

# 牦牛发情周期子宫组织结构的观察

段永霞, 崔燕\*, 余四九, 杨波

(甘肃农业大学动物医学院, 兰州 730070)

**摘要:** 采用组织学和形态计量学的方法对发情周期牦牛子宫的组织结构及形态变化进行了观察。结果表明, 牦牛子宫壁具有 3 层结构, 分别为黏膜(子宫内膜)、肌层(子宫肌层)和浆膜(子宫外膜)。子宫内膜表面上皮和腺上皮在卵泡期为单层柱状上皮, 在黄体期上皮高度明显增加, 为假复层柱状上皮。表面上皮主要由分泌细胞及少量淋巴细胞组成。分泌细胞可分为亮细胞和暗细胞 2 种。亮细胞呈柱状, 细胞体积较大, 胞质弱嗜酸性; 暗细胞呈两侧压扁的细条状, 胞质强嗜酸性。腺上皮的细胞组成与表面上皮相似。PAS 反应可见黄体期子宫内膜表面上皮、腺上皮和基质中阳性分泌颗粒较卵泡期的多。卵泡期固有层内偶见嵌套腺管、扩张腺管和弥散淋巴组织, 但黄体期固有层内仅偶见嵌套腺管。此外, 与卵泡期相比, 黄体期子宫内膜和子宫肌层的厚度显著增加( $P < 0.01$ )。黄体期子宫内膜腺管的平均直径、单个腺管的面积和周长、每平方毫米内腺管的总面积和总周长都较卵泡期的大, 差异极显著( $P < 0.01$ ), 而每平方毫米内腺管的数量差异并不显著( $P > 0.05$ )。可见, 牦牛子宫的组织结构在发情周期发生着有规律的变化。

**关键词:** 牦牛; 发情周期; 子宫; 组织结构

中图分类号: S852.16

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2010)09-1213-06

## Observation of the Histological Structure of the Yak (*Bos grunniens*) Uterus during Estrus Cycle

DUAN Yong-xia, CUI Yan\*, YU Si-jiu, YANG Bo

(College of Veterinary Medicine, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Histological and morphometric methods were used to study the changes of histology and morphology of yak's uterus during estrus cycle. The results showed that the wall of yak's uterus was composed of mucous membrane (endometrium), tunica muscularis (myometrium) and tunica adventitia (perimetrium). The endometrial surface and glandular epithelium were simple columnar epithelium at follicular phase and increased obviously at luteal phase which were pseudostratified columnar epithelium. The endometrial surface epithelium consisted of secretory cells and a few lymphocytes. The secretory cells included light and dark cells. In general, the cytoplasm of the light cells was lighter than that of dark cells, and has a large and columnar shape. The dark one has a laterally compressed and slim shape. The component of the glandular epithelium was similar to that of the surface epithelium. There were abundance of PAS-positive granules in the endometrial surface epithelium, glandular epithelium and stroma were observed with PAS reaction during the luteal phase more than that of the follicular phase. The invaginated (telescoping) gland, enlarged gland and accumulated lymphocytes were occasionally found in the lamina propria during the follicular phase, but during the luteal phase only the telescoping gland was observed in the lamina propria. Furthermore, the thickness of endometrium and myometrium increased significantly at luteal phase, than that of the follicular phase ( $P < 0.01$ ). The mean gland

收稿日期: 2010-03-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30371069)

作者简介: 段永霞 (1984-), 女, 甘肃靖远人, 硕士生, 主要从事动物组织学与胚胎学研究, E-mail: duanyxs@163.com

\* 通讯作者: 崔燕, Tel: 0931-7631223, E-mail: cuiyan999@gmail.com

duct diameter, area, perimeter, total glandular area and perimeter of the endometrial glands were significantly higher at the luteal phases than that at the follicular phase ( $P < 0.01$ ), but there was no significant change in the number of gland ducts ( $P > 0.05$ ). Therefore, there was a regular change in the histological structure of the yak's uterus during the estrus cycle.

