

绒山羊泌乳期诱导发情效果及相关生殖激素变化

周玲莉[△], 段春辉[△], 李月彩, 郭云霞, 纪守坤, 严 慧, 张英杰, 刘月琴* (河北农业大学 动物科技学院, 河北 保定 071000)

摘要:旨在研究燕山绒山羊母羊泌乳期诱导发情的效果及对相关生殖激素变化的影响。选择经产、体质量约为 45 kg 的泌乳期母羊 45 只, 随机分为 A、B 和 C 组, 分别于产后 25、35、45 d 采用孕酮阴道硅胶栓(CIDR)+促卵泡素(FSH)的方法诱导发情, 统计 96 h 内发情率, 在埋栓的 0、4、9、13 d 及试验羊发情时采血检测 FSH、促黄体素(LH)、催乳素(PRL)、雌激素(E₂)和孕酮(P₄)浓度。结果显示, A、B 和 C 组的发情率分别为 60%、53.33% 和 80%, 发情多集中在 24~72 h; 埋栓前, 即试验 0 d 时 A、B 和 C 组 FSH、LH、PRL、E₂ 和 P₄ 无差异。FSH 和 LH 在撤栓时达到最低, 撤栓后升高; 14~15 d, 所有发情羊 FSH 和 LH 均高于未发情羊, 但只有 A、B 组 FSH 差异显著($P < 0.05$)。14~15 d, PRL 浓度最低($P < 0.05$); 试验期间, 除 9 d 外, C 组发情羊 PRL 显著低于未发情羊($P < 0.05$), 其余各组内发情羊与未发情羊 PRL 无差异。14~15 d, 3 组发情羊血清中 E₂ 迅速升高而 P₄ 降低, E₂ 浓度高于埋栓期($P < 0.05$), 试验期间, 各组内发情羊与未发情羊 E₂ 和 P₄ 无差异; 0~15 d, 各组发情羊之间及未发情羊之间 PRL、P₄ 无差异, 各组发情羊间 FSH 及未发情羊间 E₂ 均无差异; 4 d, A 组未发情羊 FSH 低于 B 组($P < 0.05$), LH 高于 C 组($P < 0.05$); 13 d, B 组发情羊 LH 低于 C 组($P < 0.05$), 14~15 d, E₂ 高于 C 组($P < 0.05$)。结果表明, 母羊产后 45 d 诱导发情效果较好; 外源 P₄ 可大幅度降低 PRL, 发情时 FSH、LH 和 E₂ 的分泌同步上升。

关键词:山羊; 诱导发情; 孕酮阴道栓; 泌乳期

中图分类号: S814.1

文献标志码: A

文章编号: 1005-4545(2019)11-2253-07

DOI: 10.16303/j.cnki.1005-4545.2019.11.28

Effects of induction of estrus during lactation period on estrus and reproductive hormone concentrations in cashmere goats

ZHOU Ling-li[△], DUAN Chun-hui[△], LI Yue-cai, GUO Yun-xia, JI Shou-kun, YAN Hui, ZHANG Ying-jie, LIU Yue-qin* (College of Animal Science and Technology, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effects of induction of estrus during lactation period on estrus and related reproductive hormone concentrations in Yanshan cashmere goat. Forty-five lactating goats (BW 45 kg) were randomly assigned into group A, B and C. Progesterone vaginal silicone plugs and FSH were used on days 25, 35 and 45 of lactation, respectively. The rate of estrus was recorded within 96 h after sponge withdrawal. Blood samples were collected on days 0, 4, 9, 13 after sponge insert and the onset of estrus, respectively. Results showed that, Rates of estrus within 96 h in group A, B and C were 60%, 53.33% and 80%, respectively, and estrus mainly occurred at 24-72 h. At 0 d, there were no differences in FSH, LH, PRL, E₂ and P₄ in groups A, B and C. FSH and LH reached the minimum on day 13 after sponge insert and increased after sponge withdrawal. At 14-15 d, FSH and LH in oestrous goats were higher than those of non-oestrous goats, but only FSH has a significantly difference in group A and B ($P < 0.05$). At 14-15 d, the concentration of PRL was the lowest. In experiment period, except for the 9th day, PRL in oestrous

收稿日期: 2018-11-13

基金项目: 国家绒毛用羊产业技术体系资助项目(CARS39-23); 河北省高等学校青年拔尖人才资助项目(8042018/1081034); 河北省重点研发资助项目(18226602D)

