

高钼对雄性绵羊骨骼 X 线特征及骨密度变化的影响

王亚垒, 杨自军*, 张 鹏, 宋 超, 尚泽松, 张菲菲

(河南科技大学 动物科技学院, 河南 洛阳 471003)

摘要: 为研究高钼对雄性绵羊骨骼病变的影响, 将 12 只健康雄性小尾寒羊随机分为 3 组, I 组饲喂基础日粮, II 组在基础日粮基础上添加 30 mg/kg 钼, III 组在基础日粮中添加 60 mg/kg 钼。试验第 180 天, 剖杀羊只, 取肱骨、桡骨、掌骨、股骨、胫骨、跖骨进行 X 线平片拍摄, 利用双能 X 线骨密度检测仪对右侧股骨进行骨密度检测。结果表明: II 组、III 组与 I 组相比, 肱骨、桡骨、掌骨、股骨、胫骨、跖骨骨皮质变薄, 且髓腔密度降低, 肱骨、股骨骨小梁变稀疏; II 组、III 组与 I 组相比股骨颈、大转子、髓腔、沃氏三角区及整体股骨骨密度差异极显著 ($P < 0.01$); III 组与 II 组相比股骨颈、沃氏三角区及全骨骨密度降低显著 ($P < 0.05$)。研究结果提示, 30 mg/kg 钼与 60 mg/kg 钼均能导致骨皮质变薄, 骨小梁变稀疏, 髓腔密度降低, 以四肢长管骨最为明显; 且均能导致右侧股骨不同部位骨密度降低。

关键词: 钼; 雄性绵羊; 骨骼 X 线; 骨密度

中图分类号: S826 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)04-0145-04

Effect of High Molybdenum on Bone X-ray and Bone Density in Male Sheep

WANG Ya-lei, YANG Zi-jun*, ZHANG Peng, SONG Chao, SHANG Ze-song, ZHANG Fei-fei

(Institute of Animal Science and Technology College, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: To investigate the effect of high molybdenum on bone in male sheep, twelve healthy male Small Tail Han sheep were randomly divided into three groups and animal models were established by feeding diet with different doses of molybdenum of 0 mg/kg (group I), 30 mg/kg (group II) and 60 mg/kg (group III) for 180 days. At the end of the experiment, all of the sheep were killed for making X-ray film of the humerus, radius, metacarpal, femur, tibia and metatarsus and detecting the bone density of the right femur by dual-energy X-ray detector. The results showed that compared to group I, the cortical bone of the humerus, radius, metacarpal, femur, tibia and metatarsus of groups III and II was thinner and the medullary cavity density of them was decreased. The trabecular of humerus and femur was thinner too. The density of the neck, roch, inter, ward's, total of group III and group II significantly decreased ($P < 0.01$). Compared to group II, the density of the neck, ward's, total of group III was significantly decreased ($P < 0.05$). This indicates that both of 30 mg/kg and 60 mg/kg Mo could cause the cortical bone and trabecular thinner and decrease density of medullary cavity and different parts of right femur.

Key words: molybdenum; male sheep; bone X-ray; bone density

收稿日期: 2012-12-11

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31040081)

作者简介: 王亚垒 (1986-), 男, 河南襄城人, 在读硕士研究生, 研究方向: 动物营养代谢与中毒病。E-mail: wylwyn001@126.com

* 通讯作者: 杨自军 (1963-), 男, 河南柘城人, 教授, 博士, 主要从事动物营养代谢与中毒病研究。

E-mail: yangzijun@mail.haust.edu.cn

钼(molybdenum, Mo)是人和动物机体必需的微量元素,具有重要的生物学功能^[1],钼的生物学功能均通过各种钼酶的活性来表现,钼酶存在于所有的生物体内,参与蛋白质、含硫氨基酸和核酸的代谢,与动物机体的生命活动密切相关^[2-4]。但摄入过量的钼会对动物机体产生毒性作用,且以反刍动物对钼最为敏感,骨骼病变常为动物钼中毒后期的临床表现^[5-7]。国内外的相关研究表明,动物摄入过量的钼能干扰软骨组织的代谢,引起动物骨关节病变、四肢长管骨骨皮质变薄,易致四肢骨折,导致骨骼生物力学参数显著降低,高钼影响动物体内磷的代谢,进而影响骨骼的代谢^[8-11]。然而,高钼对雄性绵羊骨骼 X 线及骨密度变化的影响报道较少。因此,本试验通过建立雄性绵羊钼中毒试验模型,探究钼对雄性绵羊骨骼 X 线及骨密度变化的影响,为进一步研究钼中毒对骨骼病变的影响提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 材料

