

董印丽,杜云良,翟新国,等. 高镁诱发山羊尿石症的防控研究[J]. 江苏农业科学,2017,45(19):231-234.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.19.054

# 高镁诱发山羊尿石症的防控研究

董印丽,杜云良,翟新国,王慧真,蒋万春

(河北工程大学农学院,河北邯郸 056038)

**摘要:**将 18 只 60 日龄阉割波杂山羊,随机分为 3 组,即对照组、诱发组和防控组,每组各 6 只。对照组饲喂精料和稻草;诱发组饲喂精料和稻草的同时,加喂精料量 1.5% 的氧化镁;防控组在饲喂精料、稻草及添加精料量 1.5% 的氧化镁的同时,再加喂精料量 1.0% 的碳酸钙和 0.5% 氯化钠。经预饲期后试验期为 30 d。结果表明,(1)对照组和防控组均未发现临床型尿石症;(2)添加氧化镁的诱发组山羊有 5 只发生临床型尿石症。由此推断,高镁日粮是诱发山羊尿石症的重要因素,在疑有高镁的日粮中添加适量的碳酸钙和氯化钠可以有效防止尿石症的发生。

**关键词:**山羊;尿石症;镁;钙;钠

**中图分类号:** S858.27 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)19-0231-04

我国肉羊产业自上世纪 90 年代以来发展快速,借助于良种和饲养模式的改变,生产水平不断提高,目前已经成为世界上绵羊、山羊存栏量、出栏量和羊肉产量最多的国家。根据国家肉羊产业技术体系岗位专家张英杰教授 2009 年的调研,河北省绵羊、山羊总数为 1 600 万只,出栏 1 800 万只,居全国第五位。据行业统计,2013 年和 2014 年河北肉羊存栏量分别为 1 913 万、2 048 万只,出栏量分别是 1 910 万、2 070 万只。河北肉羊养殖多以玉米、饼粕、麸皮为精饲料,秸秆、牧草、青贮、糟渣为粗饲料进行舍饲和半舍饲,为提高肉羊生长速度,

饲料中精料用量比例逐渐加大,导致一些营养代谢病不断发生,特别是尿路结石问题较为突出,甚至在某些养殖场育肥阶段出现 20.0%~30.0% 结石病例,这已经成为制约当地肉羊养殖的新问题之一。

Munakata 等通过试验发现,当饲喂的精料量达到阉牛、羔羊体质量的 1.5% 时,尿中开始出现尿沉渣;达到 2.5% 时,饲喂 2 个月便出现大量的尿沉渣,并形成尿结石<sup>[1]</sup>;Wang 等和 Huang 等研究指出饲喂占水牛体质量 1.5% 的棉饼可引起水牛的尿石症,认为结石的发生与饲料矿物质不平衡高磷低钙等多方面因素有关<sup>[2-3]</sup>。潘晓亮等、周恩库等报道,棉粕和棉籽壳诱发雄性细毛羊尿结石<sup>[4-5]</sup>。王金勇等研究发现,高磷高镁日粮是诱发山羊尿结石的主要因素<sup>[6]</sup>。黄有才等研究证实,在饲喂棉饼的山羊日粮中添加 4% 棉饼量的氯化钠可有效防止尿沉渣和尿结石的形成<sup>[7]</sup>。国内外学者试验研究结

收稿日期:2016-04-28

基金项目:河北省科技支撑计划(编号:14226601D);河北省邯郸市科技支撑计划(编号:1322101073-5)。

作者简介:董印丽(1966—),女,河北滦南人,副教授,研究方向为动物代谢疾病防治。Tel:(0310)8571071;E-mail:dyljn@163.com。

饵料利用效率的影响[J]. 淡水渔业,2011,41(3):50-54,82.

[11] Ruohonen K, Vielma J, Grove D J. Effects of feeding frequency on growth and food utilisation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring or dry pellets[J]. Aquaculture, 1998, 165(1): 111-121.

