

文章编号: 1000-0615(2003)02-0177-06

• 研究简报 •

史氏鲟及杂交鲟仔鱼消化系统的组织学

叶继丹, 刘红柏, 赵吉伟, 孙大江, 关海虹
(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 哈尔滨 150070)

关键词: 史氏鲟; 杂交鲟; 仔鱼; 组织学; 消化器官

中图分类号: S917 文献标识码: A

Histological studies on the digestive system development of the larvae of *Acipenser schrenski* and *Huso huso* ♀ × *A. schrenski* ♂

YE Ji-dan, LIU Hong-bai, ZHAO Ji-wei, SUN Da-jiang, GUAN Hai-hong
(Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070, China)

Abstract: Larval digestive organs of Amur sturgeon, *Acipenser schrenski* and hybrid sturgeon (*Huso Huso* ♀ × *A. schrenski* ♂) hatched out at 17~21 °C were successively observed under Olympus microscope after being sectioned. Histological development of yolk sac, pharyngeal cavity, esophago, stomach, intestine, pyloric caecum, liver and pancreas is described. It shows that the development of the digestive organs of the two fishes is similar to several other Acipenseridae fishes. Characters of the digestive organs about the two fishes and the relationships among earlier development period, ingestion, digestion and absorption are discussed.

Key words: *Acipenser schrenski*; *Huso huso* ♀ × *A. schrenski* ♂ larva; histology; digestive organs

史氏鲟(*Acipenser schrenski* Brandt), 系黑龙江的特产鱼类。我国早在 1957 年就成功地进行了史氏鲟的人工繁殖, 并获得少量鱼苗。后来又黑龙江建立了史氏鲟增殖放流站。20 世纪 80 年代末 90 年代初, 有关单位还开展了池塘养殖、饵料生物学以及鲟鳇杂交等方面的研究^[1]。近年来史氏鲟的人工养殖发展迅速, 但在史氏鲟人工饲料的驯化养殖上仍然存在较多问题, 了解史氏鲟及其与鳇(*Huso huso*) 的杂交种仔鱼的消化系统发育可为鲟幼鱼的养殖及营养研究提供科学依据和参考。有关鲟类早期生活史的研究, 国内外都有过一些报道^[2-5], 但多是从生态学和形态学角度开展研究, 而关于鲟科鱼类消化道的胚后发育组织学研究还较少, 至今未见有关史氏鲟和杂交鲟的类似报道。

1 材料与方 法

实验用史氏鲟系黑龙江水产研究所人工繁殖个体, 杂交鲟亦为本所以史氏鲟与鳇人工杂交繁殖所得。仔鱼出膜 24h 后开始采样, 5d 后起隔天采样。样品用 Bouin 氏液固定, 石蜡包埋(较大个体先脱钙), 分别进行纵、横方向连续切片, 切

收稿日期: 2002-04-04

资助项目: 国家“九五”攻关项目(96-008-01-01-06)

作者简介: 叶继丹(1966-), 男, 湖北新洲人, 博士, 副研究员, 主要从事鱼类营养研究。Tel: 0451-4607274, E-mail: yjdwk@mail.hl.

片厚度 7 μ m, H-E 染色, 中性树胶封片, Olympus 显微镜下观察, 照像。

2 结果

2.1 卵黄囊

刚孵出的史氏鲟全长 9~11mm, 卵黄囊长径达 3.2~3.4mm。刚孵出的杂交鲟稍长, 全长为 10~12mm, 卵黄囊长径大约为 3.3~3.5mm。孵出后的 2d 内卵黄囊壁均很薄, 为单层立方上皮, 其上布满血管。3~4d 仔鱼的卵黄囊背部及两侧开始出现凹陷并随时间增长而逐渐加深(图版-1), 卵黄物质逐渐被消化成油滴吸收, 囊内空隙增大(图版-2)。同时卵黄囊壁前部与食道、后部与肠管相接处囊壁逐渐变厚且产生皱褶, 细胞逐渐变为柱状形成纹状缘并有空泡化现象, 且逐渐增多, 卵黄囊壁逐渐分化为胃及前肠的消化道壁, 至孵出 10d 左右时卵黄被完全吸收。

