

研究报告

富锶矿泉水对大鼠血清生化指标的影响

万英¹, 陈蓉¹, 冯志强², 赵成涛³, 左伟³, 李著华¹

(1. 泸州医学院病理生理学教研室, 四川 泸州 646000; 2. 泸州医学院生理学教研室, 四川 泸州 646000; 3. 四川富华实业(集团)有限公司, 四川 泸州 646000)

摘要:目的 观察含不同浓度锶矿泉水对正常大鼠的血清 ALT、AST、LDH、BUN、Cr、甘油三酯、HDL 和胆固醇含量的影响。方法 健康 Wistar 大鼠, 体重 150~170 g, 雄雌各半, 随机分为试验组 A、B、C、D (矿泉水锶含量分别为 2、4、6、8 mg/L) 和对照组 E (自来水), 每组 42 只 ($n=42$)。除对照组饮用自来水外, 其他各试验组分别饮用对应含锶量的长江雪岭天然矿泉水。各组分别于第 0、1、2、3、4、5、6 个月随机处死 6 只大鼠, 采血检测 ALT、AST、LDH、BUN、Cr、甘油三酯、HDL 和胆固醇含量, 并取各组大鼠的心、肝、肾脏组织, 做 HE 染色, 观察形态变化。结果 各试验组血清 ALT、AST、LDH、Cr、甘油三酯、HDL 和胆固醇含量与对照组比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 仅 A 组血清 BUN 含量较对照组下降, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。各时间点试验组心、肝、肾脏形态与对照组比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。结论 含锶矿泉水对大鼠血清生化指标无不良影响。

关键词:微量元素; 锶; 大鼠; 血清; 矿泉水; 甘油三酯; 胆固醇; 毒理学实验

中图分类号: R155; R151.2; TS275.1 文献标志码: A 文章编号: 1004-8456(2014)02-0133-04

DOI: 10.13590/j.cjfh.2014.02.007

Effect of Sr-rich mineral water on serum indexes of rats

WAN Ying, CHEN Rong, FENG Zhi-qiang, ZHAO Chen-tao, ZUO Wei, LI Zhu-hua

(Department of Pathophysiology, Luzhou Medical College, Sichuan luzhou 646000, China)

Abstract: Objective To investigate the influence of trace element strontium on the content of rats' serum ALT, AST, BUN, Cr, LDH, HDL, triglycerides and total cholesterol. **Methods** Wistar rats weighing 150-170 g, half male and half female, were randomly divided into group A, B, C, D (mineral water with Sr 2, 4, 6, 8 mg/L) and group E (tap water). Each group had 42 rats ($n=42$). 6 rats in each group were randomly sacrificed at 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6th month, and blood samples were collected. Serum ALT, AST, BUN, Cr, LDH, HDL, triglycerides and total cholesterol were tested. Hearts, livers and kidneys were stained by HE for morphology analysis. **Results** There was no significant difference in the content of serum ALT, AST, Cr, LDH, HDL, triglycerides and total cholesterol between group A, B, C, D and E at each time point. ($P>0.05$). The contents of BUN in group A was significantly lower than that in group E ($P<0.05$). There was no significant difference in the morphology of kidney, heart and liver between group A, B, C, D and E. **Conclusion** Trace element strontium had no significant effect on the content of serum ALT, AST, LDH, BUN, Cr, HDL, triglycerides, total cholesterol, and the morphology of kidney, heart and liver in rats.

Key words: Trace element; strontium; rat; serum; mineral water; triglycerides; cholesterol; toxicological experiment

锶是人体必需的微量元素之一, 而且已被《中国饮用矿泉水标准》定为必需成分之一。成年人每天摄入锶 2 mg 即能满足生理的需要, 饮用含锶 5 mg/L 以下的矿泉水, 有益于人体健康, 不会产生不良作用。秦俊法^[1]曾建议将我国饮用天然矿泉水锶限量指标从 5 mg/L 提高到 10 mg/L。故本研

