

# 赛加羚羊部分器官组织学结构观察

王玉娇<sup>①</sup> 董建英<sup>①</sup> 米晓钰<sup>②</sup> 温永强<sup>②</sup> 刘霞<sup>②</sup> 杜晓华<sup>①\*</sup>

① 甘肃农业大学动物医学院 兰州 730070; ② 甘肃农业大学生命科学技术学院 兰州 730070

**摘要:** 为了解世界濒危物种、国家 I 级保护野生动物赛加羚羊 (*Saiga tatarica*) 主要器官组织的结构特征, 本研究利用石蜡组织切片技术, 对 1 只因胎衣不下死亡的雌性成年赛加羚羊心、肝、脾、肺、肾的组织结构进行了观察。赛加羚羊心肌纤维发达, 呈圆柱状, 有分支, 其胞核位于细胞边缘, 各心肌纤维分支末端相互连接构成肌纤维网, 闰盘明显。肝组织致密, 间质少, 肝小叶分界不清, 切面呈不规则的多边形, 肝细胞以中央静脉为中心呈放射状排列。脾的被膜较厚, 脾小梁由被膜和脾门的结缔组织伸入脾实质形成, 相互连接构成脾的粗支架; 实质部分可明显分为白髓和红髓, 白髓主要分布在脾内小动脉周围, 其内部脾小结形状为圆形或椭圆形; 红髓主要分布于白髓区周围, 其内充满大量的红细胞。肺实质导气部主要可见细支气管和终末细支气管, 其中, 细支气管的管腔面富含纵行皱襞, 黏膜上皮为假复层柱状纤毛上皮; 呼吸部可见大量的肺泡管、肺泡囊和肺泡, 肺泡结构清晰可见。肾为平滑单乳头肾, 由被膜和实质构成, 实质可明显分为皮质与髓质, 皮质内可见大量肾小体和少量结缔组织。总体而言, 与其他同类型反刍动物相比较, 赛加羚羊各主要器官的组织结构未见有明显差异。

**关键词:** 赛加羚羊; 器官; 组织结构

**中图分类号:** Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2020) 04-477-08

## The Histological Structure of Some Organs in *Saiga tatarica*

WANG Yu-Jiao<sup>①</sup> DONG Jian-Ying<sup>①</sup> MI Xiao-Yu<sup>②</sup> WEN Yong-Qiang<sup>②</sup>  
LIU Xia<sup>②</sup> DU Xiao-Hua<sup>①\*</sup>

① College of Veterinary Medicine, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070;

② College of Life Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

**Abstract:** In order to know the structural characteristics of the main organs and tissues of the world's endangered species, *S. tatarica*, a national first-level protected wild animal, in this study, the paraffin tissue sectioning and light microscopy were used to examine the structures of heart, liver, spleen, lung and kidney structures of a female adult individual died of a fetal coat. The myocardial muscle fibers of *S. tatarica* are cylindrical and branched, and their nuclei are located at the edge of the cells. The ends of each branch of myocardial fiber are related to each other to form a muscle fiber network, and the intercalated disk is obvious

**基金项目** 甘肃省科技厅重点研发科技项目 (No. 17YF1NH084), 校企横向合作项目 (No. 032-031120, No. 032-031121);

\* 通讯作者, E-mail: duxh@gsau.edu.cn;

**第一作者简介** 王玉娇, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物解剖与组织胚胎学; E-mail: 2868136336@qq.com。

收稿日期: 2020-03-13, 修回日期: 2020-04-26 DOI: 10.13859/j.cjz.202004009

(Fig. 1). Liver tissue structure is compact with a little interstitial tissue, while the boundary between hepatic lobules is not clear. The section of hepatic lobules is irregular polygon, and the hepatocytes are radially arranged around the central vein (Fig. 2). The capsule of spleen is thicker, the splenic trabeculae are formed by the joint of the capsule and the connective tissue of splenic portal, which are connected to each other and stretch into the splenic parenchyma to form a coarse scaffold of the spleen. The parenchymal part can be clearly divided into white and red pulps. The white pulp is mainly distributed around the arterioles in the spleen, and its internal splenic nodules are round or oval in shape. The red pulp is mainly distributed around the white pulp area, which is filled with a large number of red blood cells (Fig. 3). The bronchioles and terminal bronchioles are mainly visible in the air conduction part of the lung parenchyma, the luminal surface of bronchioles is rich in longitudinal folds, and the mucosal epithelium is pseudostratified columnar ciliated epithelium. A large number of alveolar ducts, alveolar sacs and alveoli can be observed in the respiratory tract, and the alveolar structure is clearly discernible (Fig. 4). The kidney of *S. tatarica* belongs to monopapilla-shaped kidney, consisting of capsule and parenchyma. The parenchyma is clearly divided into cortex and medulla, a large number of renal corpuscles and a small amount of connective tissue can be observed in the cortex (Fig. 5). Compared with other ruminants, there is no significant difference in the structure of the main organs of *S. tatarica*.