2.2 口及咽

口及咽为消化道发育较早的部分, 杂交鲟的口裂较史氏鲟的稍大。两者均在第 2~3 天时, 口腔的组织结构出现分化, 其表面为 2~3 层扁平上皮细胞, 细胞呈扁圆形, 核椭圆, 基层为单层柱状或立方上皮细胞, 固有膜薄, 粘膜下层不发达。出膜 3d 以后, 其表面的乳突状细胞及细胞的空泡化结构均增多(图版-3), 且此现象随发育天数增加而增多, 至出膜 9~10d 时又渐减少至消失。杯状细胞自 5d 开始出现并渐增多(图版-4), 上皮细胞又逐渐均一化为扁圆形细胞, 且厚度增加, 其下为很薄的固有层及粘膜下层, 再下为肌层。肌层发生较迟, 大约在 3~4d 时可见下颌形成的肌层, 为横纹肌, 上颌的肌层出现较晚且较下颌不发达。史氏鲟及杂交鲟的仔鱼口中具颌齿, 杂交鲟在出膜后 7~8d, 史氏鲟在 8~10d 左右先在下颌发生下颌齿, 但被包埋在组织中, 未露出, 以后相继生长出前颌齿及上颌齿, 舌中亦具舌齿, 并相继从组织中露出。史氏鲟及杂交鲟口中均具不游离舌(图版-5), 舌的组织结构在出膜 3d 左右时尚未分化明显, 其表面为复层扁圆形上皮细胞, 其中还有乳突状细胞, 并有细胞空泡化现象, 其下为均匀排列的柱状上皮细胞, 再下为较厚具有大的圆核的椭圆形细胞。二者出膜 5d 时可见舌部肌层发生。显微镜下观察出膜 7d 的杂交鲟舌组织结构表面是粘膜上皮, 其下依次为粘膜下层及肌层。以后舌的表面出现味蕾。发育 10d 后, 舌的变化并不十分明显, 仅肌层随日龄增长而渐趋发达。

鱼类的口及咽分化不明显, 统称为口咽腔, 而咽前部的结构与口类似。史氏鲟及杂交鲟的咽中后部上皮层较口腔稍薄, 为紧密排列的 2~3 层复层上皮细胞, 表层细胞呈柱状或立方状, 表面具纤毛, 下层为形状不规则的细胞。咽部的上皮粘膜随日龄变化不大。咽部的肌层发生大约在 5d 左右, 为环形肌。纵行肌发生较迟, 在 13d 以后, 不发达。咽前部平滑少皱褶, 至 5d 后, 后端则出现较大的皱褶, 其粘膜上皮较前端稍厚, 结构大体相同。

2.3 食道

出膜后 2~3d 的仔鱼食道短而狭小, 尚未形成明显皱褶, 只内壁稍有隆起, 其表面为 3~4 层复层上皮细胞, 表层细胞较高, 为柱状, 核椭圆, 下面几层细胞为多角形, 是典型的复层上皮组织。固有膜不明显, 粘膜下层不发达, 其外被一层薄薄的浆膜。观察 3~4d 的杂交鲟和史氏鲟均发现其食道粘膜上皮细胞空泡化明显。食道肌层组织在 5~6d 时发生, 为环形平滑肌, 观察出膜后 17d 的杂交鲟有纵肌束, 但不发达。出膜 7d 时, 粘膜上皮的细胞空泡减少而杯状粘液细胞增多。7~8d 的仔鱼食道粘膜下层稍增厚具 5~6 条纵褶, 上皮细胞为柱状紧密排列, 表面纹状缘明显。至 11d 时, 细胞空泡完全消失, 粘液细胞增多, 粘膜下层增厚, 肌层也稍增厚(图版-6)。13d 时, 纵褶为 8~9 个, 食道宽度增加明显。17d 的仔鱼食道分化明显, 由内而依次为粘膜上皮, 固有膜, 粘膜下层, 肌层及浆膜。以后除纵行肌(不发达)的发生外食管的变化不明显。