究拟观察高锶矿泉水对大鼠多项血清学指标的影响, 以探明 8 mg/L 及以下浓度锶矿泉水饮用 6 个月对正常大鼠肝肾功能及脂代谢有无影响。

1 材料与方法**1.1 材料****1.1.1 实验动物**

健康 Wistar 大鼠 210 只, 雌雄各半, 150~170 g, 一级动物, 由重庆滕鑫有限公司提供[许可证号: SCXK(渝)2007-0005]。于泸州医学院实验动物中心饲养[许可证号: SYXK(川)2008-065], 标准化饲养笼

收稿日期: 2013-10-27

作者简介: 万英 女 讲师 研究方向为肾脏病理生理

E-mail: wwysh-001@163.com

通讯作者: 李著华 男 教授 研究方向为肾脏病理生理

E-mail: lizhuhua888@yahoo.com.cn

喂养,饲以标准颗粒饲料,自由饮水,自然光线,环境温度(20±2)℃,室内温度60%~70%。

1.1.2 主要仪器与试剂

Olympus AU-400全自动生化分析仪、电热恒温水浴箱、医用离心机、超低温冰箱。

锶矿泉水(四川富华集团提供长江雪岭天然矿泉水),含锶量分别为2、4、6、8 mg/L。ALT、AST、LDH、BUN、Cr、甘油三酯和总胆固醇试剂盒均购自中生北控生物科技股份有限公司,高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)测定试剂盒(四川迈克生物科技股份有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计和分组

210只健康Wistar大鼠,体重150~170g,随机分为试验组A、B、C、D(矿泉水锶含量分别为2、4、6、8 mg/L)和对照组(自来水),每组42只($n=42$)。普通饲料,室温饲养,除对照组饮用自来水外,其他各组分别饮用相对应含锶量的长江雪岭天然矿泉水。各组分别于第0、1、2、3、4、5、6个月随机称重并处死

6只大鼠($n=6$),采血检测血清谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、乳酸脱氢酶(LDH)、血尿素氮(BUN)、Cr、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)和胆固醇(CHOL)含量。

1.2.2 指标测定

所有指标用Olympus全自动生化分析仪检测。并在各时间点取各组大鼠的心、肝、肾组织,做HE染色,观察组织形态。

1.3 统计学分析

试验结果数据均为计量数据,采用SPSS 17.0进行统计分析。各组大鼠体重比较,用单因素方差分析;其他指标比较,用析因设计的方差分析。

2 结果

2.1 各组大鼠在不同时间点的体重变化

各组大鼠在第0、1、2、3、4、5、6个月末被随机处死时所测体重变化显示,在同一时间点A、B、C、D组大鼠体重较对照组差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

表1 各组大鼠在不同时间点的体重变化($\bar{x} \pm s, n=6, g$)

Table 1 Changes of the weight of rats in each group at different time point

组别	第0月末	第1月末	第2月末	第3月末	第4月末	第5月末	第6月末
对照组	154.8±10.7	199.7±19.0	264.7±22.2	292.0±76.4	314.2±64.4	296.2±29.7	313.8±15.4
A组	155.5±6.3	189.1±21.4	284.3±32.1	280.3±19.6	301.6±13.3	297.3±17.9	300.0±22.1
B组	154.7±7.5	173.7±13.5	288.8±58.3	290.0±14.3	291.7±49.5	311.2±43.5	324.8±56.7
C组	154.8±10.7	178.2±26.3	272.0±26.7	320.2±34.5	300.0±47.7	324.8±56.7	338.2±64.2
D组	157.8±8.4	191.1±23.0	275.8±34.9	337.0±27.0	291.2±29.3	338.6±64.6	347.0±57.3

注:在同一时间点,单因素方差分析显示,A、B、C、D组大鼠体重较对照组差异无统计学意义, $P>0.05$

2.2 各组血清LDH、ALT、AST活性的变化

由表2可知,各浓度锶水饮用组血清LDH、ALT、AST活性较对照组差异无统计学意义($P>0.05$)。随时间延长,第2月血清LDH较第0月升高,第3、4、5、6月血清LDH较第0月降低,且差异均有统计学意义($P<0.05$);第1月血清LDH较第0月差异无统计学意义($P>0.05$)。第3、6月血清ALT较第0月降低,差异有统计学意义($P<0.05$),第1、2、4、5月与第0月比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。第1月血清AST较第0月升高,第3、6月血清AST较第0月降低,且差异均有统计学意义($P<0.05$),第2、4、5月与第0月比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.3 各组血清TG、HDL-C、CHOL水平的变化

