

刘勃兴, 童晓芳, 张博, 等. 外阴消毒对奶牛颗粒性外阴阴道炎综合征的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2026, 58 (8): 125–132.

LIU B X, TONG X F, ZHANG B, et al. The effect of vulvar disinfection on bovine granular vulvovaginitis syndrome [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2026, 58 (8): 125–132.

外阴消毒对奶牛颗粒性外阴阴道炎综合征的影响

刘勃兴¹, 童晓芳², 张博¹, 赵勐¹, 邵磊¹, 赵海军³, 张宸艺博², 高健², 张学^{1*}

(1. 现代牧业(集团)有限公司, 安徽 马鞍山 243000;

2. 中国农业大学动物医学院, 北京 100193;

3. 石家庄石牧药业有限公司, 河北 石家庄 050227)

摘要: 为了研究聚六亚甲基双胍 (PHMB) 与聚维酮碘 (PVP-I) 两种外阴消毒剂对不同病变程度奶牛颗粒性外阴阴道炎综合征 (GVS) 的影响, 本研究选取河北省某奶牛场 13~14 月龄荷斯坦母牛中, GVS 病变评分为 2 分和 3 分的病牛各 15 头, 每组均随机分为 PHMB 组、PVP-I 组及对照组, 每组 5 头。PHMB 组采用 PHMB 消毒液原液喷洒外阴黏膜, PVP-I 组采用 0.5% PVP-I 溶液喷洒, 两组均每日给药 1 次, 连续给药 5 d, 停药后持续观察 2 d, 记录用药期间及停药后 2 d 的临床症状与病变评分。结果: 2 分 GVS 病牛中, PHMB 组病变评分呈持续下降趋势, 停药后无病情反弹, 停药 2 d 时病变评分为 0.8 ± 0.5 , 症状减轻率为 80% (4/5), 无病情加重病例; PVP-I 组病变评分呈小幅波动下降, 停药 2 d 时评分为 1.8 ± 0.5 , 症状减轻率 60% (3/5), 无变化率 20% (1/5), 加重率 20% (1/5); 对照组病变评分先升高后维持在 3.0 ± 0.0 , 症状加重率达 100% (5/5)。3 分 GVS 病牛中: PVP-I 组与对照组病变评分全程无变化, 均维持在 3.0 ± 0.0 , 停药 2 d 时对照组与 PVP-I 组无变化率均为 100% (5/5); PHMB 组病变评分逐步下降, 用药 5 d 时降至 1.8 ± 0.5 , 停药后评分略有回升, 停药 2 d 时为 2.0 ± 1.0 , 症状减轻率 60% (3/5), 无变化率 40% (2/5)。PHMB 与 PVP-I 均能在一定程度上缓解 2 分 GVS 的临床症状, 且 PHMB 的缓解效果显著优于 PVP-I; PHMB 对 3 分 GVS 有一定症状缓解作用, 而 PVP-I 对 3 分 GVS 无明显改善效果。上述研究结果为 GVS 的防控提供了参考。

关键词: 奶牛; 颗粒性外阴阴道炎综合征; 六亚甲基双胍盐酸盐; 聚维酮碘

中图分类号: S854 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-5130(2026)08-0125-08

The effect of vulvar disinfection on bovine granular vulvovaginitis syndrome

LIU Boxing¹, TONG Xiaofang², ZHANG Bo¹, ZHAO Meng¹, SHAO Lei¹, ZHAO Haijun³,

ZHANG Chenyibo², GAO Jian², ZHANG Xue^{1*}

(1. Modern Dairy (Group) Co., Ltd., Ma'an Shan 243000, China;

2. College of Veterinary Medicine, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

3. Shijiazhuang Shimu Pharmaceutical Co., Ltd., Shijiazhuang 050227, China)

Abstract: To investigate the effects of vulvar disinfection with polyhexamethylene biguanidine (PHMB) and povidone-iodine (PVP-I) on bovine granular vulvovaginitis syndrome (GVS) at different lesion grades, a total of 30 Holstein heifers aged 13–14 months with GVS lesion scores of 2 and 3 were selected from a dairy farm in Hebei Province, with 15 animals for each score. The animals in each lesion score group were randomly divided into the PHMB group, the PVP-I group and the control group ($n=5$). The vulvar mucosa was sprayed with undiluted PHMB disinfectant in the PHMB group, and with 0.5% povidone-iodine solution in the PVP-I group. Both the treatment groups were administered once daily for 5 consecutive days, followed by 2 days of observation after drug withdrawal. Clinical symptoms and lesion scores were recorded during medication and 2 days after withdrawal. The results showed that in the GVS cows with a lesion score of 2, the lesion score in the PHMB group decreased continuously without rebounding after drug withdrawal, reaching 0.8 ± 0.5 at 2 days post-withdrawal, with a symptom remission rate of 80% (4/5), but no aggravated cases. In the PVP-I group, the lesion score fluctuated and slightly decreased, reaching 1.8 ± 0.5 at 2 days post-withdrawal, with a symptom remission rate of 60% (3/5), no-change rate of 20% (1/5), and aggravation rate of 20% (1/5). In the control group, the lesion score first increased and then remained at 3.0 ± 0.0 , with an aggravation rate of 100% (5/5). In the GVS cows with a lesion score of 3, the lesion scores in both the PVP-I and control groups remained unchanged at