作者简介: 周玲莉(1994-), 女, 硕士; 段春辉(1984-), 女, 讲师, 博士。

© 2019 China Academic Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

goats of group C was lower than non-oestrous goats ($P < 0.05$), but no difference between other groups. In 14-15 d, E_2 in oestrous goats was increased and P_4 decreased; E_2 was higher ($P < 0.05$) than those during treatment with vaginal suppositories. In the experiment period, there were no significantly differences in E_2 and P_4 between oestrous and non-oestrous goats. Over days 0 to 15 after the insertion of vaginal suppositories, there were no significantly differences in PRL and P_4 between oestrous and non-oestrous goats, and no significantly differences were observed in FSH of oestrous goats among 3 groups, so as to E_2 of non-oestrous goats. On day 4, FSH of non-oestrous goats in group A was lower than group B ($P < 0.05$), and LH of non-oestrous goats in group A was higher than group C ($P < 0.05$). On day 13, LH of oestrous goats in group B was lower than group C ($P < 0.05$). On days 14-15, E_2 of oestrous goats in group B was higher than group C ($P < 0.05$). In conclusion, the rate of induced estrus was the highest on the day 45 of lactation. The exogenous P_4 could decrease the PRL concentration remarkably. The secretion peaks of FSH, LH and E_2 were appeared simultaneously in estrus.

Keywords: cashmere goat; induction of estrus; CIDR; lactation

△ Joint first authors; * Corresponding author, E-mail: liuyueqin66@126.com

随着我国绒山羊产业规模化、集约化水平的提高,一年一产、一产一胎的生产模式已经不能适应产业发展的需求。因此,采取诱导发情技术,打破母羊季节性繁殖特性的制约,使青年母羊适时或提早配种,产后因泌乳不发情母羊能正常发情排卵,最大限度缩短产羔间隔,发挥母羊的生产性能,提高经济效益^[1-3]。研究发现,使用溴隐亭可以有效抑制催乳素(PRL)的分泌,再结合孕激素+促性腺激素可诱导母畜发情^[4]。但溴隐亭大多是在母羊60 d断奶时使用,如产后使用较早会抑制母畜分泌乳汁,因此该方法未能实现哺乳期母畜提早发情,也未在生产中推广应用。

目前,有关诱导发情的研究主要集中在肉羊和细毛羊方面,绒山羊诱导发情的研究报道很少,而且产后诱导发情大多集中在断奶(产后60 d)以后。本试验应用孕酮阴道硅胶栓(CIDR)配合促卵泡素(FSH)对燕山绒山羊在产后不同时间进行诱导发情处理,检测相关生殖激素的变化规律,以期筛选出较为适宜的产后诱导发情时间,探索泌乳期母羊乏情机理,为泌乳期母畜早期发情技术的推广应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验时间与地点 本试验于2018年4月15日—5月20日在河北省秦皇岛市青龙县利红绒山羊技术服务中心进行。

1.2 试验设计及方法 选择经产、体质量约为45 kg、体况良好的泌乳期燕山绒山羊母羊45只,随机分为A、B、C 3组,每组15只,3组母羊分别于泌

乳25,35,45 d进行孕酮阴道栓(CIDR,氟孕酮含量300 mg/只)+FSH处理;CIDR植入13 d,撤栓前12 h及撤栓时每只母羊分别肌肉注射FSH 50, 25 IU。

CIDR植入第1天记为0 d,所有羊13 d后撤栓,撤栓后立即用外部观察法和公羊试情法进行母羊发情鉴定(试情时如母羊发情,则直接配种),统计各组0~96 h发情羊只数。所有试验羊分别在0,4,9,13 d于8:00经颈静脉采集全血10 mL,撤栓后母羊发情时采集血液样品,未发情羊在撤栓后9 h采血。所有血样静置2 h后3 000 r/min离心10 min,分离血清并分装,-20℃保存。

1.3 饲养管理 试验母羊按组别分3个圈舍饲养,每2周对圈舍进行彻底清扫处理和消毒。试验期间所有试验羊采食日粮一致,自由采食和饮水。

1.4 测定指标及方法 血清中FSH、PRL、促黄体素(LH)、雌激素(E_2)和孕酮(P_4)等5种生殖激素的测定均采用ELISA方法,试剂盒购自上海江莱生物有限公司。

1.5 数据处理及分析 试验数据用SPSS 21.0 统计软件进行单因素方差分析,用Duncan法进行多重比较,显著性水平为 $P < 0.05$ 。所有数值均以 $\bar{x} \pm s$ 表示。

2 结果

2.1 绒山羊母羊泌乳期诱导发情的效果 由表1可见,A、B组诱导发情效果较差,C组发情率最高,发情时间集中在撤栓后24~72 h。

表1 绒山羊母羊泌乳期诱导发情的效果

组别	数量/只	96 h 发情 羊数/只	96 h 发情 率/%	不同时间段的发情分布			
				0~24 h	24~36 h	36~72 h	72~96 h
A	15	9	60.00	0	6/15 40.00%	3/15 20.00%	0
B	15	8	53.33	0	8/15 26.67%	4/15 26.67%	0
C	15	12	80.00	0	7/15 46.67%	5/15 33.33%	0

