

文章编号:1001-5914(2009)04-0338-03

燃煤型地方性氟中毒对儿童智力发育的影响

李凤华¹, 陈新¹, 黄仁建¹, 谢元甫²

摘要:目的 探讨燃煤型地方性氟中毒对儿童智力发育的影响。方法 于 2006 年 11 月在燃煤型地方性氟中毒轻、中、重病区和非病区中均随即抽取 20 名 8~12 岁符合条件的儿童作为研究对象。对选定的研究对象进行氟斑牙患病情况检查,并采用《瑞文测验-联合型图册》(中国农村版)进行智力水平测试。采集晨尿,运用氟离子选择电极法检测尿氟浓度。结果 氟斑牙病情越重的儿童尿氟浓度越高($P<0.01$),不同氟斑牙病情儿童之间智商值的差异有统计学意义($P<0.01$),儿童的智商值随着氟斑牙病情的加重而逐渐降低,智商值与尿氟浓度之间存在负相关关系($P<0.01$)。智力测试的各项分值测验结果中,比较推理能力、系列关系能力和抽象推理能力在不同病情儿童各组中的差异有统计学意义($P<0.05$),而知觉辨别能力和类同比较能力在不同病情儿童各组中差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 长期高氟暴露对儿童的智力发育将产生不良的影响,以抽象逻辑思维能力的损伤为主。

关键词:氟化物;氟中毒;儿童;智商;燃煤污染

中图分类号:R181.3

文献标识码:A

Intelligence Impact of Children with Endemic Fluorosis Caused by Fluoride from Coal Burning LI Feng-hua, CHEN Xin, HUANG Ren-jian, et al. School of Public Health, University of South China, Hengyang Hu'nan, 421001, China

Abstract Objective To explore the adverse effect of endemic fluorosis caused by fluoride from coal burning on the intelligence of children. **Methods** Four primary schools were selected respectively from slight, moderate, severe endemic fluorosis areas and the control area in Xinhua county of Hu'nan Province, and twenty children of grade 5 were randomly chosen in each school. The seriousness of dental fluorosis was examined by Dean's method and intelligence level was evaluated by CRT-RC. The morning urine was collected and the fluoride content in urine was measured by fluoride ion selection electrode method. **Results** The dental fluorosis was positively related to the fluoride content in urine ($P<0.01$). A significant difference of children's IQ was seen among the different disease areas ($P<0.01$), and the children's IQ tended to decrease with seriousness of dental fluorosis. There was a negative correlation between children's IQ and urinary fluoride content ($P<0.01$). In the abilities of cognition and analogical comparison, the difference was not significant among the different disease degree groups ($P>0.05$), but the difference was significant in the abilities of comparative inference, serial relationship and abstract inference ($P<0.05$). **Conclusion** The high fluoride exposure has an adverse effect on children's intelligence development, especially in the capacity of abstract inference.

Key words Fluoride; Fluorosis; Children; Intelligence quotient; Coal-burning pollution

氟中毒是严重危害人体健康的主要地方病之一,世界上有 50 多个国家报道存在慢性地方性氟中毒。近年来,随着对氟中毒的深入研究,氟中毒对中枢神经的功能性和器质性影响,尤其

作者单位:1.南华大学公共卫生学院(湖南 衡阳 421001);2.湖南省新化县疾病预防控制中心(湖南 新化 417600)

作者简介:李凤华(1978-),女,讲师,硕士,主要从事地方病防治研究。

通讯作者:陈新, E-mail: chenxin362@hotmail.com

是对脑的智力发育、学习记忆等功能性方面的影响越来越受到国内外学者的重视。Fluoride 杂志也在 2000 年第 2 期发表了《氟与智商》的编辑部文章,提出高氟的摄入与儿童智商相对低下有一定的关系,特别强调了氟对智商的影响应受到重视以及应加强氟对中枢神经系统损伤的深入研究^[1]。目前国内外很多研究者开展了相关的动物实验和流行病学研究,但在人群研究

方面多未与氟中毒的病变程度进行相关研究。本研究以燃煤型氟中毒地区的儿童为研究对象,着重从氟中毒病变程度的角度探讨慢性氟中毒对儿童智力发育的影响,为进一步制定有效的干预措施,保障氟中毒病区儿童的健康成长,提供一些基础性的数据资料。

