

文章编号:1000-6281(2004)05-553-07

剑尾鱼鳃结构的光镜、扫描和透射电镜观察

方展强,邱 玫,王春风

(华南师范大学生命科学学院,广东 广州 510631)

摘 要:应用光学显微镜、扫描电镜和透射电镜对剑尾鱼(*Xiphophorus helleri*)鳃的组织结构、表面形态特征及鳃小片超微结构进行了观察。结果表明鳃耙既有呈长锥状又有呈膜质状的结构;鳃丝末端膨大呈杓状;鳃小片呈褶皱状,镶嵌排列在鳃丝两侧。鳃弓及鳃耙内表面分布众多味蕾。鳃丝呼吸面上皮细胞薄,高度血管化,形成呼吸面隆起;非呼吸面由具微峭的上皮细胞彼此相连,胞间具分泌细胞开口。鳃小片由单层或数层上皮细胞和由基膜相隔的柱状细胞及其围在血管腔的凸缘构成,氯细胞多分布在鳃小片基部,并有开口通外。本文还讨论了剑尾鱼鳃结构与其功能的密切关系。

关键词:鳃;组织结构;超微结构;剑尾鱼

中图分类号:S965.8;Q336 **文献标识码:**A

剑尾鱼(*Xiphophorus helleri*),英文名 Swordtail,隶属于花鳉科(Poeciliidae),胎鳉属。原产地墨西哥危地马拉,是一种热带性观赏鱼。具有体型小,繁殖周期短,易饲养,可在实验室条件下进行纯化培养等特点,由于对某些农药、重金属敏感,近年被开发作为水环境污染“活检测器”的理想实验鱼^[1]。有关其生活习性已有较详细的报道^[2],但对各种器官组织及内部结构的研究尚缺乏资料。鳃是鱼类进行气体交换、调节渗透压及离子平衡的重要器官,研究其正常形态结构对鱼类的养殖、病害防治及环境污染检测等具有重要的指导意义。对剑尾鱼鳃的组织学、表面形态及鳃小片的超微结构进行观察,目的在于了解鳃的结构与功能的关系,为其生物学特性研究提供有益的资料。

1 材料与方法

1.1 实验鱼

选作实验观察的剑尾鱼共 25 尾,取自珠江水产研究所,为人工繁殖后代,平均体长 8~10cm,体重 16~18g,为 8 月龄雌鱼。

1.2 组织切片制作

活体取鳃小块,用 Bouin 氏液固定 24h 后用 70%酒精冲洗,各级乙醇脱水,石蜡包埋,切片厚度 6~8 μ m,经苏木精-伊红染色,中性胶封藏后置光学显微镜观察并拍照。

1.3 扫描电镜制样

活体取鳃小块,经 2.5%戊二醛固定 12h(pH=7.4;6 $^{\circ}$ C),磷酸缓冲液冲洗,1%锇酸后固定,再用磷酸缓冲液冲洗,各级乙醇脱水,醋酸异戊脂取代,临界点干燥,真空喷镀金后在 KYKY-1000B 扫描电镜下观察、拍照。

1.4 透射电镜制样

取小段鳃丝经 2.5%戊二醛固定,0.1mol \cdot L⁻¹磷酸缓冲液(pH=7.4)冲洗,置 1%锇酸后固定,再用 0.1mol \cdot L⁻¹磷酸缓冲液(pH=7.4)冲洗,然后用各级乙醇逐级脱水,包埋、定位、超薄切片,最后置 FEF Tecnai12 型透射电镜下观察并拍照。

2 结果

2.1 鳃的形态组织学结构观察

剑尾鱼具有 4 对完整的全鳃,位于咽部后端两侧,无附属结构。每一鳃由鳃弓和两片鳃瓣构成,鳃瓣由许多鳃丝连续排列而形成。鳃丝一端呈梳状着生在鳃弓的凸面,另一端游离(图 1)。每一鳃弓上的鳃丝数目不等,且随个体长大而增多,以第二鳃弓为例,每一鳃瓣约有 42 条鳃丝。每一鳃丝向两侧伸出许多细小的片状突起,称为鳃小片,是与外界环境进行气体交换的场所,也是具有呼吸功能的基本单位。鳃耙位于鳃弓凹面外侧,呈列齿状(图 1),是重要的滤食器官,同时又对鳃丝起保护作用。越靠两端的鳃耙越短越钝。各鳃耙之间的间隙较紧密。光镜下第一、二、三鳃弓的鳃耙呈两列齿状规则

