

# 金佛拟小鲵幼体皮肤的显微结构观察

黄静<sup>①</sup> 赵书<sup>②</sup> 王霞<sup>③</sup> 苏岩<sup>①</sup> 刘亚秋<sup>①</sup> 王志坚<sup>①\*</sup>

① 西南大学生命科学学院, 水产科学重庆市重点实验室 重庆 400715; ② 延安市新区第一中学 延安 716000;

③ 重庆金佛山国家级自然保护区管理局 重庆 408400

**摘要:** 采用光镜和扫描电镜对金佛拟小鲵 (*Pseudohynobius jinfo*) 幼体皮肤进行组织学和形态学观察。金佛拟小鲵幼体皮肤由表皮和真皮构成。不同部位皮肤厚度不同, 头部背侧皮肤最薄, 其厚度为 ( $45.99 \pm 12.77$ )  $\mu\text{m}$ , 尾部腹侧的皮肤最厚, 其厚度为 ( $95.21 \pm 42.72$ )  $\mu\text{m}$ 。表皮角质层仅躯干背部和尾部明显, 由仍具有一定生理活性的复层扁平上皮细胞构成。皮肤腺体包括黏液腺和颗粒腺。黏液腺广泛分布于身体各个部位的皮肤, 颗粒腺呈区域性分布, 仅见躯干部和尾部皮肤, 其体积大于黏液腺。毛细血管多分布于真皮疏松层腺体周围, 与表皮层紧密接触并凸向表皮。色素细胞主要分布于表皮和疏松层的交界处, 呈多细胞聚集的状态, 形成厚度不一的色素层。

**关键词:** 金佛拟小鲵; 皮肤; 显微结构

**中图分类号:** Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2017) 04-620-08

## Skin Microstructure of Larval *Pseudohynobius jinfo*

HUANG Jing<sup>①</sup> ZHAO Shu<sup>②</sup> WANG Xia<sup>③</sup> SU Yan<sup>①</sup> LIU Ya-Qiu<sup>①</sup> WANG Zhi-Jian<sup>①\*</sup>

① Key Laboratory of Aquatic Science of Chongqing, School of Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400715;

② Yan'an New District No. 1 Middle School, Yan'an 400054; ③ Chongqing Jinfo Mountain National Natural

Reserve Administration Bureau, Chongqing 408400, China

**Abstract:** The morphological and histological observation on the skin of larval *Pseudohynobius jinfo* was conducted by optical and scanning electron microscopy. Measurements were performed using image software Image-Pro Plus 6.0. All statistical tests were performed using software SPSS 19.0. All values given were shown as Mean  $\pm$  SE.  $P < 0.05$  was considered significant in *t* test. The skin of *P. jinfo* consisted of epidermis and dermis (Fig. 1, 3), but the thicknesses were different at different positions of the body (Table 1). The skin of the back head was the thinnest ( $45.99 \pm 12.77 \mu\text{m}$ ) and the ventral side of tail was the thickest ( $95.21 \pm 42.72 \mu\text{m}$ ). The stratum corneum consisted of stratified squamous epithelium cells with biological activity only found in the skin of tail and the back of trunk (Fig. 1). The skin of the jaw and that of ventral side of trunk were different from other parts (Fig. 2). Both mucus glands and granular glands were found (Table 2). Mucus glands widely spread over the body. Granular glands were distributed in the skin of trunk and tail. The

**基金项目** 中央高校基本科研业务费专项 (No. XDJK2015C037), 重庆市教委中小学创新人才培养工程项目 (No. CY150201);

\* 通讯作者, E-mail: wangzj1969@126.com。

**第一作者介绍** 黄静, 女, 实验师; 研究方向: 资源动物学; E-mail: a86728@163.com。

收稿日期: 2016-10-08, 修回日期: 2016-12-22 DOI: 10.13859/j.cjz.201704009

capillary vessels were abundant around glands in stratum spongiosum and moved outside to make the epidermis thinner. Pigment cells were mainly distributed in stratum spongiosum near the epidermis (Fig. 3).

