

怀头鲇、鲇及其杂交 F_1 肝、胰脏胚后发育及卵黄吸收方式

关海红, 潘伟志, 陈 军, 赵春刚, 刘 伟

(中国水产科学研究院 黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070)

摘要:利用形态学和组织连续切片技术,对怀头鲇(*Silurus asotus*)、鲇(*Silurus asotus*)及其杂交 F_1 的肝、胰脏胚后发育和卵黄吸收方式进行对比观察。结果表明,3种鲇出膜后约2天在心脏后方有一肝细胞团,3天后肝细胞团逐步增大,4天后肝分叶。以后随着各种鲇生长速度不同肝、胰脏发育程度也不同。3种鲇的胰脏均为紧凑型,卵黄囊依照先卵黄球、后脂肪的顺序被吸收,3种鲇只有怀头鲇和杂交 F_1 代卵黄吸收方式相同。出膜后4天,各鲇的卵黄均被全部吸收,腹腔上部大部分空间为肝脏占有,同时腹腔内出现结构简单的胃及肠。研究还发现肝脏的发育与卵黄囊密切相关。[中国水产科学, 2006, 13(3): 460-465]

关键词:怀头鲇; 鲇; 杂交 F_1 ; 胚后发育; 卵黄

中图分类号: Q959.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2006)03-0460-06

怀头鲇(*Silurus asotus*)、鲇(*Silurus asotus*)及杂交 F_1 代在体形上很相似。怀头鲇主要分布在黑龙江水域,为肉食性经济鱼类。该鱼个体大,最大体质量可达 50 kg。其特点是怀卵量大,生长速度快,但肉质粗糙。鲇分布较广,个体较小,生长速度慢,但肉质细嫩。体质量在 400-500 g。其杂交 F_1 是本课题组采用遗传育种方法,利用怀头鲇的生长速度和鲇肉质细嫩特点,攻克了两种亲本性腺发育不同步等技术难关,在同一时间内获得成熟精子和卵子,成功地进行杂交,获得具有双亲优良特性的 F_1 代。杂交 F_1 的幼鱼有 3 对须,到成年鱼阶段,其中 1 对须退化,变成 2 对须。它具有生长快,肉质好的特点。目前已在东北地区成为主要养殖品种之一。有关鱼类消化系统胚后发育组织学研究,国内外有一些报道^[1-9],但相关的胚后发育比较研究还未见报道。本研究对上述 3 种鲇胚后发育中肝、胰脏的发育及卵黄吸收方式进行初步分析,旨在为鲇科鱼类的基础研究以及该鱼资源的合理开发和利用积累资料,并为苗种培育或遗传育种提供基础数据。

1 材料与方法

实验用怀头鲇亲本和鲇亲本采自黑龙江流域。

杂交 F_1 是上述 2 种鲇人工杂交所得。3 种仔鲇出膜后池塘培育,以浮游动物为饵。每天取样 1 次,20 天后取样终止,每次随机取 10 尾,所取样品首先用卡尺测量体长、分析天平测量体质量。然后样本用 Bouin 氏液固定,按常规石蜡包埋(较大个体用 Ehn-er's 脱钙),KD1508 型切片机分别进行纵、横方向连续切片,切片厚度为 7 μm ,HE 染色,中性树胶封片,Moic 显微镜下观察,用测微尺测量卵黄囊的容量,卵黄囊容量按 $V = 4/3\pi(r/2)^2 R/2$ 公式计算,其中, V 为卵黄囊容量, R 为卵黄囊的长径, r 为卵黄囊的短径^[3]。Nikon 数码照相机摄影。

2 结果

2.1 消化道、肝脏及胆囊发育的组织学特征

3 种鲇在出膜后 1 天,此时口已形成,但尚未与消化道相通。消化道处在未分化状态,这时由食道后端内胚层细胞索的腹面向外突出一个实心细胞突,即为肝脏的原基(图版 I-1)。

出膜后 2 天的仔鱼。吻端中部下陷形成口裂,口与食道相通。脊椎下形成由分化细胞组成的消化管,此时肛门与外界接通。切片观察 3 种鲇的消化管的管腔和褶皱多少有所不同,其中怀头鲇消化管的管腔胃和肠已有明显的分化。胃的雏形已形成,

