

学龄前儿童微量元素含量检测 及其对生长发育的影响

龙睿哲¹, 尹莉², 潘堂鑫¹, 李明良¹, 张旺¹, 张惠娟^{1*}

(1. 吉首大学医学院, 吉首 416000; 2. 湘西州妇幼保健院, 吉首 416000)

摘要:目的 探讨湘西地区3~6岁学龄前儿童血微量元素含量及其缺乏对生长发育的影响。方法 随机整群抽取3~6岁健康儿童186例, 测量身高、体重, 检测全血铜、镁、锌、钙、铁含量。结果 不同年龄段学龄前儿童铜、钙水平差异有统计学意义($P < 0.05$), 受检儿童钙、铁、锌、铜、镁的总体缺乏率分别为22.58%、14.52%、10.22%、7.53%、1.61%; 其中5岁年龄组的钙缺乏率最高(36.36%), 显著高于3岁和4岁年龄组($P < 0.05$), 6岁组明显高于3岁组($P < 0.05$)。此外, 5岁与6岁年龄组间铜缺乏率检出率比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。血铜缺乏组和正常组、血镁缺乏组和正常组在年龄别身高Z评分 < -2 的检出率差异均有统计学意义($P < 0.05$); 其他微量元素缺乏组与正常组在Z评分各等级的检出率差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 湘西地区3~6岁学龄前儿童的微量元素均存在不同程度的缺乏, 其中以钙缺乏最为普遍; 血铜和血镁缺乏与年龄别身高的Z评分存在关联。本研究选取186例3~6岁健康儿童作为研究对象, 探讨微量元素对儿童生长发育的影响, 以便为学龄前儿童的健康生长提供科学依据。

关键词: 微量元素; 体质指数; 学龄前儿童; Z评分

0 引言

微量元素指体内含量小于0.01%的化学元素, 约占人体总质量的0.012%, 多数以辅酶因子的形式参与物质和能量代谢, 同时参与细胞结构、酶系反应、电解质平衡及维持细胞正常功能的作用, 作为人体生命活动中必不可少的一类营养素, 在儿童生长发育中起着重要作用^[1-2]。若机体中微量元素较少, 则易造成生长发育迟缓, 甚至可对其智力发育产生不利影响, 且会出现食欲不振、挑食、注意力不集中等症状, 影响儿童智力和生理机能的正常发育^[3]; 鉴于湘西地区特殊的地理环境、经济条件以及独特的民族风俗和饮食习惯, 目前尚缺乏针对该地区学龄前儿童微量元素水平及其对生长发育影响的系统研究。因此, 本文通过对湘西地区3~6岁学龄前儿童的全血铜、锌、钙、镁、铁含量进行检测, 分析其缺乏情况与儿童生长发育指标的相关性, 建立了基于Z评分法的生长发育评估体系, 为该地区学龄前儿童的营养干预和健康管理提供科学依据, 也为少数民族地区儿童健康研究提供参考支持。

1 资料与方法

1.1 调查对象

1.1.1 研究对象

采用整群抽样的方法, 以在湘西土家族苗族自治州妇幼保健院进行常规体检, 发育正常, 近期未服用维生素、矿物元素的3~6岁健康儿童作为研究对象, 共得有效资料186例。

1.1.2 纳入与排除标准

纳入标准: ①当地在读3~6岁学龄前儿童; ②所有体检儿童均为湘西州常住居民; ③家长及学生知情同意。④身体健康, 发育正常。

排除标准: ①患有严重心、肺、肝、肾、脑等疾病以及内分泌疾病者; ②患有发烧和急性疾病未恢复、腹泻、吸收障碍或服用致厌食症药物者; ③近1个月内服用维生素、矿物元素。

1.2 实验仪器及试剂

BH5100原子吸收光谱仪(北京博晖公司)、SZG-180

基金项目: 全国大学生创新训练项目(JDCX2022675)。

第一作者: 龙睿哲, 研究方向为临床医学。

* 通信作者: 张惠娟, 副教授, 研究方向为生物化学与分子生物学。E-mail: 381792213@qq.com

型身高计(上海律衡工贸有限公司)、NH-283 欧姆龙电子体重秤(欧姆龙(中国)公司)等。BH5100 原子吸收光谱仪专用标准溶液和专用试剂(北京博晖公司)等。

1.3 研究方法

1.3.1 体质测量

严格按照《人群健康检测人体方法》^[4] 要求测量研究对象的身高(cm)和体重(kg)。

1.3.2 微量元素检测

(1)血液采集: 在受访对象完成登记后, 进行血样采集。受检者需在采血前 8 h 内避免食用油脂类食物。采集时, 使用肝素抗凝管抽取研究对象的静脉全血 2 mL, 随后将全血样本加入试剂中, 并充分混匀。