**Key words:** *Saiga tatarica*; Organ; Tissue structure

赛加羚羊 (*Saiga tatarica*) 属于偶蹄目反刍亚目牛科羊亚科, 其体型适中, 长相奇特, 鼻部膨大而隆起, 鼻孔长在头部的最前端, 又被称为“高鼻羚羊”(李学辉 2013), 是世界级稀有物种, 同时也是我国 I 级保护野生动物 (Singh et al. 2010)。赛加羚羊广泛分布在中亚荒漠和半荒漠草原上, 在我国曾分布于甘肃北部、新疆准噶尔盆地北缘东部地区 (米晓钰等 2019)、阿拉山口地区和巴尔鲁克山西麓的山前平原 (王红军等 2017) 等荒漠、半荒漠和沙漠草原地带, 但自 20 世纪 60 年代之后野外种群绝迹, 1970 年以来再未见报道 (吕晨阳等 2014)。1987 年 11 月, 中国林业部 (现国家林业局) 和甘肃省人民政府在甘肃省武威市成立“甘肃濒危动物保护中心”, 分批次从美国和德国引进赛加羚羊并开展人工饲养和野化工作, 这成为我国现存赛加羚羊种群的主要来源 (Cui et al. 2017)。赛加羚羊的引进, 为开展其在中国原产地的种群恢复研究奠定了基础, 也进一步丰富和保障了我国的动物种质资源与生物多样性 (孟智斌 2011)。

由于赛加羚羊物种的特殊性兼数量稀少, 近年来, 国内外学者主要对其进行了生态学 (苏旭 2018, Sapanov 2017)、人工驯养 (王德忠等 1998) 以及药理学 (张龙霏等 2014) 等方面的研究。本研究利用常规石蜡组织切片技术, 对 1 只 3 岁龄因胎衣不下而死亡的雌性健康赛加羚羊的心、肝、脾、肺、肾这些主要器官的组织结构进行了观察, 研究结果可进一步丰富对该物种器官组织的了解与认识, 也可为其人工饲养及种质资源保护与恢复工作提供有益的基础理论数据参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

由国家林业局甘肃濒危动物保护中心提供 1 只 3 岁左右雌性健康赛加羚羊, 由于胎衣不下而死亡。迅速取其心、肝、脾、肺、肾组织样本置于 4% 多聚甲醛固定液中固定 24 h 以上, 用于后续实验。

### 1.2 实验方法

按常规石蜡包埋切片步骤制片, 进行 H.E

染色, 使用德国 LEICA 公司生产的 13395H2X 型光学显微镜镜检、拍照。H.E 染色步骤如下。脱蜡: 二甲苯两次各 10 min, 体积比 1:1 二甲苯酒精 5 min, 无水酒精、95%酒精各两次, 每次 5 min, 80%酒精 5 min, 自来水冲洗片刻, 然后用蒸馏水冲洗。染色: 苏木素染液(细胞核着色剂) 10 min, 0.1%盐酸酒精(分化), 切片在其中上下抽提 2 或 3 次即可, 时刻观察, 淡粉色即可, 自来水(可代替氨水, 进行返蓝)冲洗 10 min(淡蓝色即可), 1%伊红水溶液染 15 s。脱水、透明: 80%酒精速洗或上下抽提 2 或 3 次, 95%酒精两次, 每次 3 min, 无水酒精两次, 每次 5 min, 体积比 1:1 二甲苯酒精 5 min, 二甲苯两次, 每次 5 min。封片: 取适量封固剂, 滴加到脱水、透明完成后的组织切片上, 然后盖上盖玻片, 将组织切片进行密封。

## 2 结果

### 2.1 心

赛加羚羊心的组织结构主要包括心外膜、心肌和心内膜。其中, 心外膜为浆膜, 由间皮细胞构成, 其下有薄层结缔组织; 心内膜由内皮细胞构成; 心外膜与心内膜之间为心肌, 心室肌壁较心房肌壁厚。对心组织切片进行观察, 可见纵行排列的心肌纤维, 形态为不规则的短圆柱形, 多集成束, 且有分支彼此吻合, 连接紧密, 共同构成心肌纤维网(图 1a~c)。肌纤维表面可见明显的闰盘结构(图 1d)。心肌肌束间的狭窄空隙中, 可见有较为丰富的结缔组织和毛细血管分布(图 1d)。

