

红腹锦鸡肺的组织结构与微血管构筑

俞诗源 夏冰芝 陈玉琴 张景 贾宗平 魏仲梅 司克媛 王芳春

(西北师范大学生命科学院 兰州 730070)

摘要: 为了了解红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)肺的微细结构和微血管构筑特征,为呼吸生物学研究提供形态学依据,用组织学方法和微血管铸型技术在光镜和扫描电镜下观察研究了红腹锦鸡肺的组织结构与微血管构筑情况。结果表明,红腹锦鸡肺主要由各级支气管构成,从三级支气管上呈辅射状分出许多呼吸毛细管(微气管),并相互吻合成网状,呼吸毛细管外面包围有丰富的毛细血管,红腹锦鸡肺毛细血管垂直围绕在各微气管外,并相互吻合成密集的立体微血管网,毛细血管管径 $4.5 \sim 7.0 \mu\text{m}$,微气管直径 $11 \sim 50 \mu\text{m}$ 。并对肺微血管构筑情况与呼吸效率的关系作了探讨。

关键词: 红腹锦鸡 肺 组织学 微血管构筑

中图分类号: Q954 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2006)05-98-05

The Pulmonary Tissue Structure and Microvascular Architecture of *Chrysolophus pictus*

YU Shi-Yuan XIA Bing-Zhi CHEN Yu-Qin ZHANG Jing JIA Zong-Pin

WEI Zhong-Mei SI Ke-Yuan WANG Fang-Chun

(College of Life Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Using light microscopy and scanning electron microscopy we observed the pulmonary tissue structure and microvasculature of the *Chrysolophus pictus* by histological method and microvascular casting technique. Results showed that the lung of *C. pictus* consists of bronchi in three levels. Many breathing capillaries (minute trachea) irradiated from the third level's bronchi, forming anastomosed reticulation with each other. There were rich pulmonary capillaries around minute trachea. They vertically ranked around the minute trachea and anastomosed mutually to form a stereoscopic microvascular network. The diameter of the capillary is $4.5 - 7.0 \mu\text{m}$, and the diameter of the minute tracheal is $11 - 50 \mu\text{m}$. In addition, the relationship between the microvasculature architecture of the lung and respiratory rate was also discussed.

Key words: *Chrysolophus pictus*; Lung; Tissue structure; Microvascular architecture

红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)又名金鸡,属国家二级保护动物。研究红腹锦鸡的器官组织结构和微血管构筑对于比较组织学研究、生理学研究 and 保护生物学都具有重要的科学意义。长期以来,由于缺乏标本,对其研究较少。近年来,随着红腹锦鸡人工饲养的发展,为实验研究提供了方便,学者们从其繁殖特点、生活习性 and 笼养技术等方面展开了广泛的研究。但有关其器官形态结构方面的研究较少而且零

散^[1-3],迄今为止,红腹锦鸡肺微细结构的研究国内尚未见报道。笔者对红腹锦鸡肺的组织结构进行了光镜观察,对肺微血管做了铸型扫描

基金项目 国家自然科学基金(No. 30370163),甘肃省自然科学基金(No. ZS031-A25-005-Z)及甘肃省创新人才基金;

第一作者介绍 俞诗源,男,博士,教授;E-mail: syyu@nwnu.edu.cn.

收稿日期 2006-04-11,修回日期 2006-05-20

电镜观察。

1 材料与方法

本实验利用人工饲养繁殖因伤致残的成体红腹锦鸡 3 只(1 ♀ 2 ♂), 体重 550 ~ 650 g。

1.1 光镜观察 将 1 只红腹锦鸡从主动脉灌注 10% 福尔马林溶液进行整体固定, 解剖观察其肺的形态、位置、毗邻关系后, 切取肺组织小块, 用 0.2% 磷酸缓冲液冲洗后, 再用 Bouin 氏液固定 2 d, H.E 整块染色, 冰冻切片或石蜡包埋后进行连续切片(厚约 5 ~ 8 μm), 然后在 Olympus 显微镜下观察分析、摄片。

