

## 鳊慢肌胚后发育与生长特征

茆建菊<sup>①</sup> 赵金良<sup>①\*</sup> 苗田田<sup>①</sup> Jeerawat THAMMARATSUNTORN<sup>①</sup>  
朱琼<sup>①</sup> 顾才弟<sup>②</sup>

① 上海海洋大学农业部淡水水产种质资源重点实验室 上海 201306; ② 上海市浦东新区孙农水产养殖场 上海 201203

**摘要:** 鱼类快肌和慢肌分别占据骨骼肌的不同位置, 表现不同的生长发育特征。为了解鳊 (*Siniperca chuatsi*) 慢肌纤维的胚后发育特征, 本研究通过制作孵化后 1~33 日龄鳊个体的石蜡切片, 采用慢肌特异抗体的免疫组织化学染色, 观察了背鳍起点处躯干横切面慢肌的发育变化特征, 并利用图像分析软件统计慢肌纤维的数目和面积。结果表明, 孵化后鳊仔鱼慢肌位于水平肌隔附近, 呈楔形, 向背、腹两侧生长。孵化后 1~9 日龄为单层肌纤维, 11 日龄发育为多层肌纤维, 19 日龄覆盖侧线附近, 33 日龄延伸至背侧第 2 背肌节、腹侧腹部肌肉 2/3 处, 并在水平肌隔和侧线处分别形成两个肌群。位于骨骼肌最外层的扁平状表层细胞, 可能为慢肌增生生长的主要来源。躯干单侧慢肌肌纤维数目由孵化后 6 个增加至 315 个, 总面积从 13.18  $\mu\text{m}^2$  增加到 7 839.58  $\mu\text{m}^2$ , 孵化后 13 日龄的增生生长占优势, 其他发育阶段, 肥大生长一直占主导优势。

**关键词:** 鳊; 慢肌; 胚后发育; 增生; 肥大

**中图分类号:** Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2012)04-89-07

## Postembryonic Development and Growth of Slow Muscle Fibers of Mandarin Fish (*Siniperca chuatsi*)

CHANG Jian-Ju<sup>①</sup> ZHAO Jin-Liang<sup>①\*</sup> MIAO Tian-Tian<sup>①</sup> Jeerawat THAMMARATSUNTORN<sup>①</sup>  
ZHU Qiong<sup>①</sup> GU Cai-Di<sup>②</sup>

① Key Laboratory of Freshwater Fishery Germplasm Resources, Ministry of Agriculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306;

② Sunnong Aquaculture Farm, Pudong New District, Shanghai 201203, China

**Abstract:** In most fish, slow and fast muscle fibers occupy distinct regions in the axial muscle and display different growing characteristics. To fully understand the postembryonic development feature of slow muscle fibers of Mandarin Fish (*Siniperca chuatsi*), we made paraffin section at the base point of the dorsal fin on individuals at age 1 to 33 days and dyed paraffin section by immunohistochemistry method. We also identified the number of slow muscle fibers and measured their area by using image analysis software. The results showed that slow muscle fibers located near the horizontal septum after hatching with a wedge shape, later they extended to the dorsal and ventral. At age 1 to 9 days, the slow muscle fibers were monolayer, then they became multilayers at age 11 days. Slow muscle fibers covered across the lateral line at age 19 days, then extended to the second dorsal myotome and down to 2/3 of ventral myotome and became into two muscle fiber sections at 33

**基金项目** 上海市科委重点基金项目 (No. 09JC1406900), 上海市重点学科建设项目 (No. Y1101);

\* 通讯作者, E-mail: jljzhao@shou.edu.cn;

**第一作者介绍** 茆建菊, 女, 硕士研究生; 研究方向: 水产动物遗传育种; E-mail: jianjulele@163.com。

**收稿日期:** 2012-01-04, **修回日期:** 2012-03-01

days, which were located at the horizontal septum and lateral line, respectively. The superficial, spindle cells of skeletal muscle may were the main source of slow muscle fibres hyperplasia growth. The total numbers of slow muscle fibers increased from 6 to 315 after hatching, and the total fiber area increased from  $13.18 \mu\text{m}^2$  to  $7\,839.58 \mu\text{m}^2$ . Hyperplasia growth of muscle fiber was dominant at age of 13 days, where as hypertrophic growth was dominant at the other ages.

