

普氏原羚与藏羚羊消化系统解剖特征

刘传发^{①②} 李文靖^① 肖洒^① 贺建忠^① 陈晓澄^{①*}

① 青海省动物生态基因组学重点实验室, 中国科学院西北高原生物研究所 西宁 810008; ② 中国科学院大学 北京 100049

摘要: 普氏原羚 (*Procapra przewalskii*) 和藏羚羊 (*Pantholops hodgsonii*) 均为我国 I 级保护野生动物, 两者的消化系统结构一直未被报道。本研究对野外死亡的 6 只普氏原羚和 2 只藏羚羊进行了大体解剖, 对二者消化系统进行描述。其消化系统均由口腔、食道、瘤胃、网胃、瓣胃、皱胃、十二指肠、空肠、回肠、盲肠、结肠、直肠组成。普氏原羚和藏羚羊的胃属于复胃, 瘤胃体积最大。本文将普氏原羚和藏羚羊的消化系统解剖结构特征与牦牛 (*Bos grunniens*)、蒙古绵羊 (*Ovis aries*)、林麝 (*Moschus berezovskii*)、欧拉型藏绵羊 (*O. aries*)、黑鹿 (*Muntiacus crinifrons*)、四川梅花鹿 (*Cervus nippon sichuanicus*) 以及长颈鹿 (*Giraffa camelopardalis*) 等反刍动物进行了比较和分析, 发现了其适应生活环境的消化系统特征。

关键词: 普氏原羚; 藏羚羊; 消化系统; 解剖

中图分类号: Q954.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2018) 02-264-06

Anatomical Characteristics of Digestive System in Przewalski's Gazelle (*Procapra przewalskii*) and Tibetan Antelope (*Pantholops hodgsonii*)

LIU Chuan-Fa^{①②} LI Wen-Jing^① XIAO Sa^① HE Jian-Zhong^① CHEN Xiao-Cheng^{①*}

① Qinghai Key Laboratory of Animal Ecological Genomics, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008; ② University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstracts: Przewalski's Gazelle (*Procapra przewalskii*) and Tibetan Antelope (*Pantholops hodgsonii*) are the first-class protected animals in China, but the digestive system structure of these two species has not been reported. We anatomized 6 Przewalski's Gazelles and 2 Tibetan Antelopes which were dead in the wild and described their digestive systems in details. We measured the length of alimentary tract and volume of the stomach (Table 1) and analyzed percentages of various segments of the intestine of gazelles (or antelopes). The schematic diagrams of the digestive system (Fig. 1 and 2) were drawn by CorelDraw X6. Rumen of Przewalski's gazelle occupied a large proportion of total stomach volume, and the average value was 96.05%, with 79.25% and 66.67% respectively in adult and young Tibetan Antelopes. The length of small intestine accounted for 68.42% of total length of the intestine in young Przewalski's Gazelle and 66.48% in adult

基金项目 青海省应用基础研究项目 (No. 2017-ZJ-714), 国家科技基础条件平台工作重点项目 (No. 2005DKA21402);

* 通讯作者, E-mail: cxc@nwipb.cas.cn;

第一作者介绍 刘传发, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物学; E-mail: liuchuanfa15@mails.ucas.ac.cn.

收稿日期: 2017-08-09, 修回日期: 2017-11-21 DOI: 10.13859/j.cjz.201802012

Przewalski's Gazelle; the percentages in young and adult Tibetan Antelopes were 74.67% and 83.52% respectively. Descriptions of antelopes' digestive system have provided basic data for further understanding and deep study of the environmental adaption of digestive system in Przewalski's Gazelle and Tibetan Antelope.