2.2 绒山羊泌乳期诱导发情对血清中生殖激素的影响

2.2.1 对血清中 FSH 的影响 由表 2 可见, 试验开始 0 d, A、B 和 C 3 组试验羊血清中 FSH 无差异。随着埋栓时间延长以及撤栓后各组内发情羊和未发情羊 FSH 变化规律为: A 组发情羊 9, 13 d 显著低于其他时间点 ($P < 0.05$); B 组发情羊在 4 d 和发情时显著高于 0, 9, 13 d, 13 d 显著低于 0, 9 d ($P < 0.05$); C 组发情羊在 13 d 显著低于 0, 4 d ($P < 0.05$), 发情时显著高于 9, 13 d ($P < 0.05$)。A、C 组未发情羊无明显变化 ($P > 0.05$); B 组未发情羊 4 d

显著高于 9, 13 d ($P < 0.05$), 撤栓后 (14, 15 d) 与 0, 4, 9, 13 d 无差异 ($P > 0.05$)。

A、B 和 C 组间 FSH 变化规律为: 各组发情羊在 0, 4, 9, 13 d 及发情时均无差异 ($P > 0.05$); 未发情羊 4 d, A 组显著低于 B 组 ($P < 0.05$), 其他时间无差异 ($P > 0.05$)。

A、B 和 C 组内发情羊与未发情羊 FSH 变化规律为: 埋栓期间, 发情羊与未发情无差异 ($P > 0.05$); A、B 组的发情羊在发情时显著高于未发情羊 ($P < 0.05$), C 组内无差异 ($P > 0.05$)。

表2 各组试验羊血清中 FSH 的浓度

IU/L

t/d	A 组		B 组		C 组	
	发情羊 (n=9)	未发情羊 (n=6)	发情羊 (n=8)	未发情羊 (n=7)	发情羊 (n=12)	未发情羊 (n=3)
0	2.97±0.19 ^a	2.77±0.27	2.82±0.22 ^b	2.90±0.26 ^{ab}	2.91±0.19 ^{ab}	2.95±0.21
4	2.87±0.26 ^{aAB}	2.72±0.95 ^B	3.09±0.18 ^{aA}	3.05±0.21 ^{aA}	2.97±0.29 ^{abAB}	2.94±0.12 ^{AB}
9	2.62±0.15 ^b	2.70±0.29	2.78±0.25 ^b	2.61±0.23 ^{bc}	2.76±0.24 ^{bc}	2.72±0.12
13	2.55±0.28 ^b	2.53±0.31	2.53±0.23 ^c	2.57±0.28 ^c	2.59±0.20 ^c	2.63±0.31
14, 15	3.07±0.20 ^{aAB}	2.72±0.29 ^C	3.18±0.19 ^{aA}	2.77±0.31 ^{abcBC}	3.02±0.26 ^{aABC}	2.83±0.34 ^{BC}

注: 同列肩标不同小写字母(a, b, c)和同行肩标不同大写字母(A, B, C)表示差异显著 ($P < 0.05$), 同行同列相同字母和无字母代表差异不显著 ($P > 0.05$)。下同

2.2.2 对血清中 LH 的影响 由表 3 可见, 0 d, 3 组试验羊血清中 LH 无差异。随着埋栓时间延长以及撤栓后各组内发情羊和未发情羊 LH 变化规律为: A 组发情羊 9, 13 d 显著低于其他时间点 ($P < 0.05$); B 组发情羊在 4 d 和发情时显著高于 0, 9, 13 d ($P < 0.05$), 13 d 显著低于 0, 9 d ($P < 0.05$); C 组发情羊在 4 d 和发情时显著高于 9, 13 d ($P < 0.05$)。A 组未发情羊 4 d 显著高于 13 d ($P < 0.05$), 撤栓后无显著变化 ($P > 0.05$); B 组未发情羊在 4 d 和撤栓后显著高于 0, 13 d ($P < 0.05$); C 组未发情羊在各时间点无变化 ($P > 0.05$)。

A、B 和 C 组间 LH 变化规律为: 发情羊在 13 d, C 组显著高于 B 组 ($P < 0.05$); 未发情羊在 4 d, A 组显著高于 C 组 ($P < 0.05$)。各组内在各时间点发