收稿日期: 2005-05-24; 修订日期: 2005-07-08。

基金项目: 国家星火计划项目(2001FA670013); 哈尔滨自然科学基金项目(2003AFXYJ032)。

作者简介: 关海红(1960-),女,副研究员,主要从事鱼类生理学、组织学研究。E-mail: guanhaihong@hbrn.jit.com

通讯作者: 潘伟志。E-mail: byfish@0451.com

后端的消化管以后将形成肠,其内部的褶皱很多(图版I-2)。杂交F₁的胃的雏形也已形成,但其内部的腔体比怀头鲇要窄,后端的消化管的长度比怀头鲇短,管腔内褶皱比怀头鲇少(图版I-3)。鲇的胃还没有明显形成,显微镜观察为一不分腔的直管,管腔内几乎是平坦的只有少量的微微突起(图版I-4)。这时在肠前端外围间充质细胞分化形成染色呈淡粉红色的,排列致密的小肝细胞团(图版I-5),其肝细胞排列不规则,细胞核较大。

出膜后3天的仔鱼,切片观察,肝沿着卵黄囊向下生长,大部分卵黄已吸收,在怀头鲇的腹腔内已形成一个由单层细胞组成的胃和褶皱较多发育中的肠,胃贲门处褶皱较多且有肌肉层。杂交F₁的胃贲门处肌层不发达。鲇的胃已形成无肌层。这时可看到突出在卵黄囊周边肝细胞团及连接的血管及未成熟的血细胞和已消化成脂肪状的卵黄物质(图版I-6-7)。而在消化管内没有发现卵黄囊物质。此时的肝细胞迅速分裂发育,细胞团体积增大,细胞团内出现许多不规则的裂隙,在卵黄囊的周围、胃前端外围间充质细胞都有分化形成的肝细胞团,细胞团内毛细血管丰富,血细胞进入肝内形成肝血窦,肝细胞之间排列较密,细胞为卵圆形,细胞核较明显,呈现肝脏的雏形,肝不分叶(图版I-8)。

出膜后4天,3种鲇卵黄已完全吸收,产生的空间大部分被肝细胞填充,细胞团内出现许多不规则的裂隙,肝细胞内出现小的腔隙,肝细胞索形成。此时的肝脏开始分叶,左叶比右叶大,在两叶间有小的胆囊出现(图版I-9),这不是消化腺,而是贮存胆汁的组织。

出膜后5天,由于3种鲇的生长速度的差异肝细胞体积、发育程度、脂肪积累有明显的差异。其中怀头鲇肝脏体积最大,鲇最小。但3种鲇共同特性是,随着肝脏体积增大,肝细胞相对较小,排列致密,细胞间的间隙减少,细胞连成索状,肝血窦明显,在其内侧出现一层不连续的血窦内皮细胞,细胞扁平,附在肝细胞一侧。部分肝血窦中有血细胞,肝细胞仍为强嗜碱性,左右肝叶都有一静脉直接进入心脏的静脉窦(图版I-10),胆囊体积增大,位于肝脏下方。

出膜后7天,肝脏的体积进一步增大,左右两叶肝脏内出现许多大的空腔,大的为肝血窦,有部分血窦空腔彼此相通,肝细胞索排列规整,肝细胞索的相邻细胞间出现了小的空隙,此为胆小管(图版I-

11)此时的肝细胞中血管系统发达,肝脏通过胆管与肠前端左侧相连,胆囊位于肝脏下方,靠近胰脏处,为较大的薄壁球囊。

出膜后8天,肝脏组织几乎占满了鱼的前部,肝细胞排列更加致密,整个肝细胞中部有脂质的贮存,胆囊为囊状,位于肝左叶内侧,由单层立方上皮组成,细胞呈圆形,核小位于中央腔内,有胆汁的结晶。

出膜后9天,肝细胞体积减小,数量进一步增多,胆囊发育成大囊状,位于左右肝叶的内侧,由单层立方上皮组成,细胞核大而圆,位于细胞中央,外有一层平滑肌包绕。

出膜11天后,肝脏内大的血窦空腔由于肝细胞生长而被填充,仅留下中央静脉及小叶间静脉,中央静脉处为一层扁平上皮细胞和少许结缔组织纤维,在肝门静脉处有少量结缔组织深入肝内,肝的其他部分为较少的结缔组织小叶的界线不清楚,肝细胞排列紧密,细胞为多角形,核圆,位于细胞的中央,核仁明显,肝细胞内原分散存在的脂泡融合形成大的脂泡而呈透明空泡状,左右肝叶边缘有丰富的血管,胆囊由单层,柱状上皮和少量结缔组织纤维组成。