(2)血液样本的保存: 现场采集的样本会暂时存放在便携式冷藏箱中, 以保持样本的稳定性。同时, 血样采集、分离以及入库的整个流程均在当天完成, 避免因反复冻融对样本造成潜在影响。取好样本后, 迅速转运至实验室当日检测铁、锌、钙、镁、铜微量元素。

1.3.3 微量元素正常值参考标准

全血铜、锌、钙、镁、铁正常值参考相应文献^[5-8], 分别为: 铜 11.80~39.30 $\mu\text{mol/L}$; 锌 3~4 岁为 57.80~96.69 $\mu\text{mol/L}$, 4~7 岁为 60.93~102.56 $\mu\text{mol/L}$; 钙 1.57~2.14 mmol/L; 镁 1.24~1.79 mmol/L; 铁在 3~4 岁时为 7.11~9.30 mmol/L, 4~5 岁时为 7.18~9.21 mmol/L, 5~6 岁时为 7.24~9.31 mmol/L, 6~7 岁时为 7.27~9.27 mmol/L。

表 1 不同年龄组血铜、锌、钙、镁、铁微量元素含量检测结果($\bar{x} \pm s$)

组别 / 岁	例数(n)	铜 / ($\mu\text{mol/L}$)	锌 / ($\mu\text{mol/L}$)	钙 / (mmol/L)	镁 / (mmol/L)	铁 / (mmol/L)
3~	42	17.18 \pm 3.91	71.98 \pm 12.61	1.73 \pm 0.16	1.48 \pm 0.14	7.71 \pm 0.55
4~	60	17.83 \pm 3.23	73.59 \pm 8.48	1.63 \pm 0.14*	1.44 \pm 0.12	7.73 \pm 0.44
5~	44	16.04 \pm 2.85 Δ	75.94 \pm 12.75	1.65 \pm 0.20*	1.49 \pm 0.15	7.67 \pm 0.47
6~	40	15.53 \pm 3.56* Δ	74.46 \pm 13.00	1.64 \pm 0.18*	1.45 \pm 0.14	7.71 \pm 0.45
F		4.625	0.886	2.871	1.731	0.127
P		0.004	0.449	0.038	0.162	0.944

注: * 与同一微量元素 3~ 岁组比较, $P < 0.05$; Δ 与同一微量元素 4~ 岁组比较, $P < 0.05$ 。

2.2 不同性别学龄前儿童全血微量元素含量

不同性别间儿童血铜、锌、钙、镁、铁含量比较, 均无显著差异($P > 0.05$), 见表 2。这一结果提示, 在此年龄段, 性别因素对微量元素的摄入和代谢影响较小, 儿童的营养状况更多地与家庭饮食习惯、社会经济条件和健康教育水平相关。因此, 未来在制定儿童营养干预措施时, 应更多关注家庭和社区层面的饮食指导, 而非单纯基于性别差异。

2.3 学龄前儿童全血微量元素缺乏情况

186 例儿童钙缺乏检出率最高, 为 22.58%; 铁、锌、

1.3.4 生长发育评价方法

以 2022 年 9 月 19 日中华人民共和国国家卫生健康委员会发布的 7 岁以下儿童生长标准为参考标准^[9], 采用 Z 评分对各组儿童的生长发育及营养状况进行评估, 按年龄别体重(Weight-for-Age Z-score, WAZ)、年龄别身高(Height-for-Age Z-score, HAZ)和身高别体重(Weight-for-Height Z-score, WHZ)计算每个儿童的 Z 分值。各 Z 分值的计算采用标准公式: $Z \text{ 值} = (\text{实测值} - \text{标准参考人群中位数}) / \text{标准参考人群的标准差}$ 。将 WAZ、HAZ 及 WHZ 的 Z 分小于 -2 分的视为儿童低体重、发育迟缓和体形消瘦的判断依据, 大于 2 分的视为偏重、偏高和偏肥胖, -2 分至 2 分之间的均视为正常。