收稿日期: 2026-03-12; 修回日期: 2026-06-05

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2023YFD1301802); 中国农业科学院北方农牧业技术创新中心项目 (BFGJ2023002)

第一作者: 刘勃兴, 男, 博士

* 通信作者: 张学, 博士, 正高级工程师, 研究方向为奶牛健康养殖及全产业链技术管理, E-mail: zhangxue@modernfarming.cn。

3.0±0.0 throughout the experiment, with a 100% (5/5) no-change rate at 2 days post-withdrawal. In the PHMB group, the lesion score gradually decreased to 1.8±0.5 on day 5 of treatment, rebounded slightly after withdrawal; and was 2.0±1.0 at 2 days post-withdrawal, with a symptom remission rate of 60% (3/5) and no-change rate of 40% (2/5). Both PHMB and PVP-I alleviated clinical symptoms of grade-2 GVS to a certain extent, and the therapeutic effect of PHMB was significantly better than that of PVP-I. PHMB exerted a certain remission effect on grade-3 GVS, while PVP-I showed no obvious improvement on grade-3 GVS.

Keywords: dairy cows; granular vulvovaginitis syndrome; PHMB; PVP-I

颗粒性外阴阴道炎综合征 (granular vulvovaginitis syndrome, GVS) 是雌性奶牛的一种生殖道疾病, 由 Isepponi 于 1887 年在瑞士首次报道, 其特征为外阴及阴道黏膜出现颗粒状组织和/或水疱, 伴随阴道黏膜红肿、炎性分泌物渗出等症状, 在后备母牛与繁殖期成年母牛中均有发生^[1]。GVS 可导致病牛产道损伤、继发细菌性阴道炎, 还会影响奶牛生殖系统发育及发情周期, 给奶牛养殖业带来严重经济损失^[1-3]。目前, GVS 的具体致病机制尚不明确, 但大量研究表明, 差异脉支原体 (*Ureaplasma diversum*)、支原体属其他病原的单独或混合感染可能是其发病原因^[4-6]。不过, 这一观点目前仍缺乏足够充分的试验数据予以佐证。

在 GVS 防治方面, 目前尚无特效防控方案。在人类感染性阴道炎的临床防治中, 采用抑菌或抗菌药物进行局部消毒是常用干预方法^[7], 因此该方案也为 GVS 治疗提供了潜在思路。聚维酮碘 (polyvinylpyrrolidone-iodine, PVP-I) 又称碘伏, 是碘与 1-乙烯基-2-吡咯烷酮均聚物形成的络合物, 作为一种持久、高效、非选择性杀菌消毒药物及优良的皮肤黏膜外用消毒剂, 常用于人类外阴瘙痒、淋病、滴虫性阴道炎等病症的治疗^[8-9]。在奶牛生产中, PVP-I 同样是常用消毒剂, 对牛分枝杆菌^[10]、牛传染性鼻气管炎病毒^[11]、大肠杆菌^[12]均具有一定杀灭或抑制作用。聚六亚甲基双胍盐酸盐 (polyhexa methylene biguanidine, PHMB) 由美国 ICI 公司于 1980 年率先制备, 具有杀菌力强、性质稳定、安全性高的特点, 广泛应用于外科手消毒、化妆品防腐、农作物杀菌、水产养殖水域消毒等领域^[13]。多项研究证实, PHMB 及其纳米制剂、乳头消毒剂对金黄色葡萄球菌、无乳链球菌、停乳链球菌、大肠杆菌等引起奶牛乳房炎的病原具有良好的体内外抗菌活性, 不仅能有效杀灭病原微生物, 还可抑制其生物膜形成、降低乳头及挤奶设备表面的病原载量, 在奶牛细菌性乳房炎的预防与辅助治疗中具备应用潜力^[14-16]。综上, PVP-I 与 PHMB 均为安全高效的消毒剂, 但二者是否可用于 GVS 的防控尚未见报道。