出膜16天后,肝脏极发达,向后延伸至肾,肝脏在组织学上与成体相似(图版I-12),细胞质嗜酸性增强,染色加深,核及核仁明显突出,肝细胞索彼此形成网状,其网眼为肝血窦,肝血窦的形状不规则,内有血窦内皮细胞,血细胞,胆小管沿着肝细胞索向四周延伸最后汇合进入小叶间胆管内,小叶间动、静脉外有薄层结缔组织被覆,胆囊也和成体相似。

2.2 胰及胰岛发育的组织学特征

在肝组织发生的同时,胰脏组织也是以实的细胞团的形成突出于食道后的内胚层细胞索,此后细胞索增生形成胰脏。3种鲇在出膜3天后,在肝脏下方出现HE染色呈蓝色的由少数几个细胞组成的胰脏细胞团。细胞扁圆形,核圆而大,在细胞中间,胞质被染成深蓝色。随着鱼体的生长胰脏逐渐加宽,出现了着色较浅的胰岛(图版I-8),其细胞排列疏松,3种鲇的胰脏都是和肝脏相互分开的独立的消化腺。这时的胰细胞圆形或长形或不规则形,细胞核圆形,核膜和细胞界线明显,胰脏内无结缔组织,不分叶。出膜后7天的稚鱼,胰腺细胞及胰岛细胞进一步发育,其胰脏体积增大,为粗棒状,胰脏静脉血管明显(图版I-11),并通向胰脏外部,胰脏内胰岛明显,似成体构造。

2.3 卵黄囊吸收特点

刚孵化出的3种鲇体略弯,不久身体伸直。卵黄都为椭圆形,淡黄色,仔鱼活动能力差,仔鱼基本沉在底部或粘附在棕榈皮上。

出膜后1天的仔鱼,切片观察,卵黄囊壁很薄,为单层立方上皮,其上布满血管,卵黄物质几乎占满腹腔(图版I-13)。怀头鲇卵黄囊容量约 0.32 mm^3 。鲇卵黄囊容量约 0.23 mm^3 。杂交 F_1 卵黄囊的容量约 0.27 mm^3 。这个时期的鱼体处于内源性营养阶段。

出膜后第2天的仔鱼,鱼体开始出现色素细胞,鳃有少量气体,鱼苗运动能力增加,部分开始游动,切片观察,3种鲇卵黄物质开始大量吸收,3种鲇的吸收方式不同,体积无法进行公式计算,卵黄的容积量只有通过切片观察来确定。3种鲇的卵黄吸收有所不同,鲇的卵黄吸收方式是由外向内(图版I-14)。由卵黄囊背部及两侧开始出现凹陷并随时间增长而加深。怀头鲇及杂交 F_1 卵黄囊物质随着时间的增加中间空隙逐渐增大,卵黄逐渐被消化吸收,其吸收方式是从中部开始凹陷并逐渐加大(图版I-15)。这个时期鱼体处在混合性营养阶段。出膜第3天的仔鱼,鱼苗开始在水层上部游动,从外观上来看已看不到卵黄囊。切片观察,鲇仔鱼85%卵黄囊消失,15%尚存有少量的卵黄物质。怀头鲇则几乎看不到卵黄物质,杂交 F_1 也只有5%仔鱼有卵黄物质。仔鱼开始摄食,鱼体由内源性营养进入混合营养。出膜第4天以后,3种鲇的卵黄囊已经被完全吸收,鱼体进入了外源性营养阶段。在以后的发育中仔鱼的消化系统在生长中不断的发育完善,鱼体进入生长期。

3 讨论

3.1 3种鲇消化道及肝、胰脏发生的位置及发育的特点

对3种鲇的组织切片观察发现,它们的消化道在早期发育中有所不同,如怀头鲇早期发育中胃已形成锥形,肠的褶皱较多,而鲇在同期观察中没有此现象,杂交 F_1 则介于二亲本之间。这说明怀头鲇较鲇的消化道发育更早些。在肝、胰脏胚后发育中杂交 F_1 与二亲本相同。出膜1天后,由肝脏原基发育形成,2天后分化形成肝细胞团,3天后随着鱼体的不断生长。3种鲇由早期的肝细胞数量少,肝窦状