Key words: Przewalski's Gazelle, *Procapra przewalskii*; Tibetan Antelope, *Pantholops hodgsonii*; Digestive system; Anatomy

普氏原羚 (*Procapra przewalskii*) 和藏羚羊 (*Pantholops hodgsonii*) 分属牛科 (Bovidae) 羚羊亚科 (Antilopinae) 原羚属和藏羚羊属 (蒋志刚 2004)。普氏原羚主要分布于青海湖东北部及西部的鸟岛、察拉滩和小北湖一带 (蒋志刚等 1995); 藏羚羊主要分布于四川石渠, 青海玉树、唐古拉和海西州西北部, 西藏阿里和那曲地区及新疆和田地区 (国家林业局 2009)。两种动物都是青藏高原的特有濒危动物, 为国家 I 级保护野生动物, 且均被列为国家林业局《2000 ~ 2050 年全国野生动植物及其栖息地保护总体规划》中的国家重点野生动植物保护对象 (国家林业局 2001)。本文对两种羚羊的消化系统进行了测量和统计, 为普氏原羚和藏羚羊的解剖学和生理学等研究提供基础数据。

1 材料方法

1.1 研究样本

2016 年 3 月至 2017 年 3 月发现于青海湖附近死亡于野外铁丝围栏上的普氏原羚, 共有 2 只成年 (1 雄 1 雌) 个体和 4 只 1 龄个体 (2 雄 2 雌); 另有异地驯养试验中死亡的藏羚羊个体, 成年雌性和幼年雄性各 1 只 (表 1)。上述死亡个体被发现后放置于 -20℃ 车载冰箱中保存, 整体形态结构未受影响。

1.2 方法

将羚羊尸体自然解冻后, 用 TCS-150-JE62 WS 电子台秤 (广东香山衡器集团股份有限公司, 精确度为 0.01 kg) 称量体重, 行胸、腹腔解剖, 取出内脏, 用卷尺 (精确度为 1 cm)、和量筒 (精确度为 1 ml) 计量消化系统长度和容积数据。绘图软件为 CorelDraw X6 (加拿大

Corel 公司)。

2 结果

2.1 消化系统形态与组成

普氏原羚和藏羚羊消化系统均由口腔、食道、瘤胃、网胃、瓣胃、皱胃、小肠 (十二指肠、空肠和回肠) 和大肠 [盲肠、结肠 (升、降两段) 和直肠] 组成 (图 1, 2)。

2.2 口腔

普氏原羚与藏羚羊唇黏膜上有锥形乳头, 颊黏膜上有向后的锥型乳头; 口腔硬腭黏膜厚实, 中间有腭缝, 上颌前段无牙齿, 有角质层形成的齿枕; 舌呈梭形, 布满多种乳头; 下颌前段有牙齿。

2.3 食道

普氏原羚与藏羚羊食道与气管伴行, 附于气管背侧, 韧性好; 前与咽相连, 经隔膜, 后与胃的贲门相接。

2.4 胃

普氏原羚与藏羚羊胃均为由瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃组成复胃。瘤胃占比最大, 浆膜层为乳白色, 表面光滑; 黏膜层为黑色, 布满锥状乳头。网胃小, 黏膜层有蜂窝状褶皱, 褶皱上密布针状乳头, 幼体羚羊可见网胃沟。瓣胃比网胃稍小, 黏膜上有纵行瓣状褶皱, 瓣叶表面乳头较少。皱胃呈长筒状弯曲, 胃壁较薄, 黏膜层较光滑。在幽门口有环状括约肌与十二指肠相连。普氏原羚的瘤胃占胃总容积比例较大, 平均为 96.05%; 成年藏羚羊瘤胃占比为 79.25%, 幼龄藏羚羊占比为 66.67% (表 1)。