### 2.2 肝

赛加羚羊肝表面被覆间皮, 间皮下有薄层结缔组织。肝实质较致密, 质地适中(图 2a)。

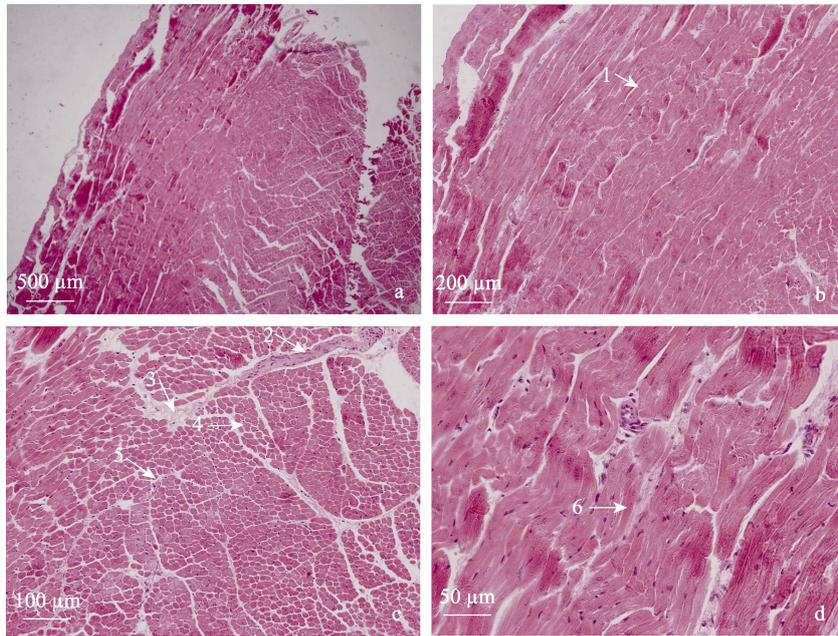


图 1 不同倍镜下赛加羚羊心显微结构(H.E 染色)

Fig. 1 Microstructure of *Saiga tatarica* heart at different magnifications (H.E staining)

a. 心室肌( $\times 40$ ); b. 心室肌纵切( $\times 100$ ); c. 心室肌横切( $\times 200$ ); d. 心肌纤维( $\times 400$ )。

a. Ventricular muscle ( $\times 40$ ); b. Longitudinal section of ventricular muscle ( $\times 100$ ); c. Transverse section of ventricular muscle ( $\times 200$ ); d. Myocardial fiber ( $\times 400$ ).

1. 心肌纤维; 2. 动脉血管; 3. 间质结缔组织; 4. 心肌肌束; 5. 毛细血管; 6. 闰盘

1. Myocardial fiber; 2. Arterial blood vessels; 3. Interstitial connective tissue; 4. Myocardium; 5. Capillaries; 6. Intercalated disk

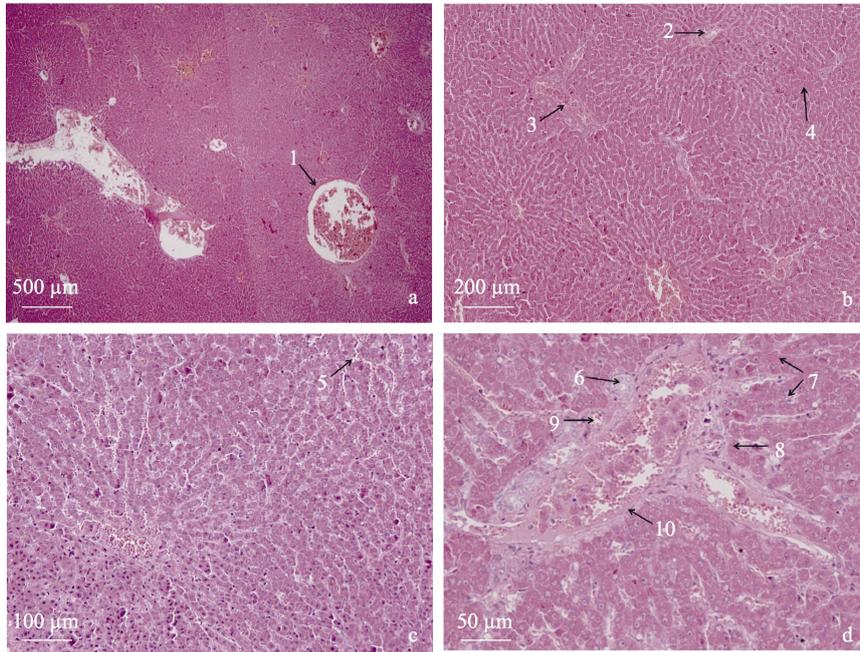


图2 不同倍镜下赛加羚羊肝显微结构 (H.E 染色)