**Key words:** *Pseudohynobius jinfo*; Skin system; Microstructure

金佛拟小鲵 (*Pseudohynobius jinfo*) 隶属于两栖纲 (Amphibia) 有尾目 (Caudata) 小鲵科 (Hynobiidae) 拟小鲵属, 于 2009 年作为新种发布, 模式标本采自重庆金佛山, 目前仅在南川区金佛山国家级自然保护区和武隆县白马山市级自然保护区采到标本 (Wei et al. 2009), 对其研究仅见线粒体 DNA 的报道 (Huang et al. 2015)。皮肤是动物直接与外界环境接触的器官, 对于最早登陆的脊椎动物类群两栖动物来说更是一种行使多功能的器官, 不仅具有保护、免疫、防御方面的功能, 而且在呼吸、排泄、温度调节等方面也具有重要的作用。目前国内对外对两栖动物皮肤的组织学有较多研究, 但其中关于有尾类的研究相对较少 (吴淑辉等 1994, Ohmura et al. 1998, 陆宇燕等 2004, 田川等 2012, Xiong et al. 2013, 陈红 2014)。本研究采用光学显微镜和扫描电子显微镜对金佛拟小鲵幼体不同部位的皮肤进行组织学和形态学观察, 以期丰富有尾两栖动物皮肤结构资料, 为探讨两栖动物形态特征对水生和陆生生活环境的适应进化提供资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

实验用金佛拟小鲵幼体 4 尾, 全长 (6.3 ± 0.3) cm, 于 2015 年 8 月下旬采自重庆南川区金佛山 (北纬 29°1'36", 东经 107°11'15", 海拔 2 100 m)。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 光镜观察** MS 222 麻醉后, 取头部背侧、下颌部、躯干背部、躯干腹部、尾部背侧和尾部腹侧共 6 个部位的皮肤, 取材大小约 0.5 cm × 0.5 cm, Bouin's 液固定 24 h, 常规脱水透明, 石蜡包埋, 切片厚 5 μm, H.E 染色后, 中性树胶封片, Nikon DXM1200 显微镜观察、

拍照。

**1.2.2 扫描电镜观察** 6 个部位的皮肤取材大小约 0.1 cm × 0.1 cm, 2.5% 戊二醛固定, 置 4℃ 冰箱中保存。固定样品经 0.2 mol/L (pH 7.4) 磷酸缓冲液冲洗 3 次, 置 -80℃ 超低温冰箱冷冻 2 h, 冷冻干燥 24 h, 标本定位, Jeol Jec-3000FC 喷镀、JSM.6510LV 扫描电子显微镜观察并拍照。

**1.2.3 数据分析** 采用 Image-Pro Plus 6.0 图像软件进行测量, SPSS19.0 软件进行统计分析。4 尾个体的 6 个部位各取 8 个装片进行测量, 每个装片测量 10 个位点处的皮肤厚度、表皮层数、表皮厚度、疏松层厚度及致密层厚度, 并测量颗粒腺、黏液腺长短径。实验所得数据均以平均值 ± 标准误 (Mean ± SE) 表示。采用 *t* 检验, *P* < 0.05 差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同部位皮肤结构观察

金佛拟小鲵幼体的皮肤表面光滑, 无疣粒和隆突, 由表皮和真皮组成, 体表到深层依次为表皮、真皮疏松层和真皮致密层。不同部位的皮肤厚度及细胞层数存在差异 (表 1), 头部背侧皮肤最薄, 厚度为 (45.99 ± 12.77) μm, 尾部腹侧的皮肤最厚, 厚度为 (95.21 ± 42.72) μm。皮肤腺体包括颗粒腺和黏液腺两种。

**2.1.1 表皮** 光镜观察: 表皮厚度在不同部位变化较明显, 头部背侧最薄 (7 ~ 23 μm); 尾部腹侧最厚 (20 ~ 47 μm)。表皮为复层上皮, 由多层细胞 (1 ~ 7 层) 组成, 最外层为角质层。金佛拟小鲵幼体的躯干背部和尾部皮肤的角质层明显, 但其角质化程度不同, 一般有 1 ~ 5 层, 细胞扁平呈梭形, 胞间排列紧密, 是仍具有一定生理活性的复层扁平上皮细胞 (图 1a,

表 1 金佛拟小鲵幼体不同部位皮肤结构厚度的比较

Table 1 The thicknesses of skin in different parts of larval *Pseudohynobius jinfo*

