

白鲢幼鱼消化器官的发育生长

林浩然

(生物系)

前言

白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix* (Cuv. et Val.))是我国平原鱼类区系的典型代表,亦是一种优良的淡水养殖鱼类。近几年来,由于人工催产,人工授精和人工孵化的成功和推广,各地都在孵化和培育鱼苗,积累了不少经验。白鲢从胚胎孵出卵膜到仔鱼发塘饲养,一般历时四天,在这个幼鱼时期,身体各个器官系统进一步生长发育和分化而逐渐趋于完善。研究这方面的问题,特别是消化器官的发育生长,对于生产和教学,都有参考价值。

许多学者曾经研究一些鲤科鱼类幼鱼消化器官的发育生长,其中对鲤鱼幼鱼的研究比较详细,例如, W. M. Smallwood等(1931,1933)〔13,14〕研究各个消化器官发生与形成的经过;З. В. Красюкова(1958)〔10〕研究肠管粘膜的组织变化与食物组成的关系;А. А. Костомарова(1952)〔9〕研究在饲养与饥饿状况下肠管的发育。对于白鲢幼鱼消化器官的发育生长,除Б. В. Веригин(1950)等〔2,4,5,〕进行形态观察外,其他方面尚很少研究。

因此,我们对白鲢幼鱼由孵化后的卵黄营养期到完全依靠摄食体外有机物的体外营养期间消化器官的发育生长过程进行形态和组织方面的观察研究。

本文在完稿后承蒙中国科学院动物研究所秉志先生指正,谨致衷心的感谢。

材料和方 法

白鲢幼鱼系通过人工催产、人工授精、人工孵化等过程而获得。产卵亲鱼5—6龄。催产剂用由孕妇尿中提取的绒毛膜促性腺激素。人工授精在室外鱼塘进行,水温26—27℃。授精后用河水在室内孵化,水温25—26℃。孵出的白鲢幼鱼在水温24—27℃中发育。孵化后第三天开始给幼鱼投喂池水中的浮游生物。

在白鲢幼鱼发育生长过程中,定时观察其形态构造的变化,并取一部份幼鱼固定与组织切片。固定剂用Bouin氏液和Smith氏液。染色用Delafield氏和Heidenhain氏苏木精染色法。切片厚度6—8微米。

消化器官发育生长的形态观察

刚孵出的幼鱼,全长为5.0—5.2毫米。腹部的卵黄囊很大,长椭圆形,最大直径为0.75毫米。消化器官尚未形成。

孵化后24—28小时,幼鱼全长为5.8—6.2毫米。原始的肠管隐约在卵黄囊背方出现。口裂开始形成,位于头部腹面。

孵化后36—48小时,幼鱼全长为6.8—7.6毫米。卵黄囊逐渐被吸收而缩小,呈狭长形,最大直径为0.45毫米。肠管渐粗,肝脏位肠管前部。肠管最前端背侧出现短细盲囊状的气鳔,口的位置逐渐移到头部前端,下颚能够活动。

孵化后64—72小时,幼鱼全长为7.8—8.4毫米。卵黄囊最大直径缩减为0.35毫米。肠管呈直管状,在气鳔下的一段略为向下弯折,后端以肛門通体外。气鳔充气而呈椭圆形。肝脏体积增大。口腔和咽腔均扩大,鳃弓上形成数枚细小的鳃耙,呈园錐形突起,长12—17微米。

孵化后80—84小时,幼鱼全长为8.6—8.8毫米。肠管粗圆,肠内出现幼鱼摄食的浮游生物。这时幼鱼开始混合营养期。

孵化后第4—5天,幼鱼全长为9.2—9.8毫米。幼鱼依靠体内的卵黄和摄食体外有机物而继续发育生长。其肠管内充满食物,卵黄囊最大直径缩减为0.22毫米。

孵化后第6天,幼鱼全长为9.8—10.8毫米。卵黄囊吸收完毕,幼鱼完全依靠摄食体外有机物而继续发育生长。口腔和咽腔继续增大,鳃耙长度增至54—60微米,肠管前部在气鳔稍后下方弯折而形成第一对肠襻,其上行支较粗,下行支较细。

消化器官发育生长的组织观察

一、消 化 管

口部:全长为6.2—6.4毫米的幼鱼,扁园形的口腔在咽部前方和两眼下方出现,其粘膜上皮由1—2层扁平上皮细胞组成。全长为7.6—8.2毫米的幼鱼,口腔后部粘膜上皮中开始出现少量乳突状味蕾,宽14—16微米,高19—21微米(图1)。全长为8.8—9.4毫米的幼鱼,口腔粘膜上皮略为增厚,由3—4层扁平上皮细胞组成,味蕾增多,常数个结集在一起。全长为9.8—10.8毫米的幼鱼,口腔粘膜上皮继续增厚,但未看到分泌粘液的细胞,味蕾数多且在口腔前部亦有分布。

咽部:全长为5.6—6.0毫米的幼鱼,咽部粘膜上皮由1—2层扁平上皮细胞组成。全长为6.8—7.6毫米的幼鱼,由于软骨性鳃弓和鳃丝的形成,咽部分化为前后

两部分。前咽較寬，下部为鰓弓貫穿，其粘膜上皮由1—2层扁平上皮細胞組成，外周为由网状結締組織組成的粘膜下层。后咽略狹小，呈扁圆形，其粘膜上皮由3—4层扁平上皮細胞組成，外周为粘膜下层和肌肉层，后者由大量橫紋肌纖維組成，在后咽背壁尤为显著，可称为咽部括約肌层（Е. Ф. Еремеева, 1950）〔8〕。