[12] 孙丽慧,王际英,丁立云,等. 投喂频率对星斑川鲷幼鱼生长和体组成影响的初步研究[J]. 上海海洋大学学报,2010,19(2): 190-195.

[13] 冒树泉,邹明好,王春生,等. 许氏平鲉幼鱼适宜投喂频率的研究[J]. 动物营养学报,2014,26(8):2379-2385.

[14] Biswas G, Thirunavukkarasu A R, Sundaray J K, et al. Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment[J]. Aquaculture, 2010, 305(1):26-31.

[15] 林艳,缪凌鸿,戈贤平,等. 投喂频率对团头鲂幼鱼生长性能、肌肉品质和血浆生化指标的影响[J]. 动物营养学报,2015,27(9):2749-2756.

[16] Peres H, Oliva-Teles A. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*) [J]. Aquaculture, 1999, 179(1):325-334.

[17] 强俊,李瑞伟,王辉. 投喂频率对奥尼罗非鱼幼鱼生长效应研究[J]. 海洋与渔业,2008(4):23-25.

[18] 罗波. 投喂频率对吉富品系尼罗罗非鱼幼鱼生长效益、体组成及胃排空的影响[D]. 南宁:广西大学,2011.

[19] Oh S Y, Maran B V. Feeding frequency influences growth, feed consumption and body composition of juvenile rock bream (*Oplegnathus fasciatus*) [J]. Aquaculture International, 2015, 23(1):175-184.

[20] 王月,李广经,黄勇,等. 植物蛋白替代鱼粉饲料中添加脱脂磷虾粉对黑鲟幼鱼生长及饲料利用的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2015,36(4):52-57.

[21] Grayton B D, Beamish F H. Effects of feeding frequency on food intake, growth and body composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) [J]. Aquaculture, 1977, 11(2):159-172.

[22] 潘庆,刘胜,梁桂英. 投喂频率对草鱼鱼种的生长、鱼体和组织营养成分组成的影响[J]. 上海水产大学学报,1998(7): 186-190.

[23] Kayano Y, Yao S, Yamamoto S, et al. Effects of feeding frequency on the growth and body constituents of young red-spotted grouper, *Epinephelus akaara* [J]. Aquaculture, 1993, 110(3):271-278.

果表明,饲料中添加碳酸钙可以降低磷酸镁钾盐生成的作用<sup>[8]</sup>。本研究旨在验证高镁是否是高精料日粮模式下山羊尿结石的主要诱因,以及探索饲料中同时添加碳酸钙和氯化钠对尿结石的防控效果,以期为临床有效防治该病提供参考依据。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 试验动物分组及饲养管理

从某羊场购进 18 只 2 月龄阉割杂种后代山羊,体质量均在约 10 kg。随机分为 3 组:对照组(A 组),诱发组(B 组),防控组(C 组),每组 6 只。分组处理见表 1。精料配方为玉米 55.00%、麸皮 12.00%、酵母 15.00%、豆粕 15.00%、食盐 1.00%、鱼粉 2.00%,精料干物质含量为 88.00%,其中粗蛋白质 20.60%、钙 0.30%、磷 0.40%、镁 0.23%、钾 0.69%,干物质含代谢能为 11.12 MJ/kg。按照山羊 2% 体质量提供精料,粗饲料为稻草,数量不限。每只羊日均饮水为 1 200 mL,分 2 次提供。经 2 周预饲后,开始正式试验,每组 6 只。

表 1 试验动物分组与处理

分组	饲料组成
对照组(A 组)	精料 + 稻草
诱发组(B 组)	精料 + 稻草 + 精料量 1.5% 的氧化镁
防控组(C 组)	精料 + 稻草 + 精料量 1.5% 的氧化镁 + 1% 碳酸钙与 0.5% 氯化钠