部位 Parts	表皮细胞层数 Layers of epidermis cell	厚度 Thickness ( $\mu\text{m}$ )			
		表皮 Epidermis	真皮疏松层 Stratum spongiosum	真皮致密层 Stratum compactum	皮肤 Total
头部背侧 The back of head	1 ~ 3	15.17 $\pm$ 7.63 <sup>bc</sup>	20.94 $\pm$ 7.31 <sup>aE</sup>	8.60 $\pm$ 3.70 <sup>cC</sup>	45.99 $\pm$ 12.77
下颌部 The jaw	1 ~ 3	21.21 $\pm$ 10.60 <sup>bb</sup>	28.76 $\pm$ 9.40 <sup>aD</sup>	8.41 $\pm$ 2.77 <sup>cC</sup>	53.36 $\pm$ 13.83
躯干背部 The back of trunk	2 ~ 6	20.99 $\pm$ 7.96 <sup>bb</sup>	29.28 $\pm$ 13.51 <sup>aD</sup>	19.25 $\pm$ 7.51 <sup>ba</sup>	70.61 $\pm$ 19.52
躯干腹部 The ventral side of trunk	2 ~ 4	31.08 $\pm$ 13.13 <sup>ba</sup>	42.11 $\pm$ 15.93 <sup>aC</sup>	14.25 $\pm$ 5.00 <sup>cB</sup>	87.69 $\pm$ 10.30
尾部背侧 The back of tail	3 ~ 7	23.50 $\pm$ 7.65 <sup>bb</sup>	60.23 $\pm$ 25.99 <sup>aA</sup>	4.77 $\pm$ 1.44 <sup>cD</sup>	84.99 $\pm$ 21.62
尾部腹侧 The ventral side of tail	2 ~ 5	33.38 $\pm$ 13.43 <sup>ba</sup>	53.98 $\pm$ 30.85 <sup>aB</sup>	7.19 $\pm$ 2.00 <sup>cD</sup>	95.21 $\pm$ 42.72

同一部位表皮层、真皮疏松层和真皮致密层相比较，不同标记的小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )；不同部位相同皮肤层比较，不同标记的大写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Comparison of epidermis, stratum spongiosum and stratum compactum. Values with different letter superscripts in the same row or column mean significant difference ( $P < 0.05$ ).

b)，而其他部位的表皮外层角质化相对不明显（图 1c, d）。表皮其他各层分化不明显，细胞多呈多边形或立方形（图 1a, c, e, f），细胞核呈圆形、椭圆形或梨形。

电镜观察：金佛拟小鲵幼体下颌部和躯干腹部的皮肤与其他部位的皮肤存在明显的差异。其他部位的皮肤表层细胞多呈规则的多边形扁平表皮细胞（图 2a ~ d），细胞大小不等，界限明显，细胞间连接处形成嵴状微型隆起，细胞游离面的细胞膜形成许多蜂窝状的小凹陷。而下颌部和躯干腹部的皮肤表面细胞突起呈波浪形，显示出高低几层结构（图 2e, f）。金佛拟小鲵幼体的各部位皮肤表面均有腺体向外的开口，口的分布不均匀且疏密不一，口的孔径也有差异。背部皮肤的开口数量较少（图 2b），下颌部的开口数量最多（图 2e）。

**2.1.2 真皮** 真皮较表皮厚，由外向内分为疏松层和致密层。真皮疏松层主要由疏松结缔组织构成，其间分布有大量的腺体、血管和色素

细胞。腺体大小的不同导致了疏松层厚度的不同。真皮致密层主要由大量呈波浪形平行排列的胶原纤维束构成，不同部位厚度不同，躯干背部最厚（12 ~ 27  $\mu\text{m}$ ），尾部背侧最薄（3 ~ 7  $\mu\text{m}$ ）。真皮疏松层中腺体的大小直接影响真皮致密层的厚度（图 3a ~ c）。真皮疏松层内的腺体为多细胞泡状腺，包括黏液腺和颗粒腺（图 1a）。毛细血管多分布于真皮疏松层腺体周围，与表皮层紧密接触并凸向表皮（图 3d, e）。色素细胞大量分布于表皮与真皮疏松层交界处、真皮疏松层及腺体的周围，呈树枝状分支，互相延伸，进而连结成网状结构（图 1a）。