由表3可知,各浓度试验组大鼠血清TG、HDL-C、CHOL水平较对照组比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。第1、2、3、4、5、6个月血清TG较第0月降低,且差异均有统计学意义($P<0.05$)。第1、2、3个月血清HDL-C较第0月升高,且差异均有统

计学意义($P<0.05$);第4、5个月血清HDL-C较第0月降低,且差异均有统计学意义($P<0.05$);第6个月血清HDL-C与第0月比较,差异无统计学意义($P>0.05$),且浓度与时间有交互作用。第1、2、6个月血清CHOL水平较第0月升高,差异均有统计学意义($P<0.05$),且月份和浓度间有交互作用。

2.4 各组血清BUN、Cr水平的变化

由表4可知,A组大鼠血清BUN较对照组降低,B、C、D组大鼠血清BUN与对照组比较,差异无统计学意义($P>0.05$);第2、3、4、5、6个月血清BUN较第0个月升高,且差异均有统计学意义($P<0.05$)。各浓度试验组大鼠血清Cr水平与对照组比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。第2、4、5、6个月血清Cr较第0个月升高,且差异均有统计学意义($P<0.05$)。

2.5 各组大鼠心、肝、肾脏形态比较

光镜下,HE染色显示各浓度试验组大鼠心肌细胞排列,心肌细胞形态正常,与对照组比较无差异。各浓度试验组大鼠肝脏组织结构完整,肝小叶

表2 大鼠饮用自来水或含锶矿泉水后血清 ALT、AST 和 LDH 的变化($\bar{x} \pm s, n=6, U/L$)

Table 2 Changes of the activity of serum ALT, AST and LDH in each group after drinking tap water or mineral water

组别	月份	ALT	AST	LDH
对照组	0	34.1 ± 6.2	85.0 ± 18.5	381.0 ± 65.7
	1	34.4 ± 6.6	91.5 ± 28.2*	384.4 ± 184.6
	2	29.1 ± 2.8	87.1 ± 6.4	489.3 ± 172.1*
	3	28.2 ± 4.4 [▲]	75.7 ± 20.8 [▲]	309.8 ± 112.9 [▲]
	4	28.6 ± 5.8	80.9 ± 15.8	155.8 ± 94.9 [▲]
	5	44.9 ± 11.1	91.4 ± 11.8	144.3 ± 90.9 [▲]
A组	6	27.5 ± 5.7 [▲]	71.0 ± 11.4 [▲]	108.7 ± 92.8 [▲]
	0	34.3 ± 6.4	84.0 ± 17.1	378.9 ± 112.9
	1	29.9 ± 8.7	86.8 ± 13.5*	169.9 ± 64.3
	2	45.9 ± 16.2	89.5 ± 30.8	574.2 ± 138.0*
	3	23.3 ± 6.9 [▲]	71.5 ± 13.7 [▲]	130.5 ± 48.3 [▲]
	4	28.7 ± 7.4	84.5 ± 5.8	182.2 ± 95.8 [▲]
B组	5	30.0 ± 10.0	74.6 ± 25.1	194.5 ± 146.4 [▲]
	6	25.2 ± 4.3 [▲]	64.8 ± 10.0 [▲]	82.8 ± 8.9 [▲]
	0	34.4 ± 6.3	84.7 ± 17.3	380.1 ± 36.5
	1	45.8 ± 28.3	110.2 ± 27.2*	327.9 ± 121.7
	2	39.9 ± 6.4	84.9 ± 16.0	339.6 ± 89.4*
	3	21.8 ± 3.8 [▲]	62.6 ± 7.3 [▲]	114.4 ± 24.8 [▲]
C组	4	25.0 ± 5.1	66.5 ± 5.1	121.2 ± 26.2 [▲]
	5	26.2 ± 8.4	69.6 ± 6.5	181.8 ± 84.6 [▲]
	6	26.6 ± 8.3 [▲]	63.9 ± 7.0 [▲]	79.8 ± 4.8 [▲]
	0	34.1 ± 6.2	84.2 ± 16.9	381.4 ± 51.9
	1	39.8 ± 14.2	114.3 ± 29.5*	400.5 ± 26.12
	2	38.7 ± 5.1	92.0 ± 13.5	527.8 ± 83.7*
D组	3	28.4 ± 6.3 [▲]	60.5 ± 6.7 [▲]	128.2 ± 24.8 [▲]
	4	31.9 ± 7.2	75.5 ± 5.5	106.5 ± 17.8 [▲]
	5	30.5 ± 9.6	85.5 ± 28.3	160.9 ± 51.3 [▲]
	6	27.8 ± 8.5 [▲]	70.1 ± 10.2 [▲]	83.4 ± 11.2 [▲]
	0	33.8 ± 5.8	83.4 ± 16.3	377.7 ± 56.2
	1	32.8 ± 15.0	85.1 ± 9.8*	357.2 ± 178.9
D组	2	43.1 ± 5.1	89.1 ± 13.0	546.7 ± 42.7*
	3	26.9 ± 6.3 [▲]	60.3 ± 7.7 [▲]	174.1 ± 25.9 [▲]
	4	31.4 ± 2.8	84.7 ± 10.1	128.4 ± 52.4 [▲]
	5	32.0 ± 18.8	74.1 ± 13.9	132.7 ± 97.3 [▲]
	6	26.6 ± 6.4 [▲]	74.1 ± 10.5 [▲]	112.5 ± 49.0 [▲]

