论著

文章编号:1000-5404(2007)20-1936-03

饮用纯净水伴低镁饲料对大鼠健康的影响

曾 惠,舒为群,赵 清,陈 强 (第三军医大学军事预防医学院环境卫生学教研室,重庆 400038)

提 要: 目的 观察长期饮用纯净水伴低镁饲料对雄性大鼠健康的影响。**方法** 用正常饲料(镁元素含量为需要量,0.4 g/kg)正常水(TDS为175 mg/L)、正常饲料纯净水(TDS为1.16 mg/L)、低镁饲料(镁元素含量为需要量50%,0.2 g/kg)正常水、低镁饲料纯净水饲喂断乳后雄性大鼠56 d,观察并比较其体质量、脏器系数及血清、心、肝、脾、睾丸、骨骼镁含量和血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、白/球比值等指标。**结果** 正常饲料下,饮用纯净水对大鼠脏器系数和血清、心、肝、脾、睾丸、骨骼镁元素含量的影响无统计学意义($P>0.05$);但在饲料低镁时,与饮用正常水相比较,饮用纯净水可使大鼠体质量增长和血清总蛋白、白蛋白含量显著降低($P<0.05$)。**结论** 在饲料中镁元素缺乏的情况下,长期饮用纯净水能够明显降低雄性大鼠的体质量和血清蛋白水平,有可能导致营养不良发生。

关键词: 纯净水;镁;健康;白蛋白

中图法分类号: R-332;R151.3 **文献标识码**: A

Purified water intake plus magnesium-deficient diet may induce malnutrition in rats

ZENG Hui, SHU Wei-qun, ZHAO Qing, CHEN Qiang (Department of Environmental Hygiene, College of Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: **Objective** To investigate the effects of purified water on rat health and the synergistic action of magnesium-deficient diet. **Methods** Weaning SD rats were assigned to 4 groups, respectively fed on normal diet and normal water (control group), normal diet and purified water (group B), magnesium-deficient diet and normal water (group C), magnesium-deficient diet and purified water (group D) for 8 weeks. The body weight was measured once a week. After sacrifrce, the heart, liver, spleen, lung and kidney of rats were weighed to calculate organic indexes. The serum protein, serum magnesium and organ magnesium were detected. **Results** No significant difference was found in body weight, organic indexes, the level of serum protein and serum magnesium between control group and group B ($P>0.05$). Body weight and the serum protein level in group D were significantly lower than those in group C ($P<0.05$). **Conclusion** When rats are fed on magnesium-deficient diet, purified water intake decreases their body weight gain and restricts their serum protein synthesis.

Key words: purified water; magnesium; albumin

饮用纯净水是指对自来水深度处理后彻底去除了污染物,改善了感官指标,同时也基本去除了人体必需的微量元素和矿物质,可直接饮用的水。目前国内外饮用纯净水的用户越来越多(据新浪网2006年4月的一项调查结果显示,约有20%的中国人饮用纯净水)[1]。随着人们生活水平的提高,消耗高能和精制食物逐渐增加,食物中矿物质含量不断下降[2];镁是人体细胞内的主要阳离子,是体内多种细胞基本生化反应的必需物质,参与钙调节、细胞酶促反应、神经肌肉兴奋性等生理功能。因此,研究低矿物质膳食条件下饮用纯净水对人体健康的影响意义重大。据报道,单纯依靠膳食途径摄取镁不足以建立正常血镁浓度来预防不同疾病[3,4]。人体摄取镁的途径主要包括食物和饮水,其中约有1/3的镁来自于饮水,而且饮水中的

基金项目:国家自然科学基金重点项目(59838300)
Supported by the Key Program of the National Natural Science Foundation of China (59838300)

作者简介:曾 惠(1978-),女,四川省隆昌县人,博士研究生,助教,主要从事水质与健康方面的研究。电话:(023)68752715,E-mail:zh8791@yahoo.com.cn