全长为8.2—8.6毫米的幼魚，前咽的粘膜上皮中有少量小丘状味蕾分布，粘膜下层外周形成由橫紋肌纖維組成的肌肉层，厚約35—40微米，且向后逐漸增厚而和后咽的咽部括約肌层連成一片（图2）。鰓弓上部內側形成小圆锥形的鰓耙，組成鰓耙的細胞排列紧密，細胞膜厚，細胞核大而圆，細胞質不很明显，鰓耙基部和包被鰓弓的結締組織相連。后咽粘膜上皮中出現少量分泌粘液細胞和許多味蕾，它們的数量均随着幼魚長大而逐漸增多，咽部括約肌层厚度亦增加。在后咽下方的咽壁中，出現两个圆形細胞团块，直径30—35微米，其細胞近圆形，排列紧密，細胞膜厚，細胞核大而圆，这是咽喉齿的萌芽，它們逐漸分化为每側二、三个，其基部均連接于橫貫咽壁外周的强大橫紋肌束，而后者又連接第五对鰓弓的下端。此外，后咽壁背方的咽部括約肌层向兩側发展而和第五对鰓弓上部相接連。在咽喉齿萌芽形成处略后的后咽背壁，粘膜上皮增厚，由5—8层紧密排列的扁平上皮細胞組成，細胞膜增厚，細胞質和細胞核退化，呈現角化状态，这是咽磨（腭低垫）的萌芽（图3）。

全长为9.4—9.8毫米的幼魚，前咽粘膜上皮中味蕾显著增多，常数个密集于表层；粘液分泌細胞亦略增多，后咽粘膜上皮形成十多个波状皺襞，咽部括約肌层厚度达100—110微米，咽喉齿呈長錐形，斜行貫穿后咽下壁，但未突出于咽壁之外，其細胞呈現角化状态，咽喉齿附近的粘膜上皮中粘液分泌細胞較为丰富，咽磨角化細胞团块厚40—50微米（图13）。

全长为10—10.8毫米的幼魚，咽壁粘膜及括約肌层繼續增厚，味蕾和粘液分泌細胞增多，咽喉齿和咽磨进一步发展。特別明显的变化是鰓弓軟骨从兩側向咽腔背壁延伸，其中第一对鰓弓軟骨显著向內弯折进入咽壁內部，而咽壁組織分化形成特殊的一层隔膜将它包围，因而形成原始的第一对鰓弓的鰓耙管。前咽上壁粘膜层形成不規則的波状皺襞，鰓耙間褶还没有形成（图14）。

食管：全长为7.6—7.8毫米的幼魚，在咽部后端和腸管前端之間可观察到食管的組織构造，其粘膜上皮由2—3层扁平上皮細胞和一些粘液分泌細胞組成；頂板和基膜都不明显。这时，食管前部和后咽的主要区别是：食管較狹少，粘膜上皮較薄，粘液分泌細胞較多，沒有味蕾，肌肉层未形成。食管后部和腸管前部之間向背方外突而分出鰓管；此处的粘膜上皮由複层扁平上皮驟然轉变为单层柱形上皮，頂板和基膜明显（图15）。幼魚全长达8.2毫米时，食管粘膜层形成数个波状皺襞，粘液分泌細胞增多，分布于粘膜层表层，外围可观察到由网状纖維結締組織組成的固有膜和由橫紋肌纖維組成的肌肉层，后者厚度为15—17微米。外膜不明显。全长为8.6—10.8毫米的幼魚，食管的粘膜上皮形成6—8个高13—16微米的皺襞，粘液分泌細胞显著增多，成层地占滿粘膜上皮表层，固有膜薄，形成不明显的乳突，

进入上皮皱襞的空凹处，肌肉层厚度增至30—35微米，可称为食道括约肌层，外膜很薄（图4）。

肠部：全长为5.2—5.4毫米的幼鱼，由卵黄囊的内胚层上皮在其背方开始形成一条未分化的长细胞索，其横切面呈扁圆形，高12—15微米，宽50—55微米，由两层近圆形的细胞组成，当中的空腔不明显。这是原始的肠管（或称为中肠）。全长为5.4—5.6毫米的幼鱼，原始的肠管体积略增大。

全长为6.0—6.2毫米的幼鱼，肠管开始形成宽约2—3微米的狭小肠腔（肠后部的肠腔仍不明显），肠管粘膜上皮为单层柱形上皮细胞组成，细胞宽3—4微米，高在肠前部的为10—12微米，肠后部的仅7—8微米；细胞核大，椭圆形，位于细胞中部，有少数细胞进行有丝分裂，顶板和基膜不明显，外周的间充质很薄（图5）。

全长为7.2—7.6毫米的幼鱼，随着肠管变粗，肠腔亦略增大，粘膜层的柱形上皮细胞高度亦增加，在肠前部为16—20微米，在肠后部为10—15微米，细胞核位于细胞中部稍偏下方，顶板和基膜明显，柱形上皮细胞的有丝分裂活动逐渐加强，尤其是在肠管前部，多数在顶板附近而少数在基膜附近进行，在进行分裂时，细胞核变圆，体积增大，核膜消失，染色体呈深黑色，其周围略为透明，在有丝分裂末期，已形成两个互相分离的细胞核（图6）。

全长为8.0—8.4毫米的幼鱼，肠管粘膜上皮显著增高，一般为24—28微米，上皮细胞的分裂活动继续进行。由于柱形上皮细胞的高度增大和数量增多，粘膜上皮开始形成突入肠腔的皱襞，在肠管前端形成5—6个较低矮的皱襞（图16），在肠管前部增至7—8个，其中5—6个高65—70微米，几乎伸达肠腔中央（图17），在肠管中部，皱襞渐低矮，数目减少（图18），在肠管后部则完全消失，上皮平坦，但在肠管的最后部分，又形成3—4个坡状皱襞，填塞整个肠腔（图19）。肠管粘膜上皮在肠管的前部和中部为典型的单层柱形上皮，游离面呈现明显的纹状缘，细胞核位于上皮基部，但在肠管的后部，每个上皮细胞顶部都呈现空泡状，约占细胞三分之一位置，内含不明显的细小颗粒，它们并不同于杯状细胞，因为杯状细胞占满粘膜上皮的顶端，和周围的上皮细胞界线分明，其内含物以苏木精染色时呈浅蓝色，而柱形上皮细胞内的空泡构造和上皮细胞之间不存在明显的细胞分界，亦不延伸达上皮细胞顶端，和上皮细胞的游离面之间有一段距离，以苏木精染色时光亮透明，不明显着色（图20）。肠管的最后部分，上皮细胞内的空泡构造逐渐消失，单层柱形上皮渐次转变为复层柱形上皮，2—3层细胞核集中于基膜附近，顶部有少数杯状细胞（图19）。间充质在肠管前部分化形成由网状结缔组织组成的固有膜和平滑肌纤维组成的肌肉层，固有膜薄，形成乳突进入粘膜上皮皱襞的空凹处，肠管中部和后部肌肉层不明显。