1.4 统计学方法

用 SPSS 22.0 进行统计分析, 计量资料两组间比较采用独立样本 t 检验, 多组间比较采用完全随机方差分析, 两两比较采用 LSD 法; 计数资料采用卡方检验、连续校正卡方检验或 Fisher's 确切概率法。

2 结果与分析

2.1 不同年龄组学龄前儿童全血微量元素含量

从表 1 可见, 血铜和血钙含量在年龄组间差异有统计学意义。6 岁年龄组血铜含量明显低于 3、4 岁年龄组, 5 岁年龄组低于 6 岁年龄组; 4、5、6 岁年龄组血钙含量明显低于 3 岁年龄组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。

铜缺乏检出率分别为 14.52%、10.22% 和 7.53%; 镁缺乏检出率最低, 为 1.61%。3、4、5、6 岁年龄组钙缺乏检出率分别 7.14%、16.67%、36.36% 和 32.50%, 钙缺乏检出率 5 岁年龄组明显高于 3、4 岁年龄组($\chi^2 = 10.660$, $P = 0.001$; $\chi^2 = 5.253$, $P = 0.022$), 6 岁明显高于 3 岁年龄组($\chi^2 = 8.388$, $P = 0.004$), 差异均有统计学意义。5 岁与 6 岁年龄组血铜缺乏检出率分别为 2.27% 和 17.50%, 两者比较差异有统计学意义(Fisher 的精确检验, $P = 0.025$), 其他微量元素缺乏检出率在各年龄组间差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 3。

表 2 不同性别学龄前儿童五元素检测结果比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(n)	铜 /($\mu\text{mol/L}$)	锌 /($\mu\text{mol/L}$)	钙 /(mmol/L)	镁 /(mmol/L)	铁 /(mmol/L)
男	94	16.72 \pm 3.44	74.65 \pm 10.32	1.66 \pm 0.17	1.47 \pm 0.13	7.69 \pm 0.49
女	92	16.81 \pm 3.54	73.28 \pm 10.71	1.65 \pm 0.17	1.46 \pm 0.15	7.72 \pm 0.46
<i>t</i> 值		0.171	0.812	0.378	0.383	0.386
<i>P</i> 值		0.865	0.418	0.706	0.702	0.700

表 3 不同年龄段儿童五种元素缺乏现状

组别 / 岁	例数	铜缺乏		锌缺乏		钙缺乏		镁缺乏		铁缺乏	
		例数	缺乏率	例数	缺乏率	例数	缺乏率	例数	缺乏率	例数	缺乏率
3~	42	3	7.14%	4	9.52%	3	7.14%	0	0.00%	6	14.29%
4~	60	3	5.00%	5	8.33%	10	16.67%	2	3.33%	5	8.33%
5~	44	1	2.27%	3	6.82%	16	36.36% ^{*Δ}	1	2.27%	9	20.45%
6~	40	7	17.50% ^{∇}	7	17.50%	13	32.50% [*]	0	0.00%	7	17.50%
总计	186	14	7.53%	19	10.22%	42	22.58%	3	1.61%	27	14.52%

注: * 与同一微量元素 3 岁组比较, $P < 0.05$; Δ 与同一微量元素 4 岁组比较, $P < 0.05$; ∇ 与同一微量元素 5 岁组比较, $P < 0.05$ 。

2.4 学龄前儿童生长发育评分情况

表 4 可见, 186 例儿童中 WAZ > 2 有 14 例, 占比为 7.53%; HAZ < -2 有 15 例, 占比为 8.06%; WHZ > 2 有 20 例, 占比为 10.75%。从上述结果可以看出, 湘西地区 3~6 岁学龄前儿童的总体生长发育状况基本良好, 但仍然存在部分儿童的生长发育问题, 主要表现为发育迟缓(8.06%)和超重/肥胖(WAZ > 2 : 7.53%, WHZ > 2 : 10.75%)。

2.5 学龄前儿童微量元素缺乏与对生长发育的影响

血铜缺乏组和正常组的年龄别身高 Z 评分构成比比较, 以及血镁缺乏组和正常组的年龄别身高 Z 评分构成比比较, 差异均有统计学意义(Fisher 的精确检验, P 分别为 0.015 和 0.024)。

