

藏绵羊和小尾寒羊雄性生殖器官组织结构比较

柳苗苗 郭亚军 伏晓玉 杨喜喜 王欣荣*

甘肃农业大学动物科学技术学院 兰州 730070

摘要: 通过比较绵羊 (*Ovis aries*) 的两个品种, 生活于高海拔 (4 500 m) 地区的藏绵羊与相对低海拔 (2 080 m) 地区小尾寒羊雄性生殖器官的组织结构特征, 以探讨哺乳动物生殖器官适应高原环境的组织结构基础。采集成年藏绵羊与小尾寒羊的睾丸、附睾、输精管, 运用大体解剖、石蜡切片及常规 H.E 染色方法, 比较二者生殖器官的组织结构差异。结果显示, 藏绵羊附睾头和附睾体管腔内的纤毛较长, 而附睾尾管腔内的纤毛较短, 呈清晰的刷状缘结构, 输精管平滑肌细胞较多, 固有膜和黏膜层粘连紧密, 且形成较明显的不规则皱襞。与小尾寒羊相比, 藏绵羊曲细精管的横切面直径、面积和生精上皮的厚度均显著降低 ($P < 0.05$); 精原细胞和初级精母细胞的直径及面积显著降低 ($P < 0.05$), 且支持细胞数也显著减少 ($P < 0.05$); 附睾头、附睾体、附睾尾的管腔内径和外径及纤毛长度均显著减小 ($P < 0.05$); 附睾体的柱状上皮厚度显著增高 ($P < 0.05$), 而输精管管腔直径、平滑肌厚度均显著降低 ($P < 0.05$)。研究认为, 藏绵羊在高海拔低氧环境的长期适应过程中, 其生殖器官的组织结构发生了一定的适应性改变, 可能与其在高原环境下正常繁殖性能的维持有关。

关键词: 组织结构; 藏绵羊; 小尾寒羊; 生殖器官

中图分类号: Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2022) 01-124-08

Structures of Male Reproductive Organs: A Comparison between Tibetan Sheep and Small-tail Han Sheep

LIU Miao-Miao GUO Ya-Jun FU Xiao-Yu YANG Xi-Xi WANG Xin-Rong*

College of Animal Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

Abstract: [Objectives] In order to explore the organizational structure characteristics of reproductive organs in mammals adapting to the plateau environment, we compared the structures of male reproductive organs between Tibetan Sheep (*Ovis aries*) and Small-tail Han Sheep. **[Methods]** The testis, epididymis, and vas deferens of adult Tibetan Sheep and Small-tail Han Sheep were collected respectively. The differences in structures of reproductive organs were compared by gross anatomy, paraffin section, and conventional H.E staining. All the data were analyzed by *T*-test. **[Results]** The results indicated that the cilia in the lumen of caput epididymis and corpus epididymis were longer, on the contrary, the cilia in the lumen of cauda

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31560634);

* 通讯作者, E-mail: wangxr@gsau.edu.cn;

第一作者介绍 柳苗苗, 女, 硕士研究生; 研究方向: 高原家畜繁殖生理; E-mail: 1144745969@qq.com。

收稿日期: 2021-08-27, 修回日期: 2021-11-05 DOI: 10.13859/j.cjz.202201013

epididymis were shorter and displayed a clear brush border structure in Tibetan sheep (Fig. 2). There were more smooth muscle cells in the vas deferens, the lamina propria, and the mucosal layer closely adhered, and more obvious irregular folds in Tibetan Sheep (Fig. 3). The cross-sectional diameter, area, and epithelium thickness of seminiferous tubules in Tibetan Sheep were significantly lower than in Small-tail Han Sheep ($P < 0.05$) (Table 1); meanwhile the diameter and area of spermatogonia and primary spermatocytes, and the number of Sertoli cells were also significantly reduced in Tibetan Sheep than in Small-tail Han Sheep ($P < 0.05$) (Table 1). The inner diameter, outer diameter, and cilia length of the caput epididymis, corpus epididymis, cauda epididymis were significantly reduced in Tibetan Sheep ($P < 0.05$) (Table 2); the thickness of the columnar epithelium of the epididymis was significantly increased ($P < 0.05$) (Table 2), whereas the diameter of the vas deferens lumen and the thickness of smooth muscle were significantly decreased ($P < 0.05$) (Table 3). **[Conclusion]** The study suggests that the structures of reproductive organs have undergone certain adaptive changes during the long-term adaptation process of Tibetan sheep to high altitude and low oxygen environment, which may be related to the maintenance of normal reproductive performance in the plateau environment.