本研究以不同病变程度的 GVS 病牛为研究对象, 对比 PVP-I 与 PHMB 消毒剂进行外阴消毒对 GVS 病

情的影响, 旨在明确两种药物对不同程度 GVS 的适用性, 为奶牛 GVS 的防控提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

试验牛均为河北省某奶牛养殖场的 13~14 月龄荷斯坦母牛。试验前, 参考文献 [3, 17] 制定 GVS 病变评分标准 (表 1), 依据该标准对患病牛的 GVS 病变程度进行评分, 并同步记录耳标号及对应分数。

表 1 牛 GVS 病变评分标准

病变分数	病变描述
0	外阴及阴道黏膜外观正常, 无任何水疱、充血或炎症表现, 黏膜色泽、质地及湿润度均处于生理状态, 无异常分泌物
1	阴蒂附近有少量小水疱, 无充血现象
2	前庭黏膜上分布多个直径 1~2 mm 的水疱, 伴有轻度充血
3	前庭和阴道黏膜上分布多个大型水疱和瘀点, 有明显炎症反应
4	出现脓疱和/或坏死性病灶, 伴有严重炎症

注: 病变评分标准在参考文献 [3, 17] 的基础上补充完善后制定。

1.2 主要试剂

PHMB 消毒剂 (PHMB 浓度 0.203%~0.246%), 由石家庄石牧药业有限公司提供; 5% PVP-I 溶液, 购自河北远征药业有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 动物分组

依据表 1 的 GVS 病变评分标准, 从试验牛群中随机选取病变评分为 2 分和 3 分的病牛各 15 头。将 2 分、3 分病牛分别随机分为 3 组, 即 PHMB 组、PVP-I 组和对照组, 每组 5 头。

1.3.2 给药方法

给药前, 先充分暴露试验牛外阴部位, 再用 500 mL 手持式喷壶将对应药液均匀喷洒, 确保药液完全覆盖暴露的外阴黏膜区域。PHMB 组喷洒 PHMB 消毒液原液; PVP-I 组喷洒 0.5% PVP-I 溶液 (由 5% PVP-I 溶液加无菌蒸馏水稀释制备); 对照组无

药物处理。除对照组外，试验组均每日给药 1 次，连续给药 5 d。

1.3.3 观察指标

每次给药前，对试验牛外阴部位进行拍照留档，结合临床表现依据表 1 评分标准进行病变评分，记录不同病变评分的动物数量。连续给药 5 d 后停药，后续持续观察 2 d。试验结束后，以给药前病变评分为基线，计算各组每日观测病变评分与基线评分的差值作为病变评分变化值，同时统计各时间点病变评分变化值所占比例。除重点观察 GVS 病变情况外，每日同步观察并记录试验牛的精神状态，以及体温、呼吸、反刍等生理指标。

1.4 数据统计与分析

所有数据统计分析均采用 R 件 (version 4.2.3) 软件完成。数据先经 Shapiro-Wilk 检验验证正态性，其中正态分布数据采用单因素方差分析 (ANOVA) 结合 Tukey 检验进行组间多重比较，非正态分布数据采用 Kruskal-Wallis 检验进行组间比较。试验结果以“平均值±标准差”表示。 $P<0.05$ 表示组间差异具有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 PHMB 与 PVP-I 对 2 分 GVS 的影响

各组 2 分 GVS 病牛用药前后的临床表现见图 1。PHMB 组用药 3 d，水疱数量明显减少，残留水疱体积明显缩小，外阴黏膜无充血表现，黏膜状态趋于正常；用药 5 d 时，水疱进一步消退，仅残留极少量微小水疱，黏膜表面光滑，无红肿、粗糙等异常症状；停药 2 d，黏膜状态与用药 5 d 基本一致，水疱无复发，亦无充血、肿胀等恶化迹象。PVP-I 组用药 3 d，水疱数量较用药前减少、体积略有缩小，但外阴黏膜出现轻度充血；用药 5 d，水疱数量维持在较少水平，而黏膜充血程度略有加重，局部略显潮红；停药 2 d，水疱无明显增多或增大，未出现病变恶化趋势。对照组用药 3 d，水疱数量明显增加、体积显著增大，外阴黏膜出现明显充血潮红，局部肿胀症状加剧；用药 5 d，水疱进一步增多且部分融合，黏膜充血、潮红程度加重，表面逐渐粗糙；停药 2 d，水疱大量融合形成较大病灶，黏膜充血、肿胀显著，局部黏膜粗糙，病变程度较用药 5 d 进一步恶化。除上述 GVS 病理变化外，所有试验牛的精神状态及体温、呼吸、反刍等生理指标均无异常。