2.4 胃

相对于消化道的其它部位, 胃的分化较晚, 出膜后第 5 天左右, 可见卵黄囊后部胃的雏型显现, 其后端与前肠以一狭小的管腔相连接。观察出膜 7d 的胃壁切片, 其构成为, 内表面的粘膜上皮及固有膜、粘膜下层、肌层以及外层的浆膜。胃的粘膜上皮由单层柱状上皮组成, 核为长圆形, 表面具纹状缘, 并且上皮细胞有空泡化现象(图版-7), 胃前端的上皮细胞较后部排列更为紧密, 其皱褶也较紧密, 胃内可见未吸收的卵黄物质。刚形成的胃的固有膜及粘膜下层不发达, 但肌层较消化道其它部位厚(图版-8), 为环形肌, 尚未见纵行肌。出膜第 9 天左右的杂交鲟其胃已分化为贲门胃及幽门胃。贲门部胃入口处, 细胞空泡有所减少, 肌层发达, 有很厚的环形肌。胃体部可清楚观察许多胃腺泡(图版-9), 是由

单层立方上皮环形排列组成的,核大,椭圆形。胃体及幽门胃壁薄,细胞高度较贲门小,内壁具纹状缘,环肌层也较薄,随着胃腺的进一步发育,细胞空泡减少,粘膜表面开始产生杯状细胞。11d左右的杂交鲟胃径增大明显,肌壁随之变薄,贲门部细胞的空泡基本消失,胃体部尚有一些,且具杯状细胞,表面粘液丰富(图版-10),胃腺发达,幽门胃亦有许多胃腺泡,胃底部形成胃盲囊,盲囊内亦有腺体。出膜13d,幽门出口与十二指肠相连处肌层明显增厚(图版-11)。出膜15d的杂交鲟胃腺已有一部分开口于粘膜上皮处,胃腺更加丰富,细胞的空泡化现象及杯状细胞均逐渐消失。发育至19d的杂交鲟在胃体回旋处有纵行肌产生,贲门部固有层及粘膜下层较发达,有9~10条大的纵褶,胃体及幽门处纵褶不明显,粘膜层表现为许多凹陷。随着仔鱼的发育,胃部肌层及血管、淋巴和神经更加发达。但在21d后并未出现明显的变化。

2.5 幽门盲囊

杂交鲟出膜后8~9d,史氏鲟9~10d,前肠与胃交界处出现一个幽门盲囊,开口于前肠起始处,为肠壁外凸起形成的囊状结构,其内壁由紧密排列的单层柱状上皮细胞组成,具纹状缘,核椭圆,其外被很薄的环形肌层及浆膜层(图版-12)。发育至11~12日龄的仔鱼其囊壁向内发生凸起,形成皱褶且逐渐延长,近似将盲囊分成两个,皱褶的粘膜上皮下层致密结缔组织的固有膜。随着仔鱼的发育,皱褶数增多,至15日龄左右已有8~10个皱褶,肌层亦明显增厚。以后皱褶逐渐增加,将幽门盲囊分成数个小的盲囊。

2.6 肠

杂交鲟及史氏鲟仔鱼的消化系统发育中,肠的分化较早。刚出膜1d的仔鱼即可见其后腹内的螺旋状瓣状的肠管,短而狭小,仅有2~3个螺旋状的凹陷,其内壁由单层柱状上皮细胞组成,核为椭圆形,位于上皮细胞基部,表面尚不具纹状缘,未见有粘膜下层及肌层,其外仅被1层浆膜。3d的仔鱼肠壁上的凹陷已有4~5个,肠内壁产生突起,有突起已形成皱褶,其下为结缔组织形成的固有膜,上皮细胞有空泡化现象。出膜后第4d,肠道(中、后肠合称瓣肠)处形成1个完整的螺旋瓣状结构及6个凹陷。中肠前部细胞空泡化现象较多,后部细胞空泡亦明显,中间这种现象还较少,中肠前部已有小肠绒毛状结构出现。前肠(亦称十二指肠)分化较晚,大约在4~5d左右,前部以一小孔与幽门胃相通。5d以后,中肠前部小肠绒毛结构逐渐增多,其表面为单层柱状上皮粘膜突起形成的皱褶,具纹状缘,皱褶中心为致密结缔组织形成的固有膜,粘膜下层不发达,中肠中、后段上皮有许多突起及皱褶形成,细胞较前肠高,固有膜及粘膜下层均不发达,中段也开始出现绒毛结构,后部没有观察到。随着仔鱼的发育,完整的肠管螺旋瓣结构增多,肠管壁已有环形肌发生。7d的仔鱼,前肠腔迅速增大(图版-13),肠上皮出现杯状细胞,螺旋褶处细胞空泡化现象及杯状细胞较其它多,直至11d亦很明显(图版-14)。出膜9d的仔鱼,前肠前端分化出幽门盲囊(图版-15)。13d左右的仔鱼肠上皮空泡化现象减少或消失,代之以杯状细胞,绒毛状结构逐渐增多,肌层增厚,仍为环形肌,纵行肌的发育较晚。