**Key words:** *Siniperca chuatsi*; Slow muscle fiber; Postembryonic development; Hyperplasia; Hypertrophy

脊椎动物中,鱼类具有特殊的生长模式,即性成熟后仍能继续生长。由于骨骼肌约占鱼体活体重的 30% ~ 80%,是提供人类食物蛋白质的主要部分<sup>[1]</sup>,因此,研究鱼类骨骼肌发育和生长特征对理解鱼类生长性状、提高产量具有重要意义。

鱼类骨骼肌来源于胚胎期轴旁中胚层,分化后形成表层的红慢肌(slow twitch muscle),深层的白快肌(fast twitch muscle)和介于两者之间的中间肌或粉肌<sup>[2]</sup>。不同类型的骨骼肌肌纤维形态、生化组成与生理功能上相差明显,其中,快肌纤维是骨骼肌的主要成分,比重不少于 70%,直径大约 50 ~ 100  $\mu\text{m}$ ,细胞内充满了大量的肌原纤维,肌纤维中的细胞器(如线粒体)、油脂和肌红蛋白含量少,主要用于鱼类高速运动,如快速捕食和逃避敌害;慢肌在骨骼肌中的比重不足 10%,纤维直径较小(25 ~ 45  $\mu\text{m}$ ),富含线粒体和肌红蛋白,具有抗疲劳性,用于缓慢游泳和保持平衡<sup>[3]</sup>。

目前,对鱼类骨骼肌发育生长的研究已有大量报道,由于快肌在骨骼肌中的重要地位,这些研究大多集中在快肌纤维。鱼类骨骼肌的生长包括增生生长(hyperplasia,即细胞数目的增加)和肥大生长(hypertrophy,即细胞体积的增加),增生生长主要发生在幼鱼时期,而肥大生长是幼鱼和成鱼时期骨骼肌生长的主要方式<sup>[4-5]</sup>。由于慢肌在骨骼肌中所占比例较小,对鱼类慢肌纤维发育与生长的关注和研究甚少。

鳊(*Siniperca chuatsi*)是我国传统名贵淡水经济鱼类。为全面了解鳊骨骼肌发育与生长特征,我们前期开展了鳊快肌和慢肌的组成比较<sup>[6]</sup>,并研究了早期发育阶段骨骼肌快肌的生

长特征<sup>[7]</sup>,由于胚后阶段快肌与慢肌的肌纤维形态上不易区分,本实验利用慢肌特异肌球蛋白抗体,通过免疫组织化学方法鉴别骨骼肌的肌纤维类型,初步研究了鳊慢肌胚后发育与生长特征,为鱼类骨骼肌的整体发育提供基础资料。

## 1 材料与方法

**1.1 实验材料** 鳊鱼苗采自上海市浦东新区孙农水产养殖场。受精卵、鱼苗在孵化桶( $\Phi = 0.7 \text{ m}$ )中孵化、培育,水温为 22.0 ~ 25.0 $^{\circ}\text{C}$ 。共取样 13 次,分别为孵化后 1、3、5、7、9、11、13、15、17、19、23、28、33 天,每次随机取 20 尾,经 0.1 mol/L PBS 清洗 2 次,置于 4% 多聚甲醛(pH 7.5)中 4 $^{\circ}\text{C}$  固定 8 ~ 12 h。然后,经梯度乙醇脱水,石蜡包埋,4 $^{\circ}\text{C}$  保存。体长小于 1 cm 的鱼苗整体包埋,大于 1 cm 的鱼苗去除头、尾后再包埋。