1 内容与方法

1.1 研究对象

按观察点的自然环境、经济水平、风俗习惯、生活和饮食习惯等基本相似的原则,于 2006 年 11 月在湖南省新化县的氟中毒轻、中、重病区和非病区中各选择一个乡(镇)作为观察点。在每个乡(镇)中心小学的五年级学生中调查在当地出生和成长的 8~12 周岁的儿童,排除患有躯体疾病和广泛性发育障碍、精神发育迟滞、情绪障碍及精神病等疾病的儿童后,随机抽取 20 人作为研究对象。4 所学校共抽取了 80 名儿童。氟中毒病区的确定和划分按照我国卫生部制定的 GB 17018—1997《燃煤污染型氟中毒病区划分标准》进行。

1.2 氟斑牙检查

对选中的所有研究对象进行氟斑牙患病情况及患病程度调查,氟斑牙的诊断采用 WHO 推荐的 Dean's 法。

1.3 儿童智商测验

在每个观察点对研究对象按照“CRT-RC”即《瑞文测验-联合型图册》(中国农村版)进行集体施测,测试时间限定 40 min。该测验一共由 72 张图案组成,按逐步增加难度的顺序分成 A、AB、B、C、D、E 组,A、AB 组主要反映知觉辨别力、图形比较、图形想象力等;B 组主要反映类同比较、图形组合能力等;C 组主要反映比较推理、图形组合能力等;D 组主要反映系列关系、图形套合能力、比拟能力等;E 组主要反映互换、交错等抽象推理能力。所有受测儿童均由同一个智测人员主试,另有 3 人辅助。测试条件和指导用语均严格按测试要求进行。测试后根据标准答案卡计算原始得分,再按照中国联合型瑞文测验智商常模表(2)(CRT-RC2)即农村儿童智商常模表计算出每个儿童的智商(IQ)。CRT-RC 智商等级判定标准:智商(IQ)为 ≥130、120~129、110~119、90~109、80~89、70~79、≤69 相应的等级分别为:非常优秀、优秀、中上、中等、中下、边缘智力、智力低下。

1.4 尿氟检测

给每个研究对象发放经去离子水处理过干燥的聚乙烯瓶(60 ml)采集晨尿,冷藏带回待测。尿氟的测定采用氟离子选择电极法。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 11.5 统计软件进行统计学分析。确定 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 均衡性检验

χ^2 检验结果显示氟中毒不同病区和不同病情程度各组儿童性别分布的差异无统计学意义 ($\chi^2=0.201, P > 0.05; \chi^2=1.870, P > 0.05$)。单因素方差分析结果显示氟中毒不同病区和不同病情程度各组儿童年龄之间差异无统计学意义 ($F=0.202, P > 0.05; F=0.461, P > 0.05$)。表明性别和年龄在不同病区和不同病情各组分布均衡。

2.2 不同病区、不同氟斑牙病情儿童尿氟浓度比较

不同病区 and 不同氟斑牙病情儿童尿氟浓度比较见表 1 和

表 2。氟中毒不同病区儿童之间尿氟浓度的差异无统计学意义 ($F=1.728, P > 0.05$), 不同氟斑牙病情儿童之间尿氟浓度的差异有统计学意义 ($F=5.104, P < 0.01$)。两两比较发现重度氟斑牙儿童的尿氟浓度高于除中度以外的其余各组儿童, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 中度氟斑牙儿童的尿氟浓度高于极轻度和可疑氟斑牙儿童以及正常儿童, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 轻度氟斑牙儿童的尿氟浓度高于正常儿童, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 其余各组儿童尿氟浓度之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 1 不同氟中毒病区儿童的尿氟浓度及智力水平 (n=20)

病区类型	尿氟($\bar{x} \pm s, \text{mg/L}$)	智商值($\bar{x} \pm s$)
重病区	2.336±1.128	93.850±18.109
中病区	1.670±0.663	93.900±17.604
轻病区	1.235±0.426	97.300±18.556
对照区	0.962±0.517	102.700±17.613

表 2 不同氟斑牙病情儿童的尿氟浓度及智力水平

氟斑牙程度	调查人数	尿氟($\bar{x} \pm s, \text{mg/L}$)	智商值($\bar{x} \pm s$)
正常	15	0.867±0.233	108.667±15.122
可疑	13	1.094±0.355	102.077±15.058
极轻度	13	1.173±0.480	98.539±19.393
轻度	14	1.637±0.682 ^a	95.428±14.685
中度	12	2.005±0.796 ^{abc}	90.667±17.063
重度	13	2.662±1.093 ^{abcd}	84.077±18.396 ^a