**Key words:** yak; estrus cycle; uterus; histological structure

雌性动物进入初情期以后,随着下丘脑—垂体—性腺轴激素调节的逐渐完善,而出现发情周期。在每一发情周期过程中,垂体分泌的促性腺激素、卵泡分泌的雄激素以及黄体分泌的孕酮等激素共同作用于子宫,使其发生规律的周期性变化<sup>[1]</sup>。牦牛 (*Bos grunniens*) 主要生活在海拔 3 000~6 000 m 的高寒、高海拔地区。由于受其自然生长条件的限制,相关的研究较少。近年来,本课题组曾对不同年龄牦牛内生殖器官的解剖结构<sup>[2]</sup>、卵巢卵泡发育状况<sup>[3-5]</sup>以及输卵管的组织结构<sup>[6]</sup>进行了观察研究。但有关牦牛子宫组织结构变化的研究还尚未见报道,本研究利用组织学和形态计量学的方法,对牦牛发情周期子宫组织结构的变化进行观察,旨在揭示发情周期中牦牛子宫组织结构的变化特点,为进一步研究牦牛繁殖特性提供形态学资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

本试验选用 25 例青海大通县屠宰场健康成年母牦牛(5~8 岁),其中卵泡期 13 例,黄体期 12 例。

### 1.2 生殖周期的确定

根据 Yu 等<sup>[7]</sup>及陈北亨等<sup>[8]</sup>对母牦牛发情特性的研究,将成年母牦牛发情周期分为卵泡期和黄体期。

### 1.3 组织样品制备

供试成年母牦牛经颈动脉放血致死后立即从腹腔中取出子宫,采集两侧子宫角中部位的组织,并迅速固定于 40 g·L<sup>-1</sup> 多聚甲醛磷酸盐缓冲液(多聚甲醛 40 g 与 pH 7.2~7.4、0.01 mol·L<sup>-1</sup> 的 PBS 液 1 000 mL 混合)中,按常规方法石蜡包埋,制作 4 μm 厚切片。切片用常规 Delafield 氏苏木素-伊红(HE)和过碘酸雪夫(periodic acid Schiff, PAS)反应法进行染色。

### 1.4 显微照相和测量

用显微测微系统对相关的参数进行测量。包括:(1)测量子宫内膜和子宫肌层的厚度,子宫内膜厚度包括子宫肉阜和子宫肉阜间区厚度,均选择最高点进行测量;(2)测量子宫内膜表面上皮高度和腺