慢肌单克隆抗体 F59 购自 Santa Cruz Biotechnology, F59 为来源于鸡(*Gallus domesticus*)快肌的抗肌球蛋白重链的单克隆抗体,在鱼类中表现为抗慢肌肌球蛋白重链<sup>[8]</sup>; Cell & Tissue Staining Kit(含二抗和显色剂)购自 R & D Systems,抗体稀释液购自武汉博士德公司。其余试剂均为国产分析纯。

**1.2 实验方法** 随机取 5 尾各期鱼苗的包埋样品进行石蜡切片,横切,厚度为 4 ~ 7  $\mu\text{m}$ 。60 $^{\circ}\text{C}$  烘片 1 h,常规脱蜡至 100% 乙醇,然后至水。微波修复 5 ~ 10 min,其他步骤按 Cell & Tissue Staining Kit 说明书进行。添加 1:50 比例稀释的一抗(F59),4 $^{\circ}\text{C}$  孵育过夜,然后用 0.1 mol/L PBS 洗 3 次,每次 15 min。添加二抗(鼠二抗)室温孵育 30 ~ 60 min,0.1 mol/L PBS 洗 3 次,每次

15 min。添加 HSS-HRP(辣根过氧化物酶标记的高灵敏度链霉亲和素)室温 30 min,水洗后 DAB 显色 5~10 min,苏木精复染,水洗,干燥,封片。阴性对照组除不添加一抗外,其他步骤同上。在 Olympus 显微镜下,统一选取背鳍起点下垂直横切面进行观察,用 Image-Pro Plus 图像分析软件统计慢肌的肌纤维数目和截面积大小,利用 SPSS 软件分析处理数据。

## 2 结 果

**2.1 骨骼肌慢肌的发育** 孵化后的仔鱼,慢肌纤维位于躯干两侧、水平肌隔处,细胞单层分布,随后躯干横切面上左右逐渐呈“> <”楔形。随后的发育中,慢肌表现为单层增生,即沿原有的慢肌纤维向背、腹两侧延伸生长。孵化后 11 日龄开始,慢肌纤维不仅继续向两侧延伸生长,同时也横向发育,表现为双层慢肌纤维。孵化后 13 日龄,慢肌纤维向背、腹两侧各覆盖约 1/4 肌节,由于继续增生成多层肌纤维,在水平肌隔处形成一个慢肌群(图版 I:A~C)。

孵化后 1~5 日龄,沿体表下,骨骼肌外侧有一层表层细胞,排列紧密,与其他细胞相差不大(图版 I:D)。自 7~15 日龄,表层细胞发育成扁平状,易于区分,尚不表达慢肌肌球蛋白

(图版 I:A)。17 日龄后,靠近已分化的慢肌纤维的表层细胞依次逐渐演变为慢肌纤维细胞。起初,这些慢肌纤维细胞为单层;28 日龄,慢肌纤维细胞逐渐形成多层(图版 I:E, F)。

孵化后 1~17 日龄,鳊慢肌发育只限于水平肌隔附近。孵化后 19 日龄,慢肌纤维背侧迅速延伸到背部第 3 肌节附近。同水平肌隔处慢肌群的发育相似,孵化后 19 日龄,背侧慢肌表现单层肌纤维,随后慢肌纤维逐渐发展为多层,并在侧线附近又形成一个慢肌群。孵化后 33 日龄,慢肌背侧延伸到第 2 背肌节,腹侧覆盖约 2/3 腹部肌节(图版 I:G, H)。上述胚后发育各期样品的阴性对照组均无阳性信号(图版 I:1~P)。

**2.2 慢肌纤维的生长特征** 孵化后 1~33 日龄鳊慢肌纤维的发育情况见表 1,慢肌纤维总数目和总面积均随孵化日龄的增加而增大。孵化后慢肌纤维总数目从 6 增加至 315 个,相对增生数目变化较大,前期缓慢上升,13~15 日龄出现一个高峰,19 日龄后开始新的快速上升(图 1)。孵化后慢肌纤维总面积从  $5.13 \mu\text{m}^2$  增加到  $7\ 839.58 \mu\text{m}^2$ ,相对增加面积在 15 日龄出现一个相对高峰,达到  $444.90 \mu\text{m}^2$ ,19 日龄后也表现为快速增大(图 2)。