试验动物:12 只 2 月龄健康雄性小尾寒羊,初始体质量为 (20 ± 1.05) kg。主要仪器设备:X 线机(南京普朗生产,型号:PLX101D);X 线胶片(上海申贝感光材料厂生产,型号:NK-1);双能 X 线骨密度测量仪(美国 HOLIGIC 公司生产,型号:Delphi A (S/N 45254))。

基础日粮配方及营养水平详见表 1。

表 1 基础日粮配方及营养水平

基础日粮配方	含量/%	营养水平	含量
干草粉	65	消化能/(Mk/kg)	1.42
玉米	16	粗蛋白/%	10.65
小麦麸	3	干物质/%	88.28
豆粕	2	粗纤维/%	28.08
棉籽粕	2	钙/%	0.80
苜蓿粉	10	磷/%	0.57
磷酸氢钙	0.5	钼/(mg/kg)	5.61
食盐	1	铜/(mg/kg)	14.11
微量元素预混剂	0.5		

注:营养水平参照 NRC(1968),钼、铜含量是通过饲料实测得到,饲料混合均匀后做成颗粒料进行饲喂。

1.2 方法

1.2.1 试验动物分组与处理 试验选用 12 只 2 月龄初始体质量为 (20 ± 1.05) kg 的健康雄性小尾寒

羊,随机分为 3 组,Ⅰ组饲喂基础日粮,Ⅱ组在基础日粮基础上添加 30 mg/kg 钼,Ⅲ组在基础日粮基础上添加 60 mg/kg 钼(钼源为 $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,分析纯),试验周期 180 d。

1.2.2 样本的采集及测定 试验第 180 天剖杀羊只,小心剔除肌肉,分离骨骼,利用 X 线机拍摄前肢肱骨、桡骨、掌骨,后肢股骨、胫骨、跖骨 X 线平片,获得 X 线平片;利用双能 X 线骨密度仪测定右侧股骨骨密度,获得 Neck(股骨颈)、Troch(大转子)、Inter(骨髓腔)、Ward's(沃氏三角区)及 Total(整个股骨)骨密度数据。