图 1 2 分 GVS 病牛经 PHMB 与 PVP-I 处理后的临床病变变化

用药前后各组病牛的病变评分见图 2。对照组病变评分在用药期间评分呈持续升高趋势，至用药 3 d 已升至最高（3±0）并维持稳定；停药后病变评分无变化，停药 2 d 病变评分为 3±0；整体变化呈先上升后维持平稳状态。PHMB 组病变评分用药期间呈现持续下降趋势；在停药 1 d 病变评分出现进一步下降达最低点（0.8±0.5），随后维持稳定（停药 2d 病变评分为 0.8±0.5）；整体变化呈逐渐下降趋势。PVP-I 组病变评分用药期间呈下降趋势；在用药 3 d 达到最

低点（0.8±0.5），随后用药 4 d 上升至 2.0±0.7，用药 5 d 又下降至 1.8±0.8；PVP-I 组在停药 1 d 病变评分出现进一步下降，病变评分为 1.6±0.9，随后维持平稳（停药 2 d 病变评分为 1.6±0.9）。比较三组病变评分，从用药 1 d 开始至停药 2 d，对照组病变评分显著高于其余两组（ $P<0.05$ ）。比较 PHMB 组与 PVP-I 组病变评分，在用药前 2 d，两组数据无显著性差异（ $P<0.05$ ），而从用药 3 d 开始至停药 2 d，PHMB 组病变评分显著低于 PVP-I（ $P<0.05$ ）。

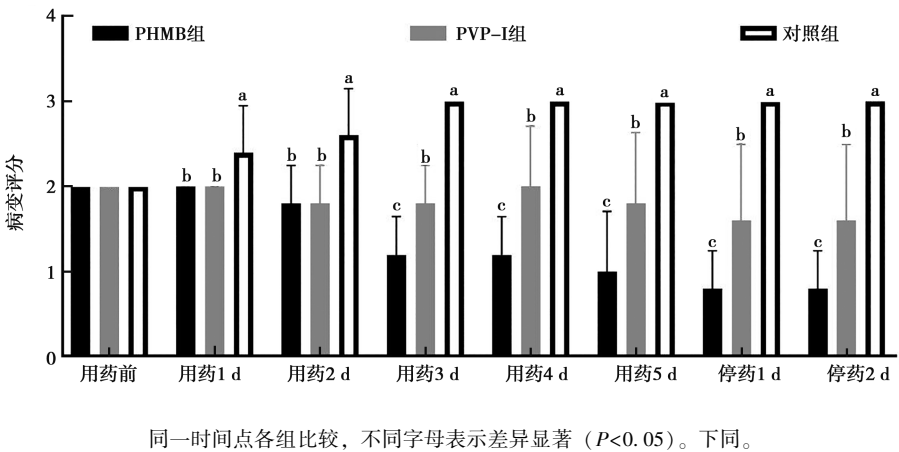


图 2 2 分 GVS 病牛经 PHMB 与 PVP-I 处理后不同时间的病变评分

各组病变评分变化值及其占比见表 2。用药 1 d，PHMB 组与 PVP-I 组病牛病变评分均无变化（100% 病牛的评分变化值为“0”），而对照组 40% 病牛出现病情加重（评分变化值为“+1”）。用药 2~3 d，PHMB 组病情减轻的病牛比例逐步升高（用药 2 d 20% 病牛评分变化值为“-1”，用药 3 d 升至 80%）；PVP-I 组病情减轻的病牛比例始终维持在 20%（评分变化值为“-1”）；对照组则在用药 3 d 全部病牛均出现病情加重（100% 病牛评分变化值为“+1”）。用药 5 d，PHMB 组 60% 病牛评分变化值为“-1”，20% 为“-2”，病情持续改善；PVP-I 组仅 40% 病牛评分变化值为“-1”，且 20% 病牛出现病情加重（评

分变化值为“+1”）；对照组仍保持 100% 病牛病情加重的状态。停药 2 d，PHMB 组 80% 病牛的评分变化值维持为“-1”，20% 维持为“-2”，无病情反弹；该组症状减轻率为 80%（4/5），无症状加重病例。PVP-I 组 60% 病牛的评分变化值为“-1”，20% 病牛出现病情加重（评分变化值为“+1”）；该组症状减轻率为 60%（3/5），无变化率为 20%（1/5），加重率为 20%（1/5）。对照组所有病牛（100%）均维持病情加重状态。

上述数据表明，PHMB 与 PVP-I 对初始病变评分为 2 分的 GVS 病牛均能在一定程度上缓解其临床症状，且 PHMB 的缓解效果显著优于 PVP-I。

表 2 PHMB 与 PVP-I 处理 2 分 GVS 的病变评分变化值及占比 (n=5)