注:与对照组比较,A、B、C、D组 ALT、AST、LDH 水平差异无统计学意义;从整体上看,与第0月比较,[▲]为降低 $P < 0.05$,*为升高 $P < 0.05$

表3 大鼠饮用自来水或含锶矿泉水后血清 TG、HDL-C 和 CHOL 水平的变化($\bar{x} \pm s, n=6, mmol/L$)

Table 3 Changes of the levels of serum TG, HDL-C and CHOL in each group after drinking tap water or mineral water

组别	月份	TG	HDL-C	CHOL
对照组	0	0.81 ± 0.14	0.69 ± 0.14	1.34 ± 0.32
	1	0.79 ± 0.24 [▲]	0.70 ± 0.14*	1.35 ± 0.34*
	2	0.37 ± 0.12 [▲]	1.19 ± 0.18*	1.84 ± 0.31*
	3	0.66 ± 0.28 [▲]	1.19 ± 0.14*	1.60 ± 0.17
	4	0.57 ± 0.17 [▲]	0.68 ± 0.19 [▲]	1.35 ± 0.26
	5	0.32 ± 0.22 [▲]	0.34 ± 0.04 [▲]	1.11 ± 0.12
A组	6	0.62 ± 0.27 [▲]	0.68 ± 0.15	1.64 ± 0.16*
	0	0.78 ± 0.24	0.67 ± 0.13	1.34 ± 0.32
	1	0.46 ± 0.16 [▲]	0.75 ± 0.33*	1.42 ± 0.47*
	2	0.49 ± 0.16 [▲]	1.11 ± 0.20*	1.71 ± 0.33*
	3	0.39 ± 0.15 [▲]	1.02 ± 0.23*	1.43 ± 0.25
	4	0.49 ± 0.13 [▲]	0.64 ± 0.17 [▲]	1.36 ± 0.22
B组	5	0.36 ± 0.08 [▲]	0.42 ± 0.06 [▲]	1.32 ± 0.12
	6	0.55 ± 0.23 [▲]	0.60 ± 0.13	1.58 ± 0.32*
	0	0.80 ± 0.18	0.69 ± 0.13	1.31 ± 0.26
	1	0.53 ± 0.08 [▲]	1.00 ± 0.23*	1.81 ± 0.37*
	2	0.47 ± 0.17 [▲]	1.13 ± 0.19*	1.81 ± 0.24*
	3	0.52 ± 0.18 [▲]	1.07 ± 0.08*	1.52 ± 0.18
C组	4	0.51 ± 0.13 [▲]	0.59 ± 0.12 [▲]	1.23 ± 0.20
	5	0.44 ± 0.14 [▲]	0.42 ± 0.11 [▲]	1.22 ± 0.25
	6	0.39 ± 0.08 [▲]	0.53 ± 0.04	1.45 ± 0.10*
	0	0.80 ± 0.19	0.69 ± 0.12	1.34 ± 0.33
	1	0.60 ± 0.18 [▲]	1.05 ± 0.12*	1.84 ± 0.20*
	2	0.39 ± 0.13 [▲]	1.10 ± 0.11*	1.78 ± 0.15*
D组	3	0.42 ± 0.18 [▲]	0.93 ± 0.15*	1.33 ± 0.20
	4	0.58 ± 0.17 [▲]	0.69 ± 0.07 [▲]	1.39 ± 0.12
	5	0.65 ± 0.24 [▲]	0.41 ± 0.12 [▲]	1.31 ± 0.23
	6	0.48 ± 0.20 [▲]	0.69 ± 0.12	1.64 ± 0.22*
	0	0.79 ± 0.21	0.68 ± 0.14	1.34 ± 0.26