## 2.2 腺体的结构与分布

黏液腺和颗粒腺均由分泌部和导管组成，导管开口于表皮（图 1d）。黏液腺的体积较颗粒腺小（表 2）。

**2.2.1 黏液腺** 广泛分布于全身各处的真皮疏松层内，多见于疏松层的浅层。腺体形状为圆形，内腔中空，体积明显比颗粒腺小。胞质弱

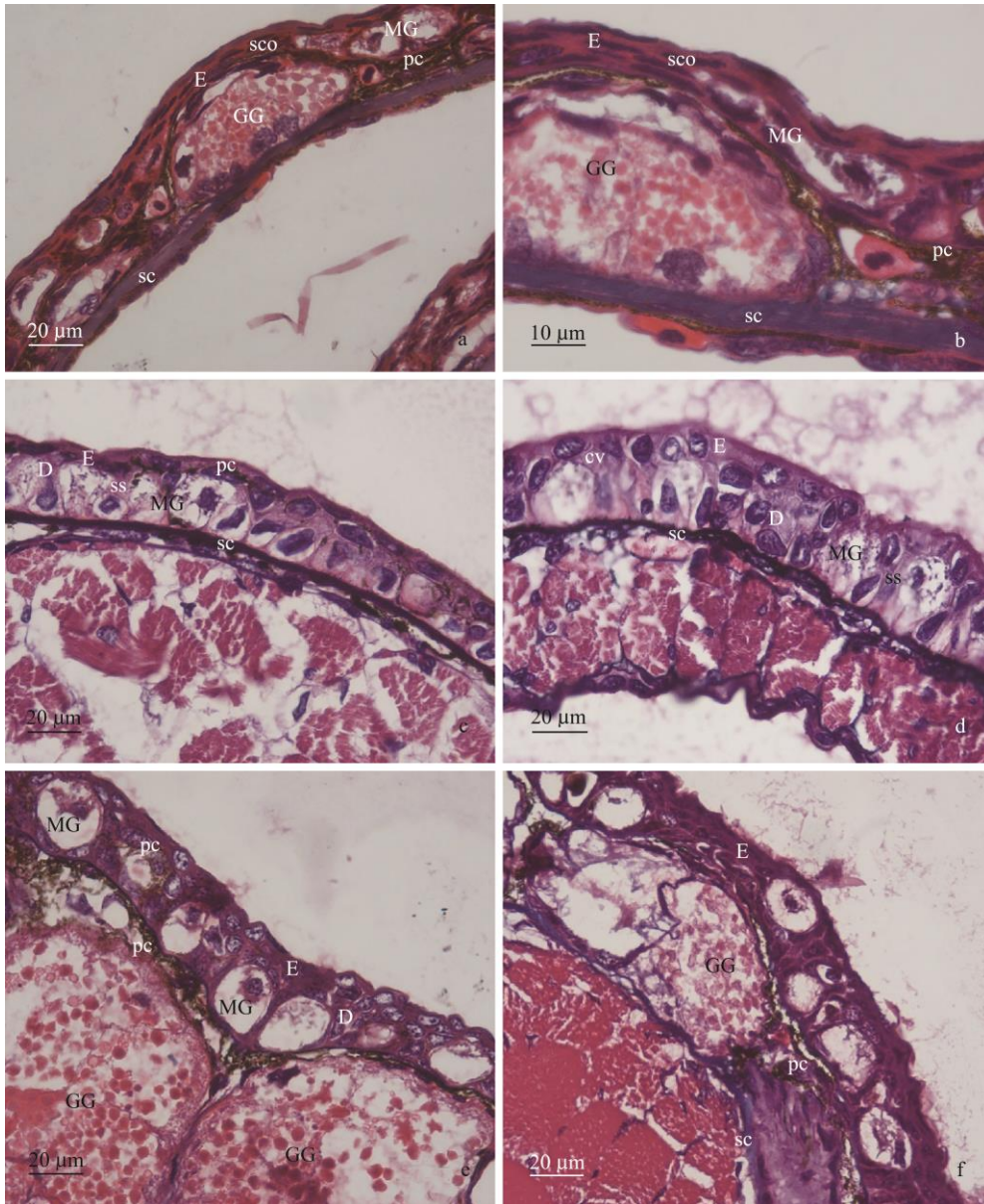


图 1 金佛拟小鲵幼体皮肤组织学结构

Fig. 1 Histological structure of *Pseudohynobius jinfo* skin system

a, b. 躯干背部; c. 头部背侧; d. 下颌部; e. 尾部背侧; f. 尾部腹侧。

a, b. The back of trunk; c. The back of head; d. The jaw; e. The back of tail; f. The ventral side of tail.

D. 真皮层; E. 表皮层; GG. 颗粒腺; MG. 黏液腺; cv. 毛细血管; pc. 色素细胞; sc. 致密层; sco. 角质层; ss. 疏松层。

D. Dermis; E. Epidermis; GG. Granular gland; MG. Mucus gland; cv. Capillary vessel; pc. Pigment cell; sc. Stratum compactum; sco. Stratum corneum; ss. Stratum spongiosum.