1.2.3 数据处理 数据采用 SPSS 17.0 分析软件进行统计分析,结果均以标准值±标准差表示,用 Bonferroni 多重比较法进行显著性比较。

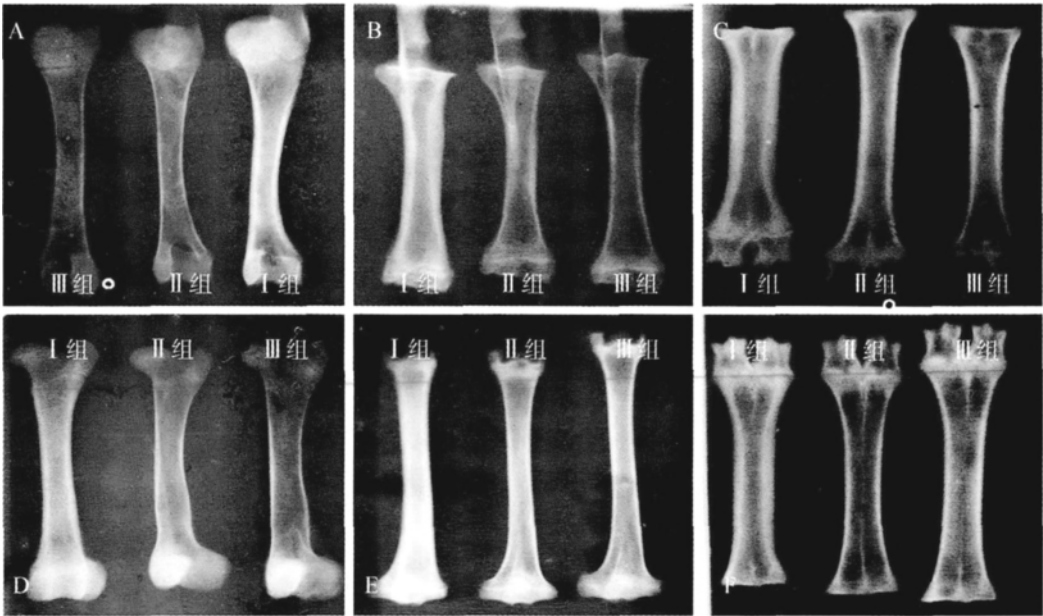
2 结果与分析

2.1 绵羊骨骼 X 线平片观察结果

Ⅲ组、Ⅱ组肱骨 X 线平片结果与Ⅰ组肱骨相比,骨皮质显著变薄,骨小梁变稀疏,髓腔密度降低明显;Ⅲ组与Ⅱ组相比,骨皮质变薄,骨小梁变稀疏,髓腔密度略有降低(图 1-A)。Ⅲ组、Ⅱ组桡骨与Ⅰ组桡骨相比,骨皮质显著变薄,髓腔增大;Ⅲ组与Ⅱ组相比变化不明显(图 1-B)。Ⅲ组、Ⅱ组掌骨与Ⅰ组相比,骨皮质变薄;Ⅲ组与Ⅱ组相比,无明显变化(图 1-C)。Ⅲ组、Ⅱ组股骨与Ⅰ组相比,骨皮质显著变薄,骨小梁变稀疏,髓腔密度降低;Ⅲ组与Ⅱ组相比骨小梁变稀疏,髓腔密度降低(图 1-D)。Ⅲ组、Ⅱ组胫骨与Ⅰ组相比,骨皮质变薄,髓腔密度降低;Ⅲ组与Ⅱ组相比,无明显变化(图 1-E)。Ⅲ组、Ⅱ组跖骨与Ⅰ组相比,骨皮质变薄;Ⅱ组与Ⅰ组相比髓腔密度降低;Ⅲ组与Ⅱ组、Ⅰ组相比,骨皮质边缘模糊不清(图 1-F)。

2.2 绵羊股骨骨密度变化结果

由表 2 可知,Ⅲ组、Ⅱ组 Neck 骨密度与Ⅰ组相比差异极显著($P < 0.01$);Ⅲ组、Ⅱ组之间相比差异显著($P < 0.05$)。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组 Troch 骨密度相比差异均极显著($P < 0.01$)。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组 Inter 骨密度相比差异均极显著($P < 0.01$)。Ⅲ组、Ⅱ组 Ward's 骨密度与Ⅰ组相比差异极显著($P < 0.01$);Ⅲ组、Ⅱ组之间相比差异显著($P < 0.05$)。Ⅲ组、Ⅱ组 Total 骨密度与Ⅰ组相比差异极显著($P < 0.01$);Ⅲ组、Ⅱ组之间相比差异显著($P < 0.05$)。



A. 肱骨; B. 桡骨; C. 掌骨; D. 股骨; E. 胫骨; F. 跖骨

图 1 绵羊骨骼 X 线平片

表 2 绵羊股骨骨密度 g/cm²

组别	Neck	Troch	Inter	Ward's	Total
I 组	1.005±0.013 ^A	1.032±0.007 ^A	0.811±0.009 ^A	0.932±0.008 ^A	0.834±0.006 ^A
II 组	0.600±0.009 ^B	0.745±0.029 ^B	0.488±0.015 ^B	0.594±0.011 ^B	0.507±0.014 ^B
III 组	0.421±0.015 ^{B*}	0.459±0.022 ^C	0.383±0.007 ^C	0.436±0.094 ^{B*}	0.442±0.023 ^{B*}

注:同列之间,不同大写字母之间表示差异极显著($P<0.01$),相同大写字母加*表示差异显著($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 高钼对雄性绵羊骨骼 X 线的影响

骨骼病变为动物钼中毒的重要临床表现之一,基于骨骼中不同部位的矿质含量不同,密度不同,X线摄影在 X 线胶片上表现为明亮不一的影像,并可借此说明骨骼矿质含量以及骨密度的变化。本试验结果表明,高钼对雄性小尾寒羊肱骨、桡骨、掌骨、股骨、胫骨、跖骨的 X 线影响主要表现在骨皮质变薄,骨小梁变稀疏,骨髓腔密度降低,且以四肢长管骨肱骨、股骨变化最为明显。这与 Johnson 等^[9]的研究相一致,但本试验所拍摄的 X 线平片中并未发现明显的骨质增生现象。Tiffany 等^[11]的研究表明,日粮中添加钼影响动物体内磷的代谢,进而影响骨骼的代谢。杨志强等^[12]认为,钼盐能直接抑制骨生成和骨发育中酶系统的作用,同时钼在骨中与磷竞争沉着,进而导致磷的代谢障碍,引起骨骼病变。本试验中 X 线平片显示,II 组、III 组均出现了不同程度的骨骼病变,且随钼添加剂量呈正相关,因此, X 线平片中出现的骨骼病变可能是由于高钼抑制血清降

