

银川吴忠中小學生血清微量元素与生长发育指标的关系

孙丽姣, 王婷, 刘尚红, 曹娟, 李静, 谢小莲, 李娟, 赵海萍

宁夏医科大学公共卫生与管理学院儿少与健康教育学系, 银川 750004

【摘要】 目的 了解银川、吴忠市 7~17 岁儿童青少年血清微量铁、锌、铜、钙、镁元素水平及其与体格发育指标的关系, 为儿童青少年合理补充微量元素提供依据。**方法** 采用分层整群抽样方法, 在银川(兴庆区、西夏区、金凤区)和吴忠两市抽取小学 6 所、初中 5 所、高中 2 所。根据相关纳入和排除标准, 共抽取研究对象 1 860 名。进行体格测定、静脉采血, 采用电感耦合等离子体发射光谱仪测定离心血清中微量元素铁、锌、铜、钙、镁水平。**结果** 儿童青少年铁、锌、铜、钙、镁元素总体水平中位数分别为 20.23, 2.98, 0.76, 72.57, 13.59 mg/L, 四分位数间距分别为 21.67, 2.98, 0.38, 38.42, 6.89 mg/L。不同年龄组儿童青少年铁、锌、铜、镁元素水平差异均有统计学意义(Z 值分别为 20.12, 89.93, 55.23, 55.76, P 值均 <0.01), 不同性别之间 5 种血清微量元素总体水平差异均无统计学意义(Z 值分别为 -0.16, -0.77, -1.88, -0.95, -2.06, P 值均 >0.05)。铁、锌与身高、体重呈正相关, 铜、镁与身高、体重呈负相关; 锌与体质指数(BMI)呈正相关, 铜、镁与 BMI 均呈负相关; 锌与年龄别身高(HAZ)呈正相关, 铜、镁与年龄别体重(WAZ)和年龄别 BMI(BAZ)呈负相关, 铁与 BAZ 呈负相关(P 值均 <0.05)。**结论** 微量元素铁、锌、铜、钙、镁对儿童生长发育有重要的意义。应通过学校和家长的互动, 提高儿童青少年健康保健意识。

【关键词】 微量营养系; 生长和发育; 儿童; 青少年

【中图分类号】 R 151 R 153.2 R 179 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2018)10-1521-04

Levels of serum trace elements in children and adolescents aged 7 to 17 years and their relationship with growth and development indicators in Yinchuan and Wuzhong/SUN Lijiao, WANG Ting, LIU Shanghong, CAO Juan, LI Jing, XIE Xiaolian, LI Juan, ZHAO Haiping. School of Public Health and Management, Ningxia Medical University, Yinchuan(750004), China

【Abstract】 Objective To examine the relationship between the levels of serum trace elements, such as iron, zinc, copper, calcium, magnesium, with growth and development indicators in children and adolescents aged 7 to 17 years in Yinchuan and Wuzhong, and to provide a basis for reasonable supplementation of trace elements. **Methods** The stratified cluster sampling method was used to extract 6 primary schools, 5 junior middle schools and 2 senior middle schools in Yinchuan (Xingqing District, Xixia District, Jinfeng District) and Wuzhong. According to the relevant inclusion and exclusion criteria, a total of 1 860 subjects were selected. After physical examination and intravenous blood collection, the levels of trace elements such as iron, zinc, copper, calcium and magnesium in the centrifuged serum were determined by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. **Results**

The median level of iron was 20.23 mg/L, the interquartile range was 21.67 mg/L, the median level of zinc was 2.98 mg/L, and the interquartile range was 2.98 mg/L. The median level of copper was 0.76 mg/L, the interquartile range was 0.38 mg/L, the median level of calcium was 72.57 mg/L, and the interquartile range was 38.42 mg/L. The median level of magnesium was 13.59 mg/L and the interquartile range was 6.89 mg/L. The comparison of the total levels of five serum trace elements in children and adolescents of different age groups showed that the levels of iron, zinc, copper and magnesium in the four age groups were statistically significant (Z values were 20.12, 89.93, 55.23, 55.76, $P<0.01$). There was no significant in the total levels of five serum trace elements between different genders (Z values were -0.16, -0.77, -1.88, -0.95, -2.06, $P>0.05$). Iron, zinc, copper and magnesium were related to height and weight. Iron and zinc were positively correlated with height and weight, and copper and magnesium were negatively correlated with height and weight. Zinc was positively correlated with BMI, and copper, magnesium was negatively correlated with BMI. There was a positive correlation between zinc and HAZ. There was a negative correlation between copper, magnesium and WAZ and BAZ. Iron was negatively correlated with BAZ ($P<0.05$). **Conclusion** Trace elements such as iron, zinc, copper, calcium and magnesium are of important significance for children's growth and development. Through the interaction between schools and parents, it can improve the awareness of health care and promote children and adolescents' health.

