

黄鳝的泌尿系统及其功能*

曾 增

(华中农业大学水产系, 武汉)

提 要

黄鳝腹腔左侧有盲端的中空管状结构, 不是退化性腺, 而是十分特化的长管囊膀胱。膀胱内壁具大量发达的绒毛, 绒毛表面是移行上皮。在绒毛内部或基部有丰富的血管, 因此该管囊膀胱不仅可贮存尿液, 而且可能对水分等有重吸收作用。在中肾管与膀胱相接处, 膀胱腔背侧出现一条明显的纵行皱襞, 即在其横切面上观为巨绒毛。巨绒毛形成的原因, 主要是中肾管移入膀胱壁所致。中肾管在巨绒毛内移行一程后才开口于膀胱。因此, 黄鳝的生殖腺不是一对, 而是一个, 位于腹腔右侧。

黄鳝肾脏细长, 呈“Y”形, 在腹腔背侧, 紧贴脊椎。前端为头肾, 无肾单位, 仅是造血器官。中肾有类似于哺乳类的肾小体, 但数量较少, 主要分布在肾脏周缘。肾小管包括颈段、初级近曲小管、次级近曲小管、初级远曲小管和次级远曲小管。两中肾管位于两肾叶腹内侧, 其上皮间或是假复层柱状上皮, 间或是移行上皮。前者含有许多杯状细胞, 并可见到顶浆分泌的现象。中肾的肾小管间组织是大量的红细胞样组织, 头肾似具有贮存或释放刚成熟的红细胞的组织结构, 因此黄鳝肾脏可能是体内主要的造血器官。

黄鳝 (*Monopterus albus* Zaiew) 隶属于合鳃目合鳃科, 是我国重要的经济鱼类之一^[6]。由于黄鳝适应于泥塘、沟渠和稻田等生长环境, 所以它在形态和机能上出现一些特化现象和退化现象^[1]。关于这些特化、退化现象, 在四十年代曾有所报道^[11, 14-18]。此后, Chan 和 Phillips (1967) 报道过该鱼性腺的特殊结构^[8]。至今对黄鳝泌尿系统形态与功能有否特异之处完全不了解。因此, 有必要对该鱼的泌尿系统的形态、功能进行较详细的研究。

人们一般认为, 黄鳝左侧生殖腺发达, 而右侧生殖腺退化^[9]。Chan 等在研究黄鳝生殖腺结构时指出, 黄鳝腹腔左侧“退化性腺”是一条不知功能的有盲端的中空管状结构。我们的研究结果表明, 该管状结构实质上是特化的长管囊状膀胱^[8]。

本文主要描述黄鳝泌尿系统的解剖及组织结构, 并讨论它的生理功能。

材 料 与 方 法

本工作主要在 1985 年 7—9 月份进行。实验用黄鳝系购自武昌大众鱼行或大东门市

* 本文初稿承易伯鲁教授、施琼芳副教授阅改, 并提供有关资料; 镜检及摄影等承蒙李克平、王灶安副教授、施高明、方之萍及张钢同志的大力协助; 本系鱼类生理组及赵荣林等同志也给予了大力支持; 植保系李琦同志参加了实验工作, 并绘图, 一并谨致谢忱。

1985 年 11 月 4 日收到。

场。材料鱼共 30 尾, 体重 50—300 克。购回后, 在实验室水族箱中静养 1~2 天后进行实验处理。一部分鱼作活体解剖观察; 一部分鱼浸入 10% 甲醛溶液, 作浸泡标本解剖观察; 另一部分鱼分别按肾脏和管状结构的不同部位分段取材, 用 Bouin 氏液固定, 二甲苯透明, 石蜡包埋, 按 5—7 微米厚度切片。对特定部位作连续切片。切片均用 Delafield 氏木精和伊红染色, 并进行显微摄影。