上皮的高度;(3)测量浅层和深层腺管的平均直径、单个腺管的平均面积和平均周长、每平方毫米子宫内膜内腺管的数量、总面积和总周长。

利用 SPSS11.5 软件对相关数据进行 student's *t*-检验,所有结果计为平均数±标准偏差(mean ± S. D.)。

## 2 结果

### 2.1 发情周期牦牛子宫的一般组织结构

牦牛子宫壁由内向外依次为黏膜层(子宫内膜)、肌层(子宫肌膜)和浆膜(子宫外膜)。

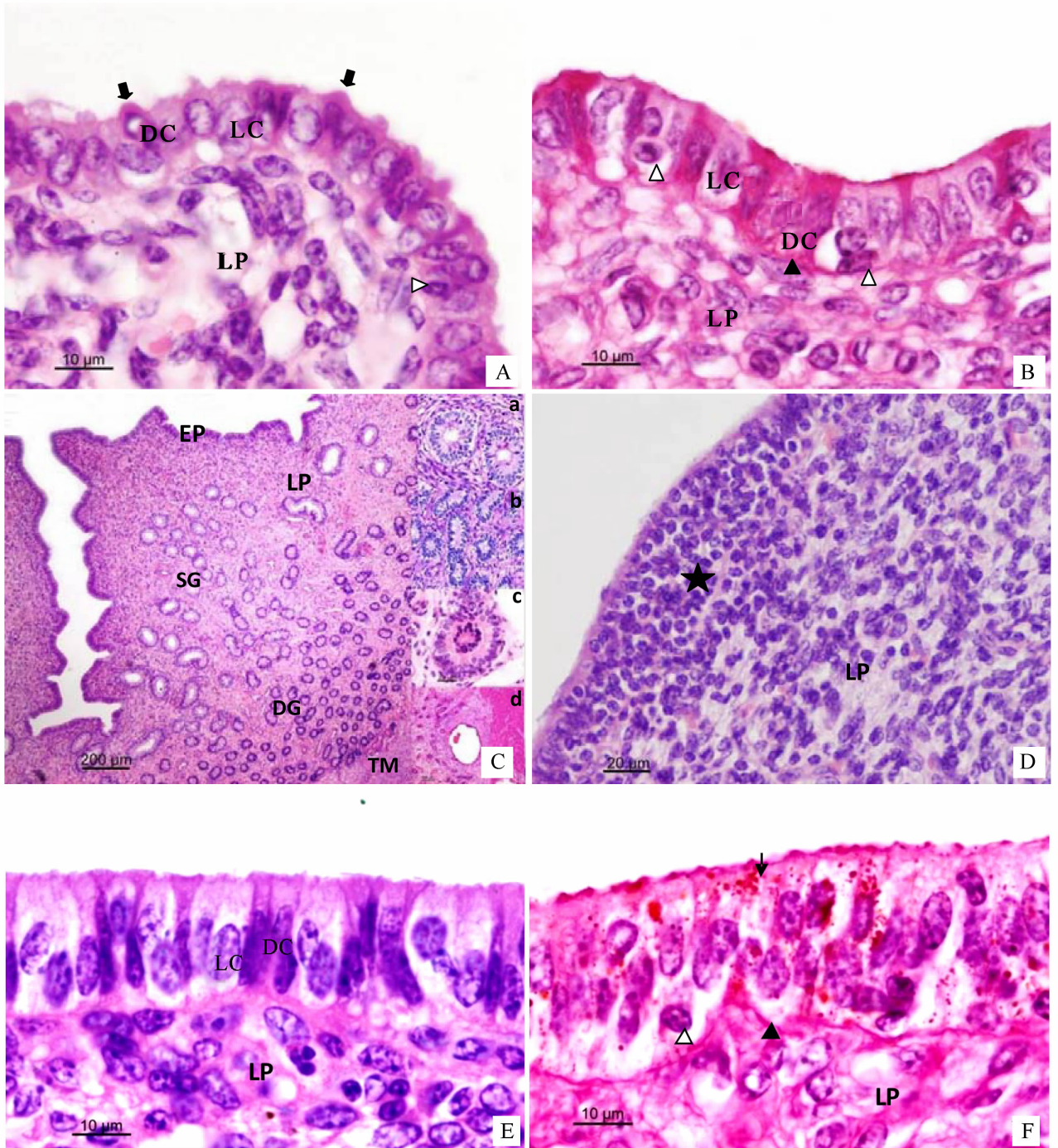
子宫黏膜层包括上皮和固有层,无黏膜肌层。发情周期牦牛子宫内膜表面上皮为单层柱状上皮或假复层柱状上皮。固有层由疏松结缔组织构成,内含有丰富的细胞成分(成纤维细胞、淋巴细胞及肥大细胞等)、纤维成分(平滑肌纤维、胶原纤维)及血管和淋巴管。固有层又可分为浅层和深层。浅层为靠近子宫腔的一层,有较多的细胞成分及子宫腺导管,子宫腺开口于表面上皮,向下不断的分支。深层接近肌层,细胞成分少,但充满了弯曲的分支管状腺。腺上皮为单层柱状或假复层柱状上皮。

子宫肉阜为绒毛叶阜,肉阜上没有观察到子宫腺的成分。固有层中含有与卵巢基质类似的细胞型结缔组织,基质细胞致密。深部基质细胞分布疏松,含有丰富的血管。肉阜的基部有子宫腺的开口。