【Key words】 Micronutrients; Growth and development; Child Adolescent

儿童青少年生长发育状况不仅可以反映个体和

群体健康状况, 也是反映社会经济发展状况、卫生保健水平和人口素质的一个重要指标^[1]。国内外研究已证实, 微量元素作为人体生命活动中必不可少的一类营养素, 在儿童青少年的生长发育中起着重要作用^[2-5]。微量元素在人体内不能合成, 必须不断地从日常膳食中摄取, 其中部分储存在体内, 部分随排泄物如肠道、肾脏、皮肤等排出体外^[6]。饮食习惯不良、

【基金项目】 宁夏高等学校一流学科建设(公共卫生与预防医学学科)资助项目(NXYLXK2017B08)。

【作者简介】 孙丽姣(1992-), 女, 甘肃兰州人, 在读硕士, 主要研究方向为儿童青少年生长发育及慢性病防治。

【通讯作者】 赵海萍, E-mail: zhpgj@163.com.

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.10.023

长期摄入不足及地区间分布不均衡均可导致身体出现微量元素代谢异常,甚至导致相关缺乏病^[7]。全球约有 20 亿人口处于微量元素缺乏的状态,其中以发展中国家为主^[8]。我国不同年龄段的儿童均存在不同程度的微量元素缺乏^[9-11]。为了解宁夏银川、吴忠 2 地儿童青少年血清微量元素铁、锌、铜、钙、镁水平,探讨其与生长发育指标的关系,笔者于 2014 年 9 月对该两地区儿童青少年血清中的 5 种微量元素进行测定,结果报道如下。

1 对象与方法

1.1 对象 采用分层整群抽样方法,在银川(兴庆区、西夏区、金凤区)和吴忠 2 市共抽取小学 6 所、初中 5 所、高中 2 所,对抽取的学校以年级分层,按二~五、七~八、十~十一年级抽取班级(六年级、九年级学生由于升学原因,应答率较低,所以未纳入此次调查),每个年级各抽取 1 个班级,以抽取班级的全体学生作为研究对象。排除患有先天性疾病、内分泌紊乱、服用微量元素补充剂、患有急性或慢性等可严重影响儿童青少年生长发育状况的内分泌及其他系统疾病的学生,共抽取 1 960 名研究对象,最终有效样本 1 860 名,有效率为 94.90%。其中男生 996 名,女生 864 名;小学生 878 名,初中生 645 名,高中生 337 名。研究对象及监护人均签署知情同意书,调查通过宁夏医科大学伦理委员会的批准。

1.2 方法

1.2.1 体格测量 由经过统一培训的人员严格按照《2014 年全国学生体质与健康调研手册》^[12]的要求进行身高、体重的测量。利用身高、体重计算体质量指数(body mass index, BMI)。采用 2005 年国家研究制定的 0~18 岁儿童的生长参考标准和生长曲线^[13-14]计算年龄别身高(HAZ)、年龄别体重(WAZ)、年龄别 BMI(BAZ)。

1.2.2 血样采集及微量元素的检测 清晨采集研究对象空腹 12 h 静脉血 5 mL 于促凝管中,加冰袋及时送往实验室,离心留取血清,-80 ℃冰箱保存,利用电感耦合等离子体发射光谱仪(Varian 710 ES,美国·瓦里安)测定血清中铁、锌、铜、钙、镁元素水平。