2.5 十二指肠

普氏原羚和藏原羚的十二指肠短, 上有胆

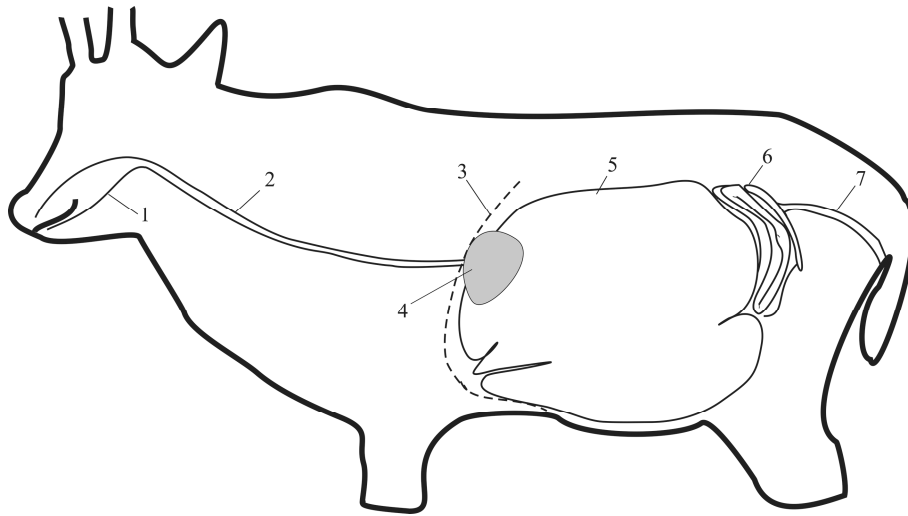


图1 羚羊消化系统示意图

Fig. 1 Schematic diagram of digestive system in Antelope

1. 口腔; 2. 食道; 3. 隔膜; 4. 脾; 5. 瘤胃; 6. 空肠; 7. 直肠。

1. Oral cavity; 2. Esophagus; 3. Septum; 4. Spleen; 5. Rumen; 6. Jejunum; 7. Rectum.

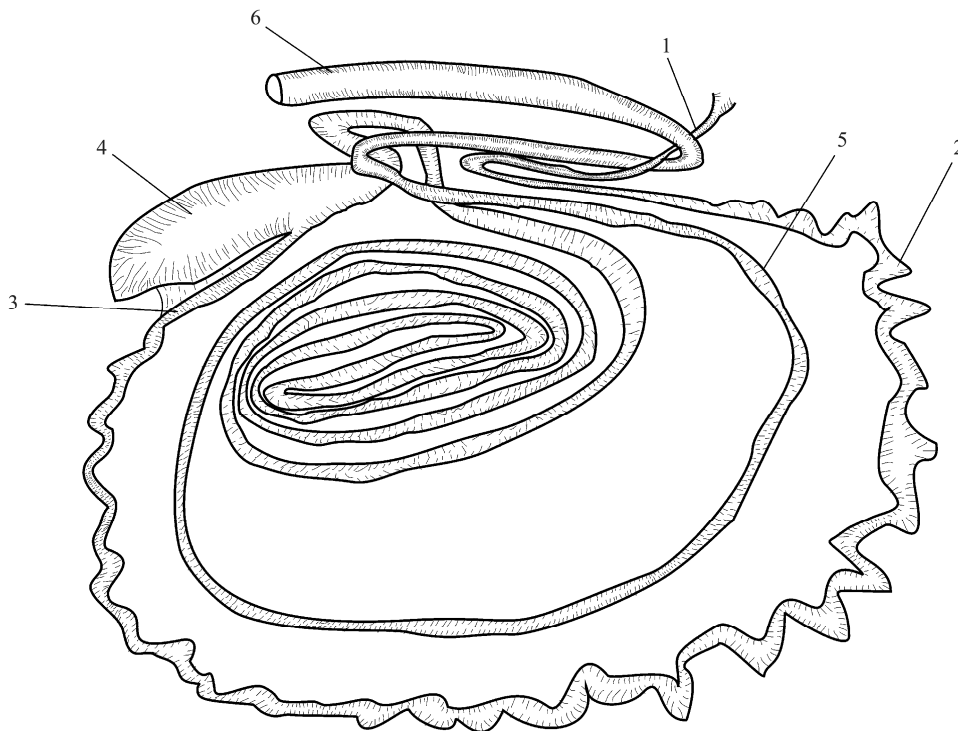


图2 羚羊肠道示意图

Fig. 2 Schematic diagram of intestine in Antelope

1. 十二指肠; 2. 空肠; 3. 回肠; 4. 盲肠; 5. 结肠; 6. 直肠。

1. Duodenum; 2. Jejunum; 3. Ileum; 4. Caecum; 5. Colon; 6. Rectum.

表 1 普氏原羚与藏羚羊消化道长度和容积

Table 1 Digestive tract length and stomach volume of Przewalski's Gazelle and Tibetan Antelope