嗜碱性, 内呈清晰的网络状结构 (图 3e); 细胞核多呈圆形。黏液腺多分布于头部和尾部背侧。在有大型颗粒腺分布的躯干背部, 黏液腺

存在于颗粒腺之间, 数量多, 体积小 (图 1a)。金佛拟小鲵幼体躯干腹部的黏液腺最大, 尾部背侧的黏液腺最小 (表 2)。



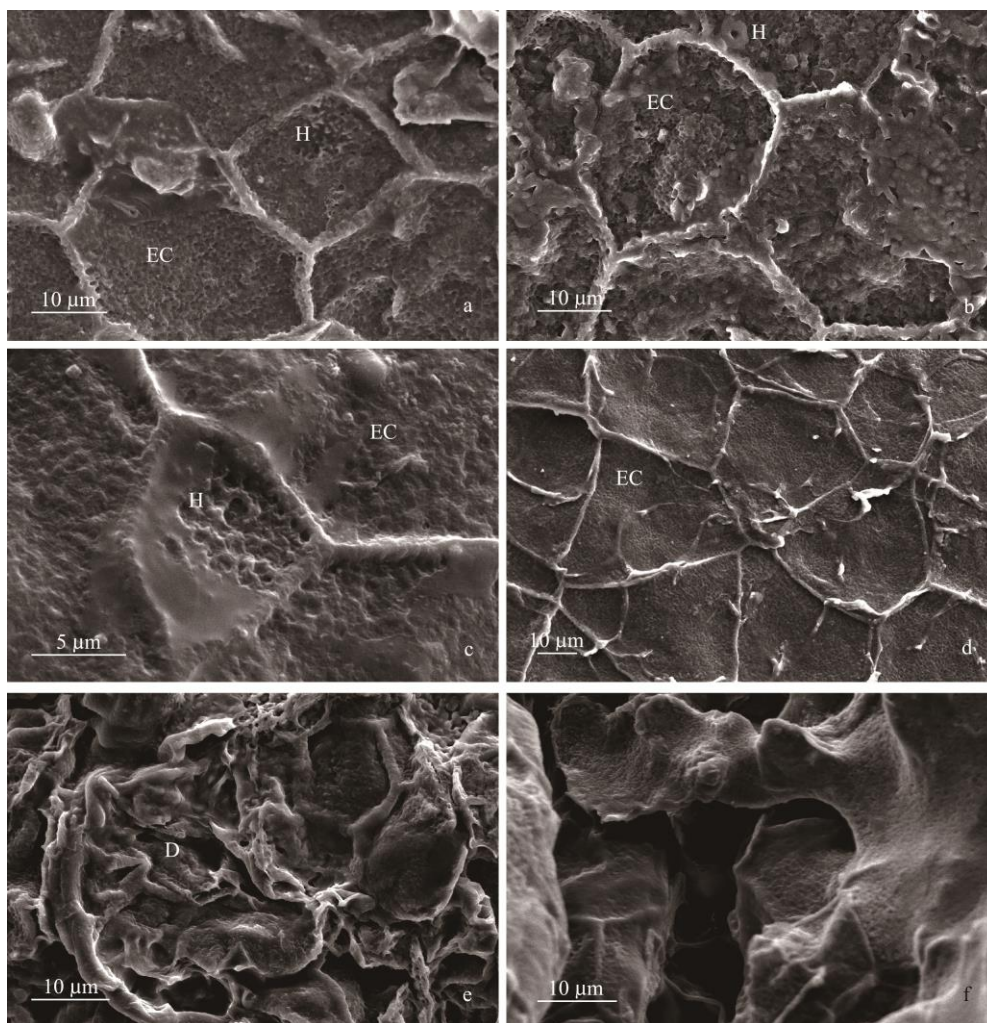


图 2 金佛拟小鲵幼体皮肤扫描电镜结构

Fig. 2 Scanning electron microscope structures of *Pseudohynobius jinfo* skin system

a. 头部背侧; b. 躯干背部; c. 尾部背侧; d. 尾部腹侧; e. 下颌部; f. 躯干腹部。

a. The back of head; b. The back of trunk; c. The back of tail; d. The ventral side of tail; e. The jaw; f. The ventral side of trunk.

D. 褶皱; EC. 表皮细胞; H. 黏液腺孔。D. Drape; EC. Epidermal cell; H. Mucous gland hole.

**2.2.2 颗粒腺** 属浆液腺，也称毒腺。颗粒腺腺细胞大，腺细胞内存在大量嗜酸性分泌颗粒，H.E 染色呈红色。细胞核呈圆形或椭圆形，分布于腺细胞的周边，弱嗜碱性（图 1a）。在躯干部和尾部分布较多，在头部背侧和下颌部未观察到。金佛拟小鲵幼体尾部背侧的颗粒腺最大，躯干背部的颗粒腺最小（表 2）。

### 2.3 色素层

色素层位于表皮细胞下，存在于真皮疏松层。在表皮也发现有单个色素细胞。色素层主要由黑色素细胞组成（图 1a，图 3b, c, d, f）。黑色素细胞主要有两种形态：一种树突状分支多，且较为粗大，延伸成放射状，颜色较深（图 1a，图 3c）；另一种树突状分支不明显，个体相对较小（图 3d）。色素细胞呈多细胞聚集的状态，形成厚度不一的色素层。金佛拟小鲵幼体整体背侧皮肤的色素层明显比腹侧的发达。