Fig. 2 Microstructure of *Saiga tatarica* liver at different magnifications (H.E staining)

a. 肝实质 ( $\times 40$ ); b. 肝小叶 ( $\times 100$ ); c. 肝小叶 ( $\times 200$ ); d. 肝门管区 ( $\times 400$ )。

a. Liver parenchyma ( $\times 40$ ); b. Hepatic lobule ( $\times 100$ ); c. Hepatic lobule ( $\times 200$ ); d. Hepatic portal area ( $\times 400$ ).

1. 肝静脉; 2. 中央静脉; 3. 小叶间静脉; 4. 肝小叶; 5. 肝窦; 6. 小叶间胆管; 7. 肝细胞索; 8. 门脉区; 9. 小叶间动脉; 10. 小叶间静脉

1. Hepatic vein; 2. Central vein; 3. Interlobular vein; 4. Hepatic lobule; 5. Liver sinus; 6. Interlobular bile duct; 7. Hepatocyte lock; 8. Portal region; 9. Interlobular artery; 10. Interlobular vein

肝小叶切面呈不规则的多边形, 由中央静脉、肝血窦和肝索构成, 相邻肝小叶的边缘紧密相连、分界不清, 未见有明显的结缔组织(图 2b)。中央静脉由单层血管内皮细胞和少量结缔组织构成, 肝细胞索呈放射状排列在中央静脉周围(图 2c)。肝细胞呈多角形, 相邻细胞界限不清楚, 细胞质嗜酸性, 呈粉红色着色; 胞核着色淡, 大而圆, 位于细胞中央。门管区可见伴行的三条管道, 即小叶间静脉、小叶间动脉和小叶间胆管(图 2d), 其中, 小叶间静脉管腔较大且不规则, 管壁薄, 内皮外仅有散在的平滑肌; 小叶间动脉管径较细, 管壁相对较厚, 内皮外有几层环形平滑肌; 小叶间胆管管径最小, 管壁由单层立方上皮构成。

### 2.3 脾

赛加羚羊脾表面被有一层致密结缔组织膜, 包裹其实质成分, 覆膜的结缔组织深入脾内相互连接构成脾小梁(图 3a)。脾实质可明显区分为白髓和红髓, 其中, 白髓由动脉周围淋巴鞘及脾小结(图 3b, c)构成, 是淋巴细胞的主要聚集处。脾小结一般呈圆形或卵圆形, 大小不一, 多位于动脉周围淋巴鞘的一侧; 脾小结的另一侧为中央动脉, 多处于动脉周围淋巴鞘的偏心位置。红髓为实质的主要组成部分, 分布于被膜下、小梁和白髓之间(图 3d), 由丰富的脾索和脾窦构成。脾窦壁由内皮细胞组成, 胞核呈梭形, 稍突向窦腔, 窦内可见大量血细胞; 脾索为富含血细胞的索状淋巴组织, 大部分血液都能够穿过脾索重新回到循环系统。

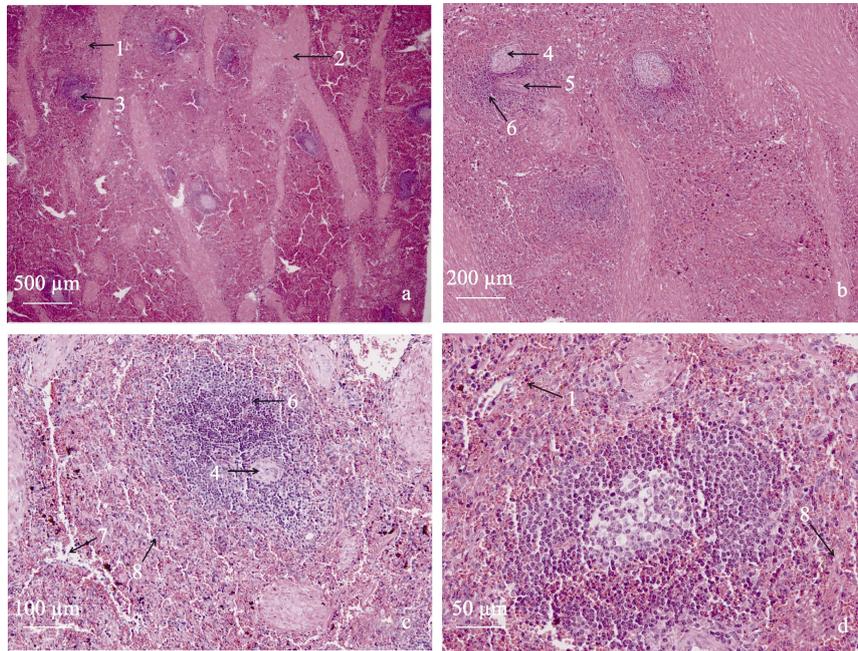


图3 不同倍镜下赛加羚羊脾显微结构 (H.E 染色)