	普氏原羚 <i>Procapra przewalskii</i>						藏羚羊 <i>Pantholops hodgsonii</i>	
	成年 Adult		幼龄 Young				成年 Adult	幼龄 Young
	♂	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♂
体重 Body weight (kg)	29	25	22	11	22	20	29	10
食道 Esophagus	35	38	37	37	38	37	43	30
十二指肠 Duodenum	29	31	27	30	29	31	35	27
消化道长度 Length of digestive tract (cm)								
空肠 Jejunum	297	1 120	732	736	948	1 275	1 615	1 106
回肠 Ileum	17	19	18	18	18	17	30	15
盲肠 Caecum	30	27	28	27	26	27	30	23
降结肠 Descending	155	110	180	133	105	120	235	92
升结肠 Ascending	401	380	390	390	325	310	318	125
直肠 Rectum	20	19	21	15	15	15	17	10
胃容积 Stomach volume (ml)								
瘤胃 Rumen	5 000	3 500	3 400	2 900	4 800	3 000	5 730	1 500
其他胃 Other Stomach	568	656	593	400	725	700	1 500	750

管口和胰腺口。两种羚羊均有胆囊，由一根总胆管与十二指肠相连。

2.6 小肠

成年普氏原羚的小肠总长度可达到 10 m 以上，成年藏羚羊小肠长度可达到 16 m 以上。成年和幼龄普氏原羚小肠长度占肠道总长度的百分比分别为 68.42%和 66.48%；藏羚羊分别为 74.67%和 83.52%。成年和幼龄普氏原羚小肠各段比值（十二指肠：空肠：回肠）分别为 15.33：500：9.20 和 15.72：500：10.30；成年和幼龄藏羚羊小肠各段比值分别 7：323：6 和 11：442：6。

2.7 大肠

成年和幼龄普氏原羚大肠长度分别约为 5.5 m 和 5.0 m，二者差别不大。成年和幼龄藏羚羊的大肠长度分别为 6.0 m 和 2.5 m，二者有较大的差异。成年和幼龄普氏原羚大肠各段比值（盲肠：结肠：直肠）分别为 6：105：4 和 6：112：3.7；成年和幼龄藏羚羊的大肠各段比值分别为 5：55：1.7 和 5.88：55：2.56。成年和幼龄普氏原羚降结肠与升结肠比值分别为

0.34 和 0.38；成年和幼龄藏羚羊降结肠与升结肠比值均为 0.74。

3 讨论

普氏原羚和藏羚羊是青藏高原特有物种，生存于高寒低氧的环境中，食物相对匮乏，又面临天敌威胁等风险，生存环境和压力与其他反刍动物相比具有差异（肖静 2004）。

将牦牛 (*Bos grunniens*) (毛培忠等 1985)、蒙古绵羊 (*Ovis aries*) (郭和以等 1981)、林麝 (*Moschus berezovskii*) (王中凯等 2011)、欧拉型藏绵羊 (*Ovis aries*) (王彩莲等 2014)、黑鹿 (*Muntiacus crinifrons*) (唐鑫生等 2014)、四川梅花鹿 (*Cervus nippon sichuanicus*) (戚文华等 2009)、长颈鹿 (*Giraffa camelopardalis*) (韩盛兰等 1996) 等 7 种反刍动物与本研究两种羚羊的消化系统进行比较后发现：(1) 成年普氏原羚瘤胃占胃总容积百分比约为 96.05%，大于成年牦牛的 77.90% (毛培忠等 1985)、成年藏羚羊的 72.95%、成年黑鹿的 71.60% (唐鑫生等 2014) 和成年梅花鹿的 80.00% (戚文

