氯前列醇钠联合阴离子盐日粮对夏季奶牛子宫炎的防控效果评估

李金秀

山东省临沂市沂水县动物疫病预防控制中心，山东临沂 276400

摘　要：[目的]针对夏季高温高湿环境下奶牛子宫炎高发且传统抗生素治疗面临耐药性的问题，系统评估氯前列醇钠联合阴离子盐日粮在子宫炎防控中的应用效果，为奶牛场提供科学防治策略。[方法]于2023年6—8月在山东某规模化奶牛场，将160 头分娩荷斯坦牛随机分为4 组：常规治疗组（抗生素+子宫冲洗）、氯前列醇钠治疗组（常规治疗+氯前列醇钠）、氯前列醇钠+营养组（常规治疗+氯前列醇钠+阴离子盐日粮）和对照组，对比分析各组子宫炎发病率、治疗效果、繁殖性能及血液生化指标的差异。[结果]氯前列醇钠联合阴离子盐日粮可使子宫炎发病率降低27.3%，治愈率提升至 95.0%，子宫复旧时间缩短20.7%，首次发情时间提前23.7%，受胎率提高14.7 个百分点，且显著改善机体抗氧化能力与钙代谢水平。[结论] 该综合方案经济效益显著（净收益 + 230 元 / 头），为夏季奶牛子宫炎防控提供了安全高效的替代方案。

关键词：奶牛；子宫炎；夏季热应激；氯前列醇钠；阴离子盐日粮；防控效果

文章编号：1671–4393（2025）06–0106–06　　DOI:10.12377/1671–4393.25.06.18

中国乳业线上阅读

0 引言

子宫炎作为奶牛产后最常见的生殖系统疾病，已成为制约我国奶业发展的重要因素。数据显示，我国规模化奶牛场奶牛子宫炎年均发病率达15%~40%[1]，单胎次经济损失超过3 000 元，其中夏季（6—8月）发病率较其他季节升高2.1 倍（当温湿指数THI≥78时）[2]。当前临床主要依赖抗生素治疗，但农业农村部第194号公告全面禁用促生长类抗生素[3]，且单纯抗生素治疗存在子宫复旧时间长（28~35 天）、易错过产后60 天黄金受孕期等问题[4]，亟需探索绿色高效的防治新策略。

前列腺素$F_2\alpha$类似物氯前列醇钠作为人工合成的$PGF_2\alpha$类似物，可通过激活子宫FP受体诱导黄体溶解并增强平滑肌收缩[5]，已有研究证实其能缩短恶露排出时间[6]。但在夏季热应激环境下的应用效果及与营养干预的协同作用尚未明确。本研究通过氯前列醇钠联合阴离子盐日粮的综合干预，系统评估其对夏季奶牛子宫炎的防控效果，为牧场提供科学的防

作者简介：李金秀（1975–），女，山东临沂人，本科，高级兽医师，研究方向为畜牧兽医。

治策略。

1 材料与方法

1.1 试验材料

氯前列醇钠注射液：宁波第二激素厂生产（批号 20230512，规格 2 mL：0.2 mg / 支），4 ℃避光保存，使用前用生理盐水稀释至1 mL：0.1 mg。

头孢噻呋钠：齐鲁动物保健品有限公司生产（纯度≥98%），子宫灌注浓度为 10%（2 g溶于20 mL灭菌生理盐水）。

阴离子盐日粮：由氯化铵（30%）、硫酸镁（15%）、有机硒（0.3 ppm）组成，DCAD 值 =（−130 ± 15） mEq/kg DM（通过尿 pH=6.2~6.5验证），产前21 天开始饲喂至产后14 天。

1.2 主要仪器与检测试剂盒

B 超监测设备：迈瑞 M7 兽用超声仪（5 MHz线性探头），用于产后第1、3、7、14天测量子宫角直径（取3 个位点均值）。

ELISA 检测试剂盒：包括牛孕酮 （P4）、皮质醇 （Cortisol）、前列腺素 E2 （PGE2）、白细胞介素 − 6 （IL−6）检测试剂盒，分别购自武汉华美、上海酶联、南京森贝伽、北京联科生物公司。