注:^a与正常组比较, $P < 0.05$; ^b与可疑组比较, $P < 0.05$; ^c与极轻度组比较, $P < 0.05$; ^d与轻度组比较, $P < 0.05$ 。

2.3 不同病区、不同氟斑牙病情儿童智力水平比较

氟中毒不同病区儿童之间智商值的差异无统计学意义 ($F=0.862, P > 0.05$), 不同氟斑牙病情儿童之间智商值的差异有统计学意义 ($F=3.426, P < 0.01$)。重度氟斑牙儿童的智商值低于正常儿童 ($P < 0.05$), 其余各组儿童智商值之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。从不同氟斑牙病情儿童的智商等级分布情况来看, 各组儿童智力落后(智商 ≤ 89)率比较, 差异有统计学意义 ($\chi^2=98.241, P < 0.05$)。随着氟斑牙病情的加重, 儿童的智力落后率明显升高, 见表 3。

表 3 不同氟斑牙病情儿童的智力落后百分率

氟斑牙程度	调查人数	智力落后(人)	百分率(%)
正常	15	1	6.67
可疑	13	1	7.69
极轻度	13	3	23.07
轻度	14	5	35.71
中度	12	6	50.00
重度	13	7	53.85

智力测试的各分值检测结果在不同病区儿童之间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。在知觉辨别能力和类同比较能力方面, 不同氟斑牙病情儿童之间的差异无统计学意义 ($F=2.179, P > 0.05; F=0.874, P > 0.05$)。在比较推理能力、系列关系能力和抽象推理能力方面, 不同病情儿童之间的差异有统计学意义 ($F=3.761, P < 0.01; F=3.150, P < 0.05; F=3.534, P < 0.01$); 经两两比较发现, 轻、中、重度氟斑牙儿童该 3 组得分值均低于正常儿童 ($P < 0.05$), 且随着病情的加重, 该 3 组得分值均逐渐降低。知觉辨别能力结果以取 A、AB 两组得分的平均值计算, 见表 4。

表 4 不同氟斑牙病情儿童的智力水平各项分值检测结果

($\bar{x} \pm s$)

氟斑牙程度	调查人数	知觉辨别	类同比较	比较推理	系列关系	抽象推理
正常	15	9.600±1.692	8.533±2.997	8.133±2.997	7.333±2.870	3.067±2.052
可疑	13	9.423±2.326	7.923±3.303	7.539±3.178	5.385±2.725	2.308±2.250
极轻度	13	8.231±2.743	7.154±3.805	6.692±3.449	4.923±2.842	1.231±1.235 ^a
轻度	14	8.143±2.804	6.786±3.068	5.143±2.958 ^a	4.214±2.424 ^a	1.143±1.167 ^a
中度	12	8.083±3.096	6.583±2.999	4.750±3.646 ^a	3.750±3.306 ^a	0.667±0.779 ^a
重度	13	6.654±3.085	5.539±3.126	3.461±2.222 ^{ab}	2.615±2.844 ^a	0.539±0.660 ^{ab}
F 值		2.179	0.874	3.761	3.150	3.534
P 值		0.066	0.503	0.004	0.013	0.007

注:^a与正常组比较, $P < 0.05$; ^b与可疑组比较, $P < 0.05$ 。

2.4 相关分析

采用 Pearson 相关分析法对不同病区儿童尿氟水平与智商的关系进行相关性分析,结果显示儿童的智商值与尿氟浓度之间呈一定程度的负相关关系($r = -0.476, P < 0.01$)。

3 讨论

生活环境中各种元素的缺乏或过量对人体大脑及整个神经系统发育的不良影响主要累及胎儿期和幼儿期,这是人脑生长发育的关键时期。近年来对氟毒性的研究显示,过量氟的摄入可损害中枢神经系统,母体孕期摄入过量的氟可经胎盘转运至胎体,从而影响胎儿的正常发育,而儿童出生后长期生活在高氟环境,自体摄入过量的氟,特别是出生初期至 8 岁以前机体摄入过量的氟,可透过血脑脊液屏障而影响到儿童不同时期脑发育和神经递质的合成和分泌,因而会对儿童智力及神经系统的正常发育产生不同程度的影响^[2,3]。

