

饥饿对南方鲇仔稚鱼消化系统的形态和组织学影响

宋昭彬^{1,2}

何学福²

(^{1,2}中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072; ²西南师范大学生命科学系, 重庆 400715)

摘要: 在实验室饲养条件下, 对南方鲇仔、稚鱼进行饥饿, 观察了消化系统的形态和组织学变化。仔鱼肝脏萎缩, 肠管缩短、变细, 失去弯曲形状。组织学结构与功能明显衰退: 肝组织变得疏松, 细胞缩小, 仔鱼肝细胞内无脂质积累, 到饥饿后期, 部分细胞核仁解体; 稚鱼肝细胞内贮存的脂质迅速消失, 细胞由多角形变为圆形。胰脏组织变得致密, 腺泡小叶分界不清, 腺泡萎缩, 其内分泌物减少或消失。消化道上皮细胞的高度下降, 微绒毛退化, 胃腺不发达, 十二指肠及小肠上皮细胞内脂质空泡消失, 直肠上皮细胞内嗜酸性颗粒减少。

关键词: 饥饿; 消化系统; 形态学; 组织学; 南方鲇; 仔、稚鱼

中图分类号: 5965.128 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2000)02-0155-06

饥饿是影响鱼类生长、发育和生存的重要因素之一。食物不足或缺乏时, 消化系统首先受到影响。仔、稚鱼期是鱼类一生中最脆弱、最关键的阶段, 对饥饿尤为敏感, 故众多学者很注重研究早期生活史阶段饥饿对消化系统的影响^[1-8]。同时, 研究饥饿状态下消化系统的组织学变化, 对鉴别正常和饥饿鱼, 评价鱼类的营养状况也十分有价值^[8]。

南方鲇(*Silurus meridionalis* Chen)是我国长江、珠江流域的大型经济鲇类, 并已发展为重要的养殖对象。对其饥饿期间消化系统的形态和组织学变化进行观察, 旨在为该鱼苗种培育及人工养殖提供一定理论依据, 也为我国鲇类饥饿研究积累资料。

1 材料与方法

实验鱼为1996年4月西南师范大学生命科学系人工繁殖的鱼苗。各取孵化后4d刚能摄食的仔鱼500尾放于2个水族箱中, 一箱饥饿, 另一箱投喂充足水蚯蚓。再各取12d龄刚进入稚鱼期的正常摄食鱼100尾放于2个水族箱中, 一箱饥饿, 另一箱继续充足投食。实验到饥饿组全部死亡时结束。水族箱规格为50×35×35cm, 饲养水温23℃。

每天取饥饿和摄食仔鱼各10尾, 在解剖镜下剖开腹部, 描绘消化系统腹面观, 测量肝脏左右二叶叶尖距离、肠长及前肠外径。仔鱼每天一次, 稚鱼两天一次进行组织学取材, 每次分别从每箱取5尾, Bouin氏液固定, 24h后用70%酒精冲洗并保存, 常规脱水, 石蜡包埋, 连续切片, 厚度5—6μm, H.E.染色^[9]。Nikon显微镜观察并摄影, 目镜测微尺测量。

收稿日期: 1998-01-09; 修订日期: 1999-03-25

作者简介: 宋昭彬(1972—), 男, 四川省蓬溪县人, 博士研究生。主要研究方向: 鱼类生态学
承蒙曹文宣院士审阅论文, 张耀光教授指导实验工作, 在此衷心感谢

2 结果

2.1 消化系统外部形态变化

经解剖后发现,饥饿仔鱼消化系统几乎停止发育,到饥饿后期甚至退化,主要表现为:肝脏收缩,胃容积减小,肠缩短、变细(表 1),并渐渐失去弯曲形状。未饥饿时,肠有两个弯曲,但没有卷曲成一圈,饥饿 1—3d 后,肠弯曲稍发达,但进一步的饥饿使肠弯曲逐渐退化,到第 5d 时,几乎成为一直管(图 1: a—d)。相反,摄食仔鱼消化系统发育很快,肝脏变大,胃容积增加,胃壁加厚,肠管变长、变粗(表 1),并不断卷曲形成圈(图 1: e—f),摄食 5—6d 后,肠系膜上便有了黄色块状脂肪积累。