全长为8.6—9.4毫米的幼鱼，柱形上皮细胞的分裂活动较上一时期略为减少，肠管前部粘膜上皮形成的皱襞增至10—11个，肠管后部粘膜上皮细胞中的空泡构

造十分明显。肌肉层厚度增至12—15微米，并向肠管中部略为扩展，但其本身尚未明显分化为环肌层与纵肌层。外膜很薄，由疏松结缔组织和一层不规则排列的扁平间皮细胞组成。

全长为9.6—10.8毫米的幼鱼，肠管粘膜上皮的显著变化是：柱形上皮细胞的分裂活动随着幼鱼体长增长而渐趋减弱，粘膜上皮中形成少许杯状细胞，以肠管中部较多，在充满食物的肠管中部和后部，柱形上皮细胞中出现许多暗褐色的纺锤形块，位于顶板附近、细胞中部或靠近基膜，有的位于粘膜上皮顶部并突入肠腔中，其宽与上皮细胞相近，其高约为上皮细胞的一半（图21）。肌肉层只在肠管前部和中部形成，仍未扩展达整个肠管。

二、消化腺

肝脏：孵化后3—4小时全长为5.2毫米的幼鱼，原始的肠管前部向左侧腹方突出一个未分化的细胞团块，从横切面看呈扁圆形，比肠管略大，高30微米，宽130—140微米，它由3—5层未分化的细胞组成，细胞圆形，直径4—5微米，细胞核不很明显。这是左侧肝脏原基。

全长为5.4—5.6毫米的幼鱼，左侧肝脏原基向侧方扩展，未分化的细胞增多，细胞核较明显。在左侧肝脏原基稍后的肠管右侧腹方突出另一个略小的细胞团块，是为右侧肝脏原基，它向肠管右侧腹方扩展，逐渐向卵黄右侧转移（图7）。全长为6.0—6.8毫米的幼鱼，左右肝脏原基环绕肠管前部两侧进一步发展，特别是左侧肝脏原基，体积迅速增大。肝脏原基的未分化细胞进行分裂活动。

全长为7.4—7.8毫米的幼鱼，肝脏原基的未分化细胞逐渐发展为多角形的肝细胞，直径6.5—8.5微米，细胞界限尚清楚，细胞核大而圆，位于细胞中央，染色较细胞质为深，肝细胞排列疏松，其间分布一些小血窦或者显出空隙。

全长为8.0—8.2毫米的幼鱼，左侧肝脏大大发展，环绕肠管和卵黄囊，在肠管前部腹方则和右侧肝脏联合，后者环绕肠管前部右侧，向后由于胰脏的形成而渐转移于肠管腹方。肝细胞排列成肝细胞索，它们互相连接成网状，网眼间隙含有充满红血球的血窦，即窦状隙（图8、23）。

全长为8.4—8.6毫米的幼鱼，在肠管前部右侧下方和卵黄囊之间形成椭圆形的胆囊，囊壁由单层方柱形上皮细胞和纤维结缔组织组成。胆囊通过胆管进入肠管前部右侧，胆管腔直径3—4微米，管壁组织构造与胆囊壁相似，在进入肠管之前胆管汇合由肝脏发出的粗短肝管（图9、25）。

全长为10.4—10.8毫米的幼鱼，肝脏环绕肠管前部的两侧和腹方并向肠管中部延伸。肠管前部形成第一对肠瓣后，左侧肝脏便向肠管腹方和右侧转移（图22）。肝细胞继续分化形成，细胞直径7.5—9.5微米，细胞质内含细小颗粒，肝细胞索之间的窦状隙进一步发展，为扁平的内皮细胞所围绕，其形状不规则，大小不一，一般直径约30—40微米，内中充满红血球（图11）。

胰脏：全长为7.8—3.0毫米的幼鱼，在肠管前部右侧肝脏上方，形成一个椭圆形细胞团块，为胰脏原基，胰细胞排列疏松，长锥形，宽3—4微米，高7.5—8.5微米，细胞质染色较深，细胞核圆形或椭圆形，染色较浅，和附近的肝细胞明显不同（图24）。

全长为8.2—8.8毫米的幼鱼，胰脏逐渐发展，环绕肠管前部右侧，取代了原来右侧肝脏后部的位置，并向后延伸。胰细胞继续分化形成，部分排列不规则，部分排列呈泡状，细胞核位于细胞基底部，细胞游离端含有许多细小颗粒，排列密致，呈深紫蓝色，于是，形成原始的腺末房构造，其直径一般为20—30微米（图10）。胰脏中部的一部分未分化细胞形成一个特殊的浅蓝色细胞团块，为胰岛（主岛），它呈椭圆形，周围为薄的纤维结缔组织围绕，胰岛细胞近圆形，直径4.2—4.8微米，细胞质染色较浅，细胞核大而圆，染色较深，胰岛细胞排列不规则，细胞间有少许微细血管分布（图12）。

全长为10.4—10.8毫米的幼鱼，胰脏体积继续增大，且沿肠管向后延伸颇远。肠管形成第一对肠褶后胰脏位于肠管湾折处背侧，并向腹方延伸而环绕肠管下行支前端左侧（图22）。胰腺末房的构造进一步发展，没有观察到它们和肝脏组织混合一起。在胆囊通过胆管进入肠管处似有细小胰管随着进入（图9）。胰岛体积略增大，胰岛细胞未排列形成腺末房构造，细胞质中的分泌颗粒不明显，但细胞之间的微细血管逐渐增多。

讨 论

第一，关于消化器官的发育生长方面：

咽部：白鲢幼鱼咽部括约肌层，咽喉齿和咽磨的发育生长过程和Е.Ф. Ермеева（1950）〔8〕对鲤鱼幼鱼的观察大体相同，都是在混合营养期开始后陆续形成的，咽部粘膜上皮和原始鳃耙管的形成过程和Б.В. Веригин（1957）〔6〕的观察相似。