收稿日期:2004-03-20

基金项目:广东省科委科技攻关资助项目(No. 2KB0542N)。

作者简介:方展强(1953-),男,教授。Tel:020-85211602;Email:fangzhang@scnu.edu.cn

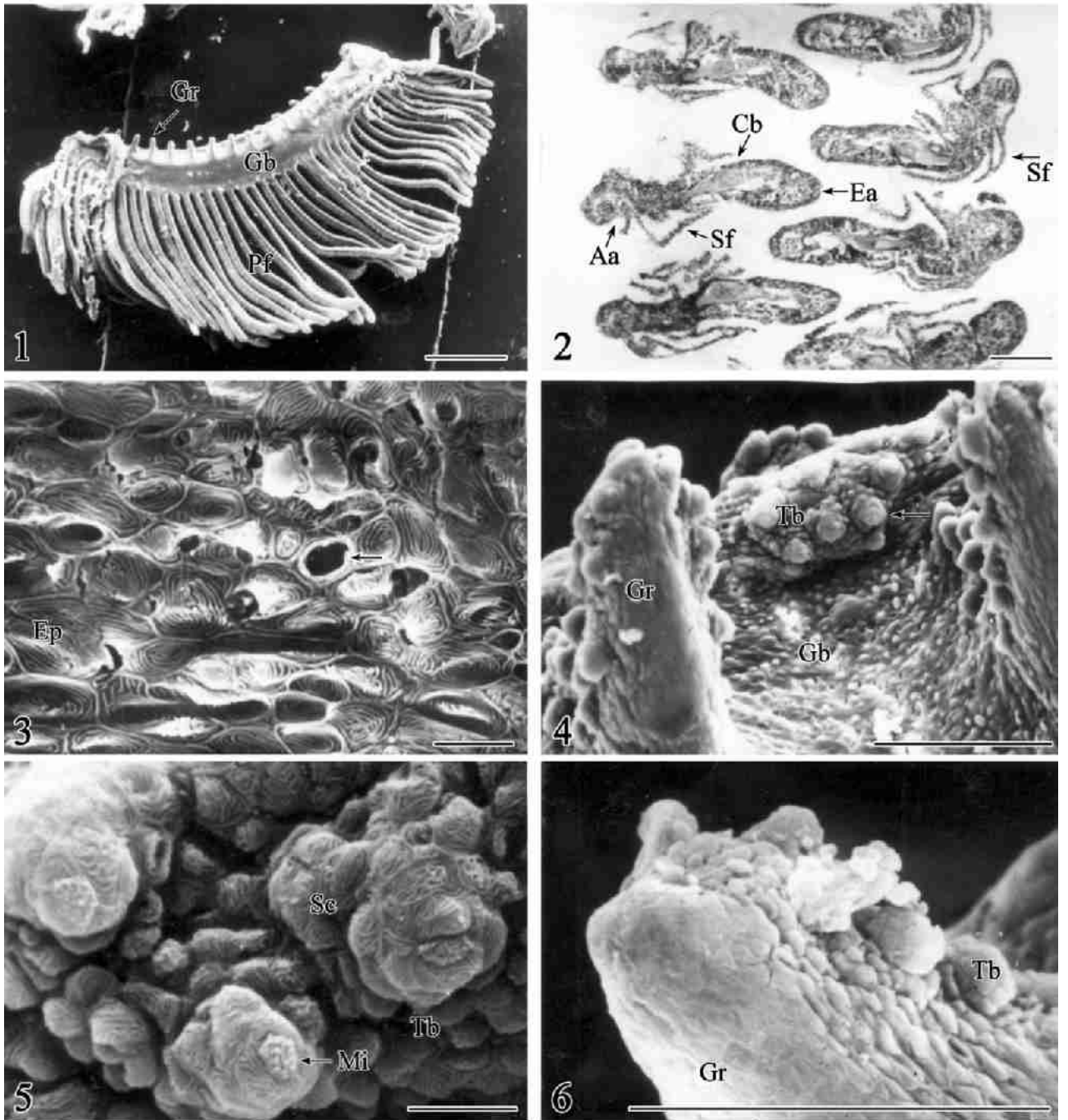


图 1 剑尾鱼鳃弓、鳃耙和鳃丝的表面形态 (Bar = 1mm) ;图 2 鳃丝组织切片光镜图 (Bar = 303μm) ;图 3 鳃弓的表面形态 (Bar = 10μm) ;图 4 鳃弓表面味蕾的形态 (Bar = 100μm) ;图 5 构成味蕾的支持细胞和味觉细胞表面形态 (Bar = 10μm) ;图 6 鳃耙表面丘突的表面形态 (Bar = 100μm) 。

Fig.1 Morphology of the surface of the gill arch , gill raker and gill filament in Swordtail(Bar = 1mm) ;Fig.2 Light micrographs of sections gill filament tissue (Bar = 303μm) ;Fig.3 Morphology of the surface of the gill arch(Bar = 10μm) ;Fig.4 Taste bud of the surface of gill arch(Bar = 100μm) ;Fig.5 Support cell and taste cell composing the taste bud(Bar = 10μm) ;Fig.6 Hillocks of the surface of gill raker(Bar = 100μm) .