1.2 微血管铸型和扫描电镜观察 将 2 只红腹锦鸡用乙醚深麻醉后, 迅速打开体腔暴露心脏, 经肺动脉插管, 直接灌注 10% ABS 丁酮溶液, 至左心房流出灌注液, 结扎肺动脉和肺静脉。灌注标本置于流水中浸泡 1 d, 待铸型剂完全凝固后, 完整取下肺脏放入 20% NaOH 溶液中腐蚀 10 d。流水冲去残余组织, 然后将标本入超声波清洁器中, 继续清洗 30 min, 制成铸型标本, 再将标本冰冻后切片, 脱水, 干燥, 置于金属样品台上, 以 DMX-220 型离子镀膜机喷镀, 用日立 S-450 型扫描电子显微镜观察、摄片、测量(加速电压 20 kV)。

2 结果

2.1 大体形态 红腹锦鸡的肺左右各一, 呈鲜红色不分叶, 其外形略呈扁平四边形, 两肺位于胸腔背侧部, 背侧面嵌入肋间, 因而在肺背内侧缘形成几条肋沟, 肺门位于腹侧面的前部。

支气管入肺后纵贯全长, 即为初级支气管, 其后端出肺连于腹气囊。从初级支气管上分出前内侧群、后背侧群、后腹侧群和后外侧群次级支气管。前内侧群次级支气管较少, 一般为 4 ~ 5 支, 后背侧群和后腹侧群一般为 7 ~ 9 支, 后外侧群多而细, 一般为 15 ~ 18 支。从次级支气管上又分出许多三级支气管, 呈祥状连于两群次级支气管之间, 其中由前内侧群到后背侧群的最丰富, 此外在三级支气管间还有吻合支存在, 因此红腹锦鸡肺内的支气管分支形成互

相通连的网状管道, 而不象兽类的支气管那样呈树枝状。

2.2 组织结构 红腹锦鸡肺表面覆盖有一层扁平上皮细胞, 上皮之下为薄层致密结缔组织膜, 肺实质主要由各级支气管构成, 从三级支气管上呈放射状分出许多呼吸毛细管(微气管), 后者相当于兽类的肺泡, 是一些弯曲的小管, 并相互吻合成网状(图版 I: 1, 2)。三级支气管及其所属的呼吸毛细管构成一个个分界不明显的多面棱柱形的肺小叶。在肺小叶间结缔组织内可见有较大的动脉、静脉以及丰富的淋巴组织。

初级支气管内面被覆单层纤毛柱状上皮细胞和少量杯状细胞, 起始部分可见少量软骨碎片, 而环形平滑肌则逐渐增多, 形成连续的环形平滑肌层。次级支气管的粘膜除前内侧群衬以单层纤毛柱状上皮细胞外, 其余各群均衬以单层扁平上皮细胞, 外面围以螺旋形平滑肌束和弹性纤维网, 三级支气管内衬以单层扁平上皮细胞, 外面围以散在的平滑肌纤维和少量弹性纤维。呼吸毛细管仅有网状纤维做支架, 内衬以单层扁平上皮细胞, 外面包围有丰富的毛细血管。毛细血管仅由单层内皮细胞围成(图版 I: 1, 2)。

2.3 微血管构筑 用扫描电镜观察红腹锦鸡肺微血管铸型, 可见其保持了完整肺的大体形态。肺微血管极密集, 在低倍扫描电镜下能清楚地显示出三级支气管及其周围呈放射状紧密排列的微气管结构。红腹锦鸡肺毛细血管丰富, 垂直围绕在每个微气管周围, 并相互吻合成密集的立体微血管网, 各微气管间的毛细血管又相互吻合在一起, 形成整体的微血管网(图版 I: 3, 4)。