	1	0.45 ± 0.07 [▲]	0.82 ± 0.07*	1.50 ± 0.20*
D组	2	0.44 ± 0.06 [▲]	1.20 ± 0.19*	1.84 ± 0.24*
	3	0.63 ± 0.28 [▲]	0.83 ± 0.16*	1.08 ± 0.39
	4	0.62 ± 0.19 [▲]	0.63 ± 0.11 [▲]	1.29 ± 0.21
	5	0.65 ± 0.17 [▲]	0.42 ± 0.09 [▲]	1.37 ± 0.20
	6	0.41 ± 0.16 [▲]	0.80 ± 0.10	1.85 ± 0.26*

注:与对照组比较,A、B、C、D组 TG、HDL-C、CHOL 水平差异无统计学意义;从整体上看,与第0月比较,[▲]为降低 $P < 0.05$,*为升高 $P < 0.05$

表4 大鼠饮用自来水或含锶矿泉水后血清 BUN 和 Cr 含量的变化($\bar{x} \pm s, n=6$)

Table 4 Changes of the contents of serum BUN and Cr in each group after drinking tap water or mineral water

组别	月份	BUN/(mmol/L)	Cr/(μ mmol/L)
对照组	0	4.1 \pm 1.3	22.0 \pm 9.6
	1	4.3 \pm 1.6	22.5 \pm 10.3
	2	6.1 \pm 0.4*	39.8 \pm 3.7*
	3	5.9 \pm 1.2*	32.2 \pm 10.9
	4	6.9 \pm 0.9*	56.0 \pm 12.6*
	5	6.7 \pm 1.0*	37.3 \pm 4.3*
A组	6	6.4 \pm 0.9*	39.2 \pm 4.2*
	0	4.0 \pm 1.3	21.7 \pm 9.2●
	1	3.3 \pm 0.8	22.9 \pm 5.4●
	2	5.7 \pm 1.0*	37.9 \pm 6.0●*
	3	5.1 \pm 1.1*	30.6 \pm 8.0●
	4	6.3 \pm 1.3*	50.8 \pm 6.6●*
B组	5	5.2 \pm 0.7*	32.0 \pm 10.2●*
	6	5.5 \pm 0.8*	29.8 \pm 6.1●*
	0	4.0 \pm 1.3	21.9 \pm 9.5
	1	4.5 \pm 1.0	29.4 \pm 6.1
	2	5.5 \pm 1.2*	35.1 \pm 5.4*
	3	6.2 \pm 0.9*	28.1 \pm 6.8
C组	4	5.2 \pm 1.4*	40.1 \pm 7.0*
	5	6.8 \pm 1.3*	40.5 \pm 15.7*
	6	5.0 \pm 0.7*	30.9 \pm 1.2*
	0	4.1 \pm 1.2	22.2 \pm 9.8
	1	4.9 \pm 0.7	34.1 \pm 5.3
	2	5.8 \pm 0.8*	36.4 \pm 5.0*
D组	3	5.1 \pm 1.2*	20.9 \pm 2.6
	4	7.3 \pm 1.9*	50.5 \pm 7.6*
	5	6.1 \pm 0.8*	35.5 \pm 11.8*
	6	5.3 \pm 1.1*	37.7 \pm 5.7*
	0	4.1 \pm 1.2	21.9 \pm 9.4
	1	3.7 \pm 0.2	25.6 \pm 5.7
D组	2	6.1 \pm 0.9*	33.0 \pm 3.2*
	3	5.3 \pm 0.6*	18.1 \pm 5.0
	4	7.1 \pm 1.3*	53.7 \pm 6.9*
	5	6.7 \pm 1.3*	34.0 \pm 12.4*
	6	5.9 \pm 0.9*	38.1 \pm 3.5*