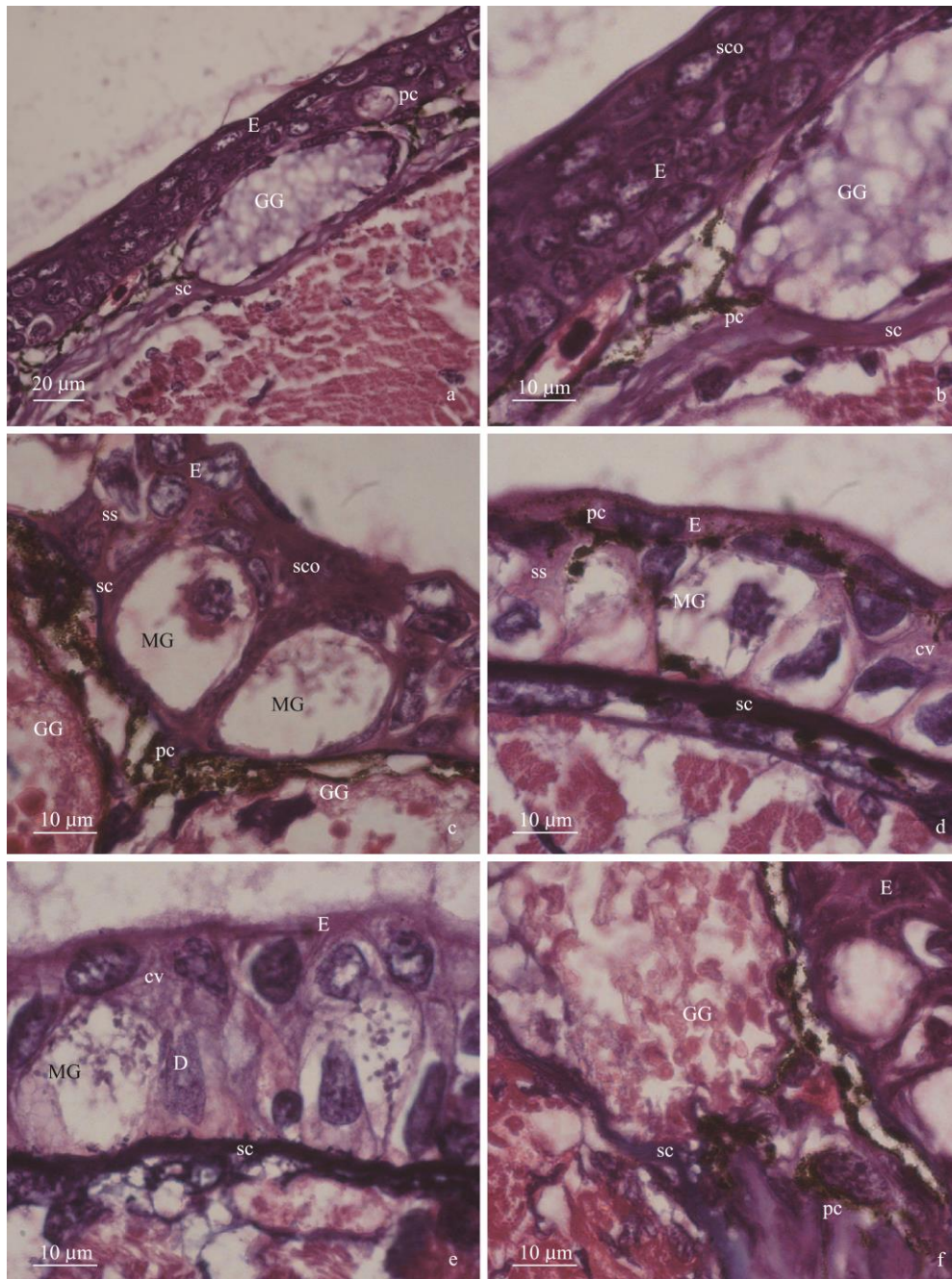


图 3 金佛拟小鲵幼体皮肤组织学结构

Fig. 3 Histological structure of *Pseudohynobius jinfo* skin system

a, b. 躯干腹部; c. 尾部背侧; d. 头部背侧; e. 下颌部; f. 尾部腹侧。

a, b. The ventral side of trunk; c. The back of tail; d. The back of head; e. The jaw; f. The ventral side of tail.

D. 真皮层; E. 表皮层; GG. 颗粒腺; MG. 黏液腺; cv. 毛细血管; pc. 色素细胞; sc. 致密层; sco. 角质层; ss. 疏松层。

D. Dermis; E. Epidermis; GG. Granular gland; MG. Mucus gland; cv. Capillary vessel; pc. Pigment cell; sc. Stratum compactum; sco. Stratum corneum; ss. Stratum spongiosum.