2.7 直肠

出膜4d左右的仔鱼,肠与直肠间出现分化,直肠上皮细胞较高,直肠内具纵褶数个,粘膜下层及肌层均不发达,直肠内有黑色的物质。至5~6d,直肠上皮细胞空泡化现象增多,至17~19d左右又基本消失,杯状细胞形成。观察出膜11d的直肠,具纵褶9个,上皮细胞具纹状缘,直肠肌肉为环形肌,近肛门处有横纹肌形成,且此处粘膜为复层扁平上皮(图版-16)。

2.8 肝脏及胰脏

史氏鲟出膜后36h左右即可在心脏后方,卵黄囊的腹面观察分化出的肝细胞团。2~3d的史氏鲟及3d的杂交鲟仔鱼肝脏未分叶,肝细胞为多角形,核大而圆,核仁亦较大,肝细胞团内毛细血管丰富,细胞团其外被结缔组织形成的浆膜(图版-17)。发育至第5天的肝脏增大迅速,几乎占据腹腔前部,肝分为两叶,右叶较大,肝细胞团内出现小的腔隙,形成肝细胞索(图版-18)。两种仔鱼出膜后8~10d左右,可见肝内胆管与前肠前端相通,胆管由单层立方上皮组成,胆囊位于肝脏后下方,球状,壁薄。11~13d的仔鱼肝细胞之间的窦状腔隙增大,肝细胞呈索状排列,其内的结缔组织增多,有些与其外的浆膜相连,肝细胞窦间空泡增多。出膜17d左右的仔鱼肝脏内有肝静脉,肝动脉及毛细血管,肝细胞内脂肪及糖元颗粒丰富(切片下可见细胞内产生空泡及嗜伊红颗粒)。

史氏鲟及杂交鲟仔鱼出膜后4~5d胃及前肠交界处分化出胰脏,最初为一细长的胰细胞组织,细胞形状不规则,核呈球形,杂交鲟比史氏鲟较早出现染成深红色的酶原颗粒,在出膜6~7d左右。胰脏随日龄逐渐增大(图版-10),且分为外分泌部及内分泌部,有胰管及腺腔。

3 讨论

史氏鲟及杂交鲟消化系统胚后发育与大多数鲟科鱼类相似,其发育过程中先后出现螺旋瓣肠,胃及幽门盲囊等结构,为典型的鲟科鱼类消化器官发育^[3]。鲟的胰脏作为独立的器官,并不形成肝胰脏,只有很少部分弥散在肝脏中,但在仔鱼发育阶段未明显观察到这一现象,史氏鲟及杂交鲟的幽门胃有胃腺,这与某些有胃鱼不同,有报道指出真鲟仔鱼幽门区无胃腺^[6],但有人研究罗非鱼的幽门区有多细胞腺^[7],由于目前研究鲟类的消化系统胚后发育组织学的报道较少,尚无法断定这是否为鲟类共有的特征。