Key words: Organizational structure; Tibetan Sheep; Small-tail Han Sheep; Reproductive organs

氧是机体维持内环境稳定和新陈代谢的必要条件, 低氧分压是高海拔地区的一个主要生态因子, 严重影响人类和动植物生存和发展(董传豪 2015)。不同生态环境中氧气含量的差异, 决定了动物组织器官对氧摄取的能力。当海拔达到 4 000 m 时, 氧含量仅为海平面的 60% (Tingari 1972)。因此, 在高寒、低氧环境中, 保证充足的氧对动物维持其组织器官的正常生理功能具有重要意义。藏绵羊作为青藏高原的特有畜种, 形成了独特的高原适应性生理机制。研究发现, 在高原环境中, 牦牛(*Bos grunniens*)发情期和生殖机能随季节变化的不同而变化, 即使在低温低湿的条件下牦牛也能正常繁衍, 说明牦牛在高原环境中形成了独特的适应性(孙英等 2010)。在青藏高原地区, 牦牛和藏绵羊(*Ovis aries*)等家畜脑组织和生殖器官的部分动脉及微血管增粗、血管构筑改变、血管内皮出现有利于动脉血运送的组织结构变化, 导致血流量改变和携氧效率的提高, 是动物常年形成的独特低氧耐受机制(王欣荣等 2013)。研究还发现, 成年牦牛的附睾管腔外周网状纤维与胶原纤维分布一致, 且在附睾尾较为丰富, 可能与其收缩能力较强及精子运输有关(杨栋

慧等 2016)。综上所述, 高海拔低氧使高原动物的器官逐渐形成了特定的组织学特征, 以适应极端环境下对氧的需求。

睾丸作为耗氧量最大的器官之一, 主要生理功能是分泌雄激素和产生精子, 维持种公畜性欲、提高精液品质、保证母畜具有良好的受胎率(王锋 2012)。睾丸对外界因素的影响特别敏感, 短暂、微小的局部贫血会导致功能障碍(Pozor et al. 2001), 因此, 高海拔低氧使高原动物的睾丸逐渐形成了特定的组织学特征, 以适应对氧的需求。目前, 对高原家畜的心血管、呼吸系统等低氧适应的组织学研究比较系统, 但关于高原地区藏绵羊主要生殖器官的组织结构和细胞形态的研究较少。因此, 本研究运用解剖学和组织学方法, 对高海拔环境的藏绵羊与低海拔环境的小尾寒羊的睾丸、附睾、输精管这些生殖器官进行研究, 比较二者的组织结构特点和细胞形态特征, 以揭示高原哺乳动物生殖器官适应高原低氧的组织结构基础。

1 材料与方法

1.1 实验动物

在青海省海北州(平均海拔 4 500 m)获

取 2~3 岁健康状况良好的雄性藏绵羊 6 只, 平均体重 63.23 kg; 在甘肃省定西市 (平均海拔 2 080 m) 获取 2~3 岁健康的雄性小尾寒羊 6 只, 平均体重 82.16 kg。动物屠宰后, 迅速采集每只实验动物的右侧睾丸, 用生理盐水冲洗血渍和残余物并称重。藏绵羊右侧睾丸重 (含附睾) (163.76 ± 38.73) g, 小尾寒羊右侧睾丸重 (含附睾) (234.23 ± 40.63) g。最后用手术刀分离睾丸、附睾头、附睾体、附睾尾及输精管, 将以上组织分别用 4% 中性福尔马林溶液固定储存备用。

1.2 实验方法

取 $1\text{ cm} \times 2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 大小的新鲜组织块, 经流水、脱水 (自动脱水机为武汉俊杰电子有限公司 JJ-12 J)、透明、浸蜡、包埋、切片 (石蜡切片机为上海徕卡仪器有限公司 RM2016)、摊片 (摊片机为浙江金华科迪仪器设备有限公司 KD-P) 和烤片 (烤片机为浙江金华科迪仪器设备有限公司 KD-H), 脱蜡至水后将切片用苏木精染色 (苏木精染液为武汉谷歌生物科技有限公司出产), 盐酸分化, 氨水反蓝, 水洗后依次投入梯度酒精中脱水, 再用伊红染色后在无水乙醇、二甲苯中透明处理, 最后用中性树胶封片。无水乙醇、二甲苯、盐酸和中性树胶, 国药集团化学试剂有限公司出产。

1.3 数据采集与分析

切片制作完成后置于显微镜 (Olympusdp-71) 下观察拍照, 每个组织随机选取 4 张切片, 每张切片 400 倍镜下随机选取 5 个不重复视野, 利用 Image Pro plus 6.0 软件测量相关参数, 各参数依据袁莉刚等 (2015) 及宋兴超等 (2014) 描述的方法。数据用 T 检验分析差异显著性, 数据用平均值 \pm 标准差 ($\text{Mean} \pm \text{SD}$) 表示, $P < 0.01$ 表示差异极显著, $P < 0.05$ 表示差异显著, $P > 0.05$ 表示不显著。