情羊与未发情 LH 无显著差异 ($P > 0.05$)。

2.2.3 对血清中 PRL 的影响 由表 4 可见, 试验开始 0 d, 3 组试验羊血清中 PRL 均处于较高水平, 且各组之间无差异。随着埋栓时间延长以及撤栓后各组内发情羊和未发情羊 PRL 变化规律为: A 组发情羊在 13 d 和发情时显著低于其他时间点, 9 d 显著低于 0, 4 d ($P < 0.05$); B 组发情羊 4, 9 d 显著低于 0 d ($P < 0.05$), 13 d 显著低于 0, 4 d ($P < 0.05$), 发情时显著下降 ($P < 0.05$); C 组发情羊在埋栓期间各时间点间差异显著, 且发情时显著低于 0, 4, 9 d ($P < 0.05$)。A 组未发情羊 0, 4 d 显著高于其他时间点 ($P < 0.05$), 9 d 与撤栓后差异显著 ($P < 0.05$); B 组未发情羊 0 d 与 9, 13 d 差异显著 ($P < 0.05$), 4 d 与 13 d 差异显著 ($P < 0.05$), 撤栓后显著降低

($P < 0.05$); C组未发情羊 13 d 与 0, 4, 9 d 差异显著 ($P < 0.05$), 撤栓后显著低于 0, 4, 9 d ($P < 0.05$)。

表3 各组试验羊血清中 LH 的浓度

IU/L

t/d	A组		B组		C组	
	发情羊 (n=9)	未发情羊 (n=6)	发情羊 (n=8)	未发情羊 (n=7)	发情羊 (n=12)	未发情羊 (n=3)
0	4.51±0.30 ^a	4.40±0.40 ^{ab}	4.36±0.37 ^b	4.13±0.25 ^b	4.48±0.33 ^{ab}	4.30±0.26
4	4.63±0.35 ^{aAB}	4.79±0.34 ^{aA}	4.72±0.24 ^{aAB}	4.61±0.34 ^{aAB}	4.65±0.28 ^{aAB}	4.38±0.28 ^B
9	4.22±0.14 ^b	4.38±0.40 ^{ab}	4.24±0.31 ^b	4.31±0.29 ^{ab}	4.25±0.31 ^b	4.07±0.08
13	3.96±0.34 ^{bAB}	4.10±0.35 ^{bAB}	3.80±0.26 ^{bB}	4.09±0.41 ^{bAB}	4.23±0.29 ^{bA}	4.02±0.11 ^{AB}
14,15	4.62±0.34 ^a	4.43±0.46 ^{ab}	4.67±0.32 ^a	4.57±0.30 ^a	4.62±0.37 ^a	4.48±0.41

A、B和C组间 PRL 变化规律为: 各组发情羊间、未发情羊间在各时间点均无差异 ($P > 0.05$)。

A、B和C组内发情羊与未发情羊 PRL 变化规

律为: C组在 9 d 时发情羊显著低于未发情羊 ($P < 0.05$), A、B组的发情羊与未发情羊在各时间点无差

异 ($P > 0.05$)。

表4 各组试验羊血清中 PRL 的浓度

mIU/L

t/d	A组		B组		C组	
	发情羊 (n=9)	未发情羊 (n=6)	发情羊 (n=8)	未发情羊 (n=7)	发情羊 (n=12)	未发情羊 (n=3)
0	230.83±18.45 ^a	239.33±20.05 ^a	234.40±16.07 ^a	229.59±18.27 ^a	237.69±19.12 ^a	240.61±11.97 ^a
4	215.57±17.02 ^a	231.04±8.24 ^a	212.99±18.24 ^b	219.78±9.22 ^{ab}	220.78±17.74 ^b	231.20±21.33 ^a
9	193.01±16.30 ^{bb}	210.19±18.43 ^{bAB}	196.57±18.04 ^{bcB}	201.55±13.82 ^{bcAB}	198.80±17.29 ^{cb}	222.72±21.20 ^{aA}
13	177.00±13.34 ^{cbAB}	194.73±18.66 ^{bcAB}	184.20±18.49 ^{cbAB}	197.08±14.07 ^{ca}	174.68±19.52 ^{db}	183.35±10.11 ^{bAB}
14,15	165.21±14.70 ^c	178.14±13.55 ^c	158.69±12.32 ^d	169.58±13.65 ^d	168.79±19.66 ^d	170.30±25.88 ^b

2.2.4 对血清中 E_2 的影响 由表 5 可见, 试验开始 0 d, 3 组试验羊血清中 E_2 无差异。随着埋栓时间延长以及撤栓后各组内发情羊和未发情羊 E_2 变化规律为: A、B 组发情羊埋栓期间 (0~13 d) 无差异 ($P > 0.05$), 发情时显著升高 ($P < 0.05$); C 组发情羊 4, 9, 13 d 显著高于 0 d ($P < 0.05$), 且发情时显著升高 ($P < 0.05$)。A、C 组的未发情羊各时间无差异 ($P > 0.05$); B 组未发情羊埋栓期间无差异 ($P >$