2.2 消化系统组织学变化

南方鲇仔、稚鱼饥饿后消化系统组织学明显发生变化,本文限于篇幅,不再赘述正常组织,可参照文献^[10]以及图版 I: 1a、2a、3a、4a、5a,图版 II: 6a、7、8、10a、11a。

表1 饥饿期间南方鲇仔鱼肝脏大小、肠长及前肠外径变化

Tab.1 The changes of liver size, gut length and exterior diameter of intestine anterior of *S. meridionalis* larvae during starvation

| 天数 Days | 肝脏左右二叶叶尖距离 ^① (mm) | | 肠 长 ^② (mm) | | 前 肠 外 径 ^③ (mm) | |
|------------|---------------------------------|---------------|--------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| | 摄 食 | 饥 饿 | 摄 食 | 饥 饿 | 摄 食 | 饥 饿 |
| | Fed | Starved | Fed | Starved | Fed | Starved |
| 0 | 1.034±0.124 | 1.034±0.124 | 3.105±0.240 | 3.105±0.240 | 0.456±0.016 | 0.456±0.016 |
| 1 | 1.236±0.161 | 0.917±0.045** | 3.163±0.199 | 2.853±0.099* | 0.534±0.072 | 0.417±0.042* |
| 2 | 1.328±0.073 | 0.853±0.080** | 4.303±0.198 | 3.173±0.061** | 0.591±0.072 | 0.394±0.041** |
| 3 | 1.529±0.111 | 0.827±0.135** | 4.731±0.431 | 2.844±0.202** | 0.691±0.086 | 0.427±0.080** |
| 4 | 2.030±0.178 | 0.747±0.087** | 4.922±0.878 | 3.217±0.090** | 0.786±0.082 | 0.325±0.040** |
| 5 | 1.709±0.269 | 0.758±0.029** | 5.178±0.683 | 2.932±0.177** | 0.819±0.125 | 0.337±0.009** |
| 6 | 1.919±0.198 | 0.616±0.075** | 5.614±0.460 | 2.869±0.117** | 0.909±0.209 | 0.356±0.040** |
| 7 | 2.112±0.281 | 0.764±0.084** | 5.989±0.654 | 2.781±0.254** | 1.067±0.058 | 0.385±0.025** |
| 8 | 2.365±0.110 | 0.743±0.197** | 6.731±0.504 | 2.431±0.354** | 1.245±0.295 | 0.343±0.041** |

①Distance between tops of the two lobes of liver; ②Gut length; ③Exterior diameter of intestine anterior

2.2.1 肝脏 4d 龄刚能摄食的仔鱼肝细胞排列紧密,圆形或卵圆形,胞质中有许多 H.E. 染色嗜碱性颗粒,少数细胞正在分裂(图版 I: 1a)。饥饿 3d 后,细胞缩小,两两排列成索状,索间有明显的窦状隙,胞质嗜碱性降低,没有细胞处于分裂状态(图版 I: 1b)。饥饿 6d 后,肝细胞呈短索状排列,相互间分界模糊,近半数细胞核仁萎缩或解体,偏向或附着在核膜上,导致部分核膜增厚,并使核空泡化(图版 I: 1c)。饥饿 8d 后,肝组织呈溃散状态,极为疏松,细胞索被破坏,断裂为一些短段,有的肝组织为由细胞形成的杂乱团块。少数细胞膜破裂,胞质丢失,核有些肿胀,大部分细胞核仁萎缩、偏位或溃解(图版 I: 1d)。