2 结果

2.1 藏绵羊与小尾寒羊睾丸组织特征比较

光镜下, 藏绵羊睾丸间质结缔组织清楚,

基膜整齐排列, 血管较丰富, 曲细精管之间的间质细胞较多, 沿血管两侧成群分布 (图 1a); 在曲细精管内观察到精原细胞、初级精母细胞、精子细胞等类型的生精细胞及支持细胞、管周肌样细胞整齐排布 (图 1b, c); 睾丸生精上皮由 4~7 层生精细胞及支持细胞构成, 腔面精子成簇分布, 管周肌样细胞围绕在生精小管的固有膜外周 (图 1c)。

观察发现, 小尾寒羊睾丸曲细精管切面呈圆形或椭圆形, 其边缘部的基膜清晰明显, 睾丸间质的结缔组织少, 睾丸小叶间隔明显而连续 (图 1d); 睾丸曲细精管发达, 生精细胞、精子数量较多 (图 1e); 生精上皮发育良好, 由 6~8 层生精细胞组成, 支持细胞与圆形精原细胞交错分布于曲细精管基膜附近, 间质内毛细血管清晰 (图 1f)。

2.2 藏绵羊与小尾寒羊曲细精管组织学参数的比较

统计结果表明 (表 1), 藏绵羊睾丸曲细精管横切面直径、面积、生精上皮厚度均显著小于小尾寒羊 ($P < 0.05$); 藏绵羊精原细胞和初级精母细胞直径、面积显著小于小尾寒羊 ($P < 0.05$), 且支持细胞数也少于小尾寒羊 ($P < 0.05$)。

2.3 藏绵羊与小尾寒羊附睾组织特征比较

光镜下, 藏绵羊与小尾寒羊附睾各部分的组织结构基本相似, 附睾管壁上皮主要由主细胞、基细胞及管周肌样细胞组成, 各部分附睾上皮均可见 3 或 4 层上皮细胞 (图 2); 大量成熟精子分布于腔面, 主细胞呈高柱状分布, 二者管周肌样细胞核呈长梭形围绕于附睾管固有膜外周; 基细胞呈单层分布于附睾管固有膜最底部, 附睾头 (图 2a, d) 和附睾体 (图 2b, e) 管腔内的纤毛较长, 而附睾尾 (图 2c, f) 管腔内的纤毛较短, 且变为清晰的刷状缘结构。

2.4 藏绵羊与小尾寒羊附睾各部位组织学参数的比较

藏绵羊与小尾寒羊附睾尾的管腔内径和外径最大, 且附睾头的柱状上皮最厚 (表 2); 藏

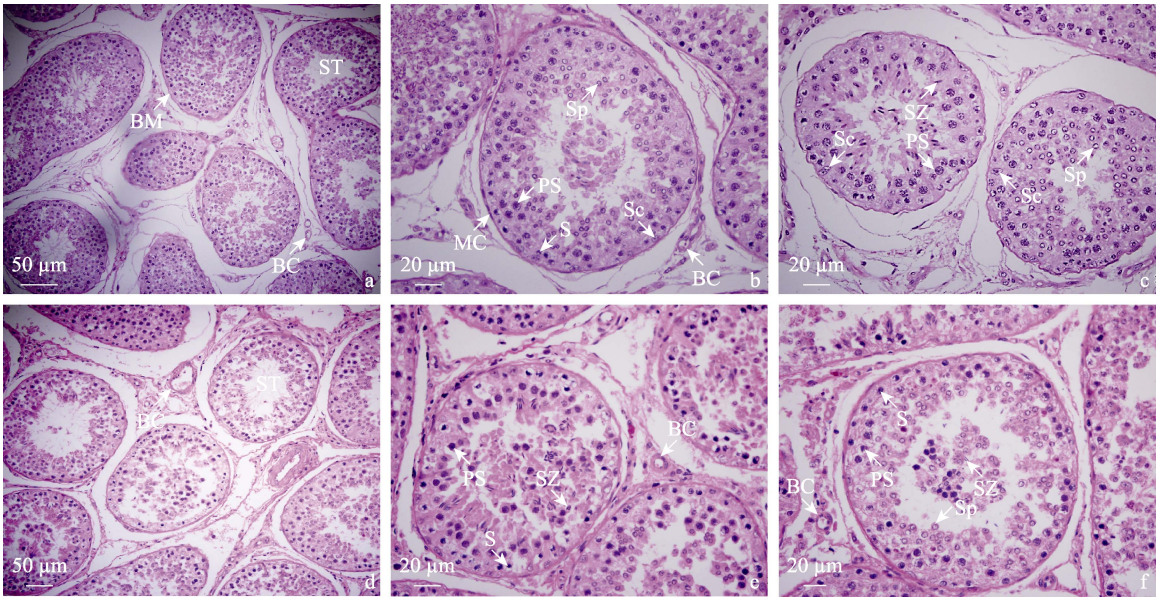


图 1 藏绵羊与小尾寒羊睾丸切片

Fig. 1 Testicular sections of Tibetan Sheep and Small-tail Han Sheep

a~c. 藏绵羊睾丸组织, a. 200 ×, b 和 c. 400 ×; d~f. 小尾寒羊睾丸组织, d. 200 ×, e 和 f. 400 ×.

a - c. Tibetan Sheep testicular tissue, a. 200 ×, b and c. 400 ×; d - f. Small-tail Han Sheep testicular tissue, d. 200 ×, e and f. 400 ×.