结 果

(一) 解剖学描述

黄鳍肾脏为中肾, 深红色, 位于体腔背侧, 紧贴脊椎。肾脏细长, 呈“丫”形, 前部分离, 后部联合。两肾头约起于第 19 脊椎, 靠近心脏。肾联合约发生于第 27 脊椎处。在肛门前第 10 脊椎处, 肾脏骤然缩小, 形成终端。肾脏左腹侧的管囊结构, 呈乳白色, 细长形(图 1), 约起于第 68 脊椎, 脾脏左侧。前端为一盲端, 有一小段游离。随之, 便有系膜与肾脏相连。由于系膜较宽, 故管囊前段可在体腔内移动。管囊中段与肾脏紧密相连, 后段与粗大的尾静脉并行。该管囊开口于泄殖腔, 并有小管道(中肾管)紧连肾尾(图 1), 此处的管囊内表面背侧有一明显的纵行隆起, 似由来自肾脏的小管进入该管囊壁内所致。这一解剖结构充分说明管囊结构与肾脏之间有密切的联系。将黄鳍翻转, 其泄殖孔可喷射大量水样液体, 但非精液。并常见到该管状结构膨胀, 直径为平常的 2~3 倍, 整个管腔充满了透明略带黄色的液体, 最多时可容纳 2 毫升以上。管囊内的液体可从泄殖孔一次喷毕。这些事实表明, 黄鳍腹腔左侧管囊结构(少数样本在右侧), 并非是退化性腺, 而可能是特化的长管囊状膀胱。所以, 黄鳍的生殖腺仅一个, 除少数在腹腔左侧外, 均位于腹腔右侧。

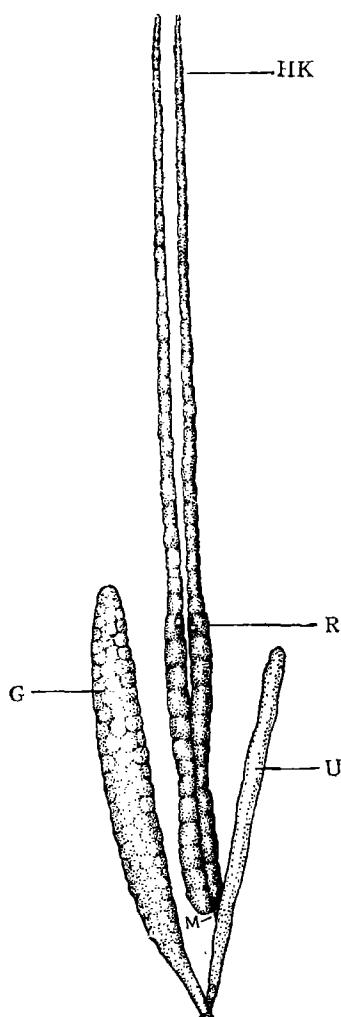


图 1 黄鳍尿殖系统腹面观

HK——头肾, R——肾, G——性腺,
U——膀胱, M——中肾管

Fig. 1 Ventral view of the urogenital system of *Monopterus albus*.

HK——Head kidney, R——Ren,
G——Gonad, U——Urinary bladder,
M——Mesonephric canal

在黄鳍肾脏的每个横切面上所见肾单位数不多, 在肾脏中段的横切面上仅可见到约 10—20 个肾小体, 而在肾脏的前、后段更少, 甚至没有。肾小体分布于肾脏背缘和两侧缘, 在中央和

(二) 组织学描述

1. 肾脏 从中肾的横切面看, 肾脏分左右两肾叶。黄鳍肾组织主要由肾小体、肾小管、集合管、中肾管以及大量的造血细胞等组成。此外, 还有大小不等的血管和少量结缔组织。每个肾小体及其所连的肾小管组成一个肾单位, 即肾脏排泄的功能单位(图 2)。在黄

腹缘较少。每个肾叶中的肾小管或多或少呈放射状排列。在切面上可见到许多肾小管各部的纵行节段和横断面。肾小管都向各肾叶腹内侧的中肾管集中。在进入中肾管前，还要通过集合管以及从集合管到中肾管之间的中间型管道。在肾小管、集合管较集中的部位，有成群的细胞围绕着肾小管和集合管。这些细胞，核大、染色较深，且有明显的染色质颗粒，细胞质较少，具有淋巴细胞的特征。这些淋巴样细胞连同呈放射线排列的小管，将每个肾叶又分成7—9个肾小叶，也有许多分叶不明显。在两条放射线之间，即在肾小叶内具有大量红细胞样细胞。这些细胞，有椭圆形的核，为苏木精深染，见不到染色质颗粒；细胞质较多，呈较强的嗜酸性。它们排列紧密，大多呈多边形。并为肾被膜延伸进来的结缔组织所分隔。散在的肾小管或集合管常被这类细胞所包围。