1.3 统计学方法 将电感耦合等离子体发射光谱仪检测结果导入至 Excel 中,利用 SPSS 22.0 软件建立数据库并对其进行分析,经 Shapiro-Wilk 正态性检验,血清微量元素数据呈非正态分布,以中位数和四分位数间距进行微量元素水平的描述,2 组间比较用 Wilcoxon 秩和检验,多组间比较用 Kruskal-Wallis *H* 检验,多个独立样本的两两比较用 Nemenyi 法检验,血清微量元素和生长发育指标之间的相关性用 Spearman 秩相

关。检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 儿童青少年血清微量元素总体水平 结果显示,儿童青少年铁、锌、铜、钙、镁总体水平中位数分别为 20.23,2.98,0.76,72.57,13.59 mg/L,四分位数间距分别为 21.67,2.98,0.38,38.42,6.89 mg/L。见表 1。

表 1 宁夏银川吴忠市儿童青少年血清微量元素总体水平/(*n*=1 860,mg·L⁻¹)

元素	0.5%截尾值	中位数	极小值	极大值	<i>P</i> ₂₅	<i>P</i> ₇₅
铁	23.99	20.23	1.25	89.68	12.87	34.54
锌	3.39	2.98	0.08	56.80	1.81	4.79
铜	0.77	0.76	0.17	3.20	0.59	0.97
钙	75.58	72.57	1.22	297.23	54.59	93.01
镁	14.00	13.59	1.91	40.35	10.94	17.83

2.2 不同性别、年龄儿童青少年血清微量元素水平比较 在不同年龄组儿童青少年中,铁、锌、铜、镁水平差异均有统计学意义(*P* 值均<0.01),钙水平差异无统计学意义(*P*=0.26)。不同性别之间 5 种血清微量元素总体水平差异均无统计学意义(*Z* 值分别为 -0.16,-0.77,-1.88,-0.95,-2.06,*P* 值均>0.05)。两两比较发现,7~<10 岁组血清铁低于 10~<13 和 13~<16 岁组(*P* 值均<0.05),按性别分层后,女生间该差异依然存在,男生差异无统计学意义(*P* 值均>0.05)。血清锌水平除 7 和 16~17 岁组,10~<13 和 13~<16 岁组外,其他年龄组之间差异均有统计学意义(*P* 值均<0.05);按性别分层后,差异依然存在(*P* 值均<0.05)。

7 和 10 岁组血清铜水平分别与 13 和 16~17 岁组比较差异有统计学意义(*P* 值均<0.05);按性别分层后,男生之间差异依然存在,女生中仅有 7,10 岁组血清铜水平与 13 岁组差异有统计学意义(*P* 值均<0.05)。7,10 岁组血清镁水平与 13 和 16~17 岁组比较差异均有统计学意义(*P* 值均<0.05);按性别分层后,差异依然存在(*P* 值均<0.05)。

5 种元素总体水平分别在 16~17,13,7,10,7 岁年龄组达到最高,在 7,16~17,13,16~17,16~17 岁年龄组最低,仅有镁水平随着年龄增长呈现下降趋势。男生中 5 种元素水平分别在 16~17,13,7,13,7 岁年龄组达到最高,在 7,7,16~17,10,16~17 岁年龄组最低,铁随年龄的增长呈上升趋势,而铜、镁呈下降趋势。女生中 5 种元素水平分别在 16~17,13,10~<13,10~<13,10~<13 岁年龄组达到最高,在 7,16~17,13,16~17,16~17 岁年龄组最低,随年龄增长未出现变化趋势。见表 2。

表 2 不同性别各年龄组儿童青少年 5 种血清微量元素水平比较/[M(QR),mg·L⁻¹]