子宫肌层主要由发达的内环行和外纵行平滑肌组成,其中前者较厚。两层平滑肌之间或内层的深部是血管层,含有大的动脉、静脉和淋巴管。外膜为浆膜,子宫阔韧带处为结缔组织。

### 2.2 发情周期牦牛子宫组织结构特点

2.2.1 卵泡期牦牛子宫组织结构特点 卵泡期子宫内膜表面上皮为单层矮柱状或高柱状上皮,有时上皮细胞排列成“栅栏状”。上皮主要由分泌细胞(又称无纤毛细胞)组成,可分为亮细胞和暗细胞两种。亮细胞呈柱状,细胞体积较大,胞核为椭圆形或卵圆形,染色浅,位于细胞中央,胞质弱嗜酸性;暗细胞呈两侧压扁的细条状,胞核为长杆状或锥形,染色深,胞质强嗜酸性,细胞顶部有胞质突起(图 1A)。



A. 卵泡期表面上皮 HE 1 000×; B. 卵泡期表面上皮 PAS 1 000×; C. 子宫内膜 HE 40×; 插图: a. 浅层腺体 PAS 400×; b. 深层腺体 PAS 400×; c. 嵌套腺管 HE 400×; d. 扩张腺管 HE 100×; D. 聚集的淋巴细胞 HE 400×; E. 黄体期表面上皮 HE 1 000×; F. 黄体期表面上皮 PAS 1 000×; DC. 暗细胞; LC. 亮细胞; EP. 黏膜上皮; LP. 固有层; SG. 浅层腺体; DG. 深层腺体; TM. 肌层; ↓. 胞质突起; △. 淋巴细胞; ▲. 基膜; ↓. PAS 反应阳性颗粒; ★. 聚集的淋巴细胞

A. Superficial epithelium at follicular phase HE 1 000×; B. Superficial epithelium at follicular phase PAS 1 000×; C. Endometrium HE 40×; Inset: a. Shallow gland PAS 400×; b. Deep gland PAS 400×; c. Telescoping gland HE 400×; d. Enlarged gland HE 100×; D. Accumulated lymphocytes HE 400×; E. Superficial epithelium at luteal phase HE 1 000×; F. Superficial epithelium at luteal phase PAS 1 000×; DC. Dark cell; LC. Light cell; EP. Mucous epithelium; LP. Lamina propria; SG. Shallow gland; DG. Deep gland; TM. Tunica muscularis; ↓. Protrusion; △. Lymphocyte; ▲. Basement membrane; ↓. Positive granules in PAS reaction; ★. Accumulated lymphocytes

图 1 牦牛发情周期子宫组织结构

Fig. 1 The histological structure of the yak's (*Bos grunniens*) uterus during the estrus cycle

子宫内膜腺体的腺管细长,较直;固有层浅层腺管管径比深层腺管管径大,而且数量少。腺上皮为单层柱状上皮,上皮细胞的核上可见空泡,细胞的顶部有突向腺腔的胞质突起,腺腔中可以观察到少量分泌物。PAS反应可见暗细胞呈强阳性反应。腺上皮和基质中均有阳性分泌颗粒,但含量较少(图1B)。此外,固有层内偶见异常扩大的腺管和嵌套腺管(图1C)。表面上皮和腺上皮内均有散在的淋巴细胞出现,且大部分位于基膜上,少数分布在上皮细胞之间,偶见黏膜上皮下或固有层内出现弥散淋巴组织(图1D)。内环行肌较厚,外纵行肌薄。外膜较薄。

2.2.2 黄体期牦牛子宫组织结构特点 黄体期子宫内膜表面上皮为假复层柱状上皮。上皮细胞的组成与卵泡期相似(图1E)。腺体弯曲,增长,腺上皮变高,腺管管径明显增大。固有层浅层腺管管径

表1 牦牛发情周期子宫壁各层的厚度

Table 1 The thickness of each layer of uterine wall in yak during the estrus cycle

	卵泡期 Follicular phase		黄体期 Luteal phase	
	$\bar{x} \pm s$	范围 Range	$\bar{x} \pm s$	范围 Range
子宫肉阜 Caruncle	2 494.3±767.1	1 075.1~4 475.3	3 150.0±557.2	2 423.7~4 838.7
子宫肉阜间区 Intercaruncular area	1 565.5±639.3	565.6~4 043.0	2 371.0±1 052.4	815.9~5 752.7
子宫肌层 Myometrium	1 459.6±733.8	547.7~4 538.4	3 088.1±1 553.4	836.2~7 769.9