通讯作者:舒为群,电话:(023)68752294,E-mail:wqshu@mail.tmmu.com.cn

收稿日期:2007-04-30;修回日期:2007-07-20

镁表现为水溶性离子，比食物中的镁更容易被吸收。因此，本研究通过观察长期饮用纯净水伴低镁饲料条件对雄鼠的体质量、脏器系数、血清、心、肝、脾、睾丸、骨骼中的镁浓度和血清蛋白含量等指标的影响，为评价饮用纯净水对机体健康的影响提供依据。

1　材料与方法

1.1　动物饲料和饮水

正常饲料：按照美国国家卫生研究院及国立营养研究所饲料配方（AIN-93G 配方），仅对 Mg^{2+} 浓度做出调整（Mg^{2+} 含量为需要量），Mg^{2+} 浓度为 0.4 g/kg。

低镁饲料：按照 AIN-93-G 配方，仅对 Mg^{2+} 浓度做出调整（Mg^{2+} 含量为需要量的 50%），Mg^{2+} 浓度为 0.2 g/kg。

正常水：经净水器（陶瓷滤芯）过滤的自来水，TDS 为 175 mg/L，电导率为 350 μS/cm，COD 未检出。

纯净水：TDS 为 1.16 mg/L，电导率 2.28 μS/cm，COD 未检出。

1.2　实验动物与分组

断乳健康 SD 雄性大鼠 36 只（由第三军医大学大坪医院实验动物中心提供），动物合格证号（SCXK-2002-008）体质量 49.6～75.2 g。按体质量用随机数字表的方法完全随机分为 4 组（每组 9 只）：正常饲料正常水、正常饲料纯净水、低镁饲料正常水、低镁饲料纯净水。除饲料和饮水外，其余条件均一致。动物自由摄食和饮水，饲料和饮水均每日更换，每天观察动物一般情况，每周称量体质量一次，共喂养 8 周。实验终期大鼠心脏采血后，立即剖取心、肝、脾、胸腺、睾丸、左腿胫骨，除去上述器官周围的脂肪结缔组织，吸尽脏器表面血液后用电子天平称量，脏器系数以脏器质量（g）与体质量（g）之比表示。

1.3　主要观察指标

动物体质量增长情况、血清镁元素含量、血清蛋白含量、脏器系数、脏器矿物元素含量。

1.4　血清蛋白及血清镁元素含量检测

大鼠取血后常规分离血清，血清镁含量用甲基麝香草酚蓝法。血清蛋白指标用 Beckman 生化仪（CX-7 型，美国）测定。

1.5　脏器镁元素含量检测

微量元素分析的试样制备过程中所用容器均是玻璃或聚乙烯制品。玻璃仪器经 20% 稀硝酸浸泡过夜后，流水反复冲洗，最后用去离子水冲洗烘干后使用；聚乙烯制品用去离子水冲洗晾干后使用。

取已除去脂肪结缔组织的大鼠心脏、肝、脾、左腿胫骨、睾丸，用去离子水充分洗净，剪碎。准确称取 0.1 g 样品于聚四氟乙烯管中，用压力控制的微波消解仪（Anton Paar 3000，奥地利）在消化灌内进行酸式消化后，参照 GB/T5009.90-2003《食品中铁、镁、锰的测定》给出的检测条件，用火焰原子吸收分光光度法（普析 TAS-986，北京）测定各脏器中镁元素含量。所有样本的镁测定均采用同一镁标准参考物（镁光谱分析溶液标准物质，标准号为 GBW(E)080316）对全程进行质量控制。

1.6　统计学方法

实验数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。应用 SPSS 13.0 统计软件，进行单因素方差分析。