微气管直径 11 ~ 50 μm , 有分支。肺毛细血管管径 4.5 ~ 7 μm , 由肺动脉的终末支再分别形成 2 ~ 7 条毛细血管, 这些毛细血管紧密地围绕在 1 个或 2 个微气管外, 并相互吻合成立体微血管网。浆膜下微气管与深层肺组织微气管周围的毛细血管无明显差异。

3 讨 论

红腹锦鸡肺和家禽肺组织结构相似^[4],亦由各级支气管分枝和无数肺小叶及小叶间的少量结缔组织间质组成,肺小叶包括三级支气管和呼吸毛细管。呼吸毛细管壁周围有丰富的毛细血管,这对于保证血液与外界的气体交换具有重要作用。在人和哺乳动物的肺泡隔上具有 I、II 型两种上皮细胞,II 型上皮细胞含有板层小体,能分泌表面活性物质,是肺内的一种分泌细胞^[5],而红腹锦鸡肺呼吸毛细管壁上是否存在 II 型上皮细胞需进一步研究。

鸟肺内丰富的淋巴组织与肺的开放性有关,肺与外界相通,易受吸入性毒物及病原微生物的侵害和损伤,肺内含有丰富的淋巴组织,对于整个机体的免疫和防御起着重要作用。

家鸽和鸡肺毛细血管垂直围绕在每个呼吸毛细管外,排列十分紧密^[6,7]。笔者观察到红腹锦鸡肺毛细血管不仅垂直围绕在每个微气管周围,而且相互吻合成密集的立体微血管网,各微气管间紧密排列的毛细血管又相互吻合在一起,形成一个整体的微血管网,这种构筑形式极大地扩张了毛细血管的表面积,有利于气体交换,能满足鸟类空中飞翔时对氧的高度需求,可能是适应其旺盛代谢活动的结构基础。毛细血管围绕在微气管周围,并在其间相互吻合盘绕,这对鸟类极薄的肺组织起了支持牵拉的作用,并可防止肺过度膨胀和塌陷,这可能与鸟类的肺在呼吸过程中体积不变的特点有关。

人和金丝猴、犬、家兔、鼠兔、鼠等哺乳类^[8~14]的肺是典型的陆生脊椎动物的肺,具有发达的支气管系统及大量的肺泡,形成极大的呼吸表面积,其肺泡毛细血管呈密集的单层网,但可自两侧的肺泡同时进行气体交换。在花背蟾蜍、中华大蟾蜍、非洲爪蟾等两栖类^[15~20]的囊状肺的内壁上仅有网状隔膜及少量的次级隔膜,尽管在网状隔膜、次级隔膜、肺泡隔及肺泡上均有丰富的毛细血管,能提高气体交换率,改善供氧状况,但其呼吸的总有效面积有限,密点麻蜥、黄脊游蛇、菜花烙铁头等爬行动物^[17,21,22]

的肺壁内表面不仅有次级隔膜,还有三级隔膜,比花背蟾蜍、中华大蟾等两栖动物肺有较大的内表面积,更有利于进行气体交换,具有较高的呼吸效率,以满足机体对氧气的需求,因而比花背蟾蜍等两栖动物能更好地适应陆生生活;红腹锦鸡、岩鸽、家鸽等鸟类^[6,7,23]的肺既不同于哺乳类复杂的肺结构,也不同于两栖类和爬行动物囊状肺的结构。鸟类肺由复杂的三级支气管及其周围的微气管组成,微气管周围又有丰富的毛细血管网,鸟类的呼吸毛细管相当于哺乳动物的肺泡^[5],因而鸟类肺内气体在呼吸毛细管上进行交换,故呼吸表面积显著增加,充分显示出鸟类肺结构更有利于气体交换的特点。