性别	年龄组/岁	人数	统计值	铁	锌	铜	钙	镁
男	7~<10	316		17.95(22.58)	2.55(2.36)	0.82(0.44)	71.34(42.83)	14.20(8.23)
	10~<13	307		19.62(18.57)	3.10(3.41)	0.79(0.35)	70.56(43.59)	13.81(7.18)
	13~<16	268		21.60(22.20)	3.39(2.88)	0.68(0.37)	71.36(35.30)	13.11(5.73)
	16~17	105		26.83(33.00)	2.68(2.27)	0.64(0.30)	69.98(29.55)	12.25(3.70)
			χ ² 值	6.36	30.96	49.34	1.59	30.23
			P 值	0.10	0.00	0.00	0.66	0.00
女	7~<10	270		17.03(17.02)	2.49(2.53)	0.80(0.44)	69.22(41.53)	14.71(7.72)
	10~<13	285		23.07(22.97)	3.44(4.30)	0.83(0.36)	77.98(38.20)	14.75(7.13)
	13~<16	218		20.92(23.37)	3.74(3.36)	0.72(0.31)	76.35(38.62)	13.12(5.56)
	16~17	91		24.67(17.94)	2.14(1.83)	0.77(0.30)	66.95(25.71)	12.46(4.33)
			χ ² 值	24.29	62.77	16.79	4.10	28.77
			P 值	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00
合计	7~<10	586		17.26(18.87)	2.51(2.41)	0.81(0.45)	70.35(42.28)	14.48(8.17)
	10~<13	592		21.42(20.82)	3.24(3.97)	0.80(0.36)	76.19(49.81)	14.17(7.45)
	13~<16	486		21.23(22.71)	3.52(3.02)	0.71(0.35)	74.33(35.98)	13.12(5.66)
	16~17	196		25.89(26.90)	2.50(1.98)	0.72(0.35)	69.29(27.65)	12.38(3.92)
			χ ² 值	20.12	89.93	55.23	4.36	55.76
			P 值	<0.01	<0.01	<0.01	0.26	<0.01

2.3 血清微量元素水平与生长发育指标之间的相关性 Spearman 秩相关结果显示,钙与各生长发育指标的相关均无统计学意义(*P* 值均>0.05)。铁、锌、铜、镁与身高、体重均有相关关系,铁、锌与其呈正相关,铜、镁与其呈负相关(*P* 值均<0.05)。锌与 BMI 呈正相关,铜、镁与 BMI 均呈负相关(*P* 值均<0.05)。锌与 HAZ 呈正相关,铜、镁与 WAZ 和 BAZ 呈负相关,铁与 BAZ 呈负相关(*P* 值均<0.05)。见表 3。

表 3 儿童青少年血清微量元素与生长发育状况的相关系数(*r* 值,*n*=1 860)

元素	身高	体重	BMI	HAZ	WAZ	BAZ
铁	0.09**	0.06*	0.01	0.01	-0.04	-0.05*
锌	0.14**	0.11**	0.05*	0.06**	0.03	0.01
铜	-0.16**	-0.17**	-0.13**	0.02	-0.05*	-0.05*
钙	0.01	-0.01	-0.03	0.01	-0.02	-0.03
镁	-0.16**	-0.21**	-0.20**	-0.00	-0.12**	-0.13**

注: * *P*<0.05, ** *P*<0.01。

3 讨论

本研究采用电感耦合等离子体发射光谱法对肘静脉血清微量元素铁、锌、铜、钙、镁进行测定,能够进行大样本量多元素顺序或同时分析^[15-16],结果精确度好,分析速度快,15~30 s 分析 1 个样本,且具有 5~7 个数量级的动态线性范围^[17-18],适合大规模的普查。宁夏银川、吴忠两市 7~17 岁儿童青少年血清微量元素铁、锌、铜、钙、镁水平,因数据呈正偏态分布,所以采用 *M(QR)* 描述,发现 5 种微量元素水平分别为 20.23(21.67),2.98(2.98),0.76(0.38),72.57(38.42),13.59(6.89)mg/L。进一步比较不同年龄分期、性别 7~17 岁儿童青少年 5 种血清微量元素水平,发现各年龄段各元素水平不同,与以往研究一致^[19-20]。本次研究发现,7~<10 岁组血清铁低于 10~<13 和 13~<16 岁组;在一定年龄段内(7~<13 岁),血清锌水平随年龄的增长呈现上升趋势。血清铜在一定年龄段内(7~