稚鱼饥饿 2d 后,肝细胞从多角形变成圆形或卵圆形,明显缩小,索状排列,核由侧位转为中位,细胞内贮存的脂质大多渗到胞外,呈现为圆形、卵圆形、多角形的 H.E. 不染色的

空泡(图版 I: 2b)。饥饿 4d 后, 肝脏切面变得疏松, 肝细胞内外脂质均消失, 索状排列更明显(图版 I: 2c)。饥饿 15d 后, 肝细胞开始杂乱排列, 但有些仍排成不连续的短索, 未出现仔鱼饥饿后那种特别疏松或网络状结构(图版 I: 2d)。

2.2.2 胰脏 4d 龄仔鱼胰脏强嗜碱性, 小叶分界明显, 内有多数腺泡, 腺泡细胞椭圆形或矮柱状, 顶部胞质及腺泡腔内有一些 H.E. 染成紫红色的分泌颗粒(图版 I: 3a)。饥饿 3d 后, 腺泡小叶数量减少, 腺泡间界线模糊, 腺泡细胞缩小, 圆形或不规则, 顶部胞质内分泌颗粒消失。饥饿 6d 后, 胰脏切面变得致密, 腺泡相互合并为众多腺细胞团(图版 I: 3b)。饥饿 8d 后, 切面更致密, 分不出腺泡小叶和腺泡, 细胞排列杂乱, 相互间分界模糊(图版 I: 3c)。

稚鱼饥饿 2d 后, 腺泡缩小, 腺泡腔变窄, 腺泡细胞由柱状或锥状变为椭圆形, 顶部胞质及腺泡腔中的分泌颗粒减少(图版 I: 4b)。饥饿 4d 后, 腺泡小叶收缩, 腺泡结构不典型, 腺泡细胞缩小, 近圆形, 顶部胞质内已无分泌颗粒, 腺泡腔几乎消失, 仅少数内还有稀疏的分泌颗粒(图版 I: 4c)。饥饿 10d 后, 腺泡萎缩成分界不清的细胞团, 腺泡腔消失。饥饿 15d 后, 已分辨不出腺泡小叶和腺泡, 细胞紧密排列(图版 I: 4d)。

2.2.3 胃 4d 龄仔鱼固有膜厚, 内无胃腺(图版 I: 5a)。饥饿 1d 后, 固有膜-粘膜下层中出现胃腺, 具明显的腺腔, 但无酶原分泌颗粒(图版 I: 5b)。饥饿 6d 后, 胃腺细胞及腺腔中有少量 H.E. 染成红色的酶原分泌颗粒(图版 I: 5c)。饥饿 8d 后, 粘膜细胞的高度下降, 胃腺结构不完整, 腺细胞杂乱分布, 但相互间界线还可辨(图版 I: 5d)。

稚鱼饥饿 2d 后, 粘膜和腺层分离, 上皮细胞变低, 相互间分界不清, 微绒毛收缩, 纹状缘不规则, 胃腺仍发达(图版 II: 6b)。饥饿 4d 后, 粘膜层进一步变薄, 胃腺收缩, 相互间或与外面的结缔组织膜间间隙增大, 使该层疏松, 腺腔呈一窄缝状, 酶原颗粒大大减少(图版 II: 6c)。饥饿 15d 后, 微绒毛退化, 见不到纹状缘, 腺层排列杂乱, 多数胃腺萎缩, 内无酶原颗粒(图版 II: 6d)。

2.2.4 肠 饥饿期间, 肠的一般组织学结构未遭到严重破坏, 各层基本完整, 但绒毛变矮, 上皮细胞的高度急剧下降(图 2), 仔、稚鱼期肠上皮细胞中特有的一些内含物消失。