表 4 学龄前儿童生长发育评分情况

发育指标	例数	$Z < -2$	$-2 \leq Z \leq 2$	$Z \geq 2$
WAZ	186	0(0%)	172(92.47%)	14(7.53%)
HAZ	186	15(8.06%)	162(87.10%)	9(4.84%)
WHZ	186	0(0%)	166(89.25%)	20(10.75%)

年龄别身高 Z 评分 < -2 在血铜缺乏组和正常组儿童中的检出率分别为 28.57% 和 6.40%, 两者比较差异有统计学意义(连续校正 $\chi^2 = 5.857$, $P = 0.016$); 在血镁缺乏组和正常组儿童中的检出率分别为 66.67% 和 7.10%, 两者比较差异有统计学意义(Fisher 的精确检验, $P = 0.017$)。其他微量元素缺乏组与正常组比较, Z 评分在各等级的检出率差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 5。

表 5 学龄前儿童微量元素缺乏与对生长发育的影响

微量元素	是否 正常	例数	WAZ		HAZ			WHZ	
			正常	大于 2	小于 -2	正常	大于 2	正常	大于 2
铜	缺乏	14	13(92.86%)	1(7.14%)	4(28.57%)	9(64.29%)	1(7.14%)	13(92.86%)	1(7.14%)
	正常	172	159(92.44%)	13(7.56%)	11(6.40%)*	153(88.95%)	8(4.65%)	153(88.95%)	19(11.05%)
镁	缺乏	3	3(100%)	0(0)	2(66.67%)	1(33.33%)	0(0)	3(100%)	0(0)
	正常	183	169(92.35%)	14(7.65%)	13(7.10%)*	161(87.98%)	9(4.92%)	163(89.07%)	20(10.93%)
钙	缺乏	42	40(95.24%)	2(4.76%)	2(4.76%)	37(88.10%)	3(7.14%)	37(88.10%)	5(11.90%)
	正常	144	132(91.67%)	12(8.33%)	13(9.03%)	125(86.81%)	6(4.17%)	129(89.58%)	15(10.42%)
锌	缺乏	19	17(89.47%)	2(10.53%)	2(10.53%)	15(78.95%)	2(10.53%)	17(89.47%)	2(10.53%)
	正常	167	155(92.81%)	12(7.19%)	13(7.78%)	147(88.02%)	7(4.19%)	149(89.22%)	18(10.78%)
铁	缺乏	27	26(96.30%)	1(3.70%)	3(11.11%)	22(81.48%)	2(7.41%)	22(81.48%)	5(18.52%)
	正常	159	146(91.82%)	13(8.18%)	12(7.55%)	140(88.05%)	7(4.40%)	144(90.57%)	15(9.43%)

注: * 与同一微量元素缺乏组比较, $P < 0.05$ 。

3 讨论与结论

3.1 民族地区学龄前儿童微量元素缺乏情况与防治

本研究发现, 湘西地区 3~6 岁学龄前儿童普遍存在全血五种微量元素的缺乏情况, 其中钙元素的缺乏最为突出, 检出率高达 22.58%。具体来看, 5 岁儿童的钙缺乏率最高, 达到 36.36%; 而 3 岁儿童的钙缺乏率最低, 为 7.14%。血钙含量在 3 岁年龄组显著高于 4、5、6 岁年龄组, 导致这种差异的原因可能与家长对 4~6 岁年龄组儿童补钙不足、户外活动减少有关。建议多摄入奶类、豆制品等钙源丰富的食物以及维蛋黄、深海鱼类等含维生素 D 丰富的食物, 并增加户外活动时间, 钙缺乏者补充钙剂。