2.3.2 子宫内膜上皮和腺上皮高度 牦牛发情周期子宫内膜上皮和腺上皮变化明显,卵泡期为单层柱状上皮,黄体期为假复层柱状上皮。由图2可见,黄体期子宫肉阜上皮、肉阜间区上皮和腺上皮的高度与卵泡期相比,均明显增加。但卵泡期子宫肉阜上皮和肉阜间区上皮的高度差异不显著,黄体期子宫肉阜上皮和肉阜间区上皮的高度差异也不显著。

2.3.3 牦牛子宫内膜腺管的形态学特征 由

较大,数量较少;深层腺管管径较小,数量较多。腺上皮为假复层柱状上皮,腺上皮细胞的分泌活性增加,腺腔内的分泌物明显增多,细胞顶端形成类似纤毛的结构。PAS反应可见子宫内膜表面上皮、腺上皮和基质中有较多阳性分泌颗粒。固有层内偶可见嵌套腺管(图1F)。肌层增厚,外纵行肌增厚明显。外膜较卵泡期增厚。

## 2.3 发情周期牦牛子宫组织结构的形态学比较

2.3.1 子宫内膜和子宫肌层厚度 从表1可以看出,子宫肉阜、子宫肉阜间区和子宫肌层的厚度在发情周期的不同时期明显不同。与卵泡期相比,黄体期子宫肉阜间区和子宫肌层的厚度明显增加,且差异极显著( $P<0.01$ );卵泡期和黄体期子宫肉阜厚度相比较,差异显著( $P<0.05$ )。

表2可以看出,卵泡期和黄体期子宫内膜浅层腺管直径、单个腺管的面积和周长的平均值均大于深层,且差异极显著( $P<0.01$ );而子宫内膜深层每平方米内腺管的数量、总面积和总周长的平均值均大于浅层,且差异极显著( $P<0.01$ )。此外,卵泡期与黄体期相比,除了每平方米子宫内膜腺体的数量差异不显著( $P>0.05$ )外,其他参数的差异性均极显著( $P<0.01$ )。

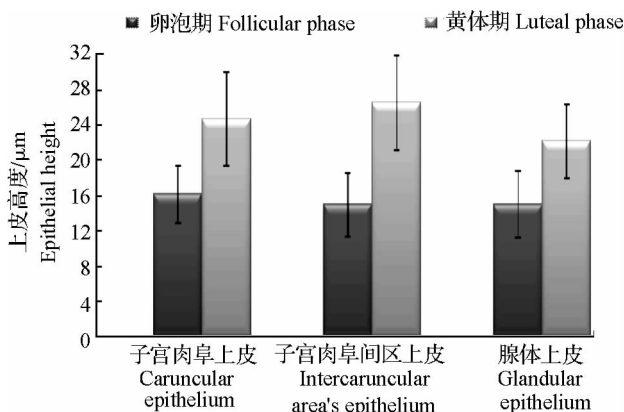


图2 牦牛发情周期子宫内膜表面上皮和腺上皮高度  
Fig.2 The height of superficial and glandular epithelium in yak's endometrium during the estrus cycle

## 3 讨论

通过本研究观察发现,牦牛发情周期子宫的一般组织结构与其他动物<sup>[9]</sup>类似。据相关的研究报道,兔<sup>[10]</sup>、牛<sup>[11]</sup>、狗<sup>[12]</sup>发情周期和人<sup>[13]</sup>月经周期子宫内膜上皮由两种细胞组成,即纤毛细胞和分泌细胞。纤毛细胞稀少,分泌细胞较多。本研究发现,牦牛发情周期子宫内膜表面上皮主要由分泌细胞组成,分泌细胞又可分为暗细胞和亮细胞两种,与Kojima等<sup>[11]</sup>对牛发情周期子宫内膜表面上皮分泌细胞的研究结果一致;但并未观察到纤毛细胞,Nilsson<sup>[14]</sup>对鼠的子宫内膜的研究中也未见纤毛细胞。然而,有些学者<sup>[15]</sup>认为牦牛子宫内膜上皮有纤毛细