BC. 毛细血管; BM. 基膜; MC. 肌样细胞; PS. 初级精母细胞; S. 精原细胞; Sc. 支持细胞; Sp. 精子细胞; ST. 曲细精管; SZ. 精子

BC. Blood capillary; BM. Basement membrane; MC. Myoid cells; PS. Primary spermatocytes; S. Spermatogonia; Sc. Sertoli cells; Sp. Spermtid cells; ST. Seminiferous tubules; SZ. Spermatozoa

表 1 藏绵羊与小尾寒羊睾丸曲细精管组织学参数比较

Table 1 Comparison of histological parameters of testicular seminiferous tubules between Tibetan Sheep and Small-tail Han Sheep

测定参数 Parameters	藏绵羊 Tibetan Sheep	小尾寒羊 Small-tail Han Sheep
曲细精管直径 Seminiferous tubule diameter (μm)	95.60 ± 8.33 ^a	116.50 ± 9.86 ^b
生精上皮厚度 Seminiferous epithelium thickness (μm)	32.01 ± 4.55 ^a	40.51 ± 4.91 ^b
精原细胞直径 Spermatogonia diameter (μm)	5.18 ± 0.66 ^a	8.45 ± 1.07 ^b
初级精母细胞直径 Primary spermatocyte diameter (μm)	6.88 ± 0.64 ^a	7.96 ± 1.10 ^b
精子细胞直径 Spermtid cell diameter (μm)	3.50 ± 10.74	4.50 ± 10.54
支持细胞直径 Sertoli cell diameter (μm)	6.09 ± 1.10 ^a	7.49 ± 1.52 ^b
曲细精管横切面积 Cross-sectional area of seminiferous tubules (μm ²)	9 026.46 ± 1 560.16 ^a	1 3727.71 ± 2 269.27 ^b
精原细胞面积 Spermatogonia area (μm ²)	38.81 ± 19.32 ^a	31.62 ± 7.74 ^b
初级精母细胞面积 Primary spermatocyte area (μm ²)	54.23 ± 8.23 ^a	58.16 ± 6.99 ^b
精子细胞面积 Spermtid cell diameter area (μm ²)	21.10 ± 4.55	22.18 ± 5.60
支持细胞数 Number of Sertoli cells (个)	16.80 ± 2.40 ^a	22.40 ± 3.60 ^b

每组睾丸各 6 个, 每个睾丸选取 4 张不连续切片, 每张切片在同一倍数下随机选取 5 个不同视野进行拍照, 用 Image Pro plus 6.0 软件测量, 每个视野测量 4 组数据。表中数据均为平均值 ± 标准差, 同行数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

There were 6 testes in each group, 4 discontinuous sections were selected for each testicle, 5 different visual fields were randomly selected for each section under the same multiple for photographing, measured with Image Pro Plus 6.0 software, and 4 groups of data were measured for each visual field. Shown as Mean ± SD, Different letters on the same line of data indicate significant differences ($P < 0.05$).