表 2 金佛拟小鲵幼体皮肤各部位腺体比较

Table 2 The sizes of skin glands in different parts of larval *Pseudohynobius jinfo*

部位 Parts		长径 Major axis ( $\mu\text{m}$ )	短径 Minor axis ( $\mu\text{m}$ )
头部背侧 The back of head	黏液腺 Mucus gland	37.76 $\pm$ 8.84	26.66 $\pm$ 5.14
	颗粒腺 Granular gland	—	—
下颌部 The jaw	黏液腺 Mucus gland	36.38 $\pm$ 9.39	20.66 $\pm$ 6.47
	颗粒腺 Granular gland	—	—
躯干背部 The back of trunk	黏液腺 Mucus gland	30.66 $\pm$ 4.60	18.55 $\pm$ 5.14
	颗粒腺 Granular gland	94.72 $\pm$ 32.46	37.13 $\pm$ 15.78
躯干腹部 The ventral side of trunk	黏液腺 Mucus gland	48.72 $\pm$ 34.06	28.45 $\pm$ 8.15
	颗粒腺 Granular gland	112.45 $\pm$ 15.56	58.24 $\pm$ 7.89
尾部背侧 The back of tail	黏液腺 Mucus gland	29.05 $\pm$ 6.39	20.23 $\pm$ 5.48
	颗粒腺 Granular gland	127.24 $\pm$ 29.20	84.46 $\pm$ 27.58
尾部腹侧 The ventral side of tail	黏液腺 Mucus gland	31.03 $\pm$ 18.35	21.86 $\pm$ 13.01
	颗粒腺 Granular gland	112.12 $\pm$ 25.73	57.60 $\pm$ 18.82

“—”表示未观察到颗粒腺，无测量数据。“—” indicates data deficiency.

### 3 讨论

两栖动物是脊椎动物由水生到陆生过渡的一个类群，其皮肤组织随着生境的改变也发生着适应性的变化。金佛拟小鲵幼体皮肤基本结构和特点与栖息类型以水栖为主的两栖类相似，皮肤薄而裸露、表皮角质化程度弱、真皮疏松层含有丰富的毛细血管(陆宇燕 1999, 梁刚等 2004, 林文达等 2008)。金佛拟小鲵幼体生活在流速缓慢的溪水中，由于鳃结构简单，其皮肤在呼吸方面发挥着重要的作用。与小鲵科其他物种相似(吴淑辉等 1994, 陈红 2014)，皮肤薄，表皮只有数层细胞，有利于皮肤的呼吸作用。金佛拟小鲵幼体表皮角质层仅躯干背部和尾部明显，由仍具有一定生理活性的复层扁平上皮细胞构成。由于幼体仅生活于水中，其表层细胞角质化程度低。黏液腺广泛分布于身体各个部位的真皮中。黏液腺分泌黏液，在身体表面形成一层黏液膜，保持身体湿润，并提供充足的溶解态氧，从而为皮肤呼吸提供丰富的氧气来源(陆宇燕等 2004)。金佛拟小鲵幼体的毛细血管多分布于真皮疏松层腺体周围，与表皮层紧密接触并凸向表皮。毛细血管

常见于真皮中，但在已经报道的大鲵 (*Andrias davidianus*) (李庚午等 1993, 唐以杰等 1999)、黑斑肥螈 (*Pachytriton brevipes*) (陆宇燕 1999)、无斑肥螈 (*P. labiatus*) (徐剑 2007)、商城肥鲵 (*Pachyhynobius shangchengensis*) (吴淑辉等 1994)、山溪鲵 (*Batrachuperus pinchonii*) (陈红 2014) 和东北小鲵 (*Hynobius leechii*) (张向 2014) 的表皮中和表皮下均发现毛细血管。对于终身或绝大部分时间生活于水中的两栖类而言，毛细血管在表皮的存在更有利于皮肤呼吸作用 (Xiong et al. 2013)。表皮中或表皮下毛细血管的存在，这一特点与它们对栖息环境的适应性密切相关，是两栖动物在长期漫长系统演化中适应皮肤交换气体机能的结果 (张向 2014)。

有尾类皮肤中的腺体一般分为黏液腺和颗粒腺，爪鲵 (*Onychodactylus fischeri*) 中发现有脂腺 (陆宇燕等 2004)。金佛拟小鲵幼体皮肤中仅观察到黏液腺和颗粒腺，黏液腺遍布全身，颗粒腺在躯干部和尾部有分布，在头部背侧和下颌部未观察到。黏液腺分泌的黏液覆盖在身体的表面形成一层湿润的薄膜，具有防御、保湿、皮肤呼吸、温度调节、pH 调节等作用 (王