表 2 牦牛发情周期子宫内腺的形态学特征

Table 2 Morphometric characters of endometrial glands in yak during the estrus cycle

参数 Parameter	位置 Position	卵泡期 Follicular phase		黄体期 Luteal phase	
		$\bar{x} \pm s$	范围 Range	$\bar{x} \pm s$	范围 Range
腺管平均直径/ $\mu\text{m}$	浅层 Shallow	23.8±6.6	11.1~51.7	37.4±9.1	19.5~62.1
Mean gland duct diameter	深层 Deep	17.6±6.0	8.2~45.1	26.1±5.7	16.5~50.8
腺管数量/(个· $\text{mm}^{-2}$ )	浅层 Shallow	36.9±17.7	6.9~103.5	33.5±12.8	6.9~82.8
No. of gland ducts	深层 Deep	104.4±32.4	34.5~213.8	109.8±41.2	41.4~262.1
单个腺管平均面积/ $\mu\text{m}^2$	浅层 Shallow	478.8±291.4	83.2~2 023.6	1 132.0±572.9	260.9~3 911.5
Mean gland duct area	深层 Deep	257.7±207.4	35.0~1 518.3	573.9±307.9	180.3~2 202.5
单个腺管平均周长/ $\mu\text{m}$	浅层 Shallow	89.1±26.5	37.9~203.9	134.6±34.6	68.9~297.9
Mean gland duct perimeter	深层 Deep	63.3±22.9	24.7~165.6	97.6±26.2	55.7~237.5
腺管总面积/( $\mu\text{m}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$ )	浅层 Shallow	16 958.8±7 886.1	5 620.1~45 152.5	40 059.6±15 488.1	12 507.7~76 818.6
Total glandular area	深层 Deep	25 695.7±15 619.9	7 661.1~68 489.9	62 967.5±20 096.9	25 509.6~101 269.8
腺管总周长/ $\mu\text{m}$	浅层 Shallow	3 209.3±1 293.6	972.4~7 523.5	4 760.4±1 520.6	1 887.5~10 165.5
Total glandular perimeter	深层 Deep	6 311.8±1 963.4	2 796.9~11 146.3	10 704.2±2 900.9	5 609.7~17 343.9

胞,但缺乏有力的证据。至于牦牛子宫内膜上皮纤毛细胞是否存在,还有待进一步的深入研究。此外,由于分泌细胞能合成糖原、中性黏多糖、酸性黏多糖及脂类,内膜基质的主要成分为黏多糖<sup>[16]</sup>,本研究利用 PAS 反应观察牦牛发情周期子宫内膜中糖原的分布。研究发现牦牛卵泡期子宫内膜表面上皮、腺上皮和基质中均有少量的 PAS 阳性颗粒,黄体期 PAS 阳性颗粒较多,这与 Brenner 等<sup>[17]</sup>对短尾猿月经周期子宫中糖原分布的研究结果一致,即卵泡期上皮细胞核下区有少量的糖原颗粒,黄体期上皮细胞核上区有大量的糖原颗粒。也有学者认为人<sup>[16]</sup>黄体期子宫内膜的分泌活动旺盛,该时期糖原的含量显著增高,本研究也在牦牛黄体期子宫内膜观察到相似的结果。

Shahrooz 等<sup>[18]</sup>发现水牛子宫内膜和子宫肌层的厚度在卵泡期和黄体期没有明显的差异,并认为肌层厚度的增加是由于卵泡期雌激素水平较高,引起细胞的增生所致。但是本研究观察到黄体期子宫内膜和子宫肌层的厚度与卵泡期相比,厚度均明显增加。Mulligan<sup>[19]</sup>对犬雌性生殖道的研究发现,在孕酮的作用下黄体期子宫内膜增生,子宫壁增厚。也有学者<sup>[9]</sup>认为子宫的再生变化是由雌二醇引起,依靠孕酮来维持。因此,笔者推测牦牛黄体期子宫内膜和子宫肌层均明显增厚是雌二醇和孕酮共同作用的结果。