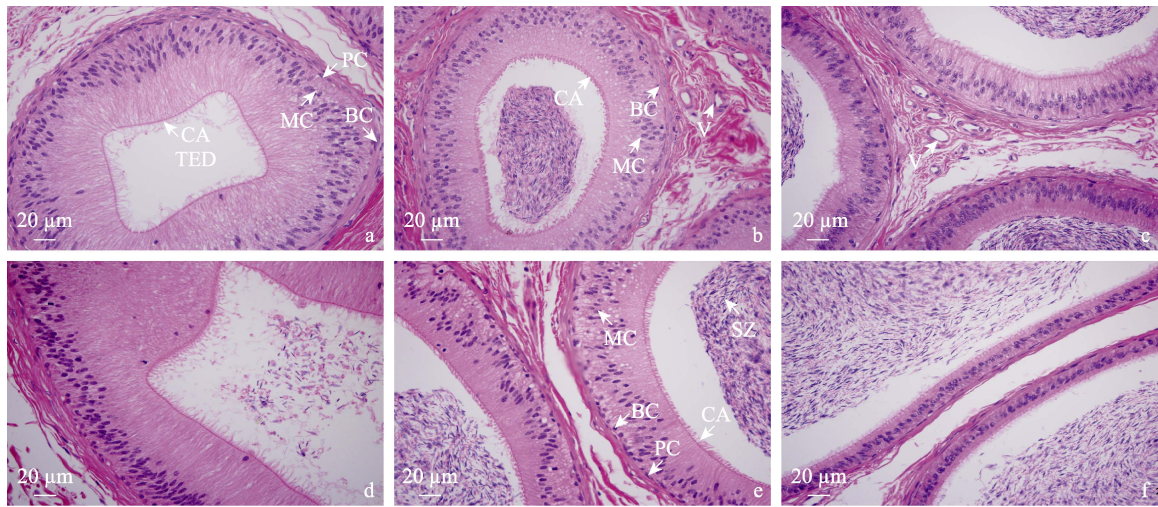


图 2 藏绵羊与小尾寒羊附睾切片

Fig. 2 Epididymis sections of Tibetan Sheep and Small-tail Han Sheep

a ~ c. 藏绵羊附睾组织 (400 ×); d ~ f. 小尾寒羊附睾组织 (400 ×); a 和 d. 附睾头; b 和 e. 附睾体; c 和 f. 附睾尾。
a - c. Tibetan Sheep epididymis tissue (400 ×); d - f. Small-tail Han Sheep epididymis tissue (400 ×); a and d. Caput epididymis; b and e. Corpus epididymis; c and f. Cauda epididymis.
BC. 基细胞; CA. 纤毛; MC. 主细胞; PC. 管周肌样细胞; SZ. 精子; TED. 睾丸输出管; V. 血管
BC. Basal cells; CA. Cilia; MC. Main cells; PC. Peritubular myoid cells; SZ. Spermatozoa; TED. Testicular efferent duct; V. Vessels

表 2 藏绵羊与小尾寒羊附睾组织学参数的比较

Table 2 Comparison of histological parameters of epididymis between Tibetan Sheep and Small-tail Han Sheep

部位 Location	测定指标 Parameters	藏绵羊 Tibetan Sheep	小尾寒羊 Small-tail Han Sheep
附睾头 Caput epididymis (μm)	管腔内径 Internal diameter of lumen	106.69 ± 25.28 ^a	140.57 ± 19.93 ^b
	管腔外径 External diameter of lumen	211.09 ± 22.31 ^a	80.65 ± 34.29 ^b
	柱状上皮厚度 Thickness of columnar epithelium cells	57.24 ± 14.89 ^a	76.23 ± 9.31 ^b
	纤毛长度 Cilia length	4.64 ± 0.66 ^a	9.26 ± 1.51 ^b
附睾体 Corpus epididymis (μm)	管腔内径 Internal diameter of lumen	107.07 ± 9.74 ^a	149.04 ± 25.40 ^b
	管腔外径 External diameter of lumen	182.60 ± 13.26 ^a	251.13 ± 35.45 ^b
	柱状上皮厚度 Thickness of columnar epithelium cells	41.41 ± 3.18 ^a	51.84 ± 6.70 ^b
	纤毛长度 Cilia length	3.62 ± 0.68 ^a	5.12 ± 0.79 ^b
附睾尾 Cauda epididymis (μm)	管腔内径 Internal diameter of lumen	224.91 ± 41.90 ^a	418.86 ± 44.56 ^b
	管腔外径 External diameter of lumen	267.26 ± 28.19 ^a	452.97 ± 103.17 ^b
	柱状上皮厚度 Thickness of columnar epithelium cells	22.06 ± 3.83 ^b	15.64 ± 5.64 ^a
	纤毛长度 Cilia length	3.44 ± 0.74 ^a	4.81 ± 0.67 ^b

每组附睾各 6 个, 每个附睾部位选取 4 张不连续切片, 每张切片在同一倍数下随机选取 5 个不同视野进行拍照, 用 Image Pro plus 6.0 软件测量, 每个视野测量 4 组数据。表中数据均为平均值 ± 标准差, 同行数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

There were 6 epididymides in each group, 4 discontinuous sections were selected from each epididymis, 5 different visual fields were randomly selected for each section under the same multiple for photography, measured with Image Pro Plus 6.0 software, and 4 groups of data were measured for each visual field. Shown as Mean ± SD, Different letters on the same line of data indicate significant differences ($P < 0.05$).

绵羊与小尾寒羊的附睾头、附睾体、附睾尾管腔内径依次增大，而管腔外径无此变化规律。附睾头、附睾体中的纤毛比附睾尾的长 ($P < 0.05$)。藏绵羊附睾头、附睾体、附睾尾的管腔内径、外径、纤毛长度均显著低于小尾寒羊 ($P < 0.05$)；附睾头、附睾体的柱状上皮厚度均小于小尾寒羊 ($P < 0.05$)，而藏绵羊附睾尾的柱状上皮厚度显著大于小尾寒羊 ($P < 0.05$)。

2.5 藏绵羊与小尾寒羊输精管组织特征的比较

光镜下观察可见，藏绵羊和小尾寒羊输精管管壁较厚，平滑肌发达且分层明显，输精管中固有膜中含有丰富的血管；上皮在输精管起始段由假复层柱状上皮渐变为单层柱状上皮，上皮下为固有层，而末端为疏松结缔组织外膜，其主细胞呈高柱状分布图；另外输精管基细胞呈单层分布于固有膜的底部。比较发现，藏绵

