮食生活方

* 基金项目: 陕西省咸阳市科技计划项目(2012K16-02)。

作者简介: 张建平, 男, 副主任技师, 主要从事临床检验基础及生物化学检验研究。 △ 通信作者, E-mail: zhmazhch1763@163. com。

式及经济因素对元素水平的影响,为进一步制订有针对性的综合防治方案提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2014 年 9 月至 2015 年 12 月采用整群随机抽样方法,在咸阳市城区(秦都区、渭城区)、南部平原地区(除北五县及城区外)及北部山区(永寿县甘井镇)共纳入 365 例 6 岁以下学龄前儿童,其中咸阳市区组 118 例(男 60 例,女 58 例),南部平原组 118 例(男 61 例,女 57 例),北部山区组 129 例(男 69 例,女 60 例)。问卷调查和体格检查相结合,没有完整填写知情同意书、问卷调查及体格检查不合格者不得纳入研究。3 组儿童的年龄比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

1.2 仪器与试剂 北京博晖创新光电技术股份有限公司生产的 BH5100、BH2100 型原子吸收光谱仪,均采用仪器配套检测系统。

1.3 检测指标 采用原子吸收分光光度法,按照仪器标准操作规程检测儿童静脉血钙、镁、铜、锌、铁、铅水平。

1.4 统计学处理 采用 SPSS21.0 统计软件进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 F 检验,组间两两比较采用 LSD- t 检验;计数资料以率表示,组间比较采用 χ^2 检验;6

种元素与多因素之间的相互作用采用多因素线性回归分析,对于多分类无序类别变量处理为哑变量,采用逐步回归分析建立回归模型。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组儿童血钙、镁、铜、锌、铁、铅水平比较 3 组儿童血钙、镁、铜、铁水平差别无统计学意义($P>0.05$),锌和铅水平差别有统计学意义($P<0.05$)。北部山区组儿童血铅水平显著高于咸阳市区组和南部平原区组($P<0.05$),血锌水平显著低于咸阳市区组和南部平原区组($P<0.05$);咸阳市区组与南部平原组的血铅、血锌水平比较,差异无统计学意义(P 分别为 0.978、0.136)。见表 1。

2.2 多因素线性回归分析 3 组儿童喂养方式、抚养方式的比较,差异有统计学意义(χ^2 分别为 37.409、7.023, $P<0.05$),3 组儿童辅食、膳食结构比较,差异无统计学意义(χ^2 分别为 2.084、8.011, $P>0.05$)。因变量 Y 为各元素钙、镁、铜、锌、铁、铅,自变量 X 为地区、年收入、辅食、喂养方式、膳食结构、抚养方式 6 个变量。自变量中的二分类变量直接纳入模型,多分类无序类别变量处理为哑变量后纳入模型,哑变量赋值情况见表 2。

表 1 3 组儿童 6 种元素水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	钙(mmol/L)	镁(mmol/L)	铜(μ mol/L)	锌(μ mol/L)	铁(mmol/L)	铅(μ g/L)
咸阳市区组	118	1.82±0.18	1.46±0.16	16.67±3.97	80.48±16.25	7.59±0.81	29.9±15.7
南部平原组	118	1.81±0.18	1.50±0.18	16.54±3.35	80.43±13.52	7.46±0.80	33.1±15.9
北部山区组	129	1.78±0.21	1.48±0.13	16.12±3.34	72.07±14.90	7.37±0.68	46.6±18.2
<i>F</i>		1.499	2.109	0.792	13.145	2.587	35.438
<i>P</i>		0.225	0.123	0.454	0.000	0.077	0.000

表 2 哑变量赋值情况

变量	表示	哑变量赋值情况	参照组
a	区域	a1=平原;a2=山区	市区
b	年收入	b1=3 万元;b2=5 万元	1 万元
c	喂养方式	c1=进口奶粉;c2=国产奶粉;c3=母乳和进口奶粉;c4=母乳和国产奶粉;c5=进口奶粉和国产奶粉	母乳
d	辅食	d1=不添加辅食	添加辅食
e	膳食结构	e1=正餐及零食;e2=正餐;e3=正餐及乳类和正餐及零食	正餐及乳类
f	抚养方式	f1=(外)祖父母;f2=亲戚或其他	父母