4d 龄仔鱼十二指肠、小肠上皮细胞上部胞质中无 H.E. 不染色的脂质小圆泡, 直肠上

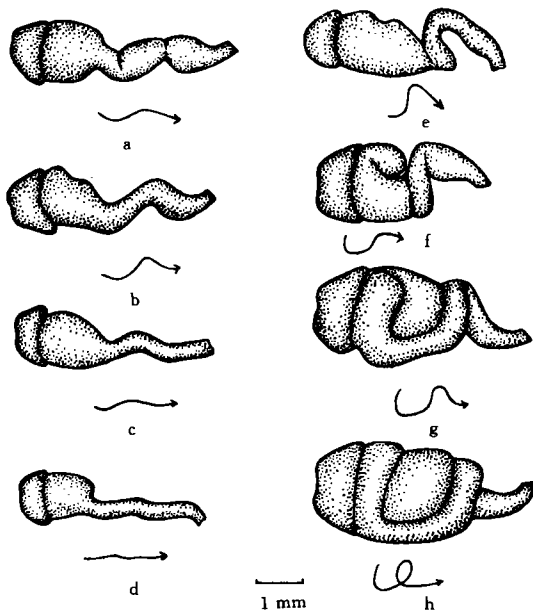


图 1 饥饿期间南方鲇仔稚鱼消化系统腹面观(箭头示消化道弯曲形状)

Fig.1 Ventral view of digestive system of *S. meridionalis* larvae during starvation (arrows indicating the winding shape of digestive tube)

a-d 饥饿 0, 1—3, 4, 5d Starved for 0, 1—3, 4, 5d; e-h 摄食 1, 3, 5, 7d Fed for 1, 3, 5, 7d

皮细胞上部胞质中无嗜酸性蛋白质颗粒,但摄食 12h 后,脂质小圆泡和嗜酸性颗粒都出现(图版 II: 7、8a、8b)。饥饿 8d 后,上皮细胞的高度下降,内无脂质小圆泡或嗜酸性颗粒,纹状缘极不发达。肌层疏松,纤维排列杂乱,相互间不平行,个别还出现断裂(图版 II: 9)。

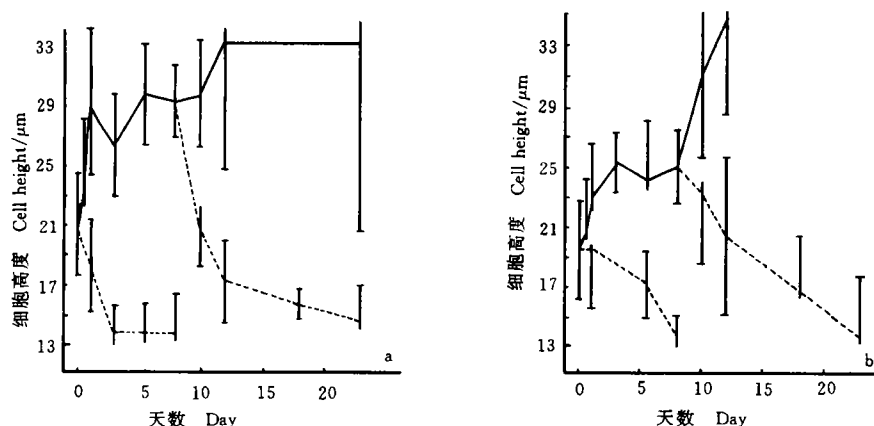


图 2 饥饿期间南方鲇仔、稚鱼肠上皮细胞高度的变化

Fig.2 The changes of epithelial cell height in guts of *S. meridionalis* larvae and juveniles during starvation (—摄食 fed - - -饥饿 starved)
a. 小肠 small intestine b. 直肠 rectum