羊输精管固有膜与黏膜层之间粘连紧密，管腔中形成的不规则皱襞突起明显（图 3a）；平滑肌排列紧密且细胞数目较多（图 3b，c）。小尾寒羊输精管固有膜与黏膜层形成的不规则皱襞数要多于藏绵羊（图 3d）；而小尾寒羊平滑肌排列较疏松（图 3e，f）。

2.6 藏绵羊与小尾寒羊输精管组织学参数的比较

藏绵羊输精管管腔直径和平滑肌厚度均显著小于小尾寒羊 ($P < 0.05$)（表 3）。

3 讨论

睾丸作为哺乳动物最主要的生殖器官，在世代繁衍中发挥着重要的作用。曲细精管是精子发生的场所，各级生精细胞依次组成精子发生的特定序列，而支持细胞为精子发生提供了

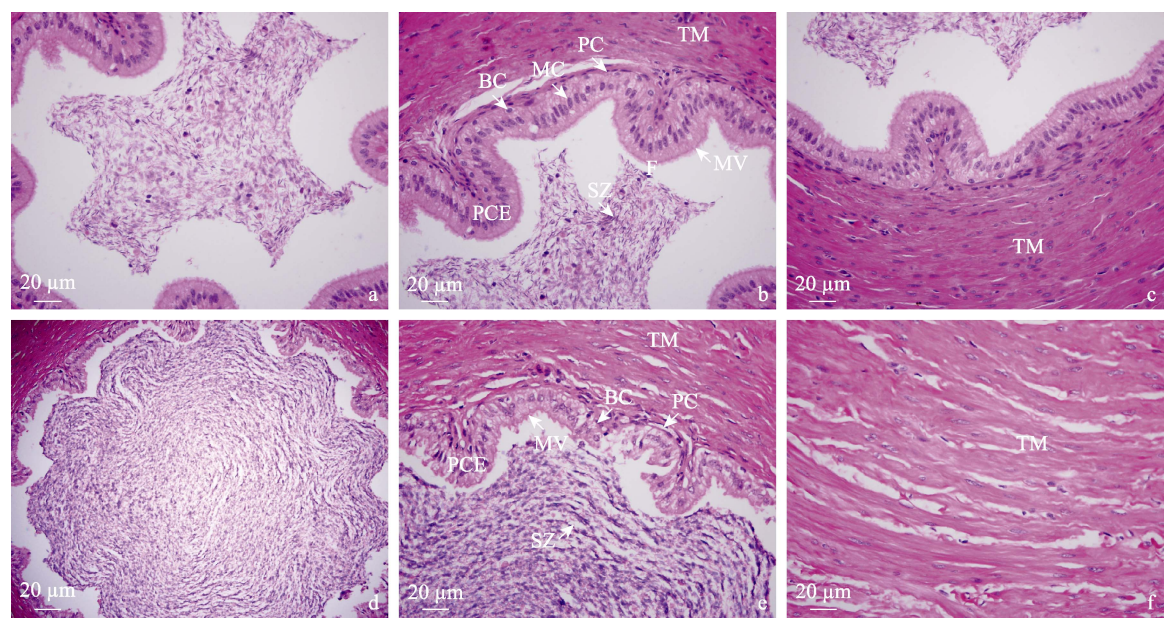


图 3 藏绵羊与小尾寒羊输精管切片

Fig. 3 Vas deferens sections of Tibetan Sheep and Small-tail Han Sheep

a ~ c. 藏绵羊输精管组织 (400 ×); d ~ f. 小尾寒羊输精管组织 (400 ×).
a ~ c. Tibetan Sheep vas deferens tissue (400 ×); d ~ f. Small-tail Han Sheep vas deferens tissue (400 ×).
BC. 基细胞; F. 皱襞; MC. 主细胞; MV. 微绒毛; PC. 管周肌样细胞; PCE. 假复层柱状上皮; SZ. 精子; TM. 肌层
BC. Basal cells; F. Folds; MC. Main cells; MV. Microvilli; PC. Peritubular myoid cells; PCE. Pseudostratified columnar epithelium; SZ. Spermatozoa; TM. Tunica muscularis

表 3 藏绵羊和小尾寒羊输精管组织学参数的比较

Table 3 Comparison of histological parameters of vas deferens between Tibetan Sheep and Small-tail Han Sheep

测定指标 Parameters	藏绵羊 Tibetan Sheep	小尾寒羊 Small-tail Han Sheep
平滑肌厚度 Smooth muscle thickness (μm)	208.78 ± 27.23^a	345.70 ± 20.63^b
管腔直径 Lumen diameter (μm)	203.18 ± 20.20^a	455.41 ± 8.24^b

每组输精管各 6 个, 每个输精管选取 4 张不连续切片, 每张切片在同一倍数下随机选取 5 个不同视野进行拍照, 用 Image Pro plus 6.0 软件测量, 每个视野测量 4 组数据。表中数据均为平均值 \pm 标准差, 同行数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

There were 6 vas deferens in each group, 4 discontinuous sections were selected for each vas deferens, 5 different visual fields were randomly selected for each section under the same multiple for photographing, measured with Image Pro Plus 6.0 software, and 4 groups of data were measured for each visual field. Shown as Mean \pm SD, Different letters on the same line of data indicate significant differences ($P < 0.05$).