参 考 文 献

- [1] 张德禄,俞诗源.红腹锦鸡胃的血供.西北师范大学学报,2000,36(2):58~61.
- [2] 张德禄,俞诗源,张育康.3只红腹锦鸡小肠的显微结构观察.西北师范大学学报,2000,36(3):63~66.
- [3] 张德禄,俞诗源.3只红腹锦鸡食管和大肠的显微结构观察.西北师范大学学报,2000,36(4):69~72.
- [4] 罗克.家禽解剖学与组织学.福州:福建科学技术出版社,1983:50~76.
- [5] 马克勤,郑光美.脊椎动物比较解剖学.北京:高等教育出版社,1985:303~307.
- [6] Duncher H R. Structure of the avian respiratory tract. *Respir Physiol*, 1974, 22:1~19.
- [7] 刘代成,孙京田.家鸽肺毛细血管的扫描电镜观察.动物学杂志,1994,29(5):21~22.
- [8] 侯广棋,魏宝林,廖瑞等.人肺毛细血管和肺泡铸型的扫描电镜观察.解剖学报,1983,14(2):113~115.
- [9] 真炳攸,王云鹏,张留保等.成人肺微血管研究.解剖学报,1990,21(3):233~238.
- [10] 俞诗源.金丝猴肺毛细血管和肺泡铸型的扫描电镜观察.兽类学报,1997,17(4):301~302.
- [11] 侯广棋,魏宝林,张朝佑等.狗肺毛细血管和肺泡铸型的扫描电镜观察.解剖学报,1981,12(4):390~392.
- [12] 俞诗源,李重阳.家兔肺毛细血管和肺泡铸型的扫描电镜观察.兰州大学学报,1995,31(形态学专辑):1~3.
- [13] 俞诗源,尤启斌.达呼尔鼠兔肺毛细血管铸型的扫描电镜观察.西北师范大学学报,1996,32(4):115~117.
- [14] Hajiya K, Okada Y. Scanning electron microscope study of the cast of the pulmonary capillary vessels in rats. *J Electron Microsc*, 1978, 27:49~51.
- [15] 俞诗源,李重阳.花背蟾蜍肺微血管铸型的扫描电镜观