注:在回归方程中,有意义的变量均是参照对照。

2.2.1 血钙、血镁的线性回归分析 血钙的回归方程为 $Y=1.819-0.092X_1+0.047X_2$,回归方程有统计学意义($F=7.942, P<0.05$)。 $-0.092X_1$ 指喂养方式中使用国产奶粉(c2)相对于母乳,与钙水平呈负相关; $0.047X_2$ 指收入 5 万元以上(b2)相对于年收入 1 万元,与钙水平呈正相关。血镁的回归方程为 $Y=1.473+0.038X_1-0.183X_2$,回归方程有统计学意义($F=4.126, P<0.05$)。 $0.038X_1$ 指平原地区(a1)相对于市区,与镁水平呈正相关; $-0.183X_2$ 指不添加辅食(b1)相对于添加辅食,与镁水平呈负相关。见表 3。

表 3 血钙、血镁回归分析统计量

模型		β	<i>t</i>	<i>P</i>
钙	常量	1.819	102.256	0.000
	c2	-0.092	-3.278	0.001
	b2	0.047	2.307	0.022
镁	常量	1.473	144.247	0.000
	a1	0.038	2.100	0.036
	d1	-0.183	-1.975	0.049

2.2.2 血铜、血锌的线性回归分析 血铜的回归方程为 $Y=16.244+0.984X_1$,回归方程有统计学意义($F=4.741, P<0.05$)。 $0.984X_1$ 指(外)祖父母抚养(f1)相对于父母抚养,与铜水平呈正相关。血锌的回归方程为 $Y=69.294-9.707X_1+14.569X_2+12.843X_3+19.130X_4+8.183X_5$,回归方程有统计学意义($F=14.446, P<0.05$)。 $-9.707X_1$ 指山区(a2)相对于城市,与锌水平呈负相关; $14.569X_2$ 、 $12.843X_3$ 、 $19.130X_4$ 指喂养方式中以进口奶粉(c1)、国产奶粉(c2)以及同时以母乳和国产奶粉为主的方式(c4)相对于仅母乳喂养,与锌水平呈正相关。 $8.183X_5$ 指膳食结构中食用正餐(e2)相对于正餐及乳类,与锌水平呈正相关。见表 4。

2.2.3 血铁、血铅的线性回归分析 血铁的回归方程为 $Y=7.390+0.281X_1-1.196X_2$,回归方程有统计学意义($F=7.366, P<0.05$)。 $0.281X_1$ 指年收入 3 万元(b1)相对于年收入 1 万元,与铁水平呈正相关; $-1.196X_2$ 指喂养方式以母乳和国产奶粉(c4)相对于仅母乳喂养,与铁水平呈负相关。血铅的回归方程为 $Y=31.687+17.654X_1$,回归方程有统计学意义

($F=40.626, P<0.05$)。17.654 X_1 指山区(a2)相对于市区,与铅水平呈正相关。见表 5。

表 4 血铜、血锌回归分析统计量

模型		β	t	P
铜	常量	16.244	75.326	0.000
	f1	0.984	2.177	0.030
锌	常量	69.294	32.936	0.000
	a2	-9.707	-5.981	0.000
	c2	14.569	5.296	0.000
	c1	12.843	4.444	0.000
	e2	8.183	3.248	0.001
	c4	19.130	2.240	0.026

表 5 血铁、血铅回归分析统计量

模型		β	t	P
铁	常量	7.390	142.608	0.000
	b1	0.281	2.769	0.006
	c4	-1.196	-2.472	0.014
铅	常量	31.687	19.244	0.000
	a2	17.654	6.374	0.000

3 讨论

本研究结果显示,咸阳地区不同区域学龄前儿童血锌、血铅水平存在差异,北部山区儿童血铅水平较高,血锌水平较市区及南部平原地区儿童低。可能与饮食摄入不足有关,本地区尤其是北部山区居民饮食结构相对较单一,摄入瘦肉类、海鲜类、蔬菜类相对较少,居民锌的摄入量远远低于国家推荐供给量标准^[2]。增加海鲜类、肉类和蛋等锌水平较高的动物性食物的摄入,使膳食结构多样化,可以提高儿童锌元素营养水平。