排列,第一鳃耙顶端成尖钩状,越往内部的鳃耙顶端越钝,第四鳃弓上的鳃耙呈膜状单列排列。第一鳃弓上的鳃耙数目平均为 32 ~ 44。从组织切片可以观察到,每一鳃丝由一根小棒状的鳃丝软骨支持,

软骨的长度约为鳃丝全长的 2/3 或稍长,其位置偏于鳃丝内侧,横切面呈长椭圆形,外包以结缔组织(图 2)。鳃丝的两侧靠近边缘处各有一支血管,靠内侧的一支为入鳃丝动脉,靠外侧的一支为出鳃丝

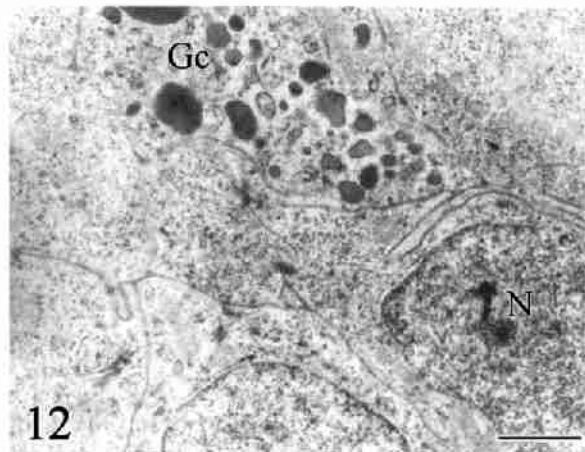
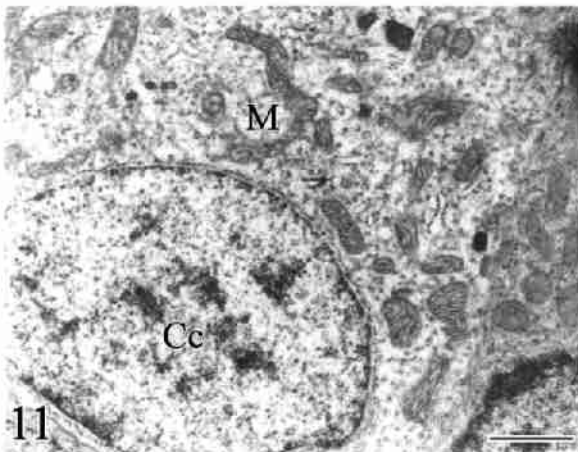
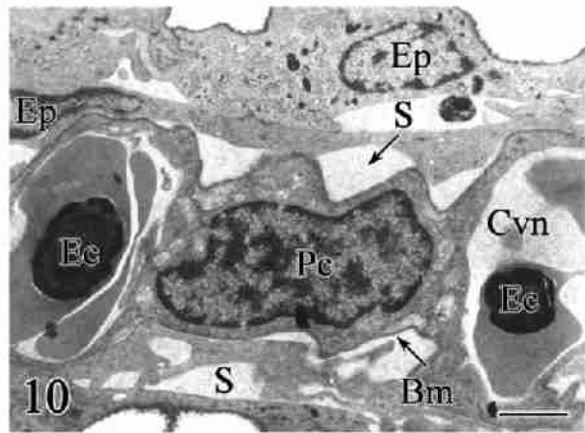
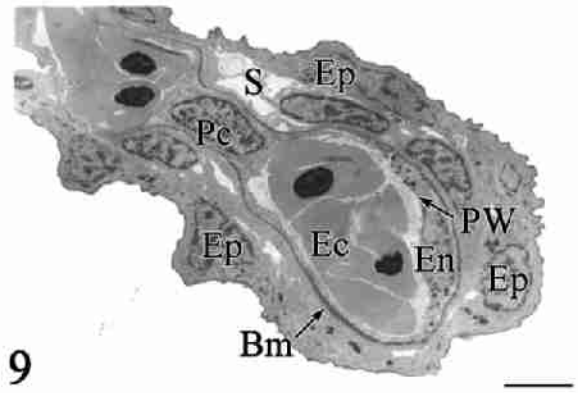
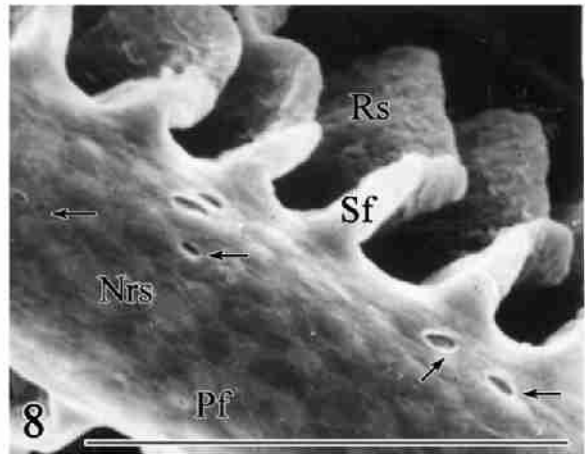
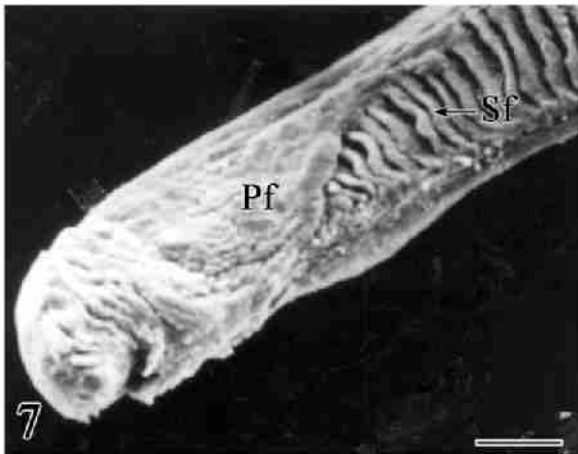