宁宁等 2011)。颗粒腺作为一种毒腺, 与防御敌害和保护机体的功能有关, 且其体积大于黏液腺。两栖动物的耳后腺、瘰粒、腺质嵴棱和尾部发达的腺体等结构由颗粒腺构成, 这些结构在动物防御天敌的反捕行为中具有重要的作用 (Brodie et al. 1990)。金佛拟小鲵幼体皮肤表面光滑, 没有形成瘰粒和腺质嵴棱等, 但颗粒腺呈区域性分布, 可能与其自卫防捕相关。

扫描电镜观察金佛拟小鲵幼体皮肤, 其下颌部和躯干腹部的皮肤与其他部位存在明显的差异。其他部位的皮肤表层细胞多呈规则的多边形扁平表皮细胞, 而下颌部和躯干腹部的皮肤表面细胞突起呈波浪形, 显示出高低几层结构, 在大鲵皮肤的报道中也观察到 (李庚午等 1993)。龙洞山溪鲵 (*B. longdongensis*) 的皮肤表皮下陷, 形成有规则的近似平行的“埂”、“槽”相间排列 (李丹等 1992)。对于两栖类皮肤扫描电镜的观察仅有很少的报道, 以上这些形态结构的生物学意义, 尚待进一步更广泛的研究。

## 参 考 文 献

- Brodie E D, Nussbaum R A, Yang D T. 1990. Antipredator behavior of Chinese salamanders. *Zoological Research*, 11(1): 7-16.
- Huang J, Su Y, Zhao J F, et al. 2016. The complete mitogenome sequence of *Pseudohynobius jinbo* (Urodela: Hynobiidae). *Mitochondrial DNA*, 27(5): 3141-3142.
- Ohmura H, Wakahara M. 1998. Transformation of skin from larval to adult types in normally metamorphosing and metamorphosis-arrested salamander, *Hynobius retardatus*. *Differentiation*, 63(5): 238-246.
- Wei G, Xiong J L, Hou M, et al. 2009. A new species of hynobiid salamander (Urodela: Hynobiidae: *Pseudohynobius*) from Southwestern China. *Zootaxa*, 515(2149): 62-68.
- Xiong J L, Dai C S, Li M Y, et al. 2013. Morphological characteristics of the dorsal skin of two Hynobiids and their adaptive role in aquatic and terrestrial habitats. *Asian Herpetological Research*, 4(1): 62-67.
- 陈红. 2014. 山溪鲵皮肤系统的显微结构观察. *湖北农业科学*, 53(14): 3354-3357.
- 李丹, 方盛国, 陈冠群. 1992. 龙洞山溪鲵部分器官组织的扫描电镜观察. *四川师范大学学报: 自然科学版*, 15(5): 120-122.
- 李庚午, 吴淑辉, 朱命炜, 等. 1993. 大鲵皮肤的扫描电镜观察. *电子显微学报*, (1): 24.
- 梁刚, 王琼霞. 2004. 隆肛蛙皮肤及其腺体的显微结构特征. *动物学杂志*, 39(4): 73-76.
- 林文达, 朱静, 郭爱伟, 等. 2008. 云南昆明地区三种蛙皮肤显微结构的比较. *四川动物*, 27(3): 420-423.
- 陆宇燕. 1999. 有尾两栖动物皮肤的比较研究. *经济动物学报*, 3(3): 34-37.
- 陆宇燕, 王健, 刘新海, 等. 2004. 爪鲵皮肤的显微结构和呼吸作用. *四川动物*, 23(3): 178-183.
- 唐以杰, 曾小龙, 方昆阳. 1999. 中国大鲵皮肤的组织学观察. *广东科技*, (7): 26-27.
- 田川, 李淑兰, 贾丽丽. 2012. 极北鲵皮肤的组织观察. *中国农学通报*, 28(35): 92-95.
- 王宁宁, 刘绍龙, 曾麟. 2011. 大凉疣螈皮肤的组织学观察. *四川动物*, 30(1): 66-68.
- 吴淑辉, 吕九全. 1994. 商城肥鲵皮肤的组织学观察. *河南师范大学学报: 自然科学版*, 22(3): 109-112.
- 徐剑. 2007. 无斑肥螈皮肤的组织学观察. *四川动物*, 26(2): 400-402.
- 张向. 2014. 小鲵科动物外部形态特征和皮肤组织的形态学研究. 河南: 河南科技大学硕士学位论文, 41-42.