研究发现,钙、铁、锌等元素与铅等有害元素在吸收、排泄、转运,以及与目标蛋白结合、代谢、功能发挥等环节均存在相互作用与拮抗^[3]。铅与钙和锌均呈显著负相关,儿童钙、锌缺乏时易致铅中毒,提示机体对铅中毒的易感性与膳食营养素的缺乏有关,同时体内铅的蓄积会使膳食营养素的代谢发生紊乱,更加剧了铅对人体的损伤^[4]。铅污染增加及儿童对铅的易感性是导致儿童血铅水平超标的主要原因。0~3 岁婴幼儿的脑部屏障不完整,大脑尚处于发育阶段,铅更容易向中枢神经系统转移,铅吸收率高于成人^[5]。由于经济发展迅速,家庭装修、汽车使用量增加、含铅油漆涂料和汽车含铅汽油尾气的排放,往往造成铅污染^[6]。铅中毒儿童大多存在钙、锌的缺乏,目前临床上治疗和干预儿童铅中毒多采用同时补充钙和锌的方法,通过补钙来降低血铅水平,其作用机制是钙和铅在体内竞争钙结合蛋白,从而抑制铅在肠道的吸收^[7]。

值得注意的是,咸阳北部山区的儿童,由于父母外出打工的较多,隔代抚养占很大比例,而老人普遍缺乏科学喂养儿童的知识,对幼儿的饮食营养和卫生习惯不太关注^[8]。本研究的回归分析显示,(外)祖父母抚养相对于父母抚养,与儿童铜水平呈正相关。铜与锌是一对互相拮抗的微量元素,在肠道竞争同一种金属硫蛋白。儿童锌水平较低,或许与隔代抚养方式的儿童体内铜水平较高,影响锌的吸收有一定关系^[9]。

北部山区儿童血锌水平较咸阳市区和南部平原地区低,以正餐及乳类为主的儿童血锌水平比单纯正餐的儿童更低。经过调查发现,这部分儿童所进食乳类多为含乳饮品,其营养质量和卫生状况往往不达标。儿童喜欢在两餐之间将此饮品当饮料喝,致使食用正餐的数量和质量均不足。锌的水平低与饮食质量、膳食结构有关,和血铅高呈一定的负相关,或与体内血铅水平高影响到锌的吸收也有一定关系^[10]。

咸阳地区学龄前儿童血中元素水平亦受到家庭经济因素影响。与低收入家庭相比,家庭经济收入高与儿童钙、铁水平呈正相关,经济条件好的家庭可能更注重饮食结构及微量元素的补充。儿童喂养方式中母乳喂养比国产奶粉喂养儿童血钙和血铁水平较高,单纯母乳喂养较添加奶粉的儿童血锌水平较低,提示配方奶粉中含有微量元素,可以增加血锌水平,或提示本地区孕妇及乳母饮食结构中微量元素已经失衡,其饮食结构中锌缺乏,但容易补充到钙和铁元素。

综上所述,咸阳地区不同区域学龄前儿童饮食生活方式的不同及经济发展的不平衡是造成元素水平差异的最主要原因,要进一步制订有针对性的综合防治方案,促进儿童身心健康。北部山区儿童血锌的缺乏与血铅水平较高,是否和卫生习惯、生活方式或锌元素的摄入有因果关系,以及微量元素失衡对北部山区儿童生长发育、智力以及行为的影响,值得进一步调查研究。

参考文献

- [1] 刘体峰. 临床实验诊断学[M]. 长春:吉林科学技术出版社,2012:305-309.
- [2] 曹继琼,何长华. 锌缺乏对人体健康的影响[J]. 现代医药卫生,2014,29(7):1016-1019.
- [3] 李桂凤. 儿童血钙、铁、锌、铅 1 000 例检测结果回顾性分析[J]. 山西中医学院学报,2011,12(2):61-62.
- [4] 王心如. 毒理学基础[M]. 6 版. 北京:人民卫生出版社,2012:128-138.
- [5] Grandjean P, Herz KT. Trace elements as paradigms of developmental neurotoxicants: Lead, methylmercury and Arsenic[J]. J Trace Elem Med Biol, 2015, 31(1): 130-134.
- [6] 王晓燕,金春华,刘玉兰,等. 儿童全血部分常量和微量元素含量的年龄差异分析[J]. 北京医学,2007,29(11):647-649.
- [7] 马静,魏益民,郭波莉,等. 铅对人体和动物毒性作用[J]. 中国公共卫生,2009,25(3):369-370.
- [8] 张英男,刘冬梅. 我国农村留守儿童现状及心理健康状况研究[J]. 中国儿童保健杂志,2011,19(1):37-38.
- [9] Lakshmi Priya MD, Geetha A. Level of trace elements (Copper, Zinc, Magnesium and Selenium) and toxic elements(Lead and Mercury) in the hair and nail of children with autism[J]. Biol Trace Elem Res, 2011, 142(2): 148-158.
- [10] 许静,冯佳洁,张云鹏. 我国儿童铅中毒研究文献计量学分析[J]. 中国工业医学杂志,2013,25(6):475-477.