隙大;发育到肝细胞增多,肝细胞索逐渐致密,窦状隙减少,而生长较快的怀头鲇肝细胞积蓄脂肪也较早,而鲇在同期观察中并没有发现有脂肪的积累,杂交 F_1 介于二亲本之间有少量的脂肪积累。脂肪积累是从肝的后段往前段进行的,稚鱼期,肝细胞具大量脂肪,成为主要的贮脂场所。同大多数鱼一样,由于肝实质细胞内的结缔组织较少,肝小叶不明显。3种鲇的胰脏发育也较早,在出膜3天后胰脏出现。这与大口鲇不同,大口鲇(*Silurus meridionalis* Chen)出膜11天前胰脏尚未出现^[1]。从3种鲇的肝、胰脏发育来看,3种鲇较大口鲇更早期地适应于凶猛的肉食摄食习性对胰液的需求。

肝胰脏在不同的鱼类发生的位置也不同,杂交 F_1 及亲本的肝仅有一个原基,它来源于心脏下方的未分化的细胞团(图版I-1),这和大鳍鲇(*Mystus macropterus* Bleeker),南方鲇(*Claris fuscus* Lacépède),白鲢(*Cuviei et Valenciennes*)相似^[11-13]。

3种鲇的肝脏和胰脏彼此相连但不相混,胰脏作为独立的器官,并不形成肝胰脏,其在肉眼和切片中也很容易区分。这和其他鲇科鱼类有所不同,例如胡子鲇的肝脏和胰脏彼此相混,外观上根本分不清,只能经过组织学观察区分^[10]这与鲤科鱼相同。鱼类胰腺组织分布在肝脏组织中(合称为肝胰脏),这属于原始性和低级性,在脊椎动物亚门中属低等动物特点。杂交 F_1 及二亲本的肝、胰脏彼此分开,这说明它们比胡子鲇有进一步的进化。

鱼类的胰脏的分布是复杂的,尾崎久雄^[14]将硬骨鱼类胰腺分为3种类型,即紧凑型(compact),胰脏呈一紧凑形状;弥散型(diffuse),胰脏以叶状分开潜人体腔各处;散布型(disperse),分散在体腔全表面。Torrey^[15]认为脊椎动物胰脏通常可分为低级形式的弥漫型和高级形式的紧凑型两种。根据本研究,对3种鲇消化腺系统的组织学观察,认为3种鲇的胰脏均为紧凑型。

3种鲇都有发达的小叶间胆管,而且小叶间胆管汇合形成较大的导管它们分别穿过肠前段管壁,开口于肠上皮隐窝处,与大口鲇相同这是和摄食习性相适应,因为肉食性鱼类生长迅速,需要有发达的小叶间胆管及时输送胆汁;紧凑型的胰脏,发达的导管分别进入肠上皮,可随时将胰液排进肠中,提高消化吸收能力。

3.2 3种鲈仔鱼卵黄囊及消化腺与卵黄吸收的关系

卵黄是卵母细胞生长发育过程中逐渐合成积累的物质,它是胚胎发育和前期仔鱼发育所必需的营养和能量来源。因而,胚胎和前期仔鱼发育时期卵黄的消耗与转化,直接影响了新生胚体的质量和仔鱼的早期发育,进而可影响鱼的生长和成活^[16-17]。所以研究仔鱼的卵黄囊对于早期发育与营养特性及鱼类的生产具有重要意义。

切片观察3种鲈的卵黄囊体积及卵黄吸收的速度,怀头鲈较鲈大,而杂交鲈介于二亲本之间。仔鱼在出膜2天内卵黄吸收非常迅速,组织切片观察卵黄囊消耗量很大。这表明2天内新陈代谢最为旺盛,能量消耗也最大。而出膜后第3天的仔鱼,进入了器官发育阶段。

另外从组织切片观察中可发现其卵黄囊越大则器官发育得越完善。如怀头鲈较杂交 F_1 和鲈器官发育得早些,由于杂交 F_1 和母本的卵黄吸收方式与鲈的卵黄囊吸收方式的不同,推测其卵黄吸收的方式以由内向外更利于器官的发育,其作用机理有待进一步研究。