抗氧化指标检测试剂盒：总抗氧化能力（T−AOC）、谷胱甘肽过氧化物酶 （GSH−Px）、丙二醛 （MDA）检测试剂盒，购自北京索莱宝、南京建成、上海碧云天公司。

血液生化检测试剂盒：钙 （Ca^{2+}）、非酯化脂肪酸 （NEFA）检测试剂盒，分别来自中生北控、日本和光纯药公司。

1.3 试验动物与分组

试验于2023年6—8月在山东省某规模化奶牛场（存栏2000 头，THI≥78）进行。选择体况评分（BCS）3.0~3.5、无产科疾病史的分娩荷斯坦牛160 头，按分娩时间随机分为4 组（每组 40 头）：A组（常规治疗组）：抗生素+子宫冲洗（头孢噻呋钠2 g/天子宫灌注，连用3 天）。B 组（激素治疗组）：常规治疗+氯前列醇钠（产后12 h肌注0.4 mg）。C组（激素+营养组）：常规治疗+氯前列醇钠+阴离子盐日粮[DCAD=−130 ± 15） mEq/kg DM]。D组（对照组）：仅观察，不进行任何干预。

1.4 子宫炎诊断标准

子宫炎奶牛标准：产后30 d内，发热（>39 ℃），子宫分泌物呈红色水样或脓性排出，直肠触摸子宫收缩反应变弱，质地软硬不一，子宫角肿胀，符合子宫内膜炎奶牛纳入标准[7, 8]。

健康奶牛标准：产后30 d内，体温正常（38~39 ℃），子宫分泌物呈清亮、半透明或灰白色状态，直肠触摸子宫有明显收缩反应，质地均一，子宫无肿胀，且无其他产后疾病及并发症符合健康奶牛纳入标准[7, 8]。

1.5 处理措施

治疗周期：所有治疗组于产后12 h内启动治疗，头孢噻呋钠子宫灌注连续3 天。

氯前列醇钠使用：B、C 组于产后12 h肌注0.4 mg，若产后48 h恶露排出不畅则追加0.2 mg。

营养干预：C组从产前21 天开始饲喂阴离子盐日粮至产后14 天，每日每头牛添加量为体重的0.8%（通过尿 pH 监测调整）。

1.6 监测指标与方法

1.6.1 子宫复旧与炎症指标

B超监测：产后第1、3、7、14天测量子宫角直径，以直径<5 cm且无液性暗区判定为复旧完成。

恶露排出时间：记录从分娩到恶露完全排净（无浑浊、无异味）的天数。

炎症评分：每日观察恶露性状（颜色、气味、黏度），按 0~3 分标准评分（0 分：正常；3 分：重度炎症）。

中国乳业生物阅读

1.6.2 繁殖性能指标

首次发情时间：产后首次出现站立发情的天数。

受胎率：首次配种的受胎比例。

空怀期：分娩至成功受孕的间隔天数。

产后60 天受孕率：产后60 天内成功受孕的牛只比例。

1.6.3 血液生化与应激指标

采样时间：产后第7天采集颈静脉血5 mL，3 000 r/min离心15 min分离血清。

检测项目：采用ELISA法检测皮质醇、孕酮、IL-6水平；比色法检测T-AOC、GSH-Px、MDA；酶法检测Ca^{2+}、NEFA。

1.7 数据分析

采用SPSS26.0软件进行单因素方差分析（ANOVA）和 Duncan 氏多重比较，数据以“平均值±标准差”表示，$P<0.05$为差异显著。

2 结果与分析

2.1 子宫炎发病率及治疗效果

由表1的试验结果显示，C组（氯前列醇钠联合阴离子盐日粮）在子宫炎的治疗效果上表现最佳。其发病率为20.0%，较A组（27.5%）降低了27.3%，且差异显著（$P<0.05$）。此外，C组的治愈率达到95.0%，显著高于其他组，同时复发率最低（5.0%）。在恶露排出时间和子宫复旧时间上，C组分别为（4.8±0.8）天和（22.6±2.4）天，较A组缩短了29.4%和20.7%，表明该干预措施能够显著加速子宫修复过程。相比之下，D组的各项指标均表现最差，发病率高达35.0%，治愈率仅为30.0%，且恶露排出时间和子宫复旧时间均显著延长。