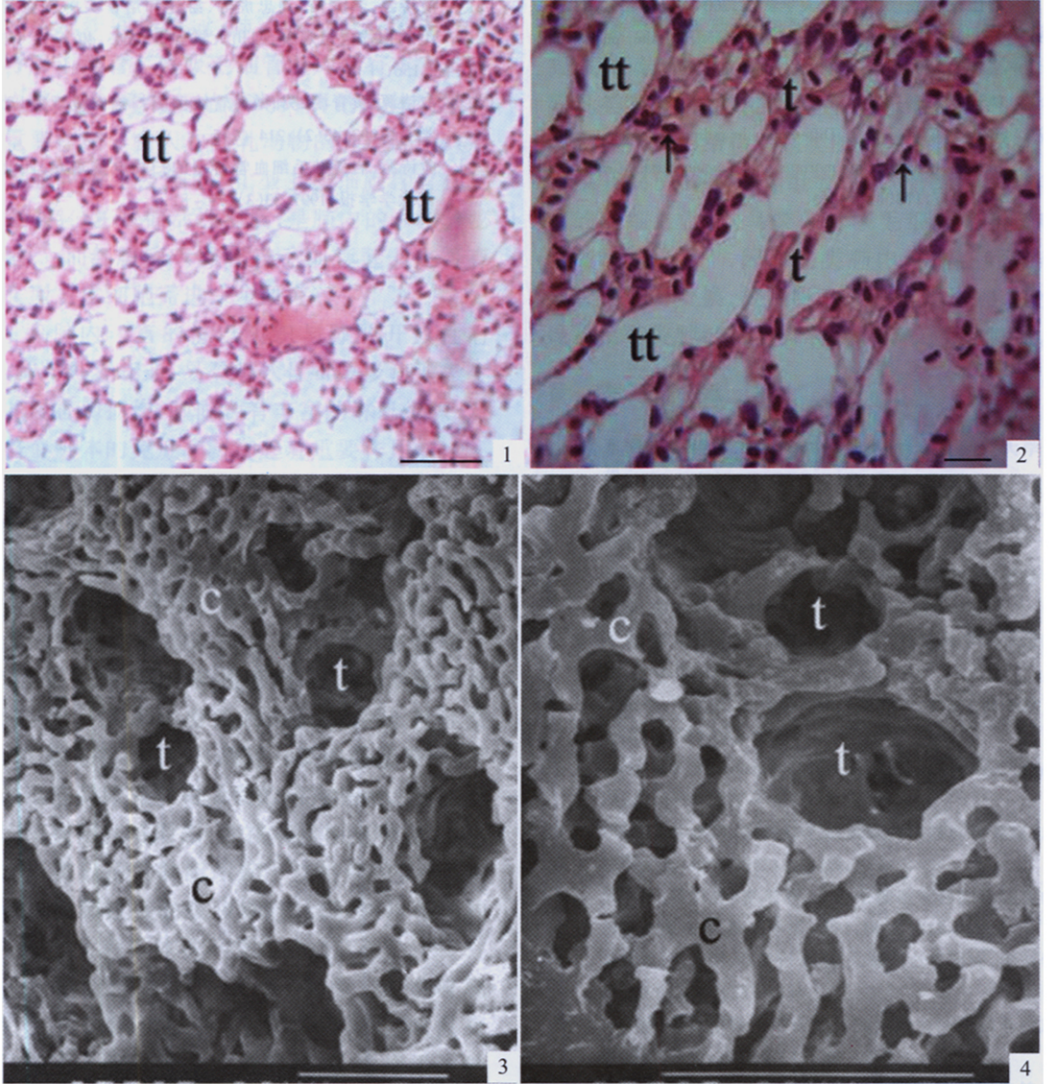
- 察. 兰州大学学报, 1996, **32**(2): 126 ~ 129.
- [16] 俞诗源. 中华大蟾蜍肺毛细血管的扫描电镜观察. 西北师范大学学报, 1995, **31**(4): 47 ~ 49.
- [17] 俞诗源, 司克媛, 刘忠虎等. 麻蜥和蟾蜍肺微血管铸型的比较观察. 西北师范大学学报, 2004, **40**(2): 55 ~ 58.
- [18] Smith D G, Campbell G. The anatomy of the pulmonary vascular bed in the toad *Bufo marinus*. *Cell Tissue Res*, 1976, **165**(2): 199 ~ 213.
- [19] Smith D G, Rapson L. Differences in pulmonary microvascular anatomy between *Bufo marinus* and *Xenopus laevis*. *Cell Tissue Res*, 1977, **178**(1): 1 ~ 15.
- [20] Bartel H. Intussusceptive microvascular growth in the lung of larval *Xenopus laevis* Daudin: a light microscope transmission electron microscope and SEM study of microvascular corrosion casts. *Anat Embryol*(Berl), 2000, **202**(1): 55 ~ 65.
- [21] 俞诗源, 龚大洁, 刘忠虎等. 游蛇和烙铁头肺微血管铸型的扫描电镜观察. 四川大学学报, 2003, **40**(6): 153 ~ 156.
- [22] 俞诗源. 黄脊游蛇肺微血管铸型的扫描电镜观察. 动物学报, 1997, **43**(2): 214 ~ 215.
- [23] 俞诗源. 岩鸽肺毛细血管铸型的扫描电镜观察. 西北师范大学学报, 1997, **33**(3): 79 ~ 81.

俞诗源等:红腹锦鸡肺的组织结构与微血管构筑

图版 I

YU Shi-Yuan *et al.*: The Pulmonary Tissue Structure and Microvascular Architecture of *Chrysolophus pictus*

Plate I



1. 红腹锦鸡肺切片, 标尺 = 100 μm; 2. 红腹锦鸡肺切片, 标尺 = 100 μm; 3. 红腹锦鸡肺毛细血管铸型, 标尺 = 50 μm;
 4. 红腹锦鸡肺毛细血管铸型, 标尺 = 50 μm。
 tt: 三级支气管; t: 微气管; c(↑): 毛细血管。