目前国内有关鱼类消化腺与卵黄吸收的关系的报道较少,赵宝生等^[18]认为,尼罗罗非鲫早期消化管已参与卵黄的吸收作用,陈细香^[11]对大鳍鲷消化腺发育的观察中分析是早期肝脏参与了卵黄的吸收。本研究通过对3种鲈的早期肝脏形态结构、肝脏与卵黄的位置关系和血管联系分析,认为3种鲈的肝脏参与卵黄物质的吸收和转运;从位置上看,仔鱼的肝脏不仅附着卵黄上,并且在它的周围有小的血管分支在卵黄囊上,通过对3种鲈仔鱼组织切片观察,还发现肝脏和卵黄囊之间有较多未成熟的血细胞,卵黄囊前端有许多液化的卵黄颗粒和血细胞,因此认为是由未成熟的血细胞吸引液化的卵黄经血液循环进入肝脏的,而消化管中未发现有消化后的卵黄物质,这个观点也和龙祥平^[12]对南方鲈的观察结果相同。

参考文献:

- [1] 黄峰,严安生,张桂蓉,等.大口鲈仔鱼消化道的组织学观察[J].华中农业大学学报,2000,19(1):59-63.
- [2] 陶红宇,董宝香,刘焕亮.鲈仔、稚鱼消化系统发育的组织学观察研究[J].中国水产科学,2004,11(1):1-8.
- [3] 马爱军,雷霖.真鲷幼鱼消化道组织学研究[J].中国水产科学,1999,(6)2:22-25.
- [4] Sanoque M C. Histology and histochemistry of the development of the digestive system of larval gilthead sea bream[J]. Aquat Sci, 1995,52(5):9-18.
- [5] Koji Muramoto, Ryusaki Kado, Yoshio Takei, et al. Seasonal changes in the multiple lectin compositions of the acorn barnacle magabalanus rosa as related to ovarian development[J]. Comp Biochem Physiol, 1991,98B(4):603-607.
- [6] Koji Muramoto, Hiroshi Yaku, Hisao Kariya. Multiple lectins as major proteins in coelomic fluid of the acorn barnacle magabalanus rosa[J]. Comp Biochem Physiol, 1994,107B(3):405-409.
- [7] Cataldi E, Cataudella S. A study of the histology and morphology of the digestive tract of the sea bream *Sparus aurata* [J]. Fish Biol, 1987,30:135-145.
- [8] Trevor A A, Reifel C W. Histological and cytological structure of the gastrointestinal tract of the luderick, *Girella trispinosa*, in relation to diet[J]. Morph, 1986,190:109-119.
- [9] Hirji K N. Observations on the histology and histochemistry of the oesophagus of perch[J]. Fish Biol, 1983,22:145-152.
- [10] 索继文,刘翠敏,郭志荣.胡子鲇(*Clarias fuscus* Lacépède)肝脏以及胰脏组织学的初步研究[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2001,32(4):439-441.
- [11] 陈细香.大鳍鲷肝脏、胰脏发育的组织学研究[J].泉州师范学院,2002,20(2):84-94.
- [12] 龙祥平.南方鲈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.
- [13] 林怡然.白鲢幼鱼消化器官的发育生长[J].中山大学学报,1964,3(1):60-72.
- [14] 尾崎久雄.鱼类消化生理(上册)[M].吴尚忠译,上海:上海科技出版社,1983.304-306.
- [15] Torrey T W. Morphogenesis of the Vertebrates (Fourth ed) [M]. New York: John Wiley Sons, 1979.350-351.
- [16] 凌去非,李思发,乔德亮.丁鲷胚胎发育和卵黄囊仔鱼摄食研究[J].水产学报,2003,27(1):43-48.
- [17] 区义君,李加儿.鲷鱼胚胎和卵黄囊期仔鱼的发育与营养研究[J].海洋学报,1997,19(3):102-109.
- [18] 赵宝生,孙建富,毕宁阳.尼罗罗非鲫前期器官发育与分化的组织学观察[J].大连水产学院学报,1984,4(2):21-26.