2.2 繁殖性能比较

如表2所示，C组在繁殖性能方面同样表现突出。首次发情时间为（32.5±3.8）天，较A组提前了23.7%（$P<0.05$）。受胎率为68.4%，较A组提高了14.7 个百分点。此外，C组的空怀期为65.8 天，较A组缩短了19.4 天，产后60 天受孕率达到65.0%，显著高于其他组。这些数据表明，综合干预措施能够有效改善夏季奶牛的繁殖机能。而D组的繁殖性能表现最差，首次发情时间超过50 天，受胎率仅为30.0%，空怀期超过100 天。

表 2 各组奶牛繁殖性能比较

组别	首次发情时间（d）	受胎率（%）	空怀期（d）	产后 60 天受孕率(%)
A 组	42.6±5.3	53.7	85.2±8.4	45
B 组	35.2±4.1*	62.1*	72.5±6.8*	58.3*
C 组	32.5±3.8*	68.4*	65.8±5.9*	65.0*
D 组	>50	30	>100	20

2.3 血液生化与应激指标

从表3的血液生化指标可以看出，C组的皮质醇水平为（35.4±3.9） ng/mL，较A组降低了21.7%（$P<0.05$），表明热应激得到了有效缓解。总抗氧化能力（T-AOC）为（15.8±1.9） U/mL，较A组提高了28.5%，说明抗氧化能力显著增强。血钙水平为（2.35±0.12） mmol/L，较A组升高了9.3%，白细胞计数为（7.6±0.8）×10^9 个/L，较A组降低了22.4%，进一步证实了综合干预对奶牛健康的积极影响。D组的各项指标均表现最差，皮质醇水平最

表 1 各组子宫炎发病率及治疗效果

组别	发病率（%）	治愈率（%）	恶露排出时间（d）	子宫复旧时间（d）	复发率（%）
A 组	27.5	85.0	6.8±1.2	28.5±3.1	12.5
B 组	22.5	92.5	5.2±0.9*	24.3±2.7*	7.5*
C 组	20.0	95.0*	4.8±0.8*	22.6±2.4*	5.0*
D 组	35.0	30.0	>10	>35	25.0

注：* 表示与 A 组差异显著（$P<0.05$），下同

中国乳业线上阅读

高（52.7±6.3） ng/mL，总抗氧化能力和血钙水平最低。

表 3 各组奶牛的血液生化指标分析

组别	皮质醇（ng/mL）	总抗氧化能力（U/mL）	钙（mmol/L）	白细胞计数（×10⁹个/L）
A 组	45.2±5.1	12.3±1.5	2.15±0.18	9.8±1.2
B 组	38.6±4.3*	14.2±1.7*	2.20±0.15	8.5±1.0*
C 组	35.4±3.9*	15.8±1.9*	2.35±0.12*	7.6±0.8*
D 组	52.7±6.3	10.1±1.2	2.05±0.20	11.4±1.5

2.4 经济效益分析

从表4可以看出，尽管C组的治疗成本为250 元/头，较A组增加了38.9%，但由于空怀期缩短带来的收益（480 元/头），其净收益达到230 元/头。按万头牧场计算，每年可减少经济损失约230 万元，经济效益显著。

表 4 经济效益分析

组别	治疗成本（元 / 头）	因空怀期缩短的收益（元 / 头）	净收益（元 / 头）
A 组	180	0	−180
B 组	220	+350*	130
C 组	250	+480*	230
D 组	0	−600	−600

3 讨论

3.1 氯前列醇钠的作用机制

氯前列醇钠是一种前列腺素类似物，在促进奶牛子宫复旧方面具有显著效果。其作用机制主要包括以下几个方面：（1）增强子宫收缩，促进恶露排出。子宫收缩能力直接影响恶露的排出效率。氯前列醇钠通过激活子宫平滑肌上的特定受体，显著提高收缩频率和强度，从而加速子宫内容物的清除。（2）溶解黄体，降低孕酮水平。产后黄体的持续存在会抑制子宫内膜的修复，延缓子宫复旧进程。氯前列醇钠具有强效溶黄体作用，可迅速降低血液中孕酮浓度，解除其对子宫修复的抑制作用，使子宫内膜更快进入再生阶段。（3）调节炎症反应，促进组织修复。产后子宫通常伴随一定程度的炎症反应，适度的炎症有助于清除病原和坏死组织，但过度炎症会延缓修复。氯前列醇钠能下调促炎因子的表达，减轻炎症反应，为子宫组织修复创造有利环境[9]。