表 1 鳊孵化后不同日龄慢肌纤维数目、总面积及相对增加面积

Table 1 Slow muscle fiber number, total area and relative increased area of mandarin fish at different age

孵化日龄 (d) Day after hatching	肌纤维总数目 Total slow fiber numbers	肌纤维总面积 ( $\mu\text{m}^2$ ) Total slow fiber area	增生面积 ( $\mu\text{m}^2$ ) Hyperplastic area	肥大面积 ( $\mu\text{m}^2$ ) Hypertrophic area
1	6 ± 1	5.13 ± 1.29		
3	6 ± 1	8.74 ± 1.82	0	3.16
5	8 ± 1	13.18 ± 2.77	1.07	3.37
7	13 ± 2	26.00 ± 5.89	5.37	7.45
9	21 ± 3	63.10 ± 17.33	10.12	15.29
11	26 ± 3	84.15 ± 30.00	5.76	36.01
13	70 ± 10	252.27 ± 56.17	92.29	75.83
15	112 ± 12	697.17 ± 75.90	123.82	321.08
17	124 ± 15	967.00 ± 96.34	27.74	242.09
19	137 ± 16	1 106.68 ± 189.87	32.19	107.49
23	183 ± 29	1 965.97 ± 145.90	192.94	666.35
28	265 ± 40	3 502.76 ± 113.24	228.51	1 308.28
33	315 ± 34	7 839.58 ± 198.55	379.18	3 957.64

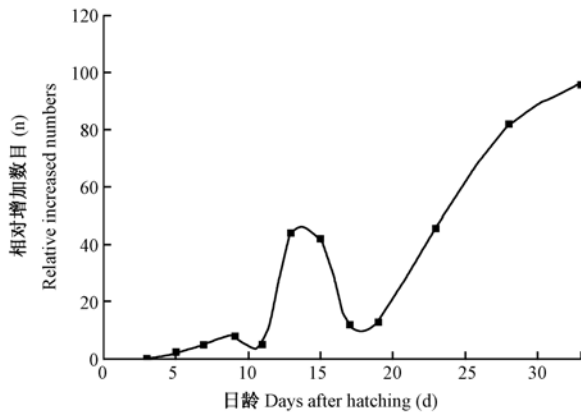


图1 孵化后不同日龄鳊慢肌纤维相对增加数目  
Fig. 1 Relative increased of slow muscle fiber numbers of Mandarin Fish at the different age

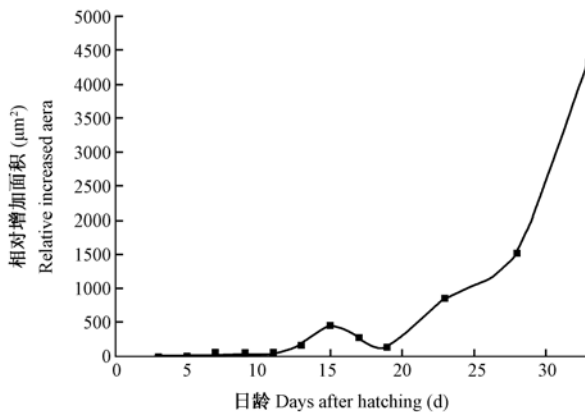


图2 孵化后不同日龄鳊慢肌纤维相对增加面积  
Fig. 2 Relative increased area of slow muscle fibers of Mandarin Fish at the different age