铁、锌、铜、镁元素是机体生长发育的重要元素, 本研究显示, 儿童全血中的铁、锌、铜三种微量元素在不同年龄段均存在不同程度的缺乏现象。特别是在 5 岁和 6 岁儿童中, 铁离子的缺乏率相对较高, 分别为 20.45% 和 17.50%, 5、6 岁年龄组血铁含量明显低于 3、4 岁年龄组, 6 岁年龄组儿童的锌、铜缺乏检出率最高, 可见 5、6 岁年龄组儿童微量元素缺乏问题较突出。湘西地区经济较落后, 此 5、6 岁儿童的父母双双外出打工较多, 多跟随祖父母生活, 老人营养知识相对缺乏以及忽视孩子挑食可能是造成 5、6 岁组儿童微量元素缺乏的主要原因。建议缺铁儿童增加肝脏、蛋黄、瘦肉以及和富含维生素 C 的蔬果的摄入, 缺锌儿童多食贝壳类、红肉类等动物性食物, 如牡蛎、扇贝、瘦肉等, 服用强化型奶粉; 必要时服用钙、铁、锌制剂。

3.2 微量元素对生长发育的影响

本研究中 WAZ > 2 的儿童有 14 例(7.53%), HAZ > 2 的儿童有 9 例(4.84%), WHZ > 2 的儿童有 20 例(10.75%), HAZ < -2 的儿童有 15 例(8.06%), 表明湘西地区儿童的偏肥胖问题和生长发育迟缓问题并存。在微量元素与生长发育的相关性研究中发现, 血铜缺乏组生长发育迟缓(HAZ < -2)检出率(28.57%)显著高于铜正常组(6.40%), 血镁缺乏组生长发育迟缓发生率(66.67%)也显著高于镁正常的儿童(7.10%), 两者的差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。据此推测血铜缺乏、血镁缺乏更容易导致年龄别身高 Z 评分(HAZ) < -2, 也就是生长发育迟缓。与王澈^[10]发现微量元素铜、镁与儿童的生长发育相关结论一致。本研究中, 其他的微量元素是否缺乏对 WAZ、HAZ、WHZ 没有造成明显影响, 与张鹏^[11]发现血

液微量元素中铁、锌与生长发育关系密切的结论不一致, 可能原因是儿童缺乏的锌、铁时间较短还没有对生长发育产生影响亦或是样本量偏少等。

综上所述, 在 2023 年的调查中, 湘西地区 3~6 岁学龄前儿童的微量元素水平普遍存在缺乏情况, 尤其是钙元素的缺乏较为突出, 5 岁儿童群体中这一问题更为显著。尽管该地区儿童的生长发育状况总体上较为良好, 但仍有一部分儿童出现超重、肥胖或生长迟缓等营养不良问题。

参考文献

- [1] CAO J, GAO Z, YAN J, *et al.* Evaluation of trace elements and their relationship with growth and development of young children [J]. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 2016, 171(2): 270-274.
- [2] MAK A D, CHAN A K, CHAN P K, *et al.* Diagnostic outcomes of childhood ADHD in Chinese adults[J]. *J. Atten. Disord*, 2020, 24(1): 126-135.
- [3] 王彬彬, 李凤启. 血清微量元素含量与儿童多动综合征关系分析[J]. *中医药临床杂志*, 2021, 33(2): 315-317.
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 424—2013: 人群健康监测人体测量方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [5] 张书楠, 李若冰, 张治青, 等. 101600 例 0~17 岁人群末梢血铜元素参考值的研究[J]. *广东微量元素科学*, 2011, 18(1): 24-28.
- [6] 虞洁, 马剑华, 张书楠, 等. 101600 例 0~17 岁人群末梢血锌元素参考值研究[J]. *广东微量元素科学*, 2011, 18(4): 16-20.
- [7] 韩莹. 中国 8 省代表城市 0~17 岁健康人群全血钙元素参考区间研究[D]. 甘肃: 兰州大学, 2014.
- [8] 马剑华, 唐娇, 张印红, 等. 0~17 岁儿童青少年指尖血镁水平分析[J]. *营养学报*, 2011, 33(4): 408-410
- [9] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 《中华人民共和国卫生行业标准 7 岁以下儿童生长标准》[EB/OL]. <http://www.nhc.gov.cn/fzs/s7848/202211/8b94606198e8457dafb3f8355135f1a3/files/e38068f0a62d4a1eb1bd45141444ec1.pdf>
- [10] 王澈. 微量元素与儿童生长发育的相关性分析[J]. *妇儿健康导刊*, 2023, 2(22): 65-67.
- [11] 张鹏. 北京地区儿童血液 4 种微量元素水平与生长发育的相关性研究[J]. *国际检验医学杂志*, 2020, 41(14): 1748-1750+1758.