Fig. 3 Microstructure of *Saiga tatarica* spleen at different magnifications (H.E staining)

a. 脾实质 ( $\times 40$ ); b. 脾实质 ( $\times 100$ ); c. 脾小结 ( $\times 200$ ); d. 脾小结 ( $\times 400$ ).

a. Splenic parenchyma ( $\times 40$ ); b. Splenic parenchyma ( $\times 100$ ); c. Spleen nodule ( $\times 200$ ); d. Spleen nodule ( $\times 400$ ).

1. 红髓区; 2. 脾小梁; 3. 白髓区; 4. 脾小结; 5. 中央动脉; 6. 动脉周围淋巴鞘; 7. 脾窦; 8. 脾索

1. Red pulp region; 2. Spleen trabeculae; 3. White pulp region; 4. Spleen nodule; 5. Central artery; 6. Periaarterial lymph sheath; 7. Splenic sinus; 8. Splenic cord

## 2.4 肺

赛加羚羊肺表面胸膜脏层较薄，由结缔组织和少量平滑肌构成。肺实质包括间质、导气部和呼吸部，其中，导气部包括各级小支气管、细支气管和终末细支气管，组织切片中主要可见细支气管和终末细支气管（图 4a, b）。细支气管的管腔黏膜上皮为假复层柱状纤毛上皮，黏膜下平滑肌较小支气管厚，但软骨片消失；终末细支气管黏膜为单层柱状纤毛上皮，黏膜外包有一层薄的平滑肌，腺体与软骨均消失（图 4b）。呼吸部由呼吸性细支气管、肺泡管、肺泡囊和肺泡组成。呼吸性细支气管表面被覆立方上皮，远端逐步移行为扁平上皮，管壁内有少量平滑肌；肺泡管管壁由大量肺泡和肺泡囊的开口所围成，管壁上有少许纤维组织（图 4c）。在相邻肺泡开口处，上皮为单层立方或扁平上

皮，上皮下为薄层结缔组织和少量平滑肌；肺泡囊由数个肺泡共同开口所组成，上皮完全变成了肺泡上皮，上皮下无平滑肌；肺泡大小不一，肺泡壁由单层肺泡上皮构成，相邻肺泡间为疏松结缔组织间质，其内含有丰富的毛细血管（图 4d）。

## 2.5 肾

赛加羚羊肾为平滑单乳头肾，由被膜和实质两部分组成。被膜又分为内外两层，外层由富含胶原纤维和弹性纤维的致密层组成，内层由疏松结缔组织和较厚的平滑肌层组成。肾实质可明显区分为皮质和髓质两部分，皮质部分由大量肾小体和肾小管构成（图 5a, b）。肾小体致密近圆形，毛细血管内皮细胞核清晰可见，胞质染色略淡（图 5c）。近端小管与远端小管位于肾小体的周围，其中，近端小管管腔较小且