华等 2009); 其空肠占小肠长度百分比为 95.50%, 大于牦牛的 77.10%(毛培忠等 1985)、林麝的 54.31%(王中凯等 2011) 和黑鹿的 89.50%(唐鑫生等 2014), 而与蒙古绵羊的 95.21%(郭和以等 1981) 相当; 其小肠占肠道百分比 (68.42%) 大于成年黑鹿 (58.00%) (唐鑫生等 2014) 和成年梅花鹿 (58.80%) (戚文华等 2009), 与成年长颈鹿 (76.57%) (韩盛兰等 1996) 相当; (2) 幼龄普式原羚瘤胃占胃总容积 (96.05%) 大于幼龄欧拉型藏绵羊 (121 日龄) 的 80.20% (王彩莲等 2014), 小肠占比 (66.48%) 小于幼龄欧拉型藏绵羊 (王彩莲等 2014); (3) 成年藏羚羊瘤胃占胃总容积的比例 (79.25%) 与牦牛 (77.9%) (毛培忠等 1985)、梅花鹿 (80.00%) (戚文华等 2009) 相当, 稍大于黑鹿 (71.60%) (唐鑫生等 2014); 空肠占小肠的比例约为 96.10%, 大于牦牛 (毛培忠等 1985)、蒙古绵羊 (郭和以等 1981)、林麝 (王中凯等 2011) 和黑鹿 (唐鑫生等 2014); 其小肠占肠道百分比 (74.67%) 与成年牦牛 (毛培忠等 1985) 相当, 大于黑鹿 (唐鑫生等 2014) 和梅花鹿 (戚文华等 2009); (4) 幼龄藏羚羊瘤胃占比大于幼龄欧拉型藏绵羊 (王彩莲等 2014)。

普氏原羚和藏羚羊相对其他反刍动物在消化系统上的差异与其所处的环境是相适应的。较大的瘤胃容积使羚羊能够储存较多的食物, 在迁徙、遭遇灾害时能保证长时间的营养供应, 普氏原羚的瘤胃相对体积明显大于上述 7 种反刍动物 (郭和以等 1981, 毛培忠等 1985, 韩盛兰等 1996, 戚文华等 2009, 王中凯等 2011, 唐鑫生等 2014, 王彩莲等 2014), 而藏羚羊与之相近, 即普氏原羚趋向于在体内贮存更多食物。刘丙万等 (2002) 指出, 普氏原羚主要是集中在晨昏时间人为干扰小和食物丰度高的地方采食, 这就要求普氏原羚有足够大的瘤胃容积容纳足够的食物, 使之在晨昏以外的时间有充足的体力进行活动, 这与普氏原羚的瘤胃结构特征相吻合。普氏原羚和藏羚羊小肠占肠道

百分比比上述 7 种反刍动物大 (郭和以等 1981, 毛培忠等 1985, 韩盛兰等 1996, 戚文华等 2009, 王中凯等 2011, 唐鑫生等 2014, 王彩莲等 2014), 这在一定程度上表明, 青藏高原反刍动物对营养物质的吸收能力比平原地区反刍动物强 (苏贵龙等 2016, 徐东明 2016)。

成年和幼年羚羊消化系统之间比较发现: 普氏原羚瘤胃占胃总容积比例及小肠占比成年与幼年个体差异不明显; 藏羚羊成年与幼年个体相比, 瘤胃容积更大, 空肠占小肠比例 (96.34%) 也稍大于幼龄的 95.51%。普氏原羚成体与幼体结肠总长度差异不明显, 这可能是因为其结肠发育较早, 在亚成体时结肠已经接近成年个体长度, 而藏羚羊的幼年个体结肠明显比成年个体短, 表明藏羚羊结肠的发育是随年龄增长逐渐增长的; 而且, 普氏原羚的降升结肠比约为 0.35, 而藏羚羊的降升结肠比为 0.74, 可见藏羚羊的降结肠占比大于普氏原羚, 可使藏羚羊结肠内容物在体内停留时间更长, 促进结肠对营养物质的吸收。结肠的主要功能是吸收食糜中的水份、维生素和钠钾等离子, 并为肠道菌群提供适宜的生存环境, 肠道菌群能够产生许多重要的维生素, 如维生素 K、硫胺素和核黄素 (Thornton et al. 1970), 这些都是羚羊保持健康、维系生长所必须的。由此可见, 藏羚羊和普氏原羚比上述其他非高原反刍动物有更强的消化能力和高原适应能力。