重要保障 (王锋 2012)。有研究表明, 曲细精管直径可直接反映睾丸生精功能, 且与睾酮分泌有间接关系, 也与精子产量有很强的相关性 (Sub et al. 2011)。睾丸曲细精管面积、管径及生精上皮厚度与曲细精管内生殖细胞的数量有关 (田兴贵等 2011)。在高原低氧环境下, 睾丸重量及组织形态发生一定的改变, 其生精功能也会受到影响, 睾丸重量的增加与曲细精管上皮的发育有直接关系 (Madrid et al. 2013)。有研究报道, 在一定的环境应激刺激下, 睾丸曲细精管中各级生精细胞数量会减少, 产生的精子数也相应减少 (刘永杰等 2014)。本研究结果显示, 与小尾寒羊相比, 藏绵羊曲细精管的管径和横截面积小, 生精上皮细胞层数少 1 或 2 层, 且生精上皮厚度也小。另外, 藏绵羊的精原细胞、初级精母细胞和支持细胞的直径以及各级生精细胞的面积均显著小于小尾寒羊, 该结果与其他学者对藏绵羊睾丸的组织结构研究结论一致 (袁莉刚等 2017)。因此, 藏绵羊长期处于高寒低氧环境之中, 氧分压的不足引起曲细精管生精细胞形态改变, 可能继而影响生精上皮的厚度和各级生精细胞的直径发生相应改变。有研究发现, 睾丸支持细胞为精子的发育提供了必要的环境, 并提供生精过程所需的能量及营养物质, 同时还分泌多种物质参与生精细胞的分化成熟, 确保精子的发生 (张卫东 2015)。高原环境对哺乳动物的睾丸支持细胞有一定的影响 (田兴贵等 2011)。本研究结果显示, 藏绵羊支持细胞总数显著少于小尾

寒羊, 推断可能是高原环境胁迫造成的适应性改变。综上所述, 藏绵羊睾丸曲细精管的组织特征与小尾寒羊的有一定差异, 推测除了与小尾寒羊的种质特性相关外, 可能主要与高海拔低氧环境所造成的适应性改变密不可分, 是藏绵羊维持正常繁殖性能的适应性表现。

附睾是精子成熟、运输和贮存的器官, 并具有分泌和吸收功能, 对雄性哺乳动物生殖发育有着重要作用 (成令忠 1994)。附睾对精子成熟的影响主要表现在对精子形态、表面成分及代谢的改变等方面 (李琳 2007)。附睾各部分管壁上皮细胞主要由主细胞、基细胞、顶细胞和晕细胞及管周肌样细胞组成, 由于其有独特的上皮细胞类型和功能特点, 组织化学也有明显差异 (周艺等 1990, 刘忠玉等 1995)。附睾上皮细胞中主细胞占绝对优势, 各附睾管上皮主细胞之间通过紧密连接构成血-附睾屏障, 为精子发生提供特殊的微环境, 也使精子始终处于流体环境中 (卢绪秀等 2012)。本研究中, 藏绵羊和小尾寒羊附睾各部位柱状上皮主要由具有吞噬功能的 3 或 4 层主细胞、单层基细胞和顶细胞组成。有研究发现, 高海拔、低氧的高原环境以及高原生态因子中的光照和温度等因子是制约雄性动物生殖发育的关键因素 (孙英 2010)。光周期对大鼠 (*Rattus norvegicus*) 和兔 (*Oryctolagus curiculus*) 附睾体、附睾尾部变化刺激最为明显 (Zhang et al. 2012)。本研究通过比较发现, 藏绵羊与小尾寒羊附睾头、附睾体到附睾尾的管腔依次由小变大, 使尾部

的精子能够大量贮存, 纤毛长度从头部到尾部逐渐变短, 此结果与杨栋慧等 (2016) 对牦牛附睾组织特征研究结果类似。藏绵羊附睾头、附睾体、附睾尾的管腔内径、外径、纤毛长度以及附睾头、附睾体的柱状上皮厚度均显著低于小尾寒羊, 出现这种差异, 可能是两个品种的绵羊处于不同生活环境所导致。