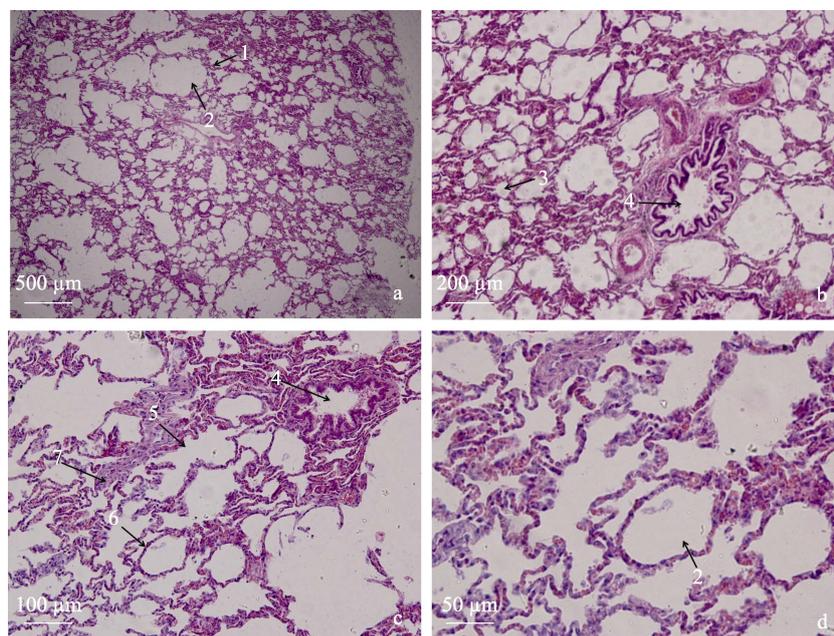


图4 不同倍镜下赛加羚羊肺显微结构 (H.E 染色)

Fig. 4 Microstructure of *Saiga tatarica* lung at different magnifications (H.E staining)

a. 肺实质 ( $\times 40$ ); b. 肺实质导气部 ( $\times 100$ ); c. 肺实质呼吸部 ( $\times 200$ ); d. 肺泡 ( $\times 400$ )。

a. Lung parenchyma ( $\times 40$ ); b. Lung parenchymal airway ( $\times 100$ ); c. Lung parenchymal breath ( $\times 200$ ); d. Alveoli ( $\times 400$ ).

1. 肺泡上皮; 2. 肺泡; 3. 呼吸性细支气管; 4. 终末细支气管; 5. 肺泡管; 6. 肺泡壁; 7. 动脉血管

1. Alveolar epithelium; 2. Alveoli; 3. Respiratory bronchioles; 4. Terminal bronchioles; 5. Alveolar duct; 6. Alveolar wall; 7. Arterial blood vessel

形状不规则, 管壁上皮为单层立方上皮, 细胞间界限不清楚, 胞核大而圆, 染色淡; 远端小管管腔较近端小管略粗, 形状规则, 管腔面较整齐, 上皮细胞为立方形, 染色淡, 细胞界限较清晰, 细胞核圆而小, 位于细胞中央(图 5d)。集合管的上皮细胞淡染, 有别于远端小管的立方形上皮, 但与肾乳头的柱状上皮类似, 同近端和远端小管细胞相比较, 其细胞界限清晰可见。近肾乳头处的集合管管腔变大, 其末端移行为乳头管, 内衬柱状或假复层上皮(图 5a)。

### 3 讨论

本研究结果显示, 赛加羚羊心肌纤维粗大呈圆柱状, 肌束间分布有较为丰富的结缔组织和毛细血管, 心肌纤维网发达, 闰盘明显。贾宁等(1998a)在对双峰驼(*Camelus bactrianus*)心组织结构进行观察时发现, 相较于其他哺乳

动物, 双峰驼心肌纤维及肌束间含有丰富的结缔组织、毛细血管、淋巴管和成纤维细胞, 心肌纤维粗大, 闰盘结构明显, 推测这样的心组织结构与双峰驼对荒漠地区生活环境的适应性有关。此外, 也有研究发现, 高原牦牛(*Bos mutus*)心肌纤维粗长, 排列紧密, 闰盘结构复杂, 有利于心肌收缩信号的迅速传导, 分析该结构特点可能与牦牛对高海拔低氧环境的适应性相关(陆天才等 1991, 孙娟等 2016)。相较于上述两种动物, 赛加羚羊心组织结构与双峰驼有更高的相似度, 肌纤维粗壮、血管丰富、闰盘明显, 意味着其心功能强大, 运动能力较好, 能够更好地适应荒漠、半荒漠地区恶劣的自然环境。