#### 1.2 样品采集

在试验 0、7、14、21、28 d,收集山羊尿液,显微镜检查尿沉渣晶体变化后,4 ℃ 保存。待收集 24 h 尿液后,混匀,静置取尿沉渣,37 ℃ 烘干保存待测。同期采集血样,肝素抗凝,3 000 r/min 离心 10 min 分离血浆,-20 ℃ 保存。每天观察羊的临床表现与尿结石发病情况,尤其是观察有无尿闭症状的出现。当山羊出现尿闭 1~2 d 后,颈动脉放血处死山羊,剖检并收集尿结石。其余山羊在试验期满全部剖杀,检查泌

尿道有无结石。

#### 1.3 样品分析

1.3.1 血浆、尿样无机离子测定 血浆、尿样中镁离子的测定采用达旦黄法;无机磷的测定采用硫酸亚铁磷钼蓝法;钾离子测定采用火焰光度计法;钙离子的测定采用核固红法。

1.3.2 晶体与结石分析 把样品黏在铜牌上喷金后,用 LEO-1430VP 型扫描电子显微镜(德国)进行微观结构观察。应用 X-射线能谱分析方法来确定晶体与结石成分<sup>[9]</sup>,把样品喷金后,用 INCA200 型 X 射线能谱分析仪(英国)进行元素含量分析。

#### 1.4 统计方法

应用 SPSS 软件进行数据统计,各组山羊尿石症发病率比较应用  $\chi^2$ -检验。其他数据结果以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用 Duncan's 检验进行均数差异性检验。

### 2 结果与分析

#### 2.1 尿沉渣晶体与尿结石发生情况

试验 0 d,各组尿液中存在少量尿沉渣,晶体细小,试验全期 A 组山羊健康、未发生尿闭,尿沉渣无变化。7、14、21 d 后,B 组尿沉渣逐渐增多,晶体变大,至 28 d 6 只山羊中有 2 只尿闭,3 只排尿不畅,1 只无临床异常。C 组尿沉渣眼观多于对照组,但少于 B 组,全期晶体细小。剖检发现,A 组山羊尿路正常无结石。B 组 2 只尿闭山羊出现肾结石与膀胱结石,3 只排尿不畅山羊有膀胱结石,B 组无临床异常的山羊出现肾内结石。C 组山羊有 1 只出现肾内结石。经  $\chi^2$ -检验,B 组与 A 组、C 组相比尿石症发病率差异显著( $P < 0.05$ )。成石各期晶体与结石变化,见图 1、图 2。成石前期晶体细小,成石中期晶体体积变大、大小不一,脱落肾小管上皮细胞出现,成石期晶体数量减少,出现结石颗粒。扫描电镜下晶体形状规则如细木条(图 2 左),结石呈颗粒状堆积,中间还包裹部分晶体(图 2 右)。



成石前期晶体 成石中期晶体 成石期晶体

图 1 成石各期晶体图

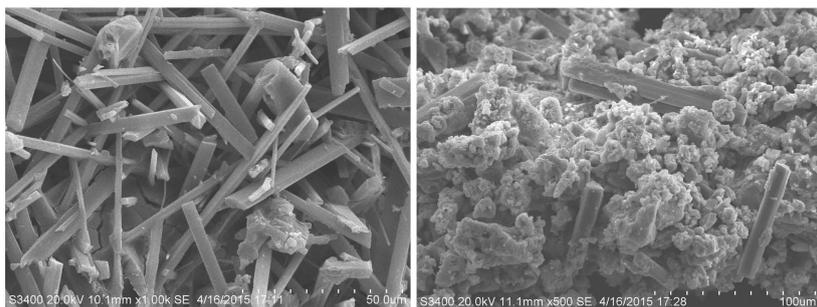


图 2 扫描电镜下晶体(左)与结石(右)形态图

2.2 组织病理学分析

B组成石山羊的肾小管上皮细胞变性坏死,肾小管代偿性扩张,出现细胞管型核蛋白管型,结缔组织增生,炎性细胞浸润(图3)。

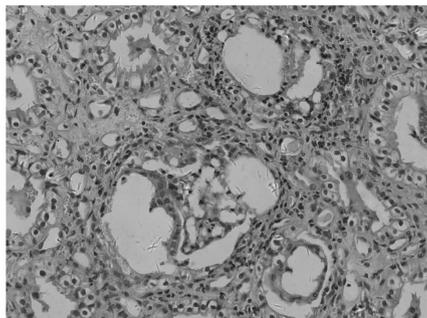


图3 B组成石山羊肾组织病理切片(HE×400)