### 3 讨论

鱼类慢肌纤维起源于胚胎时期脊索周围的近轴细胞,这些细胞受 Hedgehog (Hh) 信号诱导后辐射状迁移至体表下、肌节外侧,形成单层慢肌纤维,未发生迁移的轴旁肌肉细胞前体分化形成快肌纤维<sup>[8-9]</sup>。本研究结果表明,孵化后鳊慢肌纤维即出现在水平肌隔附近、呈单层分布,孵化后 1~5 d,慢肌纤维数目变化不大,推测这些早期慢肌纤维可能是由胚胎时期脊索附近的近轴细胞迁移、分化所形成。研究发现,金头鲷 (*Sparus aurata*) 胚胎时期只形成快肌,慢肌在孵化后 6 天才出现,中间纤维(粉肌)则

在孵化后 46 天出现<sup>[10]</sup>;黑鲷 (*Pagellus bogaraveo*) 孵化后 5 天才出现慢肌,孵化后 40 天可见中间纤维<sup>[11]</sup>。慢肌纤维的出现时序可能与不同种类仔鱼开始自由游泳与寻找食物有关<sup>[12]</sup>。

孵化后 1~15 日龄,鳊慢肌发育限于水平肌隔附近,发育缓慢,向背部、腹部两侧延伸发育,从第 11 天开始多层增生,肌纤维层逐渐增厚,在水平肌隔附近形成一个多层细胞聚积的慢肌群。本研究未观察到此阶段鳊慢肌纤维的增生细胞来源,推测是由一些肌原干细胞不断分裂增殖所形成的,这些干细胞向增殖区域的外围增加新的肌纤维,或向已存在的区域中插入新的肌纤维,导致慢肌沿背腹、水平方向生长<sup>[13]</sup>。孵化 17 日龄后,慢肌向背部、腹部两侧继续延伸发育,第 33 天覆盖到背部第二肌节处,并在侧线附近也形成一个慢肌群。在狼鲈 (*Dicentrarchus labrax*) 中也观察到类似现象,表层慢肌首先出现在水平肌隔区域,随着个体发育逐渐向背部和腹部生长,直至覆盖整个深层白肌<sup>[14]</sup>;金头鲷早期发育中慢肌位于水平肌隔附近,随后在侧线附近也出现慢肌纤维,并形成一集中区,直至幼鱼期结束慢肌纤维仍继续向背部扩展<sup>[10]</sup>;大西洋鲱 (*Clupea harengus*) 的慢肌纤维也是随着个体发育从水平肌隔逐渐延伸至背部<sup>[15]</sup>。而大麻哈鱼 (*Salmo salar*) 慢肌纤维首先出现在侧线附近,之后向背、腹两侧逐渐扩增<sup>[16]</sup>。不同鱼类中,慢肌群的出现位置可能与观察部位、体节形成、骨骼肌分化事件相关,也可能与水平肌隔和侧线的相对位置有关。本研究中的观察部位为背鳍起点下方,鳊骨骼肌首先分化为背侧肌肉、腹侧肌肉,形成水平肌隔,随后,背侧肌肉群继续分化,在侧线下方形成背上、背下肌群。

本研究中,孵化后 1~5 d 鳊仔鱼骨骼肌表层细胞(表皮之下)排列紧密,与其他细胞相差不大;7 日龄开始变为扁平状,排列规则,但未分化为慢肌纤维;17 日龄,这种表层细胞部分逐渐转化为慢肌纤维,在随后的发育中,更多的表层细胞转化为慢肌纤维。这表明鳊后期阶段

慢肌增生生长主要是通过表层细胞逐渐分化实现的。关于鱼类慢肌纤维增生来源有不同观点,有研究认为,表皮下的表层细胞是慢肌增生的主要来源,如珍珠鱼(*Frisii meidingeri*)<sup>[17]</sup>、金头鲷<sup>[18]</sup>等。也有研究认为,这些表层细胞随着个体发育完全转化为慢肌纤维,但不是慢肌纤维生长的主要来源<sup>[10]</sup>,或仅是形成侧线附近慢肌群的主要来源<sup>[19]</sup>。并且在不同种类中,表层细胞转化为慢肌纤维的速度也不一样,斑马鱼(*Brachydanio rerio*)慢肌纤维的转化速度相当快,表层细胞在孵化后4周内完全转化为慢肌纤维<sup>[20]</sup>;而在小型鱼类孔雀鱼(*Poecilia reticulata*)中,这种转化却很缓慢,孵化后5个月仍未完全覆盖背部整个肌节<sup>[21]</sup>。在本研究中,孵化后33天鳊背鳍起点下方的慢肌已延伸至背部第二肌节处,尚未覆盖整个背部。