陈怀涛等(1996)对双峰驼肝形态结构的研究发现, 其被膜较厚, 内含大量胶原纤维和弹性纤维, 肝小叶以中央静脉为中心由肝板和

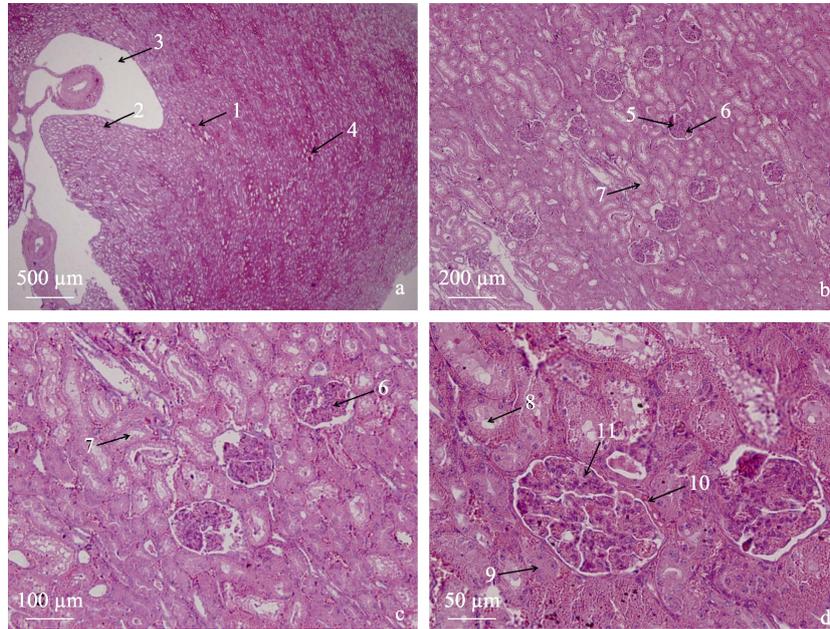


图5 不同倍镜下赛加羚羊肾显微结构 (H.E 染色)

Fig. 5 Microstructure of *Saiga* kidney at different magnifications (H.E staining)

a. 肾髓质 ( $\times 40$ ); b. 肾皮质 ( $\times 100$ ); c. 肾皮质 ( $\times 200$ ); d. 肾小体 ( $\times 400$ )。

a. Renal medulla ( $\times 40$ ); b. Renal cortex ( $\times 100$ ); c. Renal cortex ( $\times 200$ ); d. Renal corpuscle ( $\times 400$ ).

1. 集合管; 2. 肾乳头; 3. 肾盂; 4. 髓部; 5. 肾小体; 6. 肾小球; 7. 肾小管; 8. 远曲小管; 9. 近曲小管; 10. 肾小囊; 11. 肾小球。  
1. Collection tube; 2. Renal nipples; 3. Renal pelvis; 4. Pith; 5. Renal corpuscle; 6. Glomerulus; 7. Renal tubule; 8. Teletubule; 9. Proximal tubule; 10. Renal sac; 11. Glomerulus.

窦状隙构成, 结缔组织集中于门管区, 其他部位的结缔组织很少, 肝细胞较大, 胞核呈泡状, 肝细胞之间、肝细胞与窦状隙内皮细胞之间彼此邻接。对梅花鹿 (*Cervus nippon*) 肝组织结构的观察结果显示, 其肝小叶间结缔组织不发达, 分界不明显, 肝细胞呈多边形, 体积较大 (张义等 2008)。本研究结果表明, 赛加羚羊肝组织结构致密, 肝小叶亦以中央静脉为中心由肝板及窦状隙组成, 相邻肝小叶间结缔组织较少, 肝细胞大, 胞核明显。与其他哺乳动物, 特别是反刍类动物相比较, 未见有明显的组织结构差异。

谭雪芬等 (2014) 通过观察高原牦牛脾的组织结构发现, 牦牛脾小结分布密度大, 与动脉周围淋巴鞘界限不明显, 脾窦发达呈规则的长条状, 具有良好的免疫功能。王雯慧等 (2003)

对双峰驼脾组织结构的研究也表明, 脾小结分布密集, 脾窦发达, 脾索中主要细胞类型为 B 细胞, 滤过区含有丰富的毛细血管, 说明双峰驼脾属于免疫功能很强的防御性脾, 有利于其在恶劣自然环境中的适应与生存。赛加羚羊脾组织结构中, 脾小结分布密集, 脾窦发达, 淋巴组织、毛细血管分布明显, 说明其也具备较强的滤过血液及参与机体免疫的功能, 能够更好地适应荒漠、半荒漠地区的恶劣自然条件。

本研究发现, 赛加羚羊肺胸膜层较薄, 肺内组织结构可见明显的细支气管和终末细支气管, 细支气管的管腔黏膜上皮为假复层柱状纤毛上皮, 肺泡壁由单层肺泡上皮构成, 相邻肺泡间含有丰富的毛细血管。与常兰等 (2009) 对雷州山羊 (*Capra hircus*) 以及贾宁等 (1998b)

对双峰驼肺组织结构的观察结果相比较, 赛加羚羊肺组织结构与雷州山羊更为接近, 二者未见有明显的差异。而双峰驼肺胸膜厚且致密, 肺泡隔明显, 含有大量纤维结缔组织, 黏膜上皮夹杂有较多的杯状细胞, 部分肺泡处于半皱缩的待扩张状态, 这种组织结构特点可能更有利于双峰驼适应干燥与冷热不均的气候环境 (贾宁等 1998b)。赛加羚羊的原产地虽然也属荒漠、半荒漠地区, 但与双峰驼相比肺组织结构存在较大差异, 也意味着其肺功能的适应性要弱于双峰驼。