钙素(CT)分泌,造成血清降钙素浓度降低从而干扰了雄性绵羊血钙向骨骼中沉积造成的。

3.2 高钼对雄性绵羊股骨骨密度的影响

钼中毒引起动物骨骼病变,动物表现为跛行,骨骼生物力学参数降低,承重减少^[10]。本试验结果表明,钼对雄性小尾寒羊股骨骨密度影响表现为 Neck、Thoch、Inter、Ward's 及 Total 骨密度不同程度的降低。骨密度降低表现为骨量减少,严重的表现为骨质疏松,造成骨骼生物力学参数降低,骨承重减少,动物表现为跛行、起卧障碍、骨折等病理现象^[9-10,13]。而在试验的第 60 天前也观察到 II、III 组羊只出现不同程度的跛行,第 120 天前,出现不同程度的起卧障碍,同时 I 组羊只并未出现明显跛行、起卧障碍等异常现象,出现这种现象可能是由骨质疏松引起的。而在试验中并未发现自然骨折现象,但从结果可看出,股骨骨密度降低增加了股骨骨折的风险,而股骨不同部位骨骼密度降低可能是由于高钼抑制血清降钙素分泌的同时,促进血清甲状旁腺激素分泌(PTH)而造成的全身钙磷动员,骨骼钙化不全,最终导致股骨中钙磷等矿质含量下降。

本研究结果表明,30 mg/kg 钼与 60 mg/kg 钼均能导致雄性绵羊骨骼 X 线发生变化,其变化主要表现为肱骨、桡骨、掌骨、股骨、胫骨、跖骨的骨皮质变薄,骨小梁变稀疏,骨髓腔密度降低,且以四肢长管骨肱骨、股骨变化最为明显;30 mg/kg 钼与 60 mg/kg 钼均能导致右侧股骨股骨颈、大转子、髓腔、沃氏三角区及全股骨骨密度不同程度的降低。

参考文献:

- [1] 杨自军,龙塔,冉林武,等. 钼的生物学功能及其在动物生产中的作用[J]. 河南科技大学学报,2004,24(2): 40-42.
- [2] Sievers E. Nutrient requirements for preterm infant formulas molybdenum[J]. J Nutr,2003,133(10):236-237.
- [3] 张才,朱重伟,白刃,等. 钼暴露对小鼠含繁殖性能及血清含铜酶的影响[J]. 中国兽医学报,2012,32(10): 1560-1563.
- [4] Bersenyi A,Berta E,Kadar I,*et al.* Effects of high dietary molybdenum in rabbits[J]. Acta Vet Hung,2008,56(1):41-55.
- [5] 杨自军,张才,王宏伟,等. 锌、铜对实验性钼中毒绵羊肝脏、肾脏中钼含量的影响[J]. 中国兽医学报,2011,31(6):895-898.
- [6] 郭宝林,朱晓萍. 高钼条件下日粮不同铜硫水平对绵羊铜代谢及粗料消化能力的影响[J]. 中国农业大学学报,2004,9(3):31-35.
- [7] Judson G J. Comparison of copper heptonate with copper oxide wire particles as copper supplements for sheep on pasture of high molybdenum content[J]. Australian Veterinary Journal,2002,80(10):630-635.
- [8] Mason J. Thiomolybdates. Mediators of molybdenum toxicity and enzyme inhibitors[J]. Toxicology,1986,42:99-109.
- [9] Johnson R H,Little J W,Bickley H C. Some effects of molybdenum on connective tissue[J]. Dent Res,1996,48:1290-1295.
- [10] 于庆巍,罗民,马洪顺. 钼中毒对骨骼力学性质影响的实验研究[J]. 中国地方病防治杂志,2003,18(4): 202-204.
- [11] Tiffany M E,McDowell L R,Dconnor G A,*et al.* Effects of residual and reapplied biosolids on performance and mineral status of grazing beef steers[J]. Journal of Americal Science,2002,80(1):260-269.
- [12] 杨志强,王学智. 微量元素与畜禽骨骼疾病[J]. 中国兽医科技,1996,26(2):40-41.
- [13] Ostrom C A, Van Reen R, Miller C W. Changes in the connective tissue of rats fed toxic diets containing molybdenum salts[J]. Journal of Dental Research,1961,40:520-528.