同快肌发育相似,鳊慢肌生长也包含增生生长和肥大生长。孵化后1日龄单侧慢肌纤维数目仅为6,33日龄增生生长为315个,由水平肌隔向背、腹两侧延伸生长;慢肌纤维总面积从13.18  $\mu\text{m}^2$ 增加到7 839.58  $\mu\text{m}^2$ 。由于慢肌在整个骨骼肌中所占比重较少,在早期发育阶段慢肌纤维数目和面积远低于快肌<sup>[7]</sup>。除孵化后13~15日龄增生生长略占优势(54%)之外,其他阶段慢肌生长主要依靠肥大生长;而鳊快肌在孵化后1~5天增生生长占优势,5日龄后肥大生长占主导优势。与快肌具有终生生长不同,慢肌生长可能是阶段性增生。本研究中,鳊早期发育时期(1~33日龄),孵化后1~5天慢肌纤维数目无明显变化,13~15日龄有一个增生高峰,后期持续增加。不同鱼类慢肌纤维的阶段发育特征也不相同,孵化后0~5日龄黑鲷慢肌纤维数目无明显变化<sup>[11]</sup>,大西洋鲱孵化后至体长12 mm时慢肌纤维数目没有显著变化<sup>[22]</sup>;而虹鳟(*S. gairdneri*)发育至体长34 cm时,慢肌纤维数目停止增加<sup>[23]</sup>,孔雀鱼孵化76天后慢肌纤维数目保持不变<sup>[21]</sup>。

## 参 考 文 献

[1] Weatherley A H, Gill H S. The Biology of Fish Growth. San

Diego: Academic Press, 1987: 37-42.

- [2] Rescan P Y. Muscle growth patterns and regulation during fish ontogeny. *General and Comparative Endocrinology*, 2005, 142(1/2): 111-116.
- [3] Sanger M, Stoiber W. Muscle fiber diversity and plasticity // Johnston I. *Muscle Development and Growth*. San Diego: Academic Press, 2001: 187-250.
- [4] Kiessling A, Ruohonen K, Bjørnevi M. Muscle fibre growth and quality in fish. *Arch Tierz Dummerstorf*, 2006, 49: 137-146.
- [5] Stoiber W, Haslett J R, Sanger A M. Myogenic patterns in teleosts: What does the present evidence really suggest? *Journal of Fish Biology*, 1999, 55(Suppl A): 84-99.
- [6] 朱琼, 赵金良, 裴建菊, 等. 鳊骨骼肌快肌和慢肌的组成特征比较. *上海海洋大学学报*, 2011, 20(4): 488-493.
- [7] 朱琼, 赵金良, 裴建菊, 等. 鳊早期发育阶段骨骼肌纤维的增生与肥大生长. *动物学杂志*, 2011, 46(6): 96-102.
- [8] Devoto S H, Melançon E, Eisen J S, et al. Identification of separate slow and fast muscle precursor cells *in vivo*, prior to somite formation. *Development*, 1996, 122(11): 3371-3380.
- [9] Barresi M J, Stickney H L, Devoto S H. The zebrafish slow-muscle-omitted gene product is required for Hedgehog signal transduction and the development of slow muscle identity. *Development*, 2000, 127(10): 2189-2199.
- [10] Mascarello F, Rowleron A, Radaelli G, et al. Differentiation and growth of muscle in the fish *Sparus aurata* (L.): I. Myosin expression and organization of fibre types in lateral muscle from hatching to adult. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 1995, 16(3): 213-222.
- [11] Silva P, Valente L M P, Olmedo M, et al. Hyperplastic and hypertrophic growth of lateral muscle in blackspot seabream *Pagellus bogaraveo* from hatching to juvenile. *Journal of Fish Biology*, 2009, 74(1): 37-53.
- [12] Koumans J T M, Akster H A, Booms R G H, et al. Influence of fish size on proliferation and differentiation of cultured myosatellite cells of white axial muscle of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Differentiation*, 1993, 53(1): 1-6.
- [13] Rowleron A, Veggetti A. Cellular mechanisms of post-embryonic muscle growth in aquaculture species // Johnston I. *Muscle Development and Growth*. San Diego: Academic Press, 2001: 103-140.
- [14] Veggetti A, Mascarello F, Scapolo P A, et al. Hyperplastic and hypertrophic growth of lateral muscle in *Dicentrarchus labrax* (L.): An ultrastructural and morphometric study.