2.3 晶体与结石成分分析

B组山羊尿沉渣晶体用X-射线能谱分析,能谱分析的结果表明,B组尿沉渣晶体与尿结石的主要组成元素均为磷、钾和镁,其组成初步判定主要成分为磷酸钾镁,详见图4、图5和表2、表3。

2.4 山羊不同时期血液尿液离子变化

在试验14d,各组血镁、血磷、血钙、血钾含量与0d水平无显著差异;在0d或14d的相同时期比较,A、B、C3组间血液离子水平未见显著差异。

在试验28d时,A组血镁、磷、钙、钾与14d无显著差异;B组在21~28d时,出现血镁含量显著升高( $P < 0.05$ ),血磷、血钾、血钙水平未出现显著变化。C组在28d时,血镁含量略有升高但显著低于B组( $P < 0.05$ ),血磷、血钾水平略下降,而血钙水平显著升高( $P < 0.05$ )(表4)。

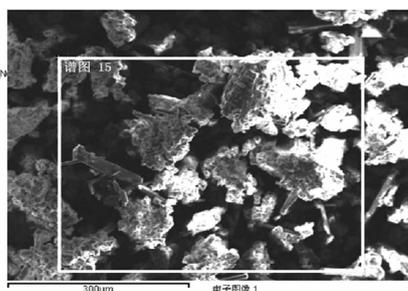
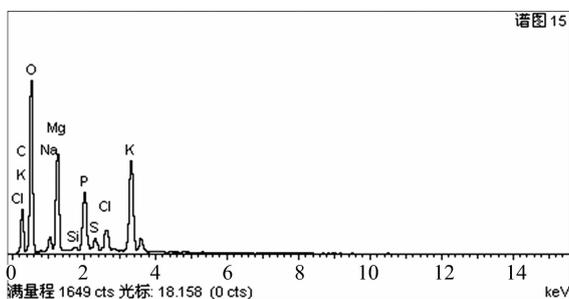


图4 尿沉渣晶体X-射线能谱分析图

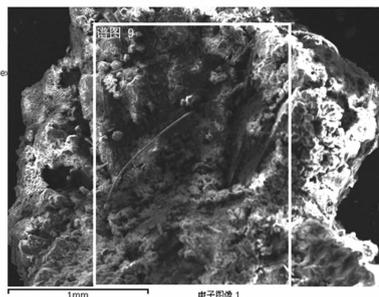
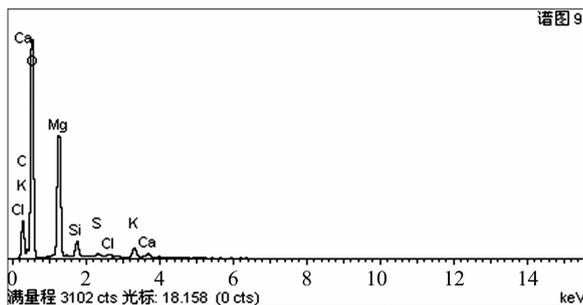


图5 尿结石X-射线能谱分析图

表2 尿沉渣晶体元素种类及比例

元素	质量 (%)	原子 (%)
C	21.70	30.42
O	52.58	55.34
Na	1.52	1.11
Mg	7.58	5.25
Si	0.22	0.13
P	4.51	2.45
S	0.92	0.48
Cl	1.91	0.91
K	9.06	3.90
总量	100.00	100.00