食管：白鲢幼鱼的食管在肠管前部和后咽后部之间逐渐分化形成，它和肠管前部的分界非常明显，但和后咽后部的分界需在幼鱼较后的发育过程中才逐渐清楚，所以，很可能后咽和食管在消化管最初的分化阶段还未明显区分，以后才渐次形成各自的组织构造特征。

肠部：白鲢幼鱼肠部的发育生长过程和W. M. Smallwood与M. L. Smallwood（1931）〔13,14〕、З. В. Красюкова（1958）〔10〕、А. А. Костомарова（1962）〔9〕等人对鲤鱼幼鱼的观察大体相似，值得讨论的问题是：

1. 白鲢幼鱼由卵黄营养末期到混合营养末期（全长由7.2毫米增至9.6毫米）肠管粘膜柱形上皮细胞处于有丝分裂时期，细胞数目显著增多，与此同时，上皮细胞高度亦由16.5—19.5微米增至24—29微米。所以，在这个时期粘膜上皮面积显著增

加与皺襞的形成和上皮細胞数量增多及其体积增大都有关系。

2. 和鯉魚幼魚及其他魚類一樣, 白鮰幼魚腸管后部的粘膜层上皮細胞中形成明显的空泡結構。对于它們的形成与作用, 有各种解释。M. D. Rogick (1931) [12] 把 *Campostoma anomalum* (Rafinesque) 的这种空泡結構看做是正在形成的早期的杯状細胞, J. A. Mc Vay 和 H. W. Kaan (1940) [11] 认为鮰魚的这种空泡結構不可能是正在形成中的杯状細胞, 因为没有看到它們之間的过渡形式; 他注意到剛投喂食物就杀死固定的魚, 空泡結構非常明显, 而飢餓的魚却相反, 于是, 他推测空泡的形成与作用是和腸管的消化吸收机能有关, Н. Г. Гербильский (1954) [7] 认为幼鮰的这种空泡是脂肪性物質, З. В. Красюкова (1958) [10] 认为幼鮰的这种空泡中含有且白質性质的暂时性营养物質顆粒, 它們只存在于幼魚, 是对暂时性不良营养条件的适应, А. А. Костомарова (1962) [9] 对比了投喂飼料与飢餓处理的幼鮰腸管后段的組織构造后, 认为这种空泡构造的形成和幼魚消化机能有关, 因为飢餓处理的魚, 空泡不明显, 同时, 它們的形成不取决于幼魚的年齡, 而主要取决于消化管在固定时是否处于积极消化与吸收食物的状态。我們的观察亦表明白鮰幼魚腸管后部粘膜上皮細胞中空泡构造的形成很可能和营养状况有密切联系, 例如, 全长 8.4—8.6 毫米的幼魚开始形成这种空泡結構, 而这时幼魚正在开始进行混合营养, 摄食体外有机物, 又如, 投喂飼料的幼魚, 空泡明显, 飢餓处理的魚則相反。所以, 我們基本同意 J. A. Mc Vay 和 H. W. Kaan (1940), А. А. Костомарова (1962) 等人上述的見解。但是, 这种空泡构造的形成过程与作用, 仍需进一步研究。

3. 白鮰幼魚腸管粘膜上皮中分泌粘液的杯状細胞很少, 只在腸管中部和最后段有一些, 这和幼鮰显著不同, 可能和白鮰成魚腸管粘膜层中杯状細胞較鯉魚为少 [3] 有联系。

4. 白鮰幼魚在摄食后不久, 腸管粘膜上皮細胞中形成一些紡錘形块, 以腸管的中部和后部为多, 这和 W. M. Smallwood 等 (1931) 对幼鮰的观察有些相似, 但是, 这些紡錘形块和幼魚消化作用的关系怎样, 还需深入研究。

消化腺: 白鮰幼魚消化腺的发育生长过程和 W. M. Smallwood (1933) 等对幼鮰的观察大体相似, 略为不同的是: 白鮰幼魚的右侧肝脏原基出現較迟, 且較短小, 不象幼鮰左右肝脏原基几乎同时形成, 白鮰幼魚在胆囊未形成之前, 肝脏原基已經分化形成許多肝細胞, 并排列成肝細胞索, 胰脏中亦开始形成腺末房构造, 都比幼鮰略早。至于白鮰幼魚的肝脏和胰脏在什么时期开始执行分泌消化酶的机能, 尚待进一步研究。

第二, 关于幼魚消化器官和食性的联系方面:

白鮰幼魚消化器的发育生长和食性有密切联系。在卵黄营养期, 消化器官处于分化和建基阶段, 消化管分化为口部、咽部、食管和腸部, 肝脏和胰脏亦初步形成, 其发育生长的特点是細胞通过有絲分裂增加数量, 組織构造初步建立, 器官占有一定位置, 且体积逐渐增大。到了混合营养期, 消化器官在組織上和机能上进一步分化发

展,例如,口腔粘膜上皮形成许多味蕾,咽部粘膜上皮形成大量粘液分泌细胞和味蕾,咽壁形成发达的咽部括约肌层,原始的咽喉齿和咽磨,肠管前部形成粘膜上皮皱襞和肌肉层等,都和幼鱼摄食,消化和吸收体外有机物相适应。由体外营养期起,由于消化器官机能必需加强,其形态和组织构造亦渐趋完善,例如口腔壁开始形成肌肉层,咽部形成原始的鳃耙管,肠管形第一对肠襟,肠管粘膜上皮细胞中出现紡錘形块,肝脏和胰脏亦进一步发展,等等。所以,孵化后发育到第六天的幼鱼,其消化器官在形态和组织构造方面已大体形成。

但是,体外营养期初期的白鲢幼鱼,在自然环境中主要吃浮游动物的轮虫类和枝角类与桡足类的幼体;对于摄食细小的浮游性植物的适应性还很原始和简单,因此,一些重要的和白鲢食性密切相关的形态构造和组织构造,例如口部和咽部粘膜上皮中丰富的粘液分泌细胞,密致的鳃耙滤过网,螺旋形的鳃耙管和发达的鳃耙间褶,以及非常迂回曲折的肠管等,都要在幼鱼进一步的发育生长过程中才陆续形成。