时间	PHMB 组各病变评分变化值占比/%			PVP-I 组各病变评分变化值占比/%			对照组各病变评分变化值占比/%	
	-2	-1	0	-1	0	+1	+1	0
用药 1 d			100 (5)			100 (5)	40 (2)	60 (3)
用药 2 d		20 (1)	80 (4)	20 (1)	80 (4)		60 (3)	40 (2)
用药 3 d		80 (4)	20 (1)	20 (1)	80 (4)		100 (5)	
用药 4 d		80 (4)	20 (1)	20 (1)		20 (1)	100 (5)	
用药 5 d	20 (1)	60 (3)	20 (1)	40 (2)	40 (2)	20 (1)	100 (5)	

续表2

时间	PHMB 组各病变评分变化值占比/%			PVP-I 组各病变评分变化值占比/%			对照组各病变评分变化值占比/%	
	-2	-1	0	-1	0	+1	+1	0
停药 1 d	20 (1)	80 (4)		60 (3)	20 (1)	20 (1)	100 (5)	
停药 2 d	20 (1)	80 (4)		60 (3)	20 (1)	20 (1)	100 (5)	

注：-1/-2/0/+1 为与用药前相比病变评分变化值，正值表示症状加重，负值表示症状减轻，0 表示无变化；（）中为同一病变评分变化值的动物数量。下同。

2.2 PHMB 与 PVP-I 对 3 分 GVS 的影响

各组 3 分 GVS 病牛用药前后的临床表现见图 3。用药前，3 组病牛外阴黏膜均存在不同程度红肿，黏膜表面可见数十个散在分布的大型水疱，且伴随不同程度充血和肿胀。PHMB 组用药 3 d，水疱数量显著减少、体积明显缩小，黏膜充血程度减轻；用药 5 d 水疱进一步消退，黏膜表面趋于光滑平整；停药 2 d 症状未出现恶化，黏膜状态基本维持用药 5 d 的改善水平。PVP-I 组用药 3 d，水疱数量增多、体积增

大，黏膜充血肿胀程度加重；用药 5 d 水疱进一步聚集融合，黏膜红肿更显著；停药 2 d 水疱融合趋势加剧，阴道黏膜充血症状明显加重。对照组用药 3 d，水疱数量明显增加、体积增大，黏膜充血肿胀；用药 5 d 水疱广泛分布且多数融合，黏膜红肿显著；停药 2 d 水疱融合成片，阴道黏膜充血、肿胀程度进一步加重，局部黏膜状态恶化明显。除上述 GVS 相关病理变化外，所有试验牛的精神状态及体温、呼吸、反刍等生理指标均无异常。



图3 3分GVS病牛经PHMB与PVP-I处理后的临床病变

用药前后的病变评分见图 4。对照组与 PVP-I 组在整个试验期间病变评分无明显变化，始终维持在 3.0±0.0。PHMB 组病变评分在用药前 2 d 无明显变化，用药 3~5 d 快速下降，用药 5 d 降至最低点 (1.8±0.5)，停药后呈回升趋势，停药 2 d 评分为

2.0±1.0。组间比较结果显示，对照组与 PVP-I 组在整个试验期间无统计学差异 ($P>0.05$)；PHMB 组在用药 4 d 至停药 1 d 期间，病变评分显著低于其余两组 ($P<0.05$)，其余时间点 3 组间无统计学差异 ($P>0.05$)。