图 7 剑尾鱼鳃丝,末端膨大形成杓状结构 (Bar = 100 μ m);图 8 鳃丝及鳃小片的表面形态,示呼吸面和非呼吸面,小孔结构 (箭头示) (Bar = 100 μ m);图 9 鳃小片的超微结构 (Bar = 3 μ m);图 10 鳃小片的超微结构 (Bar = 3 μ m);图 11 氯细胞的超微结构 (Bar = 1 μ m);图 12 腺细胞的超微结构 (Bar = 1 μ m)。

Fig. 7 The terminal of gill filament of Swordtail expands to be spoon shaped (Bar = 100 μ m); Fig. 8 Morphology of the surface of the gill filament and secondary filament, showing respiratory surface and non respiratory surface, small hole (arrow) (Bar = 100 μ m); Fig. 9 Ultrastructure of the secondary filament (Bar = 3 μ m); Fig. 10 Ultrastructure of the secondary filament (Bar = 3 μ m); Fig. 11 Ultrastructure of the chloride cell (Bar = 1 μ m); Fig. 12 Ultrastructure of the gland cell (Bar = 1 μ m). Aa:入鳃丝动脉 (afferent artery); Bm:基膜 (basement membrane); Cb:软骨棒 (cartilage bar); Cc:氯细胞 (chloride cell); Cvn:毛细血管网 (capillary vessel net); Ea:出鳃丝动脉 (efferent artery); Ec:红细胞 (erythrocyte); En:内皮细胞 (endothelial cell); Ep:上皮细胞 (epithelia cell); Gb:鳃弓 (gill arch); Gc:腺细胞 (gland cell); Gr:鳃耙 (gill raker); M:线粒体 (mitochondrion); Mi:中央味孔有成簇微绒毛 (microvili); N:细胞核 (nucleus); Nrs:非呼吸面 (non-respiratory surface); Pc:柱细胞 (pillar cell); Pf:鳃丝 (primary filament); PW:被膜嗜锇颗粒小体 (Palade/Weibel); Rs:呼吸面 (respiratory surface); S:窦状隙 (sinusoid); Sc:支持细胞 (supporting cell); Sf:鳃小片 (secondary filament); Tb:味蕾 (taste bud); Tc:味细胞 (taste cell).