本试验中我们以腺管作为研究对象,对单个腺管的相关参数进行测量,从而间接反映腺体的形态变化。Kojima 等<sup>[20]</sup>对牛子宫内腺的研究中发现卵泡期腺上皮细胞低,细胞功能不活跃,黄体期腺上皮细胞较高,具有较强的分泌功能,他们认为腺上皮细胞的形态与其功能状态密切相关,伴随功能变化

而改变。Shahrooz 等<sup>[18]</sup>的研究发现孕酮引起水牛黄体期腺上皮高度的明显增加。本研究发现,牦牛子宫内腺上皮高度也出现相似的结果,黄体期腺上皮高度(22.15±4.16  $\mu\text{m}$ )明显高于卵泡期腺上皮高度(15.10±3.76  $\mu\text{m}$ )。Wang 等<sup>[21]</sup>研究发现牛黄体期子宫内腺腺管平均周长和平均面积较卵泡期大,这与本研究结果相似。此外,牦牛黄体期子宫内腺腺管平均周长(浅层为(134.6±34.6) $\mu\text{m}$ ,深层为(97.6±26.2) $\mu\text{m}$ )和平均面积(浅层为(1 132.0±572.9) $\mu\text{m}^2$ ,深层为(573.9±307.9) $\mu\text{m}^2$ )明显高于卵泡期腺管平均周长(浅层为(89.1±26.5) $\mu\text{m}$ ,深层为(63.3±22.9) $\mu\text{m}$ )和平均面积(浅层为(478.8±291.4) $\mu\text{m}^2$ ,深层为(257.7±207.4) $\mu\text{m}^2$ )。Wahab 等<sup>[22]</sup>研究发现,人在正常的生理周期中,黄体期子宫内腺腺管的平均直径和单位面积内腺管的总面积较卵泡期高。本研究结果显示,牦牛子宫内腺腺管的平均直径、单位面积内腺管的总面积和总周长也出现相似的结果。牦牛发情周期子宫内腺的相关参数发生这种变化,说明牦牛子宫内腺在发情周期发生着有规律的周期性变化,这种有规律的周期性变化很大程度上是由雌激素和孕酮所引起。此外,本研究观察到嵌套腺管和扩张腺管现象。有些人认为腺体发生嵌套仅仅是腺体在固定和切割时人为导致的结果<sup>[23]</sup>。Wahab 等<sup>[22]</sup>对人进行子宫内腺活组织检查时,观察到子宫内腺有嵌套腺管出现,他们认为这可能是由于流血导致腺体发生脱落(流出)造成。作者推测发情周期牦牛子宫内腺中嵌套腺管的出现可能是人为造成。

牦牛发情周期子宫表面上皮、腺上皮内夹有散在的淋巴细胞。卵泡期黏膜上皮或固有层内偶见

大量的淋巴细胞聚集形成的界限清楚的淋巴小结。Schmidt 等<sup>[24]</sup>对非洲水牛子宫和早期胎盘的组织形态学的研究中也观察到淋巴细胞聚集,认为这种现象可能是为了维持正常的子宫内环境而发生的正常免疫活动。此外,陈秋生等<sup>[25]</sup>在双峰驼子宫黏膜固有层中也观察到淋巴细胞聚集的现象,认为固有层是黏膜免疫应答的主要场所,固有膜中淋巴小结的出现形成了黏膜相关的淋巴组织,参与双峰驼雌性生殖道的黏膜免疫。因此,推测牦牛卵泡期子宫内膜中淋巴细胞聚集是维持子宫正常内环境,为下一步胚胎的附植做准备。