史氏鲟和杂交鲟的消化系统发育也有许多不同于其它鲟科鱼类的地方。中华鲟的仔鱼末期胃为乙型,达氏鲟的胃为J型^[3],史氏鲟的胃与中华鲟稍有类似,只是前端较圆,而杂交鲟的胃部比史氏鲟较直较长。史氏鲟瓣肠有7个螺旋瓣,其形成螺旋瓣的凹陷在发育初期即全部可见,而中华鲟的瓣肠内有9个螺旋瓣,达氏鲟有8个左右^[3]。杂交鲟亦为7个。所见报导的鲟科鱼类均具螺旋瓣肠结构^[3,4],这是鲟科鱼类特有的结构,可弥补鲟鱼肠道较短的不足,有利于食物的消化吸收。不过,不同种的鲟的螺旋瓣数目的差异尚待研究。杂交鲟由于是鲟鲤杂交鱼,鲤在个体上较大且食性较史氏鲟凶猛^[8],因此它与史氏鲟的发育也有一些差异,在某些器官开始出现分化的时间上不同,如幽门盲囊及肝脏等。

史氏鲟及杂交鲟仔鱼发育过程中,整个消化道都曾出现过细胞空泡化现象,但随着仔鱼消化系统的发育又逐渐减少。有日本学者曾报道此空泡为脂肪泡^[9],但消化道不同部位的这种结构可能性质并不一样,也有人研究草鱼消化道粘膜中的这种空泡结构,认为它是另一种粘膜液分泌细胞并且在成体中亦有^[10]。但我们观察到在仔鱼发育到一定时期时这种现象即消失,只是各个部位消失的时间稍有不同,通常在卵黄囊消失之后,因此我们认为它同仔鱼的营养期有关。刘建虎等^[11]推测这种结构的存有助于食物和卵黄的消化及其残留物排放,而它存在的时期正是仔鱼的内源性营养末期及整个混合营养时期,因此它很可能是仔鱼期由于消化道发育尚不完善而产生的一种对营养物质分解和吸收的机制。从卵黄的营养成分及鲟仔鱼的食性(自然环境中以浮游动物为食^[8])来看这种分泌细胞有助于脂肪及蛋白质的消化。马爱军和雷霖霖^[12]指出,杯状细胞协同消化酶参与消化。我们观察到史氏鲟仔鱼瓣肠上皮细胞空泡化现象在出膜13d时已大部分或全部代之以杯状细胞,而且绒毛状结构增加明显,预示13d以后的史氏鲟仔鱼已基本具有真正意义上的消化功能。但由于本实验没有相应进行组织酶学的测定,各个消化器官酶的分泌与分布情况如何,消化道组织发育与酶的产生有何关系等等仍不甚清楚,因此,目前还不能对已观察到的某些结果做出更为精细的解释。

鲟的卵黄囊在其胚后发育过程中起着重要作用。有报道认为尼罗罗非鱼仔鱼肠道参与了卵黄的吸收过程^[7]。对出膜3~5d的杂交鲟及史氏鲟在光镜下都观察到了其卵黄囊后端出现粘膜及皱褶的现象,并且分化出前肠,此时在前肠腔内即观察到了卵黄及其分解的油滴,随后这种现象出现在中肠中,这说明肠道从此时起可能已开始参与卵黄物质的代谢,在后肠及直肠中出现的黑色物质很可能是卵黄代谢产物。黄德祥^[4]在达氏鲟的早期发育中也观察到了这一现象。在5d左右的仔鱼胃中也可看到卵黄物质,且较肠道中的多,说明卵黄物质从胃部开始逐渐被吸收。

对史氏鲟的研究发现在其出膜第7天喂以饵料,仔鱼即有摄食动作^[5],我们通过组织学观察到史氏鲟及杂交鲟的消化道在5~10d的发育变化最为明显,在这个阶段其颌齿的发生,肝脏迅速增大,胃的明显分化等特点以及咽后部消化道肌肉组织的发生和上面所述的粘液分泌细胞的出现都在这个阶段,这一阶段正是卵黄囊逐渐消失、各个消化器官不断发育完善的剧烈变化时期,表明史氏鲟消化器官在此阶段已初步具备从内源营养向外源营养过度的组织结构基础。由此可见,仔鱼开口摄食与其消化器官的发育之间在时间上存在较为明显的同步性关系。史氏鲟和鲤为同科不同属,它们的生理特点、生态习性相近,其杂交种的外部形态介于它们之间^[8],因此杂交鲟仔鱼在发育上与史氏鲟十分类似。

参考文献:

- [1] Sun D J, Qu Q Z, Ma G J, et al. Research status and prospect for artificial culture of Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* [J]. J Fish Sci China, 1998, 5(3): 108-111. [孙大江, 曲秋芝, 马国军, 等. 史氏鲟人工养殖现状与展望[J]. 中国水产科学, 1998, 5(3): 108-111.]
- [2] Д е т л а ф Т А. Embryonic development of sturgeons and their cultivation [M]. Beijing: Science Press, 1958. [杰特拉弗 T A. 鲟鱼类的胚胎发育与其养殖问题[M]. 北京: 科学出版社, 1958.]
- [3] The Changjiang Aquatic Resources Survey Group of Sichuan Province. The biology of the sturgeons in Changjiang and their artificial propagation [M]. Chengdu: Sichuan Scientific and Technical Press, 1988. [四川省长江水产资源调查组. 长江鲟鱼类生物学及人工繁殖研究[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1988.]
- [4] Huang D X. Observations on the development of the digestive system and the feeding habit of the fry of *Acipenser dabryanus* Dumeil [J]. J Fish China, 1980, 4(3): 285-293. [黄德祥. 达氏鲟仔鱼消化系统的发育及摄食初期食性的初步研究[J]. 水产学报, 1980, 4(3): 285-293.]
- [5] Liu H B, Song S X, Sun D J, et al. Embryonic and larval development of Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* [J]. J Fish Sci China, 2000, 7(3):

- 5- 10. [刘红柏, 宋苏祥, 孙大江. 等. 史氏鲟的胚胎及胚后发育研究[J]. 中国水产科学, 2000, 7(3): 5- 10.]
- [6] Yang W D, Zhai Y X, Liu H L. Studies on the histology of postembryo development of digestive organ on red sea bream, *Pagrus major* [J]. J Dalian Fish Univ, 15(1): 10- 16. [杨为东, 翟玉香, 刘焕亮. 真鲷消化器官胚后发育组织学研究[J]. 大连水产学院学报, 2000, 15(1): 10- 16.]
- [7] Zhao B S. Histological observations on the development and differentiation of prophase organs of larvae of tilapia *Oreochromis nilitias* (L). J Dalian Fish Univ, 1984, 4(2): 21- 26. [赵宝生. 尼罗罗非鱼仔鱼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.]
- [8] Zhang J M. Heilongjiang fish fauna[M]. Harbin: Heilongjiang Scientific and Technological Press, 1995. 24- 28. [张觉民. 黑龙江鱼类志[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1995. 24- 28.]
- [9] Japanese Society of Fisheries Science. Ingestion and development of fry fishes[M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Press, 1979. 1- 19. [日本水产学会. 稚鱼的摄食和发育[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979. 1- 19.]
- [10] Ni D S, Hong X F. Histological structure of digestive tract of grass carp *Ctenopharyngodon idella* [J]. Arch Hydrobiol Sin, 1963, 3: 1- 25. [倪达书, 洪雪峰. 草鱼消化道组织学结构[J]. 水生生物学集刊, 1963, 3: 1- 25.]
- [11] Liu J H, Ye Y T, Wang X W, et al. Post embryogenic developmental histology of digestive tract of *Silurus soldatovi meridionilis* Chen [J]. J Fish Sci China, 1999, 1: 18- 23. [刘建虎, 叶叶土, 王学文, 等. 南方大口鲶消化管胚后发育组织学研究[J]. 中国水产科学, 1999, 1: 18- 23.]
- [12] Ma A J, Lei J L. Anatomical and histological studies on the tract of juvenile *Pagrosomus major* [J]. J Fish Sci China, 1999, 6(2): 22- 25. [马爱军, 雷霖霖. 真鲷幼鱼消化道组织学研究[J]. 中国水产科学, 1999, 6(2): 22- 25.]