输精管是一条管壁厚、管腔窄的肌性管道, 是雄性动物生殖器官的重要组成部分。藏绵羊和小尾寒羊的输精管管壁从内到外分别由黏膜、肌层和外膜组成, 黏膜上皮面向管腔形成若干不规则突起, 由假复层纤毛柱状上皮组成, 输精管上皮与附睾上皮基本一致, 主要由主细胞和基细胞构成, 这与大鼠 (范平 2005) 和家兔 (朱世柱等 1990) 的输精管组织结构相同。本研究还观察到, 在输精管固有膜中含有丰富的血管, 这可能会对输精管黏膜层的柱状上皮结构有支撑作用, 还可以供给微绒毛足够的营养。本研究在藏绵羊和小尾寒羊输精管上发现的这种结构具有功能重要性, 一方面可以通过输精管上皮来吸收一些死亡和老化的精子, 另一方面由纵薄、环厚的平滑肌组成的输精管, 可以通过节律性的收缩, 在精子的运送过程中发挥关键作用, 主要与协同完成射精的节律性收缩有关。

参 考 文 献

- Madrid E, Reyers J G. 2013. Effect of normobaric hypoxia on the testis in a murine model. *Andrologia*, 45(5): 332–338.
- Pozor M, Kolonko O D. 2001. The testicular artery of stallions in clinical and morphological studies. *Medycyna Weterynaryjna*, 57(11): 822–826.
- Sub Y J, Hwa C S. 2011. Predictive value of sperm motility characteristics assessed by computer-assisted sperm analysis in intrauterine insemination with superovulation in couples with unexplained infertility. *Clinical & Experimental Reproductive Medicine*, 38(1): 47–52.
- Tingari M D. 1972. The fine structure of the epithelial lining of the ex-current duct system of the testis of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Quarterly Journal of Experimental Physiology & Cognate Medical Sciences*, 57(3): 271–95.
- Zhang M, Sheng X, Zhang H, et al. 2012. Seasonal changes in morphology and immunoreactivity of PDGF-A and its receptor PDGFR-A in the epididymis of wild Ground Squirrels (*Citellus dauricus* Brandt). *The Journal of Reproduction and Development*, 58(3): 353–359.
- 成令忠. 1994. 组织学. 北京: 人民卫生出版社.
- 董传豪, 饶开晴, 徐亚欧, 等. 2015. 高原动物的低氧适应性研究进展. *黑龙江畜牧兽医*, (9): 57–60.
- 范平. 2005. 大鼠离体输精管平滑肌细胞电生理特性的研究. 新疆: 石河子大学硕士学位论文.
- 李琳, 周利华, 任冬仁, 等. 2007. 附睾功能及其对精子成熟的影响. *中国畜牧兽医*, 34(1): 79–82.
- 刘永杰, 杨勇, 金锐, 等. 2014. 睾丸体积、激素水平在诊断无精症患者睾丸中精子活性的研究. *宁夏医学杂志*, 36(1): 19–20.
- 刘忠玉, 吴淑兰, 王仲涛. 1995. 附睾的胚胎发生、结构及其功能. *解剖科学进展*, 1(1): 84–90+83.
- 卢绪秀, 宋云飞, 牛瑞燕. 2012. 二氧化硫对大鼠附睾组织形态的影响. *黑龙江畜牧兽医*, (4): 103–104.
- 宋兴超, 徐超, 陈秀敏, 等. 2014. 水貂取皮期与配种期睾丸形态参数测定及组织学观察. *特产研究*, 36(1): 5–9.
- 孙英, 袁莉刚. 2010. 雄性哺乳动物生殖系统对高原环境的适应及调控机制. *中国畜牧兽医*, 37(6): 111–115.
- 田兴贵, 李江森. 2011. 贵州香猪睾丸发育中支持细胞和生精细胞数量变化观察. *畜牧与兽医*, 43(4): 18–21.
- 王锋. 2012. 动物繁殖学. 北京: 中国农业大学出版社, 350–376.
- 王欣荣, 吴建平. 2013. 藏羊脑动脉系统结构特征与高原适应性研究. *家畜生态学报*, 34(8): 36–40.
- 杨栋慧, 袁莉刚, 李聪, 等. 2016. 不同繁殖季节成年牦牛附睾组织特征比较. *中国畜牧兽医*, 3(10): 2672–2679.
- 袁莉刚, 张勇, 李聪, 等. 2017. 高原地区藏绵羊与小尾寒羊睾丸细胞外基质组织分布特征比较. *解剖学报*, 48(2): 179–186.
- 袁莉刚, 朱峻峰, 谷来凤, 等. 2015. 老龄牦牛睾丸组织结构研究. *畜牧兽医学报*, 46(5): 855–862.
- 张卫东. 2015. 氧自由基—线粒体信号通路在少、弱精子症发病中的机制研究. 河南: 郑州大学博士学位论文.
- 周艺, 郑世彬. 1990. 附睾管上皮的组织结构和功能. *广东解剖学通报*, 12(2): 206–209.
- 朱世柱, 雷建章, 应国华, 等. 1990. 兔输精管微细结构的透射电镜观察. *湖北医学院学报*, 11(4): 317–321.