总 结

1.在24—27℃的水温中,白鲢幼鱼孵化后80—84小时全长为8.6—8.8毫米时,由卵黄营养期过渡到混合营养期,这时,幼鱼除吸收体内卵黄外,还摄食体外有机物。孵化后第6天全长为9.8—10.8毫米时,由混合营养期过渡到体外营养期。

2.白鲢幼鱼的消化器官在卵黄营养期,混合营养期和体外营养期,无论在形态构造,组织构造和机能方面都有显著区别而和各期的营养特点相适应。

3.全长为7.2—7.8毫米的幼鱼,消化管分化为口部、咽部、食管和肠部。消化管粘膜上皮的生长过程是通过细胞有丝分裂和细胞体积增大而进行的,由卵黄营养期后期到混合营养期,主要是由于细胞有丝分裂,细胞体积增大亦起一定作用,在体外营养期初期,主要是细胞体积增大。消化管肌肉层的分化形成主要是在混合营养期和体外营养期初期进行,以咽部、食管和肠管前部较早,口部和肠管中部与后部略晚。

4.消化腺在幼鱼卵黄营养期开始形成。幼鱼全长为5.2—5.4毫米时,肠管前部腹侧先后分化形成左右肝脏原基,全长为7.4—7.8毫米时,肝脏原基中开始分化形成肝细胞,全长为7.8—8.0毫米时,右侧肝脏上方形成胰脏原基,全长为8.2毫米时,胰细胞开始形成腺末房构造,胰脏中部分化形成胰岛,全长为8.4—8.6毫米时形成胆囊,以胆管通入肠管前部右侧。由混合营养期到体外营养期初期,消化腺的组织构造进一步形成,体积亦渐增大,但是,没有观察到它们的分泌机能处于积极活动的状态。

致谢:本文图版中的显微摄影部分承牟凌云同志协助拍摄,特此志谢。

参 考 文 献

- [1] 王有琪 1960 組織学 人民卫生出版社
- [2] 中国科学院实验生物研究所 1961 白鲢的胚胎发育 “家鱼人工繁殖的研究” 论文集 科学出版社
- [3] 林浩然 1962 五种不同食性鲤科鱼的消化道 中山大学学报 1962 年第3期 65—78页
- [4] 钟麟 1962 白鲢的生长发育和人工繁殖 太平洋西部渔业研究委员会第五次全体会议论文集 54—65页
- [5] Веригин Б. В. 1950 白鲢幼鱼的年龄变化及其生物学的关系(中译文) 学艺 1958年 8—9期
- [6] Веригин Б. В. 1957 Строение жаберного аппарата и наджаберного органа толстолобика. Зоол. жу, 36(4):587—594.
- [7] Гербильский Н. Л. 1957 Гистофизиологический анализ пищеварительной системы осетровых и костистых на раннем и периоде развития и методика работы с личинками в рыбоводстве. Тр. совещания по рыбоводству, изд. АН СССР.
- [8] Еремеева Е. Ф. 1950 Развитие глоточного аппарата костистых рыб. Труды инстит. морфол. живот., Вып. 3, 19—33.
- [9] Костомарова А. А. 1962 Влияние голодания на развитие личинок костистых рыб. Труды инстит. морфол. живот., Вып. 42, 4—77.
- [10] Красюкова З. В. 1958 Гистологические изменения слизистой оболочки кишечника сазана в связи с составом пищи на ранних этапах постэмбриогенеза. Вестник ЛГУ, No. 3, 131—141.
- [11] Mc Vay, A. J. & Kaan, H. W. 1940 The digestive tract of *Carassius auratus*. Biol. Bull., 79(1):53—62.
- [12] Rogick, M. D. 1931 Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain Teleost fishes. 2, A minnow (*Camposoma anomalum*). Journ. Morphol., 52(1):1—25.
- [13] Smallwood, W. M. & Smallwood, M. L. 1931 Development of the carp. Part 1, Journ. Morphol., 52(1):217—231.
- [14] Smallwood, W. M. & Derrickson, M. B. 1934 Development of the carp. part 2. Journ. Morphol., 55(1):15—28.

THE DEVELOPMENT AND GROWTH OF THE DIGESTIVE ORGANS OF THE YOUNG FRY OF HYPOPHTHAL- MICHTHYS MOLITRIX (Cuv. et Val.).

Lin Hao-Jan

(Faculty of Biology)

The development and growth of the digestive organs of the young fry, *Hypophthalmichthys molitrix* (Cuv. et Val.) was investigated. The results thus obtained are summarized as follows:

1. According to the nutritional requirement during the course of development, the ontogenetic development of fry is divided into stage of yolk nutrition, stage of mixed nutrition and the stage of nutrition with planktons and other foods. During the successive stages of development, the digestive organs of the fry undergo various morphological and histological changes and functional adaptation.

2. When the body length of fry attains 7.2-7.8mm, its digestive tract is beginning to be differentiated into oral area, pharynx, oesophagus and intestine. The growth of the mucosa of the digestive tract is carried out by means of the mitotic division of cells as well as by means of increasing the dimension of cells. From the later stage of yolk nutrition to the stage of mixed nutrition, the former way of growth plays an important role for the increase of the area of the mucosa and the development of the folding of the mucosa while the later way of growth participates with the growth of the epithelium. After the stage of mixed nutrition, the later way of growth becomes more important. During the stage of the mixed nutrition and the early stage of the nutrition with planktons and other foods, the muscular layer of the digestive tract are differentiated. The muscular layers of the oral area and of the middle and posterior part of the intestine are differentiated later than those of pharynx, oesophagus and the anterior part of intestine.

3. The digestive glands in the fry originates in the stage of the yolk nutrition. When the body length of fry attains 5.2-5.4 mm, the liver anlage of fry arises as two ventro-lateral evaginations from the anterior

part of the midgut. In the 7.4-7.8 mm fry, the cells of the liver anlage have the character of true hepatic cells. The pancreatic anlage develops in the 7.8-8.0 mm fry from the undifferentiated cells branching off from upper part of the right liver anlage. By the 8.2 mm stage, the cells of the pancreas are beginning to be arranged themselves into gland alveolus, and the pancreatic island (Langerhan's island) originates in the middle region of pancreas. In the 8.4-8.6 mm fry, the gall-bladder develops and the bile duct enters the anterior part of the intestine. From the stage of the mixed nutrition to the early stage of the nutrition with planktons and other foods, the digestive glands increase in size and continue to differentiate in their histological structure, but the cells of the digestive glands was not observed to undergo any changes on the character of the active functional condition.