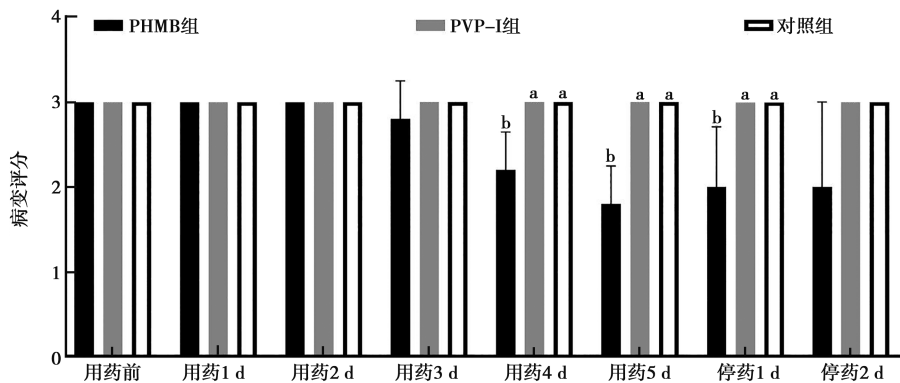


图4 3分 GVS 病牛经 PHMB 与 PVP-I 处理后不同时间的病变评分

各组的病变评分变化值见表3。整个试验期间，PVP-I 组与对照组病牛的病变评分均无变化，100% 病牛的评分变化值为“0”。PHMB 组用药前 2 d，病牛病变评分无变化（100% 病牛的评分变化值为“0”）；用药 3 d，20% 病牛病情减轻（评分变化值为“-1”），80% 病牛维持无变化（评分变化值为“0”）；用药 4 d，80% 病牛病情减轻（评分变化值为“-1”），20% 维持无变化（评分变化值为“0”）；用药 5 d，80% 病牛病情减轻（评分变化值为“-1”），20% 病情进一步减轻（评分变化值为“-2”）；停药 1 d，60% 病牛维持评分变化值

“-1”，20% 维持“-2”，20% 恢复至无变化（评分变化值为“0”）；停药 2 d，20% 病牛维持评分变化值“-1”、40% 为“-2”，40% 恢复至无变化（评分变化值为“0”）。停药 2 d，对照组与 PVP-I 组无变化率均为 100%（5/5），PHMB 组症状减轻率为 60%（3/5），无变化率为 40%（2/5）。

上述数据表明，PVP-I 对初始病变评分为 3 分的 GVS 病牛无缓解效果，而 PHMB 具有一定的临床症状缓解作用，但停药后部分病牛的病情出现小幅回升趋势。

表3 PHMB 与 PVP-I 处理 3 分 GVS 的病变评分变化统计 (n=5)

时间	PHMB 组各病变评分变化值占比/%			PVP-I 组各病变评分变化值占比/%		对照组各病变评分变化值占比/%
	-2	-1	0	0		0
用药 1 d			100 (5)	100 (5)		100 (5)
用药 2 d			100 (5)	100 (5)		100 (5)
用药 3 d		20 (1)	80 (4)	100 (5)		100 (5)
用药 4 d	20 (1)	80 (4)		100 (5)		100 (5)
用药 5 d	20 (1)	80 (4)		100 (5)		100 (5)
停药 1 d	20 (1)	60 (3)	20 (1)	100 (5)		100 (5)
停药 2 d	40 (2)	20 (1)	40 (2)	100 (5)		100 (5)

3 讨论

目前，巴西^[1-4]、瑞士^[17]、新西兰^[18]、加拿大^[19]等国均有 GVS 相关病例报道。在中国，截至投稿时仅检索到 2003 年的一篇简短病例报道^[20]，且该报道中牛群基础信息、发病特征等关键内容缺失。本研究首次对中国牛群中 GVS 的临床症状进行了系统性描述，但尚未对该病在中国牛群中的流行态势开展深入研究。鉴于 GVS 在中国牛群中的发病率及流行特征尚不明确，仍需通过进一步的流行病学调查予以厘清。此外，多数研究表明，GVS 与差异脉支原体（*Ureaplasma diversum*）感染密切相关，但也有研究指出，牛生殖道支原体（*Mycoplasma bovis*）、牛疱疹病毒（*Bovine herpesvirus*）1 型和 4 型的感染也可能与 GVS 发病相关^[17-18,21]。综上，仍需开展更为系统的流行病学调查，并结合组学技术与动物试验，从病原学层面明确 GVS 的主要致病机制，为该病的精准防控提供理论支撑。