与其他反刍动物肾组织结构 (王雯慧等 2000, 常兰等 2009) 相比较, 赛加羚羊肾组织结构与雷州山羊的相似度较高, 均为平滑单乳头肾, 由被膜和实质两部分组成, 肾小体呈圆形, 近端小管管腔小且不规则, 管壁为单层立方上皮, 远端小管管腔粗且腔面整齐, 集合管细胞界限清晰可见, 这些结构均有利于机体通过重吸收保留水分及其他有用物质, 排出代谢废物和毒素。但与双峰驼特有的肾结构 (王雯慧等 2000), 如长而密集的亨利氏袢与集合管、丰富的载脂间质细胞、厚而致密的血管球基膜等, 以及由此带来的强大浓缩尿功能相比, 赛加羚羊未见有类似的结构与能力。

## 参 考 文 献

- Cui S, Milner-Gulland E J, Singh N J, et al. 2017. Historical range, extirpation and prospects for reintroduction of saigas in China. *Scientific Reports*, 43(7): 1–11.
- Sapanov, M. K. 2017. The Influence of natural and climatic factors on the number of Saiga (*Saiga tatarica* Pall.) (Bovidae, Artiodactyla) between the Volga and Ural Rivers. *Biology Bulletin*, 44(10): 1302–1307.
- Singh N J, Grachev I A, Bekenov A B, et al. 2010. Saiga antelope calving site selection is increasingly driven by human disturbance. *Biological Conservation*, 143(7): 1770–1779.
- 常兰, 张寿, 贾荣莉. 2009. 雷州山羊部分脏器的组织形态观察. *青海畜牧兽医杂志*, 39(5): 5–9.
- 陈怀涛, 王雯慧, 李晓明, 等. 1996. 双峰驼肝的形态结构研究. *畜牧兽医学报*, 27(6): 539–545.
- 贾宁, 陈怀涛. 1998a. 双峰驼心脏组织学研究. *中国兽医科技*, 28(6): 9–11.
- 贾宁, 李晓明, 陈怀涛. 1998b. 双峰驼肺组织的结构特征. *畜牧兽医学报*, 49(4): 62–67.
- 李学辉. 2013. 浅谈赛加羚羊的现状与保护对策. *湖北畜牧兽医*, 34(10): 64–66.
- 陆天才, 崔刚, 李洪安, 等. 1991. 牦牛心、肺组织学结构及特点. *中国牦牛*, 26(2): 33–35.
- 吕晨阳, 金崑, 王秀磊. 2014. 武威东沙窝地区赛加羚羊潜在生境适宜性评价. *生态科学*, 33(5): 931–936.
- 孟智斌. 2011. 赛加羚羊资源保护管理的国际公约与国家政策. *中国现代中药*, 13(7): 3–5.
- 米晓钰, 周应杰, 何志清, 等. 2019. 初生赛加羚羊部分生物学指标的观测与分析. *动物学杂志*, 54(2): 288–292.
- 苏旭. 2018. 探讨快速石蜡切片技术用于病理检查的临床价值. *世界最新医学信息文摘*, 18(98): 219.
- 孙娟, 崔燕, 段德勇, 等. 2016. 初生与成年牦牛心肌的组织学结构比较. *兽类学报*, 36(1): 104–111.
- 谭雪芬, 王雯慧, 关飞, 等. 2014. 牦牛脾脏的解剖学和组织学研究. *甘肃农业大学学报*, 49(2): 1–4.
- 王德忠, 罗宁, 谷景和, 等. 1998. 赛加羚羊在我国原产地的引种驯养. *生物多样性*, 6(4): 309–311.
- 王红军, 赵之旭, 陈岩辉, 等. 2017. 半散放状态下赛加羚羊繁殖性能与气候因子的相关性研究. *畜牧与兽医*, 49(7): 13–16.
- 王雯慧, 陈怀涛. 2000. 双峰驼肾脏的比较组织学研究. *兰州大学学报*, 62(4): 73–79.
- 王雯慧, 陈怀涛. 2003. 双峰驼脾脏的组织形态学观察. *畜牧兽医学报*, 40(3): 268–272.
- 张龙霏, 陈绍民, 田景振, 等. 2014. 利用 DNA 条形码检验中药制剂中的羚羊角药材. *中草药*, 45(23): 3467–3671.
- 张义, 张剑平, 朱学敏, 等. 2008. 梅花鹿肝脏的形态及组织结构观察. *动物医学进展*, 21(3): 29–31.