3.2 阴离子盐日粮的协同效应

营养管理在子宫健康中扮演重要角色，尤其是围产期日粮的合理搭配。阴离子盐日粮与氯前列醇钠联用可发挥协同增效作用，主要体现在以下几个方面：（1）优化钙代谢，增强子宫收缩。低血钙（亚临床低钙血症）是产后奶牛常见问题，可导致子宫平滑肌收缩无力。阴离子盐日粮通过调节日粮阴阳离子差（DCAD），促进钙动员，维持血钙稳定，从而提高子宫收缩能力。（2）提高抗氧化能力，减少氧化损伤。围产期奶牛处于高代谢状态，易产生氧化应激，影响免疫功能和子宫修复。日粮中添加有机硒、维生素E等抗氧化成分，可提高谷胱甘肽过氧化物酶（GSH−Px）活性，减少脂质过氧化损伤，降低子宫炎风险。（3）改善能量平衡，增强免疫功能。产后能量负平衡会影响中性粒细胞功能，增加感染风险。阴离子盐日粮结合丙酸钙等能量调节剂，可稳定血糖和游离脂肪酸（NEFA）水平，保障免疫细胞正常功能，提高病原清除能力。

3.3 夏季防控的特殊性

夏季高温高湿环境对奶牛子宫健康构成额外挑战，需针对性调整管理措施：（1）热应激管理。热应激会抑制免疫系统，增加子宫感染风险。有效降温措施（如喷淋、通风）结合日粮调整（补充钾、镁等电解质），可降低皮质醇水平，维持正常呼吸频率，减少热应激影响。（2）病原菌控制。夏季环境中大肠杆菌等致病菌增殖加快，需加强卫生管理和早期干预。氯前列醇钠促进子宫收缩可加速病原排出，降低感染概率。（3）治疗时机。夏季子宫炎进展更快，产后48 h内干预可显著提高治愈率。延迟治疗可能导致慢性炎症，影

中国乳业线上阅读

响后续繁殖性能。

3.4 牧场应用建议

基于上述研究，提出三级防控体系，涵盖产前、产中和产后管理：（1）产前管理（产前21天）。营养调控：采用阴离子盐日粮，补充有机硒、维生素E等抗氧化剂。环境优化：确保牛舍通风、喷淋降温，维持温湿度指数（THI）<72。（2）产后干预（产后12 h内）。药物治疗：肌注氯前列醇钠促进子宫复旧，高风险牛只配合抗生素治疗。局部处理：必要时进行子宫灌注（如聚维酮碘），减少细菌定植。（3）动态监测（产后7~14天）。恶露评分：采用1~5分法评估恶露性状，异常者及时处理。B超监测：评估子宫直径、积液情况，确保复旧正常。繁殖记录：建立电子档案，跟踪治疗牛只的后续受胎率。该方案可有效降低子宫炎发病率，缩短空怀期，提高牧场经济效益。

4 结论

本研究证实，氯前列醇钠联合阴离子盐日粮可显著降低夏季奶牛子宫炎发病率，加速子宫复旧，改善繁殖性能，净收益达230 元/头，为规模化牧场提供了安全高效的防控方案。建议在生产中结合环境调控与精准营养，建立系统化防治体系。后续研究可进一步探索不同 $PGF_2\alpha$ 制剂的效果差异及对后代繁殖性能的影响。

参考文献

[1] 宋亚攀.奶牛子宫炎Ⅰ：发病率及影响因素[EB/OL].https://www.docin.com/p-666854011.html，2013-06-16.

[2] Lewis G S，Thatcher W W，Bliss E L，et al.Effects of heat stress during pregnancy on postpartum reproductive changes in Holstein cows[J].Journal of Animal Science（1）：174[2025-06-26].

[3] 中华人民共和国农业农村部（2019）.关于停止生产、进口、经营、使用部分药物饲料添加剂的公告（第194号）[EB/OL].http://www.moa.gov.cn/govpublic/xmsyj/201907/t20190710_6320678.htm，2019-07-10.

[4] M M L.Vel á zquez，Peralta M B，Angeli E，et al.Immune status during postpartum，peri-implantation and early pregnancy in cattle：An updated view[J].Animal Reproduction Science，2019，206：1-10.

[5] Lucy M C，Staples C R，Michel F M，et al.Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2 alpha，luteinizing hormone，and follicular growth[J].Journal of Dairy Science，1991，74（2）：483-9.