图 版 说 明

第一图版

- 图 1. 全长为7.6—8.2毫米的幼鱼, 口腔后部底部的横切面, 示粘膜层的复层扁平上皮细胞和味蕾。
- 图 2. 全长为8.2—8.6毫米的幼鱼, 前咽壁的横切面, 示粘膜层, 粘膜下层和肌肉层。
- 图 3. 全长为8.2—8.6毫米的幼鱼, 后咽的横切面, 示粘膜层, 粘膜下层, 咽部括约肌层、咽喉齿和咽磨的萌芽。
- 图 4. 全长为10.6—10.8毫米的幼鱼, 食管的横切面, 示食管壁的结构。
- 图 5. 全长为6.2—6.4毫米的幼鱼, 鱼体横切面, 示肠管的形成。
- 图 6. 全长为7.2—7.6毫米的幼鱼, 肠管粘膜层横切面的一小部分, 示柱形上皮细胞有丝分裂后期和末期。

第二图版

- 图 7. 全长为5.4—5.6毫米的幼鱼, 鱼体前部横切面, 示原始的肠管分化形成左右肝脏原基。
- 图 8. 全长为8.0—8.2毫米的幼鱼, 肝脏的横切面, 示肝细胞索和窦状隙。
- 图 9. 全长为8.4—8.6毫米的幼鱼, 肠管和肝脏的横切面, 示胆囊, 胆管, 肝管, 胰管和肠管之间的联系。
- 图 10. 全长为8.6—8.8毫米的幼鱼, 胰脏的横切面, 示胰腺末房的构造。
- 图 11. 全长为10.8毫米的幼鱼, 肝脏横切面, 示大形窦状隙之构造, 其周围为肝细胞。
- 图 12. 全长为8.6—8.8毫米的幼鱼, 胰岛横切面, 示由结缔组织围绕形成的胰岛构造, 胰岛细胞之间为血窦。

第三图版

- 图 13. 全长为9.4—9.8毫米的幼鱼, 后咽后部横切面, 示咽部括约肌层, 咽喉齿和咽磨。1000×。
- 图 14. 全长为10—10.8毫米的幼鱼, 前咽后部横切面, 示第一对鳃弓的鳃耙管的形成。280×。

第四图版

- 图 15. 全长为7.6—7.8毫米的幼鱼, 鱼体前部横切面, 示食管和肠管的明显分界, 肠管上方分出鳔管, 肠管粘膜层由单层柱形上皮组成; 肠管两侧和腹方为左右肝脏连成一片。325×。
- 图 16. 全长为8.0—8.4毫米的幼鱼, 鱼体前部横切面, 示肠管粘膜层形成6—7个低矮的皱襞。460×。
- 图 17. 全长为8.0—8.4毫米的幼鱼, 鱼体前部横切面, 示肠管粘膜层形成7—8个发达的皱襞。350×。

- 图18. 全长为8.0—8.4毫米的幼鱼, 鱼体中部横切面, 示肠管粘膜层的皱襞渐趋低矮。
330×.

第五图版

- 图19. 全长为8.0—8.4毫米的幼鱼, 肠管最后部的横切面, 示粘膜层由复层柱形上皮组成, 并形成三个坡状皱襞。2140×.
- 图20. 全长为8.0—8.4毫米的幼鱼, 肠管后部横切面, 示粘膜层上皮细胞中的空泡构造。1730×.

第六图版

- 图21. 全长为9.8—10.2毫米的幼鱼, 肠管后部横切面, 示粘膜层柱形上皮细胞中的纤维形块。1450×.
- 图22. 全长为10.8毫米的幼鱼, 鱼体前部第一对肠襻的横切面, 示肝脏(染色较浅)、胰脏(染色较深)以及为胰脏包围的胰岛(染色较浅)等的位置。330×.

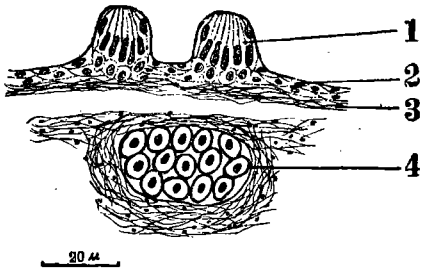
第七图版

- 图23. 全长为8.4—8.6毫米的幼鱼, 肝脏的横切面, 示肝细胞索和窦状隙的构造。1000×.
- 图24. 全长为7.8—8.0毫米的幼鱼, 鱼体前部的横切面, 示右侧肝脏上部形成胰脏(染色较深)。350×.
- 图25. 全长为8.4—8.6毫米的幼鱼, 鱼体前部的横切面, 示胆囊通过胆管进入肠管右侧。370×.

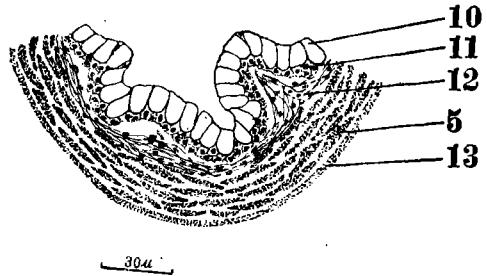
符 号 說 明

- | | | | |
|---------|------------|------------|----------|
| 1. 味蕾 | 7. 咽磨 | 13. 浆膜层 | 19. 肝脏原基 |
| 2. 扁平上皮 | 8. 咽喉齿 | 14. 气鳃 | 20. 胆囊 |
| 3. 间充质 | 9. 咽部括约肌层 | 15. 肠管 | 21. 胆管 |
| 4. 软骨组织 | 10. 粘液分泌细胞 | 16. 纹状缘 | 22. 胰管 |
| 5. 肌肉层 | 11. 复层上皮 | 17. 单层柱形上皮 | 23. 肝管 |
| 6. 粘膜下层 | 12. 固有膜 | 18. 卵黄囊 | |