0.05), 撤栓后与 4 d 差异显著 ($P < 0.05$)。

A、B 和 C 组间 E_2 变化规律为: 各组发情羊在发情时, B 组显著高于 C 组 ($P < 0.05$), 其他时间各组无差异 ($P > 0.05$); 未发情羊各时间无差异 ($P > 0.05$)。

A、B 和 C 组内发情羊与未发情羊 E_2 变化规律为: 各组内在各时间发情羊与未发情羊 E_2 无差异 ($P > 0.05$)。

表5 各组试验羊血清中 E_2 浓度水平 $\mu\text{g/L}$

t/d	A组		B组		C组	
	发情羊 (n=9)	未发情羊 (n=6)	发情羊 (n=8)	未发情羊 (n=7)	发情羊 (n=12)	未发情羊 (n=3)
0	25.44±1.60 ^a	24.13±1.23	25.01±2.96 ^a	24.96±1.60 ^{ab}	23.94±2.03 ^a	26.35±0.84
4	25.75±1.84 ^a	24.63±1.92	25.33±1.58 ^a	24.18±1.33 ^b	25.27±1.93 ^b	25.15±1.47
9	25.52±2.36 ^a	25.65±2.20	25.27±2.12 ^a	25.04±2.77 ^{ab}	25.72±1.97 ^b	24.90±1.60
13	25.02±1.41 ^a	25.90±2.12	25.50±2.02 ^a	25.21±2.53 ^{ab}	25.82±2.05 ^b	24.23±2.24
14,15	27.98±1.10 ^{bAB}	26.35±0.95 ^{AB}	28.40±1.77 ^{bb}	26.81±1.15 ^{aAB}	27.46±1.97 ^{ca}	26.39±0.48 ^{AB}

2.2.5 对血清中 P_4 的影响 由表 6 可见, 试验开始 0 d, 3 组试验羊 P_4 浓度均处于整个试验期间的最低水平, 组间无差异。随着埋栓时间延长以及撤栓后

各组内发情羊和未发情羊 P_4 变化规律为: A 组发情羊 0 d 与 4, 9, 13 d 差异显著 ($P < 0.05$), 发情时 P_4 显著降低 ($P < 0.05$); B 组发情羊 13 d 显著高于 0 d

($P < 0.05$), 发情时无显著变化($P > 0.05$); C组发情羊 0 d 显著低于 4, 9, 13 d, 发情时与 0 d 差异显著($P < 0.05$)。A组未发情羊 0, 4 d 显著低于 9, 13 d ($P < 0.05$), 撤栓后显著高于 0, 4 d ($P < 0.05$); B组未发情羊 0 d 显著低于 4, 9, 13 d ($P < 0.05$), 撤栓后与 0 d 差异显著($P < 0.05$); C组未发情羊各时间点

无差异($P > 0.05$)。

A、B和C组间 P_4 变化规律为: 各组发情羊、未发情羊在各时间点均无差异($P > 0.05$)。

A、B和C组内发情羊与未发情羊 P_4 变化规律为: 各组内的发情羊与未发情羊无差异($P > 0.05$)。

表6 各组试验羊血清中 P_4 浓度水平

pmol/L

t/d	A组		B组		C组	
	发情羊 (n=9)	未发情羊 (n=6)	发情羊 (n=8)	未发情羊 (n=7)	发情羊 (n=12)	未发情羊 (n=3)
0	736.22±50.90 ^c	755.45±55.03 ^b	761.88±42.76 ^b	728.30±62.99 ^b	701.47±54.85 ^b	725.55±73.62 ^a
4	829.51±51.38 ^{ab}	788.79±57.05 ^b	796.80±72.72 ^{ab}	794.37±88.69 ^a	819.63±53.93 ^a	845.73±49.79 ^{ab}
9	820.93±41.98 ^{ab}	851.36±44.12 ^a	804.12±55.23 ^{ab}	855.45±54.67 ^a	831.58±35.25 ^a	845.26±79.78 ^{ab}
13	853.90±49.10 ^a	856.43±13.07 ^a	842.54±39.48 ^a	864.76±44.88 ^a	850.03±41.62 ^a	853.19±51.11 ^a
14, 15	796.89±38.28 ^{bb}	844.01±45.60 ^{aAB}	804.54±37.29 ^{abAB}	841.79±34.59 ^{aAB}	821.88±36.83 ^{aAB}	850.84±58.54 ^{aA}