动脉,它们分别与鳃弓的出鳃动脉和入鳃动脉相通。两列鳃丝交错排列于鳃弓上,每一鳃丝上的鳃小片数目很多,由于鳃小片细小而排列又较为紧密,故不为肉眼所察觉。鳃弓、鳃耙和鳃小片都为上皮组织所覆盖,上皮下面是结缔组织。

2.2 鳃表面结构的扫描电镜观察

2.2.1 鳃弓的表面结构

鳃弓表面由呈多边形具微脊的上皮细胞所覆盖,细胞排列紧密但界限明显。表面观凹凸不平,微脊成环形隆起,排列紧密,组成三角形至六边形图案。具有微脊表面的上皮细胞平均胞径在 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 左右。鳃弓凹面分布一些孔洞,直径约 $5.5 \mu\text{m}$,推断是一些腺细胞的开口(图 3),另有部分结缔组织层突破基膜进入腺层,向外隆起形成味蕾结构,其形状如花蕾(图 4)。味蕾二、三成群分布,表面呈显著的乳头状隆起,由支持细胞和味细胞组成,其中央味孔有成簇微绒毛(图 5)。蕾丘直径为 $14.0 \mu\text{m}$ 左右,味孔直径 $4.0 \mu\text{m}$ 左右,是感受敏感区。

2.2.2 鳃耙的表面结构

鳃耙表面也被具环形微脊的上皮细胞所覆盖,鳃耙外侧表面较平坦,上皮细胞与鳃弓同,但排列较紧密、整齐,多为不规则的椭圆形或六边形,长径约 $5 \sim 10 \mu\text{m}$,短径 $3.33 \sim 6.11 \mu\text{m}$,整体看来比较光滑。内侧有的上皮细胞较突起,形成若干个丘突,每一丘突表面隆起小乳突(图 6)。以第二鳃弓上的鳃耙为例,各鳃耙之间间隙较紧密,耙间距离约为 $170 \mu\text{m}$ 。

2.2.3 鳃丝、鳃小片的表面结构

剑尾鱼鳃丝呈长条形,末端 $1/8$ 处呈膨大状,中线略陷入,形成杓状(图 7)。同一鳃瓣的两鳃丝间距离约为 $67 \mu\text{m}$ (图 8)。经观察统计,鳃丝两侧的鳃小片各约为 104 片,相邻两鳃小片间距约 $12.7 \mu\text{m}$ 。鳃丝表面可分为非呼吸面和呼吸面。非呼吸表面的上皮细胞表面布满呈环形的微脊,形状像龟壳,细胞表面起伏不大。在这些微脊细胞间缝具有一些呈圆形或椭圆形的洞穴结构(图 8),长径约 $5.77 \mu\text{m}$,短径约 $1.54 \mu\text{m}$,推断分布在鳃丝中部的小孔为粘液细胞的开孔,分布在靠鳃小片基部的较大的孔洞为氯细胞的开孔。呼吸面则集中在鳃小片表面,其游离端靠近鳃丝迎水面一侧,且一致弯向一边(图 8)。呼吸表面和非呼吸表面结构显著不同。呼吸面上皮细胞薄,高度血管化,由于表皮下分布大量的毛细血管而形成呼吸面隆起,可观察到覆盖在表面的上皮细胞呈多边形,具皱褶,高低不平,剧烈起伏,形成微绒毛状,但表面有一层紧贴着的粘液,致使有时很难判

断上皮细胞嵴状突起的真实形状(图 8)。此外,呼吸上皮还具有许多深浅不一的凹陷,有的很深,呈小坑洞或深沟状等。

2.3 鳃小片的透射电镜观察

鳃小片主要由上下单层或数层呼吸上皮细胞及其间的柱细胞和毛细血管网所构成(图 9)。超微结构显示,上皮细胞表面具沟状的微嵴结构并覆盖一层粘液,细胞呈扁平状,核拉长,在电镜下可观察到胞质内分布的粗面内质网、线粒体和一些溶酶体颗粒。柱细胞核大,几乎占据整个胞体,其细胞质少,但是参与构成毛细血管管道壁的重要部分(图 9,10)。鳃小片内的毛细血管管道壁主要由内皮细胞构成,内皮细胞没有特殊的小孔,属连续毛细血管这一类。毛细血管腔内含有许多红血细胞。内皮细胞具有一扁平状的细胞核,其胞质内含有明显可见的一类被膜嗜锇颗粒,称 Palade/Weibel 体(图 9)。上皮细胞与柱细胞之间构成了许多腔隙,称为窦状腔隙(图 9,10),由鳃丝中的入鳃丝动脉和出鳃丝动脉在每一鳃小片的基部水平地伸出小分支进入鳃小片,并在鳃小片分支形成的毛细血管网。但所谓的毛细血管在这里没有构成独立的血管壁,上皮细胞既组成器官的上皮,又是血管壁,这样使血细胞仅通过上皮细胞就与外界环境接触,能方便地获得丰富的氧气及排出二氧化碳。呼吸上皮与柱细胞及毛细血管之间常为一层较厚的基膜(图 9)相隔,容易辨认,由此构成呼吸上皮形成特殊的水/血屏障的双层结构。柱细胞一般位于两毛细血管腔的中间位置,具有支持功能,能把上、下呼吸上皮撑开,当鳃小片充满血液时,可使鳃小片不改变形状(图 9,10)。在柱细胞与基膜之间有较多的胶原纤维束,使鳃小片具有一定的伸缩性。在鳃小片基部或接近于基部位置的上皮细胞群中常可观察到氯细胞(图 11)和腺细胞(图 12)类型。氯细胞通常位于柱细胞对生的部位,且被单层上皮所覆盖,但在上皮细胞连接之间的表面有开孔,胞质内含有众多线粒体是氯细胞的主要特征。腺细胞分布在呼吸上皮细胞之间,数量很少,胞质内含有丰富的腺体颗粒,其功能与粘液分泌有关。