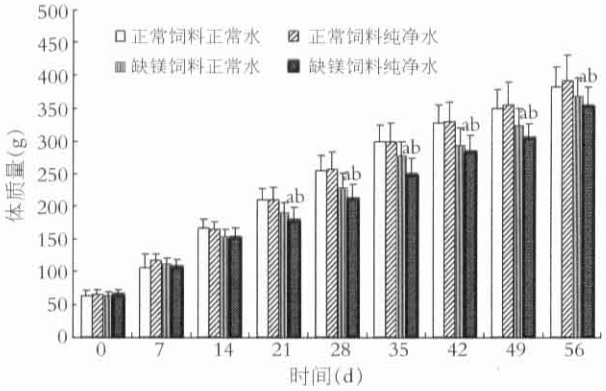
2　结果

2.1　大鼠体质量变化

饲料矿物元素含量达标的情况下，饮用纯净水组雄鼠在试验期间体质量增加与饮用正常水组体质量增加的差异无统计学意义，但喂养到 42 d 以后，饮用纯净水组大鼠体质量增加有大于饮用正常水组大鼠的趋势。

饲料镁元素含量低的情况下，饮用纯净水组大鼠体质量增加低于饮用正常水组，差异有统计学意义，（$P<0.05$，图 1）。

各组雄鼠脏器系数差异无统计学意义（数据未显示）。



a：$P<0.05$，与正常饲料正常水组比较；b：$P<0.05$，与正常饲料纯净水比较

图 1　低镁饲料物背景下饮用纯净水对雄鼠体质量的影响

2.4　血清及各脏器镁元素含量

各组间差异均无统计学意义（表 1）。但在饲料低镁含量情况下，纯净水组血镁含量有低于正常水组血镁含量的趋势。

表 1　低镁饲料物背景下饮用纯净水对雄鼠各脏器镁元素含量的影响（$\bar{x} \pm s$，$n=9$）

组别	血（mmol/L）	心（μg/g）	肝（μg/g）	脾（μg/g）	骨（mg/g）	睾丸（μg/g）
正常饲料正常水	2.28 ± 0.66	113.97 ± 23.08	226.53 ± 12.79	169.68 ± 11.18	1.93 ± 0.2	96.82 ± 10.30
正常饲料纯净水	2.13 ± 0.86	105.86 ± 4.93	236.55 ± 11.68	170.92 ± 11.00	1.82 ± 0.33	87.30 ± 6.21
低镁饲料正常水	2.46 ± 0.84	105.97 ± 1.36	213.66 ± 14.01	167.08 ± 4.87	1.36 ± 0.39	75.77 ± 14.48
低镁饲料纯净水	1.73 ± 0.73	102.88 ± 10.77	217.78 ± 9.40	172.37 ± 3.12	1.76 ± 0.61	84.37 ± 3.99

a：$P<0.05$，与正常饲料正常水组比较；b：$P<0.05$，与正常饲料纯净水比较；c：$P<0.05$，与低镁饲料正常水比较

2.5 血生化变化

低镁饲料纯净水组血清总蛋白、白蛋白含量低于正常饲料纯净水、低镁饲料正常水组；低镁饲料正常水组总蛋白含量低于正常饲料正常水组；低镁饲料纯净水组白蛋白含量低于正常饲料正常水组，上述差异有统计学意义（$P<0.05$，表2）。

表2 低镁饲料物背景下饮用纯净水对雄鼠血清蛋白含量的影响（$\bar{x}\pm s$，$n=9$）

组别	总蛋白(g/L)	白蛋白(g/L)	球蛋白(g/L)	白/球
正常饲料正常水	70.98±1.35	33.98±0.76	37.15±1.29	0.92±0.04
正常饲料纯净水	73.25±3.73	34.83±1.04	38.43±3.30	0.91±0.07
低镁饲料正常水	74.90±2.22[a]	34.90±1.08	40.00±1.94	0.87±0.05
低镁饲料纯净水	68.78±2.17[bc]	32.48±0.73[abc]	36.30±2.27	0.90±0.06

a：$P<0.05$，与正常饲料正常水组比较；b：$P<0.05$，与正常饲料纯净水比较；c：$P<0.05$，与低镁饲料正常水比较

3 讨论

镁是机体必需矿物质元素，具有多种重要的生物学功能。据报道，在饲料矿物元素完全达标的情况下，长期饮用纯净水对雄性大鼠血清中矿物元素水平的影响不显著[4,5]，而平均体质量增加[6]；但尚少见有关在饲料矿物元素不足的情况下，长期饮用纯净水对雄性大鼠健康影响的报道。