3 讨论

3.1 绒山羊产后不同泌乳时间诱导发情的效果

研究表明, 高浓度的 PRL 通过抑制母羊的卵巢活动导致哺乳期不发情^[5-7]。艳青综等^[8]研究发现, 高浓度的 PRL 可能是通过降低 LH 的分泌和抑制 E_2 对下丘脑的正反馈作用, 阻碍排卵前 LH 峰的发生。PORTER 等^[9]研究表明, 高浓度的 PRL 可抑制颗粒细胞 FSH 受体的结合及孕酮的分泌。本试验在泌乳期的不同时间, 即产后 25, 35 和 45 d 诱导母羊发情, 虽然各组的试验开始时 PRL 水平没有显著差异, 但经过 13 d 埋植孕酮栓 + FSH 处理后, 产后 45 d 诱导发情效果明显优于 25, 35 d。本试验中, 埋栓后所有试验羊血清中 PRL 的浓度明显下降, 且在发情时达到最低, 各组发情羊在各时间点 PRL 水平均低于未发情羊, 并且母羊发情时血清中 PRL 浓度明显低于未发情羊。说明泌乳期母羊高水平 PRL 不利于母羊发情。另有研究表明, 母羊产后卵巢恢复的时间为 10~45 d, 45 d 后生殖器官各项功能已基本恢复^[10], 可能是本试验产后 45 d 诱导发情效果较好的原因。

3.2 绒山羊哺乳期相关生殖激素的变化

研究发现, 泌乳期乏情母羊体内 LH 和 FSH 浓度较低^[11], 进入发情期时血液中 LH 和 FSH 均显著上升, FSH 在 LH 的协同作用下促进卵泡成熟并排卵^[12-13], 说明高浓度的 LH 和 FSH 通过刺激卵巢促进类固醇激素的分泌, 对开启和维持母羊发情有重要意义^[14]。赵晓娥等^[10]研究表明, FSH 在母羊产后缓

慢上升并在 10 d 出现第 1 个波峰后下降, 产后 15 d 开始上升于 20 d 时达到泌乳期峰值, 之后迅速降至平均水平值至产后 60 d; LH 产后 5 d 内先降低, 之后缓慢升高至 30 d 又下降, 35 d 后开始升高至 40 d 达到最高峰并维持至产后 60 d。在本试验中, 25, 35, 45 d 之间 FSH、LH 分泌无显著差异, 说明在产后 25~45 d 间燕山绒山羊泌乳母羊卵巢可能均处于静止状态, 这可能也是燕山绒山羊产后 45 d 内没有自然发情的原因之一。本试验期间正是母羊乏情期, FSH 和 LH 的浓度变化与田占伟等^[13]在绵羊乏情期的研究结果一致。

有研究表明, 泌乳期高水平的 PRL 会阻碍母羊正常发情^[5-7, 15]。赵晓娥等^[10]研究表明, 自然状态下小尾寒羊产后 60 d 内 PRL 保持较高水平, 血清中 PRL 的质量浓度为 17.35~50.14 $\mu\text{g/L}$, 在产后 10 d 达到峰值, 之后总体呈波动下降趋势, 产后 60 d 达到基础浓度水平, 不再降低, 这可能是小尾寒羊多在分娩后 60 d 左右返情的原因。本试验中, 燕山绒山羊在产后 25, 35, 45 d 之间 PRL 水平差异均不显著, 且各组间波动较小, 与小尾寒羊产后泌乳期 PRL 分泌有所不同。

赵晓娥等^[10]研究表明, 小尾寒羊母羊春季产羔后 E_2 的浓度波动较明显, 先是缓慢上升, 在 25 d 达到第 1 个峰值后呈波动式下降, 40 d 后开始上升并在 45 d 达到第 2 个峰值。研究发现, 母羊发情期间卵泡内膜细胞大量分泌 E_2 ^[16], E_2 通过正反馈调节作用刺激 FSH 和 LH 的分泌, 从而促进母羊排卵发情^[17-18]。本试验在泌乳期的 25, 35, 45 d 绒山羊母羊血液中 E_2 变化不明显, 未发现 E_2 分泌峰, 与小尾

寒羊泌乳期 E_2 变化不一致。表明燕山绒山羊母羊产后 45 d 内卵巢上可能无卵泡发育成熟并排卵,因此造成产后乏情。研究发现,母羊在发情前血清中 E_2 浓度急剧上升到发情周期的最高水平^[19-21]。本试验结果表明,在埋栓期间各组血清中 E_2 浓度变化不明显,撤栓后发情羊血清中 E_2 浓度虽显著高于埋栓前,但增加幅度不大,说明母羊发情的启动不只受 E_2 的调控,而是多种相关激素共同作用的结果;同时,同组未发情羊 E_2 无显著升高,这可能是诱导发情失败的原因之一。