3 讨论

3.1 剑尾鱼鳃的形态结构特点

与其它硬骨鱼类相似,剑尾鱼具有 4 对全鳃。每一片鳃由鳃弓、鳃耙及鳃丝构成。鳃丝表面具有的环形隆嵴、沟、坑等结构,其结构使其具有水中呼

吸的功能。剑尾鱼鳃具较独特的结构:(1)第一、二、三对鳃弓上鳃耙各有两列,且呈长锥状,第一鳃弓上的鳃耙顶端呈钩状,第四鳃弓上的鳃耙特化为膜质状,且仅为一列。鳃耙属于滤食器官,其数目和形状与鱼的食性有密切关系。剑尾鱼是杂食性动物,其鳃耙的独特结构是适应其独特摄食习性的。此外,分布在鳃弓凹面及鳃耙内侧的味蕾表面形态各不相同,功能类似于胡子鲶^[3]及鲮^[4]鳃上分布的味蕾,主要对食物起甄别作用,辨别食物的味道,决定食物的吞咽;(2)性成熟个体鳃丝末端膨大呈杓状,鳃丝上各鳃小片紧密相连,形成一个两端封闭的梳状结构,这将有利于增大水流量,使水流在鳃丝部分停留时间稍长,便于得到更充分的气体交换。此外,鳃丝之间的距离相对加大,有利于水流循环运转,不断接触呼吸面,同时也增加总体的呼吸面积。剑尾鱼属热带鱼类,生活在水温较高溶氧量较低的水环境中,鳃丝游离末端膨大有利于提高水呼吸效率。鳃丝末端的这种膨大的特殊形态与鲮^[4]、鲮^[4]鳃丝末端膨大的杓状结构占了鳃丝的1/5,而剑尾鱼仅占1/8。鳃丝的这种特殊结构表明这两种鱼都能生存于水较少的环境,但剑尾鱼的耐旱性远不及鲮^[4]。

许多研究表明,鳃小片的高度、厚度、片间距及总量是一个种的特征,与其生活模式有密切的关系^[5,6]。本观察结果表明,剑尾鱼鳃小片的高度(平均约60 μm)、厚度(约10 μm)和片间距(约12.7 μm)都较小。按Hughes^[5]所划分的范围,剑尾鱼应属活跃型鱼类,这与其生活习性相符。鳃小片这样的分布方式虽然对水流的阻力加大,但交换总面积却增加,交换率也相应增加,因而,剑尾鱼无需象攀鲈和其它适应陆地呼吸鱼类一样必须以较厚的血-水屏障为处于空气中的鳃小片提供支持^[7],故其鳃小片较薄,从而减少了血-水屏障的距离,进一步加强了气体交换。

3.2 剑尾鱼鳃的表面结构特点

剑尾鱼与其它硬骨鱼一样,整个鳃表面遍布微嵴,微嵴在鳃的不同部位,其粗细、长短、排列形式和密度都有一定的差异。鱼类鳃表面形成的微嵴结构形式因鱼种类不同而异,其功能作用仍有不一致的看法,通常认为可能是为了增加其鳃的呼吸表面积。但Hughes等^[8]指出,微嵴可能不是为了增加气体的转换面积,因为正常状态下微嵴为粘液所覆盖。Lewis^[9]则指出,微嵴可以固定粘液形成粘液膜,这与郭淑华等^[10]和王良臣等^[11]的看法相一致。我们