### 参考文献:

- [1] 阿布力孜·吾斯曼,刘忠华,谭景和.自然发情与超排山羊输卵管和子宫组织结构研究[J].草食家畜,2002,(2):26-28.
- [2] CUI Y, YU S J. An anatomical study of the internal genital organs of the yak at different ages [J]. *Vet J*, 1999a, 157(2):192-196.
- [3] CUI Y, YU S J. Ovarian morphology and follicular systems in yaks of different ages [J]. *Vet J*, 1999, 157(2):197-205.
- [4] 蒙学莲,崔燕,余四九,等.牦牛发情周期中卵巢卵泡发育状况的组织学观察[J].中国兽医科学,2006,36(1):57-61.
- [5] 雍艳红,余四九,崔燕,等.牦牛卵泡细胞及其卵母细胞不同发育时期的结构变化[J].动物学报,2005,51(6):1050-1057.
- [6] 谭娟,崔燕.妊娠期牦牛输卵管的组织结构观[J].中国兽医科技,2008,38(7):622-625.
- [7] YU S J, HUANG Y M, CHEN B H. Reproductive pattern of the yak. I. Reproductive phenomena of female yak [J]. *Br Vet J*, 1993, 149(6):579-583.
- [8] 陈北亨,王建辰.兽医产科学[M].北京:中国农业出版社,2001.
- [9] 德尔曼 H D, 布朗 E M. 兽医组织学[M]. 秦鹏春, 聂其灼译.北京:农业出版社,1989:290-295.
- [10] LARSEN J F. Electron microscopy of the uterine epithelium in the rabbit [J]. *J Cell Biol*, 1962, 14(1):49-64.
- [11] KOJIMA Y, SELANDER U. Fine structure of bovine surface endometrial cells in the estrous and luteal phases [J]. *Z Zellforsch*, 1970, 104(4):557-571.
- [12] CRUCHTEN S V, BROECK W V, ROELS F, et al. Cyclic changes of the canine endometrial surface: an electron-microscopic study [J]. *Cells Tissues Organs*, 2003, 173(1):46-53.
- [13] FERENCZY A, RICHART R M. Scanning and transmission electron microscopy of the human endometrial surface epithelium [J]. *JCE & M*, 1973, 36(5):999-1008.
- [14] NILSSON O. Ultrastructure of mouse uterine surface epithelium under different estrogenic influences [J]. *J Ultrastruct Res*, 1958, 1(4):375.
- [15] 邱忠权,朱启明.母牦牛生殖器官组织学研究[J].中国牦牛,1981,7(4):25-28.
- [16] 成令忠.组织学[M].第2版.北京:人民卫生出版社,1993.
- [17] BRENNER B M, CARLISLE K S, HESS D L. Morphology of the oviducts and endometria of Cynomolgus Macaques during the menstrual cycle [J]. *Biol Reprod*, 1983,(29):1289-1302.
- [18] SHAHROOZ R, MASHMOOLIAN M. Histological and histomorphometrical study of buffalo uterus during different stages of estrous cycle [J]. *J Fac Vet Med Univ Tehran*, 2003, 58(1):53-59.
- [19] MULLIGAN R M. Histological studies on the canine female genital tract [J]. *J Morphol*, 1942, 71(3):432-438.
- [20] KOJIMA Y, SELANDER U. Cyclical changes in the fine structure of bovine endometrial gland cells [J]. *Z Zellforsch*, 1970, 104(1):69-86.
- [21] WANG C K, ROBINSON R S, FLINT A P F, et al. Quantitative analysis of changes in endometrial gland morphology during the bovine oestrous cycle and their association with progesterone levels [J]. *Reproduction*, 2007, 134:365-371.
- [22] WAHAB M, THOMPSON J, HAMID B, et al. Endometrial histomorphometry of trimegestone-based sequential hormone replacement therapy: a weighted comparison with the endometrium of the natural cycle [J]. *Hum Reprod*, 1999, 14(10):2609-2618.
- [23] MAZUR M, KURMAN R J. Diagnosis of endometrial biopsies and curettings: a practical approach [M]. New York: Springer, 2004.
- [24] SCHMIDT S, GERBER D, SOLE Y D, et al. Histomorphology of the uterus and early placenta of the African buffalo (*Syncerus caffer*) and comparative placental morphology of the African buffalo and cattle (*Bos taurus*) [J]. *Placenta*, 2006.
- [25] 陈秋生,苏泽红,陈晓武.雌性双峰驼生殖道粘膜免疫组织和细胞的结构与分布[J].南京农业大学学报,2001,24(4):79-83.