图版说明 Explanation of Plate

1. 5d 史氏鲟仔鱼卵黄囊出现分隔, $\times 66$; 2. 示 5d 杂交鲟卵黄内产生的大吸收空泡, $\times 26$; 3. 5d 史氏鲟仔鱼口腔上腭横切, a. 复层上皮细胞, b. 杯状细胞, c. 细胞空泡结构, $\times 264$; 4. 7d 杂交鲟口咽腔纵切, 示粘膜上皮、杯状细胞及空泡结构, $\times 264$; 5. 3d 杂交鲟头部横切, 示不游离舌, $\times 26$; 6. 11d 杂交鲟食道横切, $\times 66$; 7. 7d 史氏鲟胃部纵切, a. 卵黄, b. 肌肉组织, c. 粘膜上皮及细胞空泡结构, $\times 66$; 8. 7d 杂交鲟纵切, a. 卵黄, b. 贲门胃, c. 前肠, $\times 99$; 9. 11d 史氏鲟腹腔纵切, a. 胃, b. 胰, c. 肠, d. 肝脏, e. 鳔, $\times 66$; 10. 11d 史氏鲟胃粘膜表面, a. 胃粘膜上皮, b. 胃腺, c. 粘液, d. 杯状细胞, $\times 264$; 11. 13d 史氏鲟幽门胃与前肠相通处纵切, a. 幽门胃, b. 前肠, $\times 66$; 12. 11d 史氏鲟幽门盲囊纵切, $\times 264$; 13. 7d 史氏鲟的瓣肠结构, $\times 66$; 14. 11d 史氏鲟中肠横切, a. 肠螺旋瓣处, 示许多细胞空泡结构, b. 肠内尚未消化的食物, $\times 66$; 15. 11d 杂交鲟腹腔横切, a. 肝脏, b. 幽门胃, c. 贲门胃, d. 前肠, e. 幽门盲囊, f. 胰脏, $\times 26$; 16. 9d 杂交鲟肛门处直肠横切, $\times 26$; 17. 5d 史氏鲟肝脏纵切, $\times 66$; 18. 7d 杂交鲟肝脏, $\times 66$
1. Yolk-sac of 5-d-old Amur sturgeon, $\times 66$; 2. Absorptive vacuoles in yolk-sac of 5-d-old hybrid sturgeon, $\times 26$; 3. Transverse section of upper palate of 5-d-old Amur sturgeon, a. stratified epithelium cells, b. goblet cell, c. vacuole, $\times 264$; 4. Longitudinal section of oropharynx cavity of 7-d-old hybrid sturgeon, showing mucosal epithelium, goblet cell and the vacuole structure, $\times 264$; 5. Transverse section of oral cavity, showing immobile lingua of 3-d-old hybrid sturgeon, $\times 26$; 6. Transverse section of Esophageal tract of 11-d-old hybrid sturgeon, $\times 66$; 7. Longitudinal section through stomach of 7-d-old Amur sturgeon, a. yolk, b. muscle tissue, c. mucosal epithelium and vacuole structure, $\times 66$; 8. Longitudinal section of 7-d-old hybrid sturgeon, a. yolk, b. cardiac stomach, c. foregut, 99; 9. Longitudinal section through abdominal cavity of 11-d-old Amur sturgeon, a. stomach, b. pancreas, c. intesting, d. liver, e. swim bladder, $\times 66$; 10. Gastric mucosa of 11-d-old Amur sturgeon, a. gastric mucosal epithelium, b. gastric gland, c. mucus, d. goblet cell, $\times 264$; 11. Longitudinal section through pylora-stomach and foregut, a pylora-stomach, b. foregut, $\times 66$; 12. Longitudinal section through pyloric caecum of 11-d-old Amur sturgeon, $\times 264$; 13. Valve-intesting of 7-d-old Amur sturgeon, $\times 66$; 14. Transverse section midgut of 11-d-old Amur sturgeon, a. spiral valve of intesting, showing vacuole structure, b. undigestive diet in intesting, $\times 66$; 15. Transverse section through abdominal cavity of 11-d-old hybrid sturgeon, a. liver, b. pylora-stomach, c. cardiac stomach, d. foregut, e. pyloric caecum, f. pancreas, $\times 26$; 16. Transverse section through anus of 9-d-old hybrid sturgeon, $\times 26$; 17. Longitudinal section through liver of 5-d-old Amur sturgeon, $\times 66$; 18. Liver of 5-d-old hybrid sturgeon, $\times 66$



图版 Plate