本实验结果显示：饮用纯净水和/或饲料低镁含量对雄性大鼠血清及心、肝、脾、睾丸等器官镁含量影响不明显（这与前述文献报道一致）。而在饲料中矿物质元素含量达标的情况下，饮用纯净水雄鼠体质量也有增加趋势（但尚无统计学意义）；当食物中镁元素水平下降到需要量的50%时，饮用纯净水组雄性大鼠的体质量增长显著低于饮用正常水组的体质量增长。这就说明，当饲料矿物质含量不达标的情况下，低的镁元素很可能需要从正常饮水中得到部分补充，而饮用纯净水则会影响从饮水途径补充镁元素，从而减缓机体体质量增长。

血清总蛋白、白蛋白与机体营养状况成正相关，是反应机体营养状况的重要指标之一。总蛋白是血清所有蛋白质的总和，主要由白蛋白和球蛋白组成；白蛋白是血清中含量最多的蛋白质，占总蛋白的50%～60%，几乎全在肝脏中合成，参与多种物质的结合和运输，其半衰期较长（平均15～19 d），含量比较稳定，因此血清白蛋白也是评价蛋白质合成功能的常用指标之一。我们的前期研究结果显示：长期饮用纯净水组大鼠血清中的肌酐、尿素氮和尿酸等蛋白质代谢产物的含量显著低于正常水组大鼠（$P<0.05$）。究其原因，可能是长期饮用纯净水导致大鼠蛋白质合成水平降低，而反馈性抑制蛋白质代谢分解[6]。

镁在蛋白质合成过程中起重要作用：镁作为核糖体亚单位联结的桥接元素，能保证核糖体稳定的结构，为保证蛋白质合成提供场所；蛋白质合成过程中包括氨基酸的活化、多肽链的启动和延长均需要镁；镁还参与细胞核中RNA的合成。体外实验显示缺镁时RNA的合成过程立即停止，而蛋白质的合成速率在缺镁5 h内没受到影响，5 h后迅速降低。

本实验结果显示：在低镁饲料物情况下，饮用纯净水组大鼠血清总蛋白和白蛋白含量显著低于正常水组；而低镁饲料正常水组大鼠血清白蛋白含量与正常食正常水组差异无统计学意义。这与上述我们的前期研究结果基本一致。

表明：①纯净水和/或缺镁能够减弱大鼠血清白蛋白合成水平；②饮用正常水可明显弥补膳食低镁对大鼠血清白蛋白含量的影响；③不排除上述效应可能存在镁元素与其它矿物元素的联合作用。

综上所述，我们认为在饲料中镁元素缺乏的情况下，长期饮用纯净水能够导致雄性大鼠营养不良的发生。

参考文献：

[1] 李延平，蔡祖根. 生活饮用水卫生标准实用指南[M]. 南京：东南大学出版社，2002：112－113.

[2] 许 涛，贺春宝. 元素镁概论[J]. 微量元素与健康研究，2004，21(3)：60－61.

[3] Vormann J. Magnesium：nutrition and metabolism[J]. Mol Aspects Med，2003，24(1-3)：27－37.

[4] 舒为群，赵 清，李国平，等. 长期饮用纯净水、净化水、自来水的大鼠血清矿物元素水平比较[J]. 第三军医大学学报，2001，23(11)：1267－1270.

[5] 张照英，舒为群. 长期饮用纯净水对血脂、钙镁离子、丙二醛、一氧化氮和血浆内皮素含量的影响[J]. 中国动脉硬化杂志，2003，11(4)：367－368.

[6] 舒为群，李国平，赵 清，等. 长期饮用纯净水对大鼠心肾相关指标的影响[J]. 中国公共卫生，2002，18(6)：706－708.

（编辑 薛国文）