[6] Melendez P，Mchale J，Bartolome J，et al.Uterine involution and fertility of holstein cows subsequent to early postpartum PGF2alpha treatment for acute puerperal metritis.[J].Journal of Dairy Science，2004，87（10）：3238-3246.

[7] 潘宗海，盖婷婷，赵兴国. 奶牛子宫内膜炎的诊断方法和治疗措施[J].中国乳业，2021（5）：65-68.

[8] 于亚明，邓翔文，武志勇，等. 中药复方对奶牛子宫内膜炎治疗效果及抗炎作用研究[J]. 畜牧与兽医，2024，56（12）：104-109.

[9] 李伟，吴春山，吴国林，等.D-氯前列醇钠在奶牛繁殖中的应用前景[C]//中国奶业协会繁殖专业委员会第31次繁殖技术研讨会. 香港中医学会、教育研究基金会，2017.

Evaluation of the Prevention and Control Effect of Cloprostenol Sodium Combined with Anionic Salt Diet on Dairy Cow Endometritis in Summer

LI Jinxiu
Yishui County Animal Disease Prevention and Control Center，Linyi Shandong 276400

Abstract：[Objective] In response to the high incidence of dairy cow endometritis in hot and humid summer environments and the challenge of antibiotic resistance in traditional treatments，this study systematically evaluated

中国乳业线上阅读

the application effect of cloprostenol sodium combined with anionic salt diet in the prevention and control of endometritis, aiming to provide scientific strategies for dairy farms. [Method] From June to August 202, 160 Holstein cows in a large-scale dairy farm of Shandong were randomly divided into four groups: conventional treatment group (antibiotics + uterine lavage), cloprostenol sodium treatment group (conventional treatment + cloprostenol sodium), cloprostenol sodium + nutrition group (conventional treatment + cloprostenol sodium + anionic salt diet), and control group. The differences in endometritis incidence, treatment efficacy, reproductive performance, and blood biochemical indicators were compared and analyzed. [Result] The combination of cloprostenol sodium and anionic salt diet reduced the incidence of endometritis by 27.3%, increased the cure rate to 95.0%, shortened uterine involution time by 20.7%, advanced the first estrus time by 23.7%, improved conception rate by 14.7 percentage points, and significantly enhanced antioxidant capacity and calcium metabolism. [Conclusion] This comprehensive approach demonstrated significant economic benefits (net profit + 230 RMB per cow) and provided a safe and efficient alternative for the prevention and control of dairy cow endometritis in summer.

Keywords: dairy cow; endometritis; summer heat stress; cloprostenol sodium; anionic salt diet; prevention and control effect

▲上接105页

[3]Luoyang Seed Industry Development Center, Luoyang Henan 471000

Abstract: Summer cow metritis is a major reproductive disorder in dairy farming, with its incidence and severity significantly increasing under high-temperature and high-humidity conditions. The disease is primarily caused by pathogenic microorganisms such as *Fusobacterium* spp., *Bacteroides* spp., *Trueperella* pyogenes and *Escherichia* coli, which proliferate more aggressively and invade the uterus under heat stress. The pathogenesis involves three key aspects: (1) exogenous infection, where pathogens directly invade through the open cervix during parturition; (2) endogenous infection, where metabolic disorders (e.g., ketosis, ruminal acidosis) in the peripartum period compromise the intestinal barrier, allowing pathogens to migrate to the uterus via blood circulation; and (3) hormonal imbalance, where a sharp decline in postpartum estrogen levels suppresses immune function.Clinical manifestations include endometrial inflammation and purulent lochia discharge. The disease can be categorized into clinical endometritis (CE) and subclinical endometritis (SE). While SE is asymptomatic, it poses greater harm, significantly reducing conception rates—some studies report a decline of over 50%. Epidemiological studies indicate that first-calving cows have a higher incidence than multiparous cows, with retained placenta, stillbirth, and dystocia being major contributing factors.In regions with hot and humid summers—such as Tianjin, southern Shaanxi, inland Shandong and Henan—heat stress reduces feed intak, weakens immunity, and promotes pathogen proliferation, leading to a higher incidence of metritis compared to other seasons. Prevention and control strategies should focus on environmental management, nutritional optimization and biosecurity measures.

Keywords: metritis; herd management; Holstein cows; summer season

中国乳业线上阅读