尿氟浓度是反映机体氟负荷的一项重要指标,本研究比较了氟中毒不同病情儿童之间尿氟浓度的差异,发现排除病区对尿氟的影响之后,不同氟斑牙病情儿童之间尿氟浓度的差异有统计学意义($P < 0.01$),氟斑牙病情愈重的儿童尿氟浓度愈高,这与大多数研究者的观点一致^[4],因此本研究以儿童的尿氟浓度来反映其氟负荷水平。但在本研究中发现氟中毒不同病区儿童的尿氟浓度没有差异,似与以往研究者的结果相矛盾,这与本次研究所采用的统计分析方法有关。以往研究者在对病区进行分析时,没有对病情因素所起的作用进行控制,因而能得到阳性结果,而本研究采用随机区组设计方差分析同时对病区和氟斑牙病情进行探讨,在对病区进行分析时控制了病情的作用,同样在对病情进行分析时控制了病区的影响,因而发现不同病区之间的各指标无差异,而不同病情之间各指标的差异有统计学意义。该结果也进一步说明尿氟浓度和智力水平的各指标的变化主要与氟斑牙病情程度有关。

对智力水平的发育状况研究者通常用智商来衡量。测量智商的方法有很多,本研究采用的中国联合型瑞文测验(CRT-CR),是对儿童智力结构的基本因素的测验,适合集体施测,测验结果不受文化、种族和语言等因素的影响,可体现儿童智能由具体形象思维向抽象逻辑思维的发展,反映出儿童的智力发育状况和成熟程度。本研究采用该方法测试儿童智力,具有较高的信度和效度。

本研究发现不同氟斑牙病情儿童之间智力水平的差异有统计学意义($P < 0.05$)。随着氟斑牙病情的加重,儿童的智商值逐渐降低,智力落后率明显升高。相关分析显示儿童的智商与尿氟浓度之间有呈相关关系($P < 0.01$)。该结果反映了高氟摄入对儿童的智力发育存在明显的损伤作用。这一结果与大多数研究者的流行病学调查结果基本一致^[5,6]。

本研究还重点探讨了氟中毒对儿童形象思维和抽象逻辑思维的影响,结果显示在知觉辨别能力和类同比较能力方面,氟中毒不同病情儿童之间的差异没有统计学意义($P > 0.05$),这两个指标主要反映的是儿童的直观形象思维能力。在比较推理能力、系列关系能力和抽象推理能力方面,不同病情儿童之间的差异有统计学意义($P < 0.05$),随着氟斑牙病情的加重,该 3 组测验的得分值逐渐降低,这 3 个指标着重反映了儿童的抽象逻辑思维能力。该结果提示氟中毒对儿童智力发育的影响主要表现在对其抽象逻辑思维能力的损伤,对直观形象思维的影响不大。这可能是随着氟在脑内的蓄积量不断增多,大脑神经发育的成熟程度受到影响,使氟中毒儿童在简单的神经活动中较为正常,而在较复杂的神经活动中表现出缺陷。

值得提出的是,本研究结果是排除了地区影响之后而得出的结论,更为真实可靠,且本研究发现氟斑牙(氟中毒)程度愈重对儿童智力发育的影响愈大,应引起重视。

从上面氟中毒不同病情儿童智力水平的研究结果来看,氟对中枢神经系统的损伤已经从儿童的智力发育方面表现出来,且主要反映在儿童的抽象逻辑推理能力方面,因此,我们应该从提高全民族素质的高度去认识、重视。

参考文献:

- [1] Editorial. Fluoride and intelligence[J]. Fluoride, 2000, 33: 49-52.
- [2] 李永平, 金翔翼, 陈德, 等. 包头市地方性氟中毒对病区儿童智力发育的影响[J]. 中国公共卫生管理, 2003, 19(4): 337-338.
- [3] 陈军, 陈学敏. 氟致大鼠脑细胞 DNA 损伤及硒锌对氟的拮抗作用研究[J]. 中国公共卫生, 2002, 15(4): 231-232.
- [4] 孙玉富, 滕国兴, 于光前, 等. 摄氟量与燃煤污染型氟中毒关系的流行病学研究[J]. 中国地方病学杂志, 1993, 12(6): 351.
- [5] Li XS, Zhi JL, Gao RO. Effect of fluoride exposure on intelligence in children[J]. Fluoride, 1995, 28: 189-192.
- [6] Lu Y, Sun ZR, Wu LN, et al. Effect of high-fluoride water on intelligence in children[J]. Fluoride, 2000, 33: 74-78.

(收稿日期: 2008-10-05 修回日期: 2008-12-03)

(本文编辑: 高申)