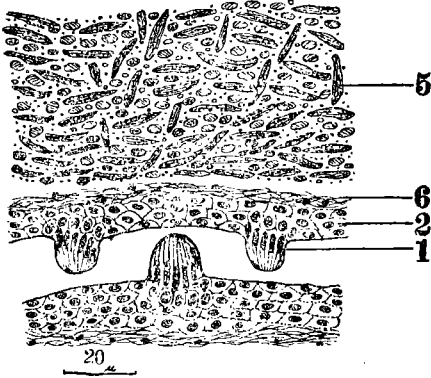
图版一



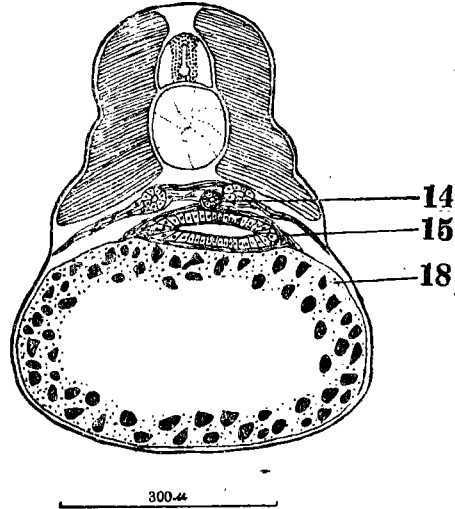
1



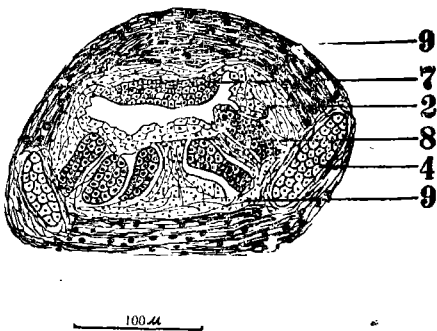
4



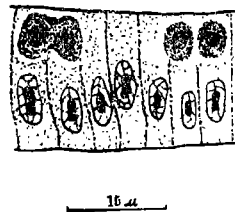
2



5

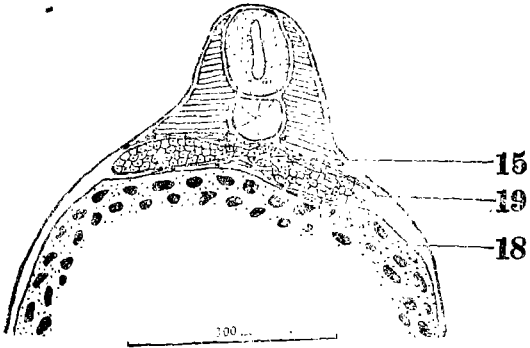


3

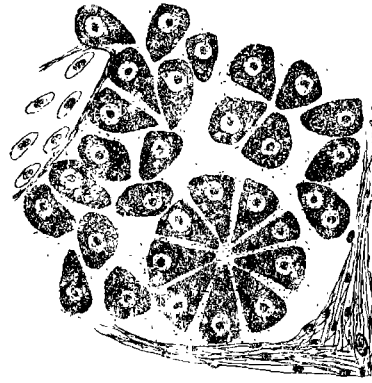


6

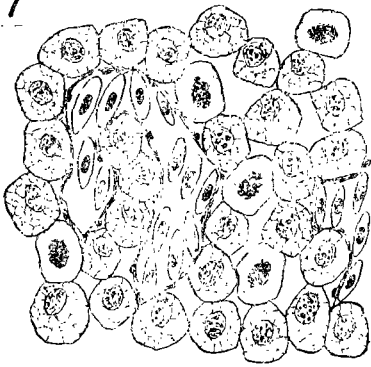
图版二



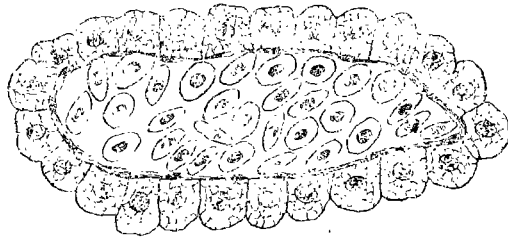
7



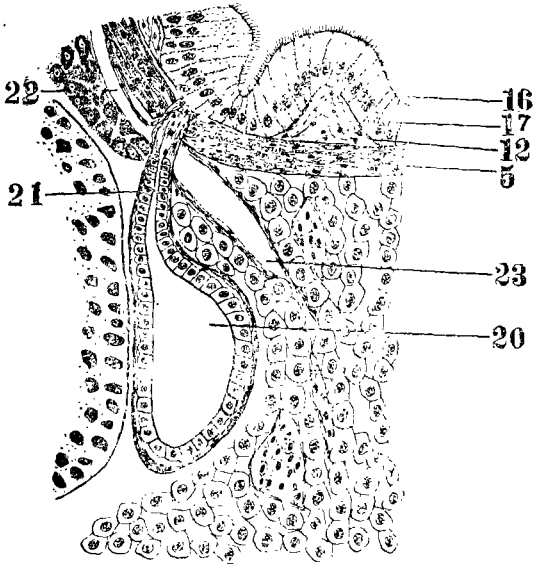
10