- Anatomy and Embryology, 1990, 182(1): 1 – 10.
- [15] Johnston I A. Temperature influences muscle differentiation and the relative timing of organogenesis in herring (*Clupea harengus*) larvae. *Marine Biology*, 1993, 116 (3): 363 – 379.
- [16] Higgins P, Thorpe J E. Hyperplasia and hypertrophy in the growth of skeletal muscle in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Biology*, 1990, 37(4): 505 – 519.
- [17] Stoiber W, Sanger A. An electron microscopic investigation into the possible source of new muscle fibres in teleost fish. *Anatomy and Embryology*, 1996, 194(6): 569 – 579.
- [18] Patrino M, Radaelli G, Mascarello F, et al. Muscle growth in response to changing demands of functions in the teleost *Sparus aurata* (L.) during development from hatching to juvenile. *Anatomy and Embryology*, 1998, 198 (6): 487 – 504.
- [19] Lopez-Albors O, Gil F, Ramirez-Zarzosa G, et al. Muscle development in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.): further histochemical and ultrastructural aspects. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 1998, 27(4): 223 – 229.
- [20] Raamsdonk W, Veer L, Veeken K, et al. Differentiation of muscle fiber types in the teleost *Brachydanio rerio*, the zebrafish. *Anatomy and Embryology*, 1982, 164(1): 51 – 62.
- [21] Veggetti A, Mascarello F, Scapolo P A, et al. Muscle growth and myosin isoform transitions during development of a small teleost fish, *Poecilia reticulata* (Peters) (Atheriniformes, Poeciliidae): a histochemical, immunohistochemical, ultrastructural and morphometric study. *Anatomy and Embryology*, 1993, 187(4): 353 – 361.
- [22] Johnston I, Cole N, Abercromby M, et al. Embryonic temperature modulates muscle growth characteristics in larval and juvenile herring. *The Journal of Experimental Biology*, 1998, 201(12): 623 – 646.
- [23] Stickland N C. Growth and development of muscle fibres in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of Anatomy*, 1983, 137(2): 323 – 333.

## 图 版 说 明

孵化后不同日龄鳊慢肌组织化学切片

A ~ H 依次为孵化后 9、11、13、5、17、28、19 和 33 日龄鳊免疫组化染色, I ~ P 依次为孵化后 9、11、13、5、17、28、19 和 33 日龄鳊的阴性对照组; 箭头为慢肌纤维分布位置, 方框内为表层单层细胞。

## Explanation of Plate

Histochemical sections of slow muscle of mandarin fish at the different days after hatching