本研究通过临床试验探究了 PHMB 与 PVP-I 两种消毒剂对 GVS 的影响。结果显示，两种药物对轻

症 GVS (病变评分 2 分) 均具有一定缓解作用。试验结束时, PHMB 组 5 头病牛 (100%) 全部实现症状减轻, 其中 1 头 (20%) 病变评分变为 0 (病变评分变化值达 -2), 且停药 2 d 未出现症状反弹; 而 PVP-I 组仅 3 头病牛 (60%) 症状减轻, 1 头 (20%) 症状无变化, 1 头 (20%) 症状加重。上述结果表明, PHMB 对轻症 GVS 的缓解显著优于 PVP-I。重症 GVS (病变评分 3 分) 的结果显示, PHMB 组用药 5 d, 5 头病牛 (100%) 均出现症状减轻, 但停药 2 d, 1 头病牛 (20%) 的病变评分回升至 3 分; PVP-I 组 5 头病牛 (100%) 的症状均未得到改善。这表明 PHMB 对重症 GVS 具有一定的对症缓解作用, 而 PVP-I 对重症 GVS 无缓解效果。两种消毒剂外阴消毒后对 GVS 影响具有一定的差异, 可能与其消毒机制的不同相关。PHMB 作为阳离子双胍类聚合物, 其作用机制为: 通过结合细菌细胞壁带负电的磷酸磷脂基团, 将分子非极性片段嵌入细胞膜疏水区域导致膜功能紊乱; 同时扩大膜脂质分子间距, 影响离子泵、酶及受体功能并增强膜通透性, 最终破坏微生物细胞壁与细胞膜结构导致其死亡^[22]。PVP-I 则通过碘与无杀菌活性的合成载体聚合物聚维酮形成复合物, 在水介质中释放游离碘并建立动态平衡, 且随着杀菌过程中碘的消耗, PVP-I 储存库可持续释放游离碘; 游离碘通过抑制细菌关键细胞机制与结构, 氧化细菌细胞膜中的核苷酸、脂肪/氨基酸及呼吸链相关酶, 导致其变性失活, 从而发挥杀菌作用^[23]。与对照组对比可见, 两种消毒剂处理组均能延缓 GVS 病程进展, 而对照组症状呈显著恶化趋势, 但对照组病变评分未进一步发展至 4 分。在实际生产中, 4 分 GVS 病变多见于产后头胎牛, 提示 4 分 GVS 病变的发生可能需外力压迫 (如产犊过程中病变组织受挤压) 的诱发, 但其具体发病机制及症状演变规律仍需进一步研究证实。

尽管 PHMB 外阴消毒对轻症和重症 GVS 均表现出良好的临床症状缓解效果, 但在给药方式方面, 需多次重复连续给药, 在规模化牧场应用中存在人工成本较高的问题。基于此, 可尝试研发高浓度缓释剂型, 以期通过 1~2 次给药即可实现理想缓解效果, 简化操作流程、降低养殖成本。此外, 本研究结果显示, 重症 GVS 的缓解难度显著高于轻症病例。因此, 可尝试将 PHMB 应用于 13 月龄左右后备牛的环境消毒或后躯消毒, 探索其在 GVS 预防中的应用价值 (如降低发病率或减轻发病严重程度)。另外, 由于牛群生产管理的问题, 本研究仅观察至停药处理后 2 d 的临床变化, 停药时间延长后的效果需进一步验证。

本研究探究了 PHMB 与 PVP-I 两种消毒剂对 GVS 的缓解效果, 其他常用黏膜消毒剂 (如氯己定、新洁尔灭、高锰酸钾等) 是否具备 GVS 防控或辅助治疗的潜力, 仍需进一步验证。此外, 在牛阴道炎的临床治疗中, 微生态制剂 (如约氏乳杆菌 SQ0048^[24]) 和中药方剂 (如益母草散^[25]和自拟清宫汤^[26]) 已被证实具有良好治疗效果, 此类制剂或方剂是否可应用于 GVS 的治疗, 或与上述消毒剂配合治疗的效果如何, 同样值得深入研究。

4 结论

本研究结果表明, PHMB 和 PVP-I 均能在一定程度缓解 2 分 GVS 的临床症状, 且 PHMB 的缓解效果显著优于 PVP-I; PHMB 对 3 分 GVS 具有一定缓解作用, PVP-I 对 3 分 GVS 无明显缓解效果。

参考文献:

- [1] AZEVEDO J B, SILVA G S, ROCHA P S, et al. Presence of *Ureaplasma diversum* in the genital tracts of female dairy cattle in Mato Grosso State, Brazil [J]. Trop Anim Heal Prod, 2017, 49 (2): 311-316.
- [2] GAETI J G, LANA M V, SILVA G S, et al. *Ureaplasma diversum* as a cause of pustular vulvovaginitis in bovine females in Vale Gupore, Mato Grosso State, Brazil [J]. Trop Anim Health Prod, 2014, 46 (6): 1059-1063.
- [3] PÔRTO R, OLIVEIRA B F, FERRAZ H, et al. Histopatology of the reproductive tract of Nellore pubertal heifers with genital ureaplasmosis [J]. An Acad Bras Cienc, 2017, 89 (4): 2987-2996.
- [4] CARDOSO M V, SCARCELLI E, GRASSO L M, et al. *Ureaplasma diversum* and reproductive disorder in Brazilian cows and heifers; first report [J]. Anim Reprod Sci, 2000, 63 (3/4): 137-143.
- [5] SANTOS JUNIOR M N, DE MACÊDO NERES N S, CAMPOS G B, et al. A review of *Ureaplasma diversum*: a representative of the Mollicute class associated with reproductive and respiratory disorders in cattle [J]. Front Vet Sci, 2021, 8: 572171.
- [6] BRITTON A P, MILLER R B, RUHNKE H L, et al. The recovery of ureaplasmas from bovine embryos following *in vitro* exposure and ten washes [J]. Theriogenology, 1988, 30 (5): 997-1003.
- [7] 许郑青, 马红滨, 林华妹. 微生态制剂联合甲硝唑治疗复发性细菌性阴道炎的临床效果 [J]. 临床合理用药, 2025, 18 (27): 111-114.
- [8] 巴剑波, 刘玉明, 殷明, 等. 聚维酮碘的理化性能及其消毒应用研究进展 [J]. 中国消毒学杂志, 2009, 26 (5): 548-550.
- [9] 崔静, 王新明, 王康, 等. 聚维酮碘溶液消毒机制及稳定性研究综述 [J]. 山东化工, 2025, 54 (10): 78-81.
- [10] 郭建华, 包美娟, 王娟, 等. 几种消毒剂对牛型结核分枝杆菌的杀菌效果试验 [J]. 中国兽医杂志, 2016, 52 (10): 74-76.
- [11] 辛志浩, 刘明明, 刘行波, 等. 新型聚维酮碘对牛传染性鼻气