Post-embryonic development of liver and pancreas and absorption of yolk in *Silurus soldatovi*, *Silurus asotus* and F_1

GUAN Hai-hong, PAN Wei-zhi, CHENG Jun, ZHAO Chun-gang, LIU Wei

(Heilongjiang Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070, China)

Abstract: The post-embryonic development of liver and pancreas and absorption of yolk in *Silurus soldatovi*, *Silurus asotus* and F_1 were studied by morphology and a serial paraffin slice method. The results show that all the three species had a hepatic cell aggregate day 2 after from hatched, the hepatic cell aggregate increased at day 3, and liver sublobed at day 4. The three species have different developmental degrees with different growth speed. Their livers were compact and yolks were absorbed first and then was fat globules in the yolk sac, and the absorbed method in *Silurus soldatovi* is the same as that in F_1 . All species' yolk sac was absorbed completely at day 4 after hatched. Almost celic space was occupied by liver, and at the same time, simple constructive stomach and intestine appeared in abdominal cavity. The study also shows that the development in liver is significantly related to yolk sac. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(3): 460–465]

Key words: *Silurus soldatovi*; *Silurus asotus*; digestive gland; post-embryonic development; yolk

Corresponding author: PAN Wei-zhi. E-mail: byfish@0451.com

图版 I 说明

1. 出膜 1 天的杂交 F_1 纵切, $\times 60$; 2. 出膜 2 天的怀头鲢纵切, $\times 40$; 3. 出膜 2 天的杂交 F_1 纵切, $\times 40$; 4. 出膜 2 天的贴纵切, $\times 40$; 5. 出膜 2 天的杂交 F_1 纵切, $\times 40$; 6. 出膜 3 天的杂交 F_1 纵切, $\times 60$; 7. 出膜 3 天的怀头鲢纵切, $\times 60$; 8. 出膜 3 天的怀头鲢纵切, $\times 60$; 9. 出膜 4 天的杂交 F_1 纵切, $\times 40$; 10. 出膜 5 天怀头鲢纵切, $\times 60$; 11. 出膜 9 天的贴纵切, $\times 40$; 12. 出膜 16 天杂交 F_1 横切, $\times 60$; 13. 出膜 1 天的杂交 F_1 纵切, $\times 60$; 14. 出膜 2 天的贴纵切, $\times 60$; 15. 出膜 2 天的杂交 F_1 纵切, $\times 40$.

AY—已吸收的卵黄物质; BC—血细胞; BD—胆管; BS—窦状隙; Bv—血管; DT—消化管; E—食道; GB—胆囊; HI—头部; H2—心脏; HC—肝细胞; HS—肝血窦; HCA—肝细胞团; HPV—肝门静脉; I—肠; L—肝脏; P—胰脏; PD—胰管; LP—肝脏原基; PI—胰岛; S—胃; Y—卵黄; YS—卵黄囊。