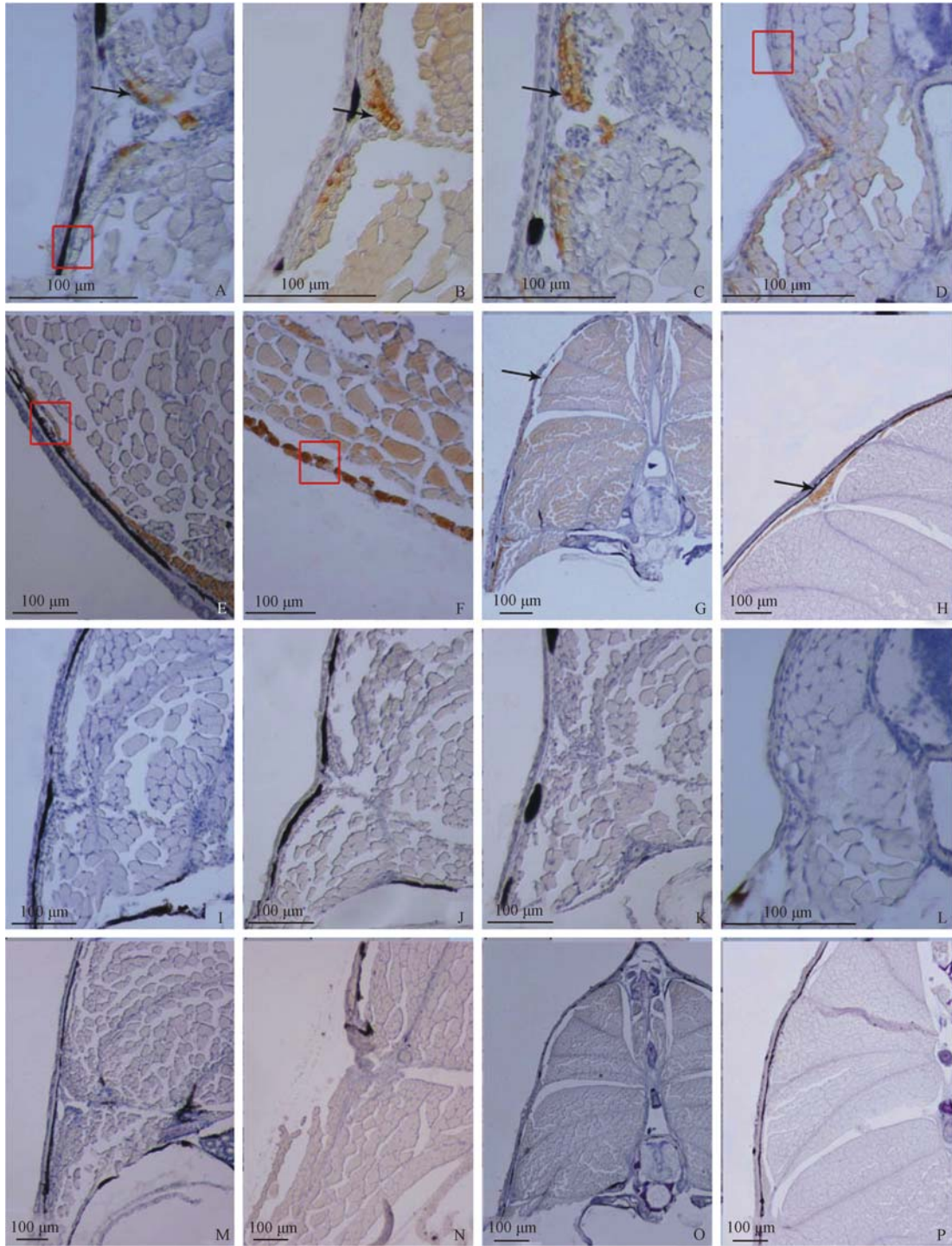
A – H represent the individuals at the 9<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup>, 13<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>, 17<sup>th</sup>, 28<sup>th</sup>, 19<sup>th</sup> and 33<sup>th</sup> days after hatching with in immunohistochemistry, I – P represent their negative control respectively; Arrow represent the location of slow fibre, the marker box represent the superficial cells.

袁建菊等: 鳊慢肌胚后发育与生长特征

图版 I

CHANG Jian-Ju *et al.* : Postembryonic Development and Growth of Slow Muscle Fibers of Mandarin Fish (*Siniperca chuatsi*)

Plate I



图版说明见文后