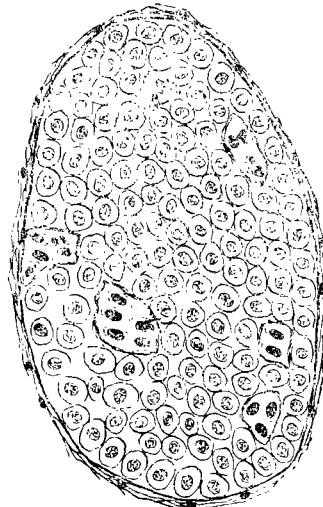
8



11

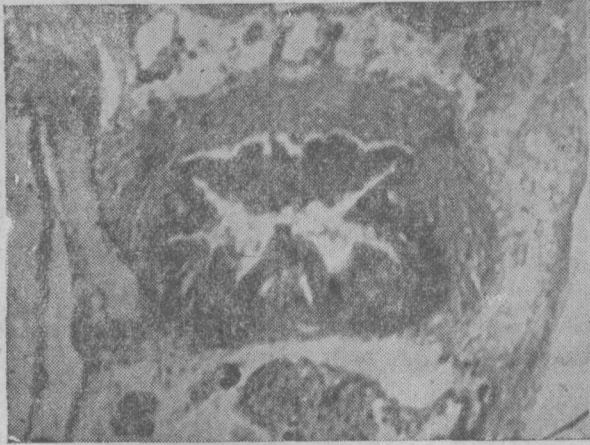


9

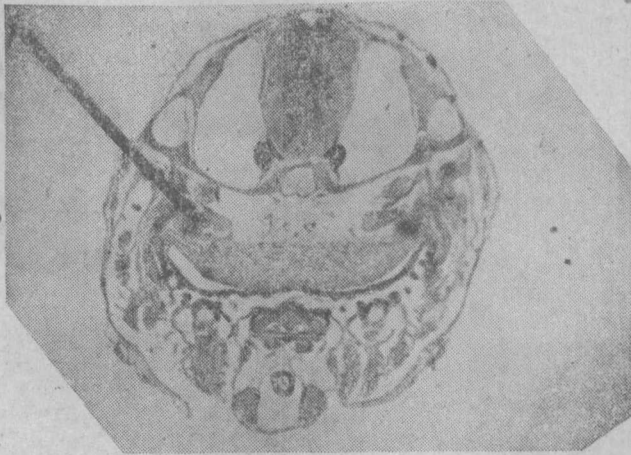


12

图版三

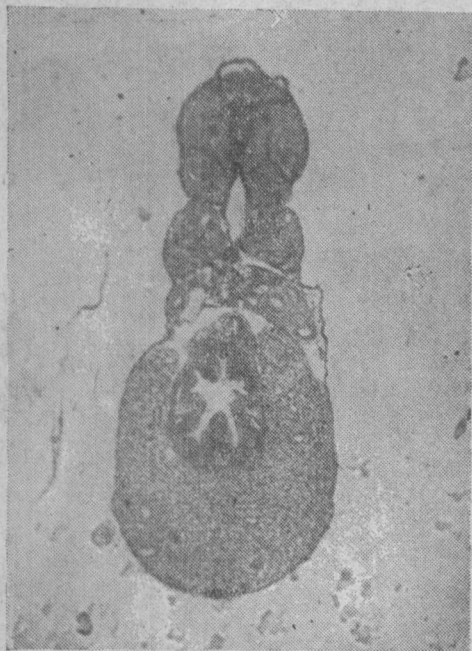


13



14

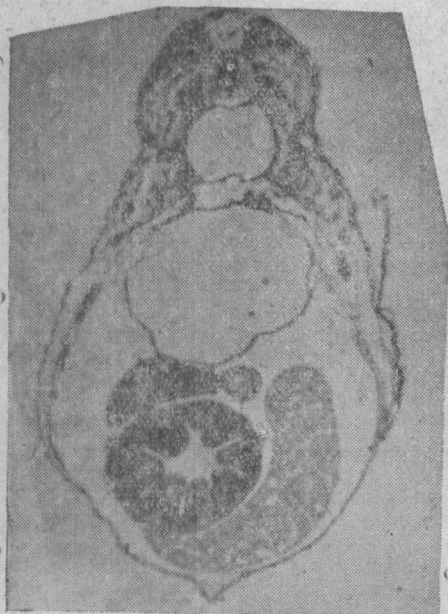
图版四



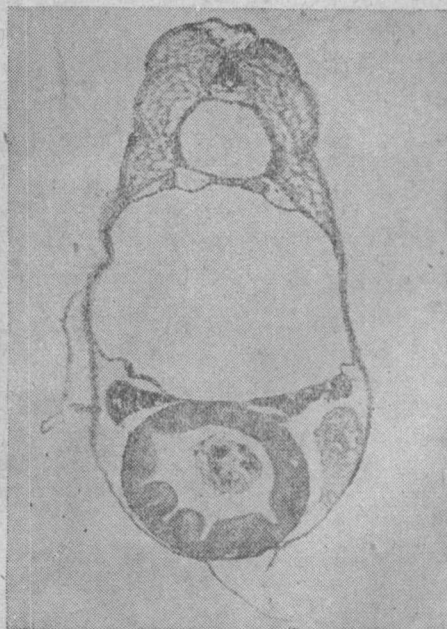
15



16



17



18

图版五



19



20

图版六

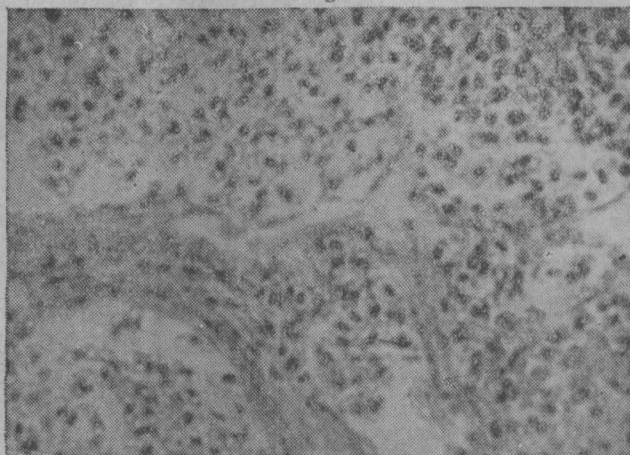


21



22

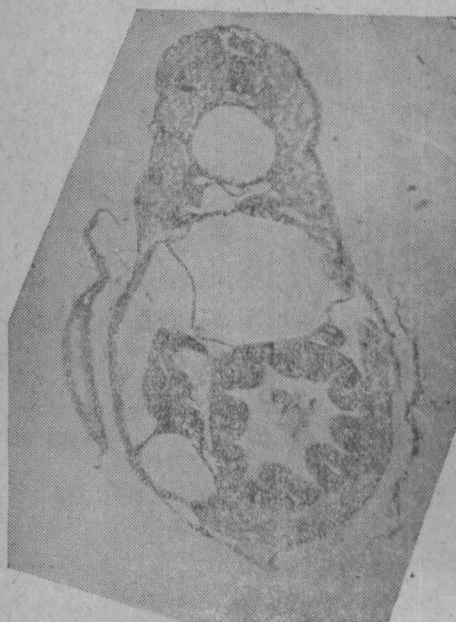
图版七



23



24



25