- 管炎病毒灭活效果试验 [J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2019, 31 (1): 42-48, 55.
- [12] 张国礼, 马高民, 金兰梅, 等. 牛舍环境中大肠杆菌对常用消毒剂耐药性的研究 [J]. 中国奶牛, 2018 (2): 32-36.
- [13] 闫华, 韩江升, 林煦, 等. 聚六亚甲基双胍盐酸盐的性能、应用与合成进展 [J]. 山东化工, 2017, 46 (20): 47-48.
- [14] FIDELIS C E, DE FREITAS LEITE R, GARCIA B L N, et al. Antimicrobial activities of polyhexamethylene biguanide against biofilm-producing *Prototheca bovis* causing bovine mastitis [J]. J Dairy Sci, 2023, 106 (2): 1383-1393.
- [15] LEITE RF, GARCIA B L N, BARBOSA K D S, et al. Polyhexamethylene biguanide nanoparticles inhibit biofilm formation by mastitis-causing *Staphylococcus aureus* [J]. Vet Sci, 2025, 12 (5): 507.
- [16] LU Y, WANGD, ZHANG Y, et al. Preparation and antimicrobial activity of a film-forming polyhexamethylene biguanide teat disinfectant [J]. Int J Mol Sci, 2023, 24 (24): 17444.
- [17] GAMBARINI M L, KUNZ T L, OLIVEIRA FILHO B D, et al. Granular Vulvovaginitis Syndrome in Nelore pubertal and post pubertal replacement heifers under tropical conditions: role of *Mycoplasma* spp., *Ureaplasma diversum* and BHV-1 [J]. Trop Anim Heal Prod, 2009, 41 (7): 1421-1426.
- [18] O' CONNELL J, LAWRENCE K, FERMIN L, et al. Outbreak of post-parturient infectious pustular vulvovaginitis in a New Zealand dairy herd [J]. N Z Vet J, 2026, 74 (1): 66-72.
- [19] DOIG P A, RUHNKE H L, MACKAY A L, et al. Bovine granular vulvitis associated with *Ureaplasma* infection [J]. Can Vet J, 1979, 20 (4): 89-94.
- [20] 林广, 王廷斌, 林劲松, 等. 大蒜醋浸溶液在治疗母牛颗粒性阴道炎上的应用 [J]. 黑龙江动物繁殖, 2003, 11 (3): 35.
- [21] MOELLER R B Jr, CROSSLEY B, ADASKA J M, et al. Parapox-viral vulvovaginitis in Holstein cows [J]. J Vet Diagn Invest, 2018, 30 (3): 464-467.
- [22] BABALSKA Z Ł, KORBECKA-PACZKOWSKA M, KARPINSKI T M. Wound antiseptics and European guidelines for antiseptic application in wound treatment [J]. Pharmaceuticals, 2021, 14 (12): 1253.
- [23] BIGLIARDI P L, ALSAGOFF S A L, EL-KAFRAWI H Y, et al. Povidone iodine in wound healing: a review of current concepts and practices [J]. Int J Surg, 2017, 44: 260-268.
- [24] 张林冲, 贺凤英, 程超. 一种治疗奶牛阴道炎症微生态制剂的临床药效学研究 [J]. 中国兽药杂志, 2020, 54 (1): 59-66.
- [25] 陈勇, 黄守琼, 王银, 等. “益母草散”对奶牛阴道炎防治方法的探讨 [J]. 畜牧市场, 2009 (10): 14-16.
- [26] 黄修奇. 自拟清宫汤治疗奶牛细菌性阴道炎临床观察 [J]. 中国奶牛, 2010 (6): 60-61.