认为,粘膜层对气体交换有一定影响,但更主要的是可以保护其下的组织免受机械损伤,并促进离子交换作用。

在鳃的非呼吸表面,微嵴在不同细胞表面有不同的形状和排列方式。王良臣等^[11]认为,由于水流进入鳃腔之后首先受到水流和水中物质冲刷与撞击的是鳃耙的外侧表面,这里受到机械作用力最大,故此处微嵴长而密,能形成更厚的粘液层,以减少水流和食物对该处组织机械作用的损伤,起着保护鳃耙组织的作用。水流经鳃耙到鳃区,最先遇到的是鳃丝,所以鳃丝受到的冲击力和机械摩擦力也较大,因此,鳃丝表面上的微嵴也较发达,能固定较多的粘液,从而减少水流对鳃丝的机械损伤。由于鳃弓已近角质化,比较坚硬,不易受到水流和食物的伤害,故微嵴较稀少,排列较松散,鳃耙内侧表面不会直接受到流水冲击和机械损伤,所以此处微嵴也较少而松散。鳃小片处流动的水流,是已经过鳃耙过滤及鳃耙、鳃丝的减缓作用,故此处的水流小而缓且没有颗粒物质,对鳃小片的冲刷和撞击作用都很小,所以鳃小片表面只有少量甚至没有微嵴。这可能是由于水流经过鳃耙、鳃弓和鳃丝的阻挡后压力减小,速度变缓,故鳃小片不需形成微嵴来固定粘液以减少机械损伤。实际上,鳃小片是鳃的主要呼吸面,需要更多地与水流广泛地接触,才能得到更多的氧气,满足鱼生命活动的需要。鳃小片表皮细胞与鳃丝(非呼吸面)表皮细胞的明显区别在于前者基本不具微嵴,而是以强烈起伏的形式形成片状皱褶(微绒毛状突起)。鳃小片是气体交换的主要场所,鳃小片的这种特殊结构有利于吸附水分子、形成涡流、增大呼吸交换面积,提高离子交换率,鳃小片表面的微绒毛数目与鳃的气体交换率有关。

本观察还发现,粘液细胞的开孔几乎遍及于鳃的非呼吸表面所有部位。一些学者^[12]对粘液分泌物的存在部位及扫描电镜下的形态结构有详细描述,认为粘液细胞的作用是分泌粘液使充满微嵴间的空间,为水的微循环提供适宜的表面。对鲢鱼的观察^[11]认为粘液细胞分泌的粘液充塞于细胞表面的微嵴之间,形成一层粘膜,称为功能表面。但鳃小片表面较少发现粘液细胞的开孔,仍有一层薄的粘液层,这些粘液来自分布在鳃耙、鳃丝及鳃小片基部表面上的粘液细胞,起保护鳃小片作用,并有利于水的微循环。鳃小片的功能表面则与气体和离子交换有关。

3.3 剑尾鱼鳃小片的超微结构特点

具有呼吸功能的鳃小片形成的水/血液屏障的双层结构包括上皮细胞、基膜和柱状细胞及其胞质突起形成的血管管道等。透射电镜的观察结果表明,剑尾鱼与其它硬骨鱼类一样,其鳃小片都具有相类似的超微结构,呼吸面主要由单层或数层的上皮细胞和柱状细胞构成,并分布有腺细胞(粘液细胞)和氯细胞,呼吸上皮间的窦状隙高度血管化,鳃小片的表面凹凸不平,并有沟、坑、缝等结构,增大鳃的表面面积和接触面,提高了气体交换效率。这些结构是鱼类营水呼吸的特点^[4]。氯细胞被证明为在硬骨鱼类中起到一种调节渗透压和离子平衡的十分重要的作用。氯细胞几乎在所有海水硬骨鱼类的鳃上都可发现,作用是分泌氯化物。海水硬骨鱼类的氯细胞游离端存在着排泄小泡(excretory vesicle),这显然是与血液中的氯化物排入海水有关。淡水硬骨鱼类的氯细胞不存在排泄小泡,如果把氯化物从口腔注入消化管时,亦能刺激氯细胞形成排泄小泡,但在淡水鱼类这种泌氯细胞可能没有作用。另一可能性是它们不需要把血液中的氯化物分泌出去,而是经常分泌氯化物到血液中维持血液的含盐量。剑尾鱼是在淡水中生活的鱼类,因此氯细胞的数目比海产鱼类的少,出现退化现象^[11]。

参考文献:

- [1] 方展强,张凤君,郑文彪,等. 多氯联苯对剑尾鱼 Na^+/K^+ -ATPase 活性的影响[J]. 水产学报,2004,28(1):89-92. [Fang Z Q, Zhang F J, Zheng W B, et al. Effects of polychlorinated biphenyls on activity of Na^+/K^+ -ATPase in *Xiphophorus hellii* [J]. Journal of Fisheries of China, 2004, 28(1): 89-92.]
- [2] 黄志斌,吴淑勤,石存斌,等. 剑尾鱼的若干生物学特性研究[J]. 中国水产科学,2000,7(3):107-109. [Huang Z B, Wu S Q, Shi C B, et al. Study on biological characteristics of swordtails, *Xiphophorus hellii* [J]. Journal of Fishery Sciences of China. 2000, 7(3):107-109.]
- [3] 邢维贤,安利国,杨桂文,等. 胡子鲶鳃扫描电镜的观察[J]. 水产学报,2000,24(2):101-105. [Xing W X, An L G, Yang G W, et al. A scanning electron microscopical observation of the gill of *Clarias fuscus* [J]. Journal of Fisheries of China. 2000,24(2):101-105.]
- [4] 方展强,郑文彪,肖智,等. 苏氏鲮鳃超微结构观察[J]. 水产学报,2001,25(6):489-491. [Fang Z Q, Zheng W B, Xiao Z, et al. Observation on the fine structure of the gill in *Pangasius sutchi* [J]. Journal of Fisheries of China, 2001, 25(6):489-491.]
- [5] Hughes G M. The structure of fish gills in relation to their respiratory function[J]. Biol Rev,1973,48:419-475.
- [6] 但学明,张耀光,谢小军. 南方鲇鳃的光镜和扫描电镜观察[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),1999,24(6):665-673. [Dan X M, Zhang Y G, Xie X J. The light and scanning electron microscopical observation of the gill structure of southern catfish, *Silurus meridionalis* [J]. Journal of Southwest China Normal University (Natural Science), 1999, 24(6):665-673.]
- [7] Schlottle E. Morphologie und physiologie der Among bei wassers, schlamm und landlebenden Cobiiformes[J]. Z uiss Zool,1932,140:1-113.
- [8] Hughes G M, Wright D E. A comparative study of the water/blood pathway in the secondary lamellae of teleost and elasmobranch fishes benthic forms[J]. Z Zellforsch,1970,104:478-493.
- [9] Lewis S V, Porter I C. A scanning electron microscopic study of the gills of lamprey, *Lampetra fluniatilis* (L) [J]. Micron,1976,7:205-211.
- [10] 郭淑华,王良臣. 鲤鳃表面结构扫描电镜研究[J]. 水生生物学报,1988,12(1):54-57. [Guo S H, Wang L C. A scanning electron microscopical study of the gill surface of the common carp, *Cyprinus carpio* [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1988, 12(1):54-57.]
- [11] 王良臣,郭淑华. 鲢鱼鳃的扫描电镜研究[J]. 南开大学学报(自然科学),1994,1:71-76. [Wang L C, Guo S H. A scanning electron microscopical study of gill of *Hypophthalmichthys molitrix* [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis, 1994, 1:71-76.]
- [12] Hughes G M, Umezawa S I. Gill structure of the yellowtail and frogfish[J]. Japan J Ichthyol,1983,30(2):176-183.

Light , scanning and transmission electron microscopical observation of the gill structure of swordtail , *Xiphophorus helleri*

FANG Zhan-qiang , QIU Mei , WANG Churfeng

(College of Life Science , South China Normal University , Guangzhou Guangdong 510631 , China)

Abstract: The histological , surface and internal structures of the gill in *Xiphophorus helleri* have been investigated using light , scanning and transmission electron microscopy. The result shows that the gill rakers had two different shapes , prick and velum. The terminal of gill filament expanded to be spoon-shaped. Many secondary gill lamellae arranged on two sides of each filament , and inlaid each other. There were many taste buds distributing on the surface of gill arches and gill rakers. The respiratory surface of gill filament was rough and highly filled with blood vessels ; the non-respiratory surface of gill filament was composed of tetragonal epithelial cells , which present various patterns. There were many holes among the circular ridge patterns. The basic structure of the secondary lamellae consisted of one or two outer epithelial layers , an intermediate basement membrane layer internal to which were the pillar cells and their flanges which lined the blood channels. The chloride cells were frequently found in the base regions of the secondary lamellae and were overlain by a single epithelial layer , they often seemed to be open at the surface between adjacent epithelial cells. The good relationships between the structure of fish gills and their function were discussed.

Key words : gill ; histology structure ; ultrastructure ; *Xiphophorus helleri*