注:与对照组比较,●为 $P < 0.05$;从整体上看,与第0月比较,*为升高 $P < 0.05$

和肝细胞形态正常,与对照组比较无差异。各浓度试验组和对照组大鼠肾小球和肾小管形态正常。

3 讨论

锶是人体必需的14种微量元素之一。对于锶的认识,之前多停留于其生骨、强壮骨骼的作用。新近研究发现,锶还能防治心血管疾病^[2-4],与长寿有关。

据调查,长寿老人聚居地的土壤和水中锶明显高于对照组地区。而对于锶对正常机体的血清学指标的影响还少见报道。本试验探讨了含锶量较高的长江雪岭矿泉水饮用6个月对正常大鼠的影响。

结果显示,饮用2、4、6和8 mg/L含锶矿泉水6个月对正常大鼠血清ALT、AST、LDH、Cr、TG、HDL和CHOL含量均无影响;但2 mg/L锶水饮用组有降低血清BUN的作用,4、6和8 mg/L锶水饮用组血清BUN水平与对照组比较,差异无统计学意义。而BUN和Cr是临床用于评定肾功能的重要指标^[5],ALT和AST是反映肝功能的重要指标。本试验结果说明饮用含锶矿泉水包括较高浓度(6和8 mg/L)6个月对正常大鼠肝肾功能及脂代谢无不良影响,表明在6个月的时间内对大鼠机体无有害影响。而有文献报道^[6]高脂血症大鼠模型,饮用含锶矿泉水(含锶0.48 mg/L,偏硅酸32.8 mg/L)2个月,总胆固醇(TC)和TG含量降低。但本试验显示含锶矿泉水6个月时间内无明显的降低TC和TG含量的作用,可能与在生理和病理两种不同的状态下,含锶矿泉水对机体的影响不同有关。

综上所述,2、4、6和8 mg/L含锶矿泉水饮用6个月对正常大鼠血清学指标无不良影响,对肝、肾功能及形态无损伤作用,对心肌形态无损伤作用,提示了饮用的安全性。但对于正常人群长时间饮用的效果尚待进一步的流行病学调查研究,特别是较高浓度6和8 mg/L含锶矿泉水的在生理和病理状态下对机体的影响还需更深入的研究。

参考文献

- [1] 秦俊法,潘伟清. 饮用天然矿泉水的锶限量指标[J]. 广东微量元素科学,2001,8(1):16-22.
- [2] 吴茂江. 锶与人体健康[J]. 微量元素与健康研究,2012,29(5):66-67.
- [3] 苗键,高琦,许思来,等. 微量元素与相关疾病[M]. 郑州:河南医科大学出版社,1997:62-68.
- [4] 蔺艳,张莹茜,盘强文,等. 锶矿泉水对血管内皮细胞的增殖和功能的影响[J]. 中国食品卫生杂志,2013,25(2):136-139.
- [5] Neumayr G. The effect of marathon cycling on renal function[J]. International Journal of Sports Medicine,2003,24(2):131-137.
- [6] 马晓彤,蒋东升,边庆荣,等. 高脂血症模型的建立和降血脂作用的研究[J]. 实验动物科学与管理,1998,15(2):14-17.