<13 岁)和血清镁水平随年龄的增长呈现下降的趋势。有研究发现,微量元素随年龄的变化并未呈现出某种规律的变化^[19-21],究其原因可能是微量元素在体内不能合成,必须从食物或饮水中摄取,同时 7~17 岁儿童青少年正处于生长发育的关键时期,对微量元素的需要量也进一步增加,饮食习惯、地区间微量元素的分布不均衡、青春期发育、吸烟、酗酒等众多因素均会影响人体内微量元素的水平。本研究中,对血清微量元素和生长发育指标做 Spearman 秩相关,结果显示,铁与身高、体重呈正相关,与 BAZ 呈负相关。陈亚楠^[22] 研究发现,身高、体重、BMI 均与血清铁呈正相关,而 Azab 等^[23] 及相关团队的试验显示肥胖儿童的血铁低于健康对照组,认为体内高水平的铁储存与胰岛素抵抗呈正相关,即 BMI 与血清铁呈负相关。可能是由于铁对脂肪酸氧化及线粒体 ATP 的合成有间接地影响,可以帮助身体破坏脂肪酸的氧化及减少脂肪的量^[24],故 BMI 或 BAZ 与血清铁呈负相关。锌与身高、体重、BMI,HAZ 呈正相关,而与 WAZ,BAZ 无相关性。高世泉等^[25] 对 160 名儿童调查不同补锌方法对身高、智力等的影响发现,补锌、补锌加复合微量营养素后儿童的身高、体重得到明显改善。Adriani 等^[26] 通过补锌双盲试验也发现,补锌后不仅身高有所增加,对骨龄也有一定的影响。铜、镁与身高、体重、BMI,WAZ,BAZ 呈负相关,与 HAZ 无相关性。而赵辉等^[27] 研究发现,儿童血锌、铁含量与各项生长发育指标呈正相关,而铜、钙、镁含量与各项形态发育指标无相关。钙元素与生长发育各指标均无相关性,与有关研究^[25-28] 结论一致。上述研究由于研究对象年龄、地域及微量元素检测时样品和方法选择等的差别,结果不一致,需要进一步探讨之间的关系。此外关于微量元素与身高、体重、BMI,HAZ,WAZ,BAZ 之间的相关性之间存在某些不一致

性,可能是由于 HAZ, WAZ, BAZ 是标化年龄和性别之后得到的标准化的身高、体重和 BMI,而年龄和性别可能是两者之间的混杂因素,因此会出现某些不一致性。

众所周知,儿童青少年生长发育是一个复杂、动态且连续的过程,影响因素众多,不仅与遗传因素有关,而且受环境因素、疾病状态和营养因素的影响^[29],而微量元素仅是人体生命活动中必不可少的营养素中的一小部分,此外本次研究中微量元素水平只检测 1 次,缺少纵向的观察,且未调查可能影响微量元素水平相关的生活方式及膳食营养摄入、饮用水、吸烟、饮酒等行为因素,这些均有可能成为影响微量元素与生长发育指标关系的混杂因素,有待于更进一步研究。

综上所述,微量元素铁、锌、铜、钙、镁对儿童生长发育起着一定的作用。学校应进一步加强健康教育力度,为儿童青少年普及微量元素相关方面知识。同时发挥家长的积极引导作用,在日常饮食中适当增加含微量元素丰富的食物,如动物血及肝脏、鸡蛋等,以补充身体所需。通过学校和家长的互动,提高儿童青少年健康保健意识,促进其健康成长。