稚鱼饥饿 2d 后,十二指肠和小肠上皮细胞上部胞质中的脂质泡消失,细胞的高度急剧下降(图版 II: 10b),直肠上皮细胞上部胞质中有一些吞饮泡,其内有许多嗜酸性颗粒。饥饿 4d 后,纹状缘不明显,微绒毛不整齐,个别地方萎缩、断裂或脱落,直肠上皮细胞内仍有相当小的嗜酸性颗粒(图版 II: 11b)。饥饿 15d 后,绒毛数量减少,高度下降,中央管消失,特别是十二指肠及小肠前段,绒毛矮而瘦,显著区别于正常形状(图版 II: 10a、10c、10d);纹状缘退化,上皮细胞分界模糊,以核为主,直肠中有较多细胞的核仁拉长或缩小,胞质中嗜酸性颗粒只有少量残余(图版 II: 11c)。

3 讨论

南方鲇仔、稚鱼饥饿后,消化系统形态和组织结构发生明显变化,正如在其它硬骨鱼类仔鱼中所见,饥饿易于在肠上体现,接下去是肝、胰和骨骼肌等。饥饿时,肠和肝脏最先受到影响,主要因为它们与贮存有关。和南方鲇一样,对金头鲷(*Sparus aurata* L.)^[6]、大西洋鲱(*Clupea harengus* L.)^[2]、鲈(*Pleuronectes platessa* L.)^[2]、大西洋鳕(*Gadus morhua* L.)^[4]、犬齿牙鲆(*Paralichthys dentatus*)^[8]的研究都证实,饥饿后肠上皮细胞的高度下降。但肠上皮细胞中内含物的变化,不同的种类表现不同,南方鲇、犬齿牙鲆脂类和蛋白质随饥饿从肠上皮细胞中逐渐消失^[8],KjØrsvik 等却报道,整个饥饿期间,大西洋鳕仔鱼后肠上皮细胞中都能见到含有颗粒的胞饮泡。饥饿仔鱼消化道和附属腺体一般会出现组织学衰退^[6],沙丁鱼(*Sardina pilchardus* (Walb.))饥饿后不久,未见到消化器官的退化性改变,但仔鱼缺乏消化活动的组织学证据^[5]。作者的观察发现,南方鲇仔鱼饥饿早期,伴随着肝、胰、肠的萎缩,胃腺却能在一定程度上得到发育,直到饥饿后期,才开始退化。可见,胃腺

在其消化活动中具有相当重要的作用,即使处于饥饿状态,仍能在不同程度上保持其结构与功能,一旦重新获得食物,其消化活动便可能迅速得到恢复。

正常摄食的南方鲇仔、稚鱼肝板不明显,饥饿早期,由于窦状隙增大和肝细胞缩小,使细胞排列呈显著的索状。相反,犬齿牙鲈饥饿后失去细胞索排列^[8]。饥饿后,南方鲇仔、稚鱼肝细胞核圆形,中位,这与王吉桥的报道相似,而与犬齿牙鲈肝细胞核由圆形变为不规则形,且偏离中位的现象不同。南方鲇仔鱼饥饿6d后出现的肝细胞核仁解体现象,在以前的文献中未见报道。此外,Bisbal等认为,犬齿牙鲈后肠粘膜细胞比前肠对饥饿更敏感。而南方鲇仔、稚鱼饥饿后,前肠(十二指肠和小肠)上皮细胞高度的变化比后肠(直肠)剧烈得多,这主要是由于摄食时,大量脂质小泡在前肠上皮细胞上部胞质中的贮存,使细胞变得很高,一旦缺乏食物,这些脂质迅速被消耗利用,上皮细胞的高度急剧下降。然而,后肠上皮细胞上部中主要贮存一些蛋白质颗粒,饥饿后,细胞高度的下降要缓慢得多。因此,在该鱼仔、稚鱼期,前肠粘膜上皮对判定营养状况应更有效。

从组织切片上还能反映出,南方鲇稚鱼饥饿时,脂质最先被消耗,而到饥饿后期,蛋白质才用作主要能源物质,这与张波用代谢方法得出的结论一致^[11]。理由如下:1. 饥饿后,肝细胞内贮存的脂质很快渗到胞外,由窦状隙进入血液循环;2. 十二指肠、小肠上皮细胞内大量脂质泡迅速消失;3. 直肠上皮细胞内的蛋白质颗粒到饥饿后期才减少并消失;4. 脂质的贮量大,而且运送相对容易。