表3 尿结石晶体元素种类及比例

元素	质量 (%)	原子 (%)
C	25.45	32.92
O	60.18	58.42
Mg	11.37	7.27
Si	1.18	0.65
S	0.17	0.08
Cl	0.27	0.12
K	0.96	0.38
Ca	0.41	0.16
总量	100.00	100.00

在试验14d,各组山羊尿镁、尿磷、尿钾浓度略高于0d水平。A组山羊试验28d尿镁、尿磷、尿钾浓度与14d差异不显著;B组山羊21~28d以后结石已经发生,不能获得

24h尿液,所以未参与相关比较。C组山羊28d尿液镁、钙略升高,而尿液磷、钾略降低(表5)。

3 讨论

山羊尿石症不同于犬猫的草酸钙与磷酸铵镁结石,其发

表4 山羊不同时期血浆镁、钾、钙、无机磷离子含量变化( $n=6$ )

组别	日期(d)	镁(mmol/L)	无机磷(mmol/L)	钾(mmol/L)	钙(mmol/L)
A	0	0.66 ± 0.07c	3.38 ± 0.31b	4.43 ± 0.22b	1.72 ± 0.15
	14	0.69 ± 0.06b	3.41 ± 0.38a	4.52 ± 0.15b	1.69 ± 0.26
	28	0.71 ± 0.08b	3.43 ± 0.27a	4.56 ± 0.18b	1.64 ± 0.12
B	0	0.67 ± 0.06c	3.36 ± 0.43b	4.45 ± 0.14b	1.71 ± 0.19
	14	0.70 ± 0.09b	3.44 ± 0.39a	4.67 ± 0.16b	1.67 ± 0.11
	21~28*	1.29 ± 0.14bc	3.47 ± 0.38a	4.72 ± 0.25b	1.62 ± 0.23
C	0	0.68 ± 0.07c	3.41 ± 0.26b	4.63 ± 0.11b	1.70 ± 0.22
	14	0.72 ± 0.06b	3.45 ± 0.35a	4.77 ± 0.27b	1.65 ± 0.19
	28	0.88 ± 0.26a	2.79 ± 0.38c	4.58 ± 0.28a	1.84 ± 0.23

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。“\*”表示山羊尿闭发生后,B组测试样品在试验的21~28 d未能采集到24 h尿液。下表同。

表5 山羊不同时期尿液中镁、钾、钙、无机磷离子含量变化( $n=6$ )

组别	日期(d)	镁(mmol/L)	无机磷(mmol/L)	钾(mmol/L)	钙(mmol/L)
A	0	10.87 ± 0.76b	3.21 ± 0.18c	154.35 ± 13.34c	5.32 ± 0.47
	14	11.78 ± 1.13a	3.83 ± 0.58b	165.29 ± 12.25b	5.27 ± 0.56
	28	12.14 ± 0.87a	4.02 ± 0.46b	174.36 ± 11.43b	5.21 ± 0.73
B	0	11.13 ± 0.84b	3.26 ± 0.16c	149.79 ± 12.84c	5.38 ± 0.43
	14	11.85 ± 0.95a	3.78 ± 0.47b	162.26 ± 13.14b	5.29 ± 0.76
	21~28*	—	—	—	—
C	0	11.04 ± 1.02b	3.27 ± 0.21c	153.53 ± 12.41c	5.36 ± 0.64
	14	11.62 ± 0.97a	3.72 ± 0.54b	164.26 ± 13.17b	5.25 ± 0.59
	28	13.89 ± 0.84a	3.22 ± 0.35a	142.46 ± 12.47a	5.78 ± 0.98