4 参考文献

- [1] 首都儿科研究所.中国 7 岁以下儿童体重、身长/身高和头围的生长标准值及标准化生长曲线[J].中华儿科杂志,2009,47(3):173-178.
- [2] 李相伍,文永植.微量元素与儿童生长发育[J].微量元素与健康研究,2008,25(1):54-56.
- [3] GENG G, DOU L, YUAN W, et al. The relationship between zinc and children's growth and development[J]. Stud Trace Elements Health, 2004, 21(6):18-22.
- [4] DANG J, UNG K E, JUN L I. Clinic analysis of trace element Fe, Zn, Ca, Se in blood of 350 children[J]. Trace Elements Sci, 2003, 10(6):40-43.
- [5] YI Z C, SHEN H M. The harm of lead and the role of zinc in children's growth and development[J]. Trace Elements Sci, 2001, 8(10):10-13.
- [6] LLOYD L J, LANGLEYEVANS S C, MCMULLEN S. Childhood obesity and risk of the adult metabolic syndrome: a systematic review[J]. Int J Obes, 2012, 36(1):1-11.
- [7] VliŃAS B R, BARBA L R, NGO J, et al. Projected prevalence of inadequate nutrient intakes in Europe[J]. Ann Nutr Metab, 2011, 59(2/3/4):84-95.
- [8] CHAJHLANA S P S, VARAPRASADA M S M. Nutritional deficiencies among school children in urban areas of Hyderabad, Telangana, India[J]. Int J Commun Med Public Health, 2017, 4(2):607-612.
- [9] 何长华,曹继琼,姜道钱.5833 例 0~6 岁儿童微量元素检测结果分析[J].检验医学与临床,2015,12(4):510-512.
- [10] 王厚照.厦门部分地区儿童血清 7 种元素检测结果及分析[J].检验医学与临床,2016,13(2):215-217.
- [11] 肖铎,何金花,黎毓光,等.广州市番禺区儿童全血 5 种微量元素检测结果分析[J].检验医学,2013,28(9):801-804.
- [12] 全国学生体质与健康调研组.2014 年全国学生体质与健康调研手册[M].北京:高等教育出版社,2014:41-47.
- [13] 李辉,季成叶,宗心南,等.中国 0~18 岁儿童、青少年身高、体重的标准化生长曲线[J].中华儿科杂志,2009,47(7):487-492.
- [14] 李辉,季成叶,宗心南,等.中国 0~18 岁儿童、青少年体质指数的生长曲线[J].中华儿科杂志,2009,47(7):493-498.
- [15] THOMAS R. Practical guide to ICP-MS: a tutorial for beginners[M]. CRC Press, 2013.
- [16] 刘小兵.2002、2012 年中国农村儿童血浆/血清 16 种微量元素含量分析及锌营养状况评估[D].北京:中国疾病预防控制中心,2014.
- [17] BROWN R J C, MILTON M J T. Analytical techniques for trace element analysis: an overview[J]. Trends Anal Chem, 2005, 24(3):266-274.
- [18] BECKER J S. Trace and ultratrace analysis in liquids by atomic spectrometry[J]. Trac Trends Anal Chem, 2005, 24(3):243-254.
- [19] 牛诚诚.儿童血清六种元素水平分析及各年龄段特点[D].长春:吉林大学,2015.
- [20] 杨思嘉.675 名中小学生发样中六种矿物质元素含量与生长发育状况的相关性分析[D].长春:吉林大学,2013.
- [21] 杨一海.大同市儿童钙、锌、铁、铜和镁元素检查结果分析[D].太原:山西医科大学,2016.
- [22] 陈亚楠.儿童生长发育状况与血液微量元素浓度的相关性研究[D].杭州:杭州师范大学,2017.
- [23] AZAB S F, SALEH S H, ELSAEED W F, et al. Serum trace elements in obese Egyptian children: a case-control study[J]. Italian J Ped, 2014, 40(1):1-7.
- [24] WANG C T, LIU L Y, CHOU S S, et al. Correlation of calcium, copper, iron, magnesium and zinc content in hair with basal metabolic rate and bioelectrical impedance in adolescent females[J]. Tzu Chi Med J, 2008, 20(1):58-62.
- [25] 高世泉,杨静,杨宇艳.不同补锌方法对儿童体质量、身高、智商的影响[J].临床军医杂志,2015,43(10):1095-1097.
- [26] ADRIANI M, WIRJATMADI B. The effect of adding zinc to vitamin A on IGF-1, bone age and linear growth in stunted children[J]. J Trace Elements Medic Biol, 2014, 28(4):121-133.
- [27] 赵辉.长春市城、郊 2~5 岁儿童血液微量元素含量及形态发育现状调查[D].长春:吉林大学,2010.
- [28] YIN Y, LI Y, LI Q, et al. Evaluation of the relationship between height and zinc, copper, iron, Calcium, and Magnesium Levels in healthy young children in Beijing, China[J]. Biol Trace Element Res, 2016, 176(2):1-7.
- [29] CHIPLONKAR S, KHADILKAR A, PANDITAGRAWAL D, et al. Influence of micronutrient status and socioeconomic gradient on growth indices of 2-18-year-old Indian girls[J]. J Ped Endocrinol Metab, 2013, 26(9/10):825.

收稿日期:2018-07-12;修回日期:2018-08-02