参 考 文 献

- [1] Umeda S, Ochiai A. On the histological structure and function of digestive organs of the fed and starved larvae of the yellowtail, *Seriola quiqueradiata* [J]. *Jpn. J. Ichthyol.*, 1975, 21: 213—219
- [2] Ehrlich K F, Blaxter J H S, Pemberton R. Morphological and histological changes during the growth and starvation of herring and plaice larvae [J]. *Mar. Biol.*, 1976, 35: 105—118
- [3] Watanabe Y. Histological changes in the liver and intestine of freshwater goby larvae during short-term starvation [J]. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 1985, 51: 707—709
- [4] KjØrsvik E, Van der Meeren T, Kryvi H, et al. Early development of the digestive tract of cod larvae, *Gadus morhua* L., during start-feeding and starvation [J]. *J. Fish Biol.*, 1991, 38: 1—15
- [5] Silva A, Miranda A. Laboratory rearing of sardine larvae, *Sardina pilchardus* (Walb), and early effects of starvation: A preliminary experiment [J]. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 1992, 8: 163—174
- [6] Yufera M, Pascual E, Polo A, et al. Effect of starvation on the feeding ability of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae at first feeding [J]. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1993, 169: 259—272
- [7] 王吉桥、毛连菊、姜静颖等. 鲤、鲢、鳙、草鱼苗和鱼种饥饿致死时间的研究 [J]. 大连水产学院学报 [J], 1993, 8(2,3): 58—65
- [8] Bisbal G A, Bengtson D A. Description of the starving condition in summer flounder, *Paralichthys dentatus*, early life history stages [J]. *Fish. Bull.*, 1995, 93: 217—230
- [9] 芮菊生 杜懋琴 陈海明等. 组织切片技术 [M]. 上海: 高等教育出版社. 1980, 92—106
- [10] 龙祥平. 南方鲇消化系统发育的形态学、组织学及组织化学研究 [D]. 重庆: 西南师范大学, 1992
- [11] 张波. 南方鲇(*Silurus meridionalis* Chen)在饥饿状态下的能量学研究 [D]. 重庆: 西南师范大学, 1997

EFFECTS OF STARVATION ON MORPHOLOGY AND HISTOLOGY OF DIGESTIVE SYSTEM IN LARVAL AND JUVENILE *SILURUS MERIDIONALIS* CHEN

SONG Zhao-bin and HE Xue-fu¹

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072; ¹ Life Science Department,
Southwest China Normal University, Chongqing 400715)

Abstract: Morphological and histological changes of *Silurus meridionalis* larvae and juveniles, raised in laboratory condition, were observed during starvation. Livers of larvae were shrunken; Guts were shorter and thinner, and lost the winding shape. Signs of degeneration in histological structure and function of digestive organs were significant during starvation: Hepatic tissue became imcompact due to hepatic cells' shrinkage and sinusoids' expansion. In larvae, no lipids were observed in hepatic cells and in latter period of starvation, parts of nucleoli of hepatic cells disintegrated. Soon after the onset of starvation in juveniles, the multiangle hepatic cell became round and lost its lipids saved during feeding days. Pancreatic tissue became more compact with a continuous starvation. The boundary between acinar lobes was unclear; Acini were shrunken; Zymogen granules secreted by the acini decreased or disappeared. After starvation, the height of epithelial cells of the digestive tract decreased and microvilli deteriorated. Stomach glands were undeveloped; The lipid vesicles in epithelial cells of duodenum and small intestine disappeared, and the number of acidophilic particles in epithelial cells of rectum reduced.

Key words: Starvation; Digestive system; Morphology; Histology: *Silurus meridionalis*, Larvae and juveniles