了解普氏原羚和藏羚羊的消化系统是研究两种反刍动物食性、迁徙活动和生长发育特点的基础。通过了解两种濒危羚羊消化系统的特点, 对辨别两种羚羊、相应疾病的救治以及栖息地的保护都有一定的意义。本文的解剖学数据也将填补两种羚羊的基础数据空白, 为深入了解普氏原羚和藏羚羊提供便利和基础。

致谢 青海湖国家级自然保护区管理局鸟岛分局移交普氏原羚死亡尸体, 西北高原生物研究所退化草地恢复与生态畜牧业学科组移交异地人工繁育藏羚羊死亡尸体, 特此致谢。

参 考 文 献

- Thornton R F, Bird P R, Somers M, et al. 1970. Urea excretion in ruminants. III. The role of the hind-gut (caecum and colon). *Australian Journal of Agricultural Research*, 21(2): 345-354.
- 郭和以, 马仲华, 张绍雄, 等. 1981. 蒙古绵羊消化系统的解剖. 内蒙古农业大学学报: 自然科学版, (1): 95-115.
- 国家林业局. 2001. 2000 ~ 2050 年全国野生动植物及其栖息地保护总体规划. 林业工作参考, (1): 24-29.
- 国家林业局. 2009. 中国重点陆生野生动物资源调查. 北京: 中国林业出版社, 299-301.
- 韩盛兰, 刘云鹏, 韩永利, 等. 1996. 长颈鹿大体解剖特征. 山西农业大学学报: 自然科学版, 16(4): 383-385.
- 蒋志刚. 2004. 中国普氏原羚. 北京: 中国林业出版社, 26-38.
- 蒋志刚, 冯祚建, 王祖望, 等. 1995. 普氏原羚的历史分布与现状. 兽类学报, 15(增刊 1): 241-245.
- 刘丙万, 蒋志刚. 2002. 普氏原羚的采食对策. 动物学报, 48(3): 309-316.
- 毛培忠, 姜生成, 张容昶, 等. 1985. 牦牛消化系统解剖. 中国牦牛, 1985(4): 10-22.
- 戚文华, 宁继祖, 郭延蜀, 等. 2009. 四川梅花鹿内脏系统初步解剖. 四川动物, 28(1): 103-106.
- 苏贵龙, 张景艳, 王磊, 等. 2016. 牦牛瘤胃微生物降解纤维素及其资源利用的研究进展. 中国畜牧兽医, 43(3): 695-699.
- 唐鑫生, 秦文, 任育旺, 等. 2014. 妊娠黑鹿 (*Muntiacus crinifrons*) 大体解剖分析. 生物学杂志, 31(6): 39-41.
- 王彩莲, 郎侠. 2014. 欧拉型藏羊消化器官生长发育的研究 // 中国畜牧兽医学会养羊学分会. 2014 年全国养羊生产与学术研讨会论文集. 聊城, 295-301.
- 王中凯, 戚文华, 冉江洪, 等. 2011. 林麝幼体消化系统解剖研究. 四川动物, 30(6): 949-952.
- 肖静. 2004. 我国重要珍稀濒危物种与类群的地理分布格局及保护现状评价. 长沙: 湖南农业大学硕士学位论文, 30-33.
- 徐东明. 2016. 青藏高原哺乳动物高原适应的遗传机制. 北京: 中国科学院大学博士学位论文, 12-23.