研究表明, P_4 在母羊产后呈波动上升趋势,在 45 d 达到峰值后维持至产后 60 d,高浓度的 P_4 对 E_2 分泌有抑制作用,从而阻碍母羊产后发情^[11]。本试验在泌乳期的 25, 35, 45 d 绒山羊母羊血液中 P_4 无显著性变化,但产后 45 d 的 P_4 浓度低于 25, 35 d, 与田占伟等^[11] 结果不一致,说明随着泌乳期的延长母羊的卵巢机能在逐渐恢复,这可能也是产后 45 d 诱导发情效果较好的原因之一。研究发现,山羊在自然发情前后 2~3 d 内 P_4 浓度较低^[22], 发情母羊 P_4 水平低于不发情母羊^[11], 与本试验结果一致。本试验各组母羊 P_4 浓度在撤栓时达到峰值,之后(发情时)下降,且未发情羊 P_4 均高于发情羊,说明高浓度的 P_4 不利于母羊发情。此外,所有发情羊发情时 P_4 均高于埋栓前,本试验撤栓后仅检测了 1 次 P_4 浓度,未能捕捉到发情时 P_4 变化规律。

综上,母羊产后乏情可能是由于高浓度的 PRL 影响了 LH 和 FSH 等生殖激素的分泌或功能,从而抑制卵巢的生理活动,使卵泡不能发育成熟并排卵,随着泌乳期的延长,卵巢功能逐渐恢复后进入正常发情周期。母羊产后通过埋植孕酮栓+FSH 处理,可通过降低 PRL 的浓度解除其对卵泡发育的抑制作用,从而促使母羊提早发情,PRL 对卵泡发育的作用机制有待进一步研究。

绒山羊母羊产后 45 d 诱导发情效果较好。撤栓后母羊发情时的 PRL 浓度低于埋栓前, E_2 和 P_4 高于埋栓前,而 FSH 和 LH 波动不大。

参考文献:

- [1] 宋玉锡,白云龙,吴海洋,等.同期发情处理的乏情奶牛血液病理学变化及其妊娠阴性的风险预警[J].中国兽医学报,2019,39(5):990-995.
- [2] 宋林,江喜春.羊的同期发情技术[J].黑龙江动物繁殖,2011,19(3):6-8.
- [3] 钱伟东,李昌盛,白云龙,等.高产奶牛产后卵巢静止血液临床病理学变化及其预警评估[J].中国兽医学报,2018,38(7):1400-1405.
- [4] 张一玲,渊锡藩,王斌.泌乳奶山羊非繁殖季节诱发发情研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),1990(1):29-34.
- [5] LAMMING G E, MOSELEY S R, MCNEILLY J R. Prolactin release in the sheep[J]. *J Reprod Fertil*, 1974,40(1):151.
- [6] MCNEILLY A S. Prolactin and the control of gonadotrophin secretion[J]. *J Endocrinol*, 1987,58(2):1-5.
- [7] MUNRO C J, MCNATTY K P, RENSHAW L. Circannual rhythms of prolactin secretion in ewes and the effect of pinealectomy[J]. *J Endocrinol*, 1980,84(1):83-89.
- [8] 杨艳青,沈鸿敏.催乳素与神经-内分泌-免疫调节[J].国际妇产科学杂志,2003,30(6):365-368.
- [9] PORTER M B, BRUMSTED J R, SITES C K. Effect of prolactin on follicle-stimulating hormone receptor binding and progesterone production in cultured porcine granulosa cells[J]. *Fertil Steril*, 2000,73(1):99-105.
- [10] 赵晓娥,俞晓丽,李运生,等.泌乳期小尾寒羊 5 种生殖激素的变化规律研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(10):63-70.
- [11] 田占伟,赵宗胜,林杉,等.乏情期新疆哈萨克绵羊血清中 P_4 、 E_2 、FSH 和 LH 生殖激素变化规律分析[J].石河子大学学报(自然科学版),2015,33(5):553-557.
- [12] CHEMINEAU P, GAUTHIER D, POIRIER J C, et al. Plasma levels of LH, FSH, prolactin, oestradiol-17beta and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat[J]. *Theriogenology*, 1982,17(3):313.
- [13] BILLINGS H J, VIGUÉ C, KARSCH F J, et al. Temporal requirements of thyroid hormones for seasonal changes in LH secretion[J]. *Endocrinology*, 2002,143(7):2618-2625.
- [14] 邢凤,张朝阳,廖秋萍,等.多浪羊与和田羊初情期启动过程中生殖激素的变化规律[J].四川农业大学学报,2017,35(3):414-419.
- [15] 杨艳青,沈鸿敏.催乳素与神经-内分泌-免疫调节[J].国际妇产科学杂志,2003,30(6):365-368.
- [16] 应诗家,王昌龙,贾若欣,等.湖羊不同发育阶段卵泡内代谢产物和激素含量的比较研究[J].畜牧兽医学报,2012,43(2):180-185.
- [17] KARSCH F J, GOODMAN R L, LEGAN S J. Feedback basis of seasonal breeding: test of an hypothesis[J]. *J Reprod Fertil*, 1980,58(2):521.
- [18] 侯衍猛,曹洪防,徐云华,等.莱芜黑山羊发情周期中 FSH、LH、 E_2 和 P 的分泌规律[J].中国兽医学报,