生不一定源于泌尿系统感染。在早期阉割的山羊,尿石症的发生报道较多,但原因众说纷纭。作为磷酸盐结石,磷酸盐是结石成分之一,但对于草食动物来说,草料中大多高磷,从动物进化适应的角度来说,高磷难以作为主因,而且也有不少试验否定了高磷的质疑<sup>[8]</sup>。本次验证试验,将镁提升后,成功复制了山羊尿石症,结石的主要成分为磷酸钾镁。这也再次验证了Wang等用棉饼加高镁模式诱发山羊尿石症的研究。结石发生过程中,晶体增加,肾脏损伤,促进了结石形成<sup>[10-11]</sup>。扫描电镜下结石形态与棉粕和棉籽壳诱发雄性细毛羊尿结石<sup>[4]</sup>相似但不同。

增加钙的摄入,可以拮抗镁在肠道的吸收,这在血液与尿液镁离子浓度中得到体现。黄有才等研究认为,添加NaCl后,血清醛固酮水平显著降低<sup>[7]</sup>。醛固酮是一种盐皮质激素,有促进远曲小管和集合管排钠排钾的作用。添加NaCl后血液中的钠离子增多,血液内钾离子排入尿液的量亦减少,使尿钾浓度的降低,降低了磷酸钾镁生成的速率,因而减少了磷酸钾镁尿沉渣和结石的生成几率。添加NaCl后山羊尿量的增加,一方面稀释了尿液中离子的浓度,减少了尿沉渣晶体的析出,对尿结石形成有抑制作用。同时添加碳酸钙和氯化钠对尿结石防控效果明显。

从山羊尿结石防治的角度来说,控制镁的过度摄入,相对增加钙与钠的摄入有实践意义。一方面需要关注添加瘤胃缓冲剂中镁的用量,另外高镁的原料如棉饼、向日葵饼、小麦麸的量也要控制。钙与钠可以通过舔砖的模式让山羊自由采食,当然让山羊摄入足量的饮水,更是预防尿路结石的重要环节。

#### 参考文献:

[1] Munakata K, Suda H, Ikeda K. National institute[J]. Animal Health

Quarterly, 1974, 14: 31-32.

- [2] Wang X L, Huang K H, Gao J B, et al. Chemical composition and microstructure of uroliths and urinary sediment crystals associated with the feeding of high-level cottonseed meal diet to water Buffalo calves [J]. Research in Veterinary Science, 1997, 62(3): 275-280.
- [3] Huang K H, Wang X L, Yu Z H, et al. Pathogenesis of urolithiasis in Chinese swamp Buffalo calves caused by feeding high-level cottonseed meal diets [J]. Buffalo Journal, 1999, 3: 291-302.
- [4] 潘晓亮, 周恩库, 逊帕夏吐尔, 等. 棉粕和棉籽壳诱发雄性细毛羊尿结石 [J]. 中国兽医学报, 2010, 30(8): 1118-1121.
- [5] 周恩库, 潘晓亮. 棉籽粕和棉籽壳诱发绵羊尿结石对泌尿系统的影响 [J]. 中国饲料, 2014(17): 11-13.
- [6] 王金勇, 孙卫东, 王小龙. 高镁对诱发山羊尿石症的作用研究 [J]. 中国农业科学, 2008, 41(3): 852-860.
- [7] 黄有才, 严丽华, 俞向前. 氯化钠对饲喂棉饼诱发山羊泌尿系结石的预防试验 [J]. 畜牧与兽医, 2009, 41(4): 6-9.
- [8] George J W, Hird D W, George L W. Serum biochemical abnormalities in goats with uroliths; 107 cases (1992-2003) [J]. Journal of the American Veterinary Medical Association, 2007, 230(1): 101-106.
- [9] 孙卫东, 王金勇, 王小龙. 波尔山羊尿结石的显微结构和化学组成分析 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(12): 29-33.
- [10] Saeed R, Khan. Renal tubular damage/dysfunction; key to the formation of kidney stones [J]. Urological Research, 2006, 34(2): 86-91.
- [11] 孙卫东, 王金勇, 叶承荣, 等. 傅立叶变换红外光谱对动物尿结石成分的分析研究 [J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2006, 27(2): 56-58.