Explanation of Plate I

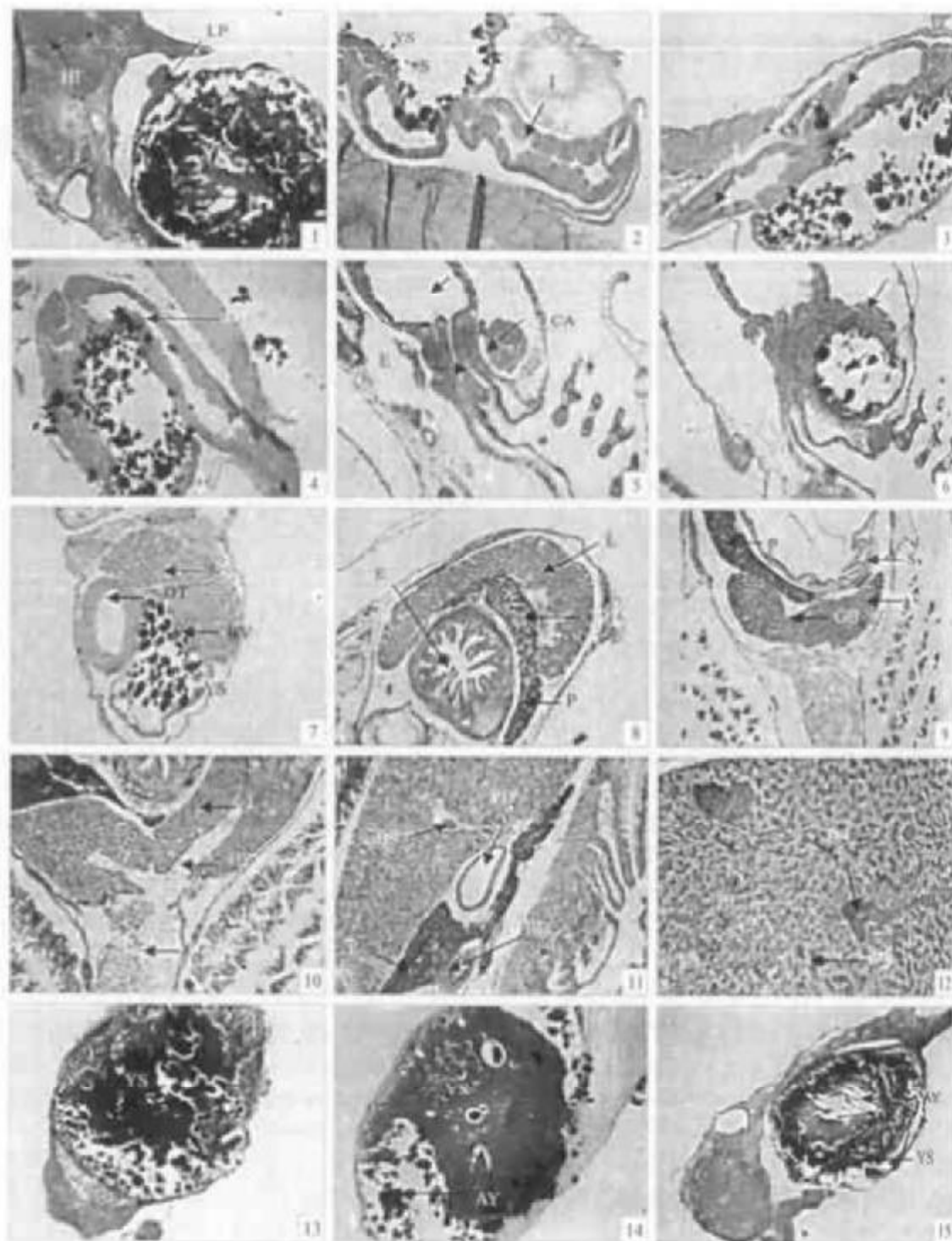
1. Longitudinal section, one-day-old hybrid catfish, $\times 60$; 2. Longitudinal section, two-day-old *Silurus soldatovi*, $\times 40$; 3. Longitudinal section two-day-old *Silurus asotus*, $\times 40$; 4. Longitudinal section, two-day-old hybrid catfish, $\times 40$; 5. Longitudinal section, two-day-old hybrid catfish, $\times 40$; 6. Longitudinal section, two-day-old hybrid catfish $\times 60$; 7. Longitudinal section, three-day-old *Silurus soldatovi*, $\times 60$; 8. Longitudinal section, three-day-old *Silurus soldatovi*, $\times 60$; 9. Longitudinal section, four-day-old hybrid catfish, $\times 40$; 10. Longitudinal section, five-day-old *Silurus soldatovi*, $\times 60$; 11. Longitudinal section, nine-day-old *Silurus asotus*, $\times 40$; 12. Longitudinal section, six-day-old hybrid catfish, $\times 60$; 13. Longitudinal section one-day-old hybrid catfish, $\times 60$; 14. Longitudinal section, two-day-old *Silurus asotus*, $\times 60$; 15. Longitudinal section, fifteen-day-old hybrid catfish, $\times 40$.

AY—Absorbed yolk; BC—Blood Corpuscle; BD—Bile Duct; BS—Blood Sinusoid; Bv—Blood Vessels; DT—Digestive Tube; E—Esophagus; GB—Gall Bladder;

HI—Head; H2—Heart; HC—Hepatic cell; HS—Hepatic Sinusoid; HCA—Hepatic Cell; HPV—Hepatic Portal Vein; I—Intestine; L—Liver; P—Pancreas; PD—Pancreatic Duct; LP—Liver Anlage; PI—Pancreatic isle; S—Stomach; Y—Yolk; YS—Yolk Sac.

关海红等: 怀头鲶、鲶及其杂交 F_1 肝、胰脏胚后发育及卵黄吸收方式

GUAN Hai-hong et al: Post-embryonic development of liver and pancreas and absorption of yolk in *Silurus soldatovi*, *Silurus asotus* and F_1



图版 I Plate I

(图版 I 说明见第 464 页 Explanation of Plate I at page 464)