- 2006,26(3):340-343.
- [19] SCHWARZ T, WIERZCHOŚ E. Relationship between FSH and ovarian follicular dynamics in goats during the estrous cycle[J]. *Theriogenology*, 2000, 53: 381.
- [20] 赵伟, 王公金, 徐晓波. 波尔山羊发情周期和妊娠期外周血浆中孕酮、雌二醇和睾酮的浓度变化[J]. *江苏农业科学*, 2004(3): 60-61.
- [21] 徐秀娣, 严忠慎, 丁家桐. 海门山羊发情周期和妊娠期间外周血浆中孕酮、雌二醇和睾酮的浓度变化[J]. *扬州大学学报(农业与生命科学版)*, 1990, 11(1): 61-66.
- [22] 刘远, 吴贤锋, 陈鑫珠, 等. 福清山羊和戴云山羊发情周期内生殖激素分泌规律研究[J]. *福建农业学报*, 2017(10): 1062-1065.

(上接第 2241 页)

- [2] MASON L H, HARP J P, HAN D Y. Pb neurotoxicity: neuropsychological effects of lead toxicity[J]. *Biomed Res Int*, 2014; 840547.
- [3] 李宁, 李丽, 王月影, 等. 母体铅暴露对仔鼠大脑皮层组织中 IL-1 β 和 TNF- α 表达的影响[J]. *中国兽医学报*, 2017, 37(2): 308-311.
- [4] ZHAO M, ZHOU J, CHEN Y H, et al. Folic acid promotes wound healing in diabetic mice by suppression of oxidative stress[J]. *J Nutr Sci Vitaminol*, 2018, 64(1): 26-33.
- [5] WEI C C, KONG Y Y, LI G Q, et al. Nicotinamide mononucleotide attenuates brain injury after intracerebral hemorrhage by activating Nrf2/HO-1 signaling pathway[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 717.
- [6] ZOJA C, BENIGNI A, REMUZZI G. The Nrf2 pathway in the progression of renal disease[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2014, Suppl 1: i19-i24.
- [7] LI N, ZHANG P, QIAO M, et al. The effects of early life lead exposure on the expression of P2X7 receptor and synaptophysin in the hippocampus of mouse pups[J]. *J Trace Elem Med Biol*, 2015, 30: 124-128.
- [8] WANG T, GUAN R L, LIU M C, et al. Lead exposure impairs hippocampus related learning and memory by altering synaptic plasticity and morphology during juvenile period[J]. *Mol Neurobiol*, 2016, 53(6): 3740-3752.
- [9] KUMAR S M, SWAMINATHAN K, CLEMENS D L, et al. GSH protects against oxidative stress and toxicity in VL-17A cells exposed to high glucose[J]. *Eur J Nutr*, 2015, 54(2): 223-234.
- [10] DESILVA P E. Determination of lead in plasma and studies on its relationship to lead in erythrocytes[J]. *Br J Ind Med*, 1981, 38(3): 209-217.
- [11] TEMPLE N J, MACHNER A. Antioxidants in health and disease[M]. *Nutritional Health*. Humana Press, 2001: 89-100.
- [12] RUBIOLO J A, MITHIEUX G, VEGA F V. Resveratrol protects primary rat hepatocytes against oxidative stress damage: activation of the Nrf2 transcription factor and augmented activities of antioxidant enzymes[J]. *Eur J Pharmacol*, 2008, 591(1/3): 66.
- [13] YE F, LI X, LI L, et al. t-BHQ provides protection against lead neurotoxicity via Nrf2/HO-1 pathway[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2016; 2075915.
- [14] LI X, FANG Y, LI L, et al. The role of HO-1 in protection against lead-induced neurotoxicity[J]. *Neurotoxicology*, 2015, 52(2): 1-11.
- [15] INNAMORATO N G, ROJO A I, GARCÍA YAGÜE A J, et al. The transcription factor Nrf2 is a therapeutic target against brain inflammation[J]. *J Immunol*, 2013, 181(1): 680-689.