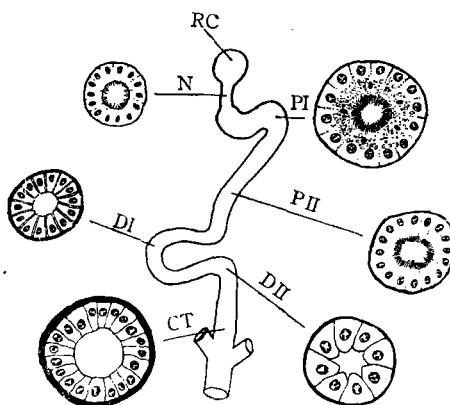


图2 黄鳝肾单位各段和集合管的图解。

RC——肾小球，N——颈段，PI——初级近曲小管，PII——次级近曲小管，DI——初级远曲小管，DII——次级远曲小管，CT——集合管

Fig. 2 Illustration of respective segments in a nephron as well as of a collecting tubule of *M. albus*.

RC——renal corpuscle, N——neck segment, PI——primary proximal segment, PII——secondary proximal segment, DI——primary distal segment, DII——secondary distal segment, CT——collecting tubule

在中肾，随着靠近头肾，无肾单位区域逐渐增大。由淋巴样细胞形成细胞索，索与索之间交错相连，形成许多隧道样结构。隧道腔隙似无内皮壁结构，大量的红细胞样细胞充塞其间。这些细胞染色较浅，胞质饱满，与典型血管中见到的红细胞极为相似，尤其在头肾更为明显。

头肾组织没有肾单位。黄鳝的头肾组织也象鲤鱼头肾那样具有结缔组织形成的大小不一的网眼^[3]和造血组织(图版 II:9)，此外，还有一些管径大且平行的血管状结构，这与鳗鲡的情形相似^[7]。这些结构，有少数已断裂，腔内无物。在完整的结构中，可见密集的红细胞和散在的淋巴细胞。在这些红细胞群中还可见到在中肾组织或脾组织中常见的强嗜苦味酸的细胞团结构(图版 I:8)，即所谓的黑色素巨噬细胞中心^[4,12]。因此，可以推测这些血管状结构内的血细胞尚未参与血液循环，并与中肾组织有特殊联系。

(1) 肾小体 肾小体由肾小球和鲍氏囊所组成。肾小球是由毛细血管形成的血管小球。切面中可见有红细胞在肾小球毛细血管管腔中。在肾小体的血管极可见有小动脉通

来。在小动脉内皮细胞外为排列整齐的单层立方上皮细胞，该细胞的核、居中，大而圆，细胞质丰富。这种上皮样细胞似为球旁细胞。在肾小球外围的是鲍氏囊，并可见到明显的鲍氏间隙(图版 I:1)。该间隙在肾小体尿极处与肾小管相通。

(2) 肾小管 肾小管系连接肾小体和集合管的泌尿管道。依据肾小管不同部位的结构、着色以及连接的顺序不同，可分为 5 段，即：颈段、初级近曲小管、次级近曲小管、初级远曲小管和次级远曲小管(图 2)。

在肾小体尿极，与鲍氏间隙相通的是肾小管的颈段(图版 I:1)。该段较短，管腔较小，小管上皮为单层立方或矮柱状上皮细胞，细胞界限不清。核呈长椭圆形，居中，着色较浅，细胞质嗜酸性较强，在上皮游离面有嗜伊红的刷状缘。

颈段下接初级近曲小管(图版 I:2)。该段较长，小管上皮为单层高柱状细胞，细胞界限模糊。核大，呈椭圆形或圆形，位于细胞基部，着色程度同颈段，有明显的染色质颗粒。细胞质色浅，细胞上部充满大小不等的嗜伊红颗粒，在核附近可见有 1~2 个与核大小相当的这种颗粒，这些颗粒似为 Hickman 等(1969)在 *Ictalurus natalis* 的肾单位中发现的嗜伊红油滴^[10]。上皮游离面的刷状缘极明显。在上皮近管腔处，可见到排列整齐的长椭圆形的小核，这些核的长径与腔面垂直，但细胞界限不清。这种核由 Hickman 和 Trump (1969)、Grizzle 和 Roger (1979)^[9,10] 分别在其它鱼类描述过。从这种核的排列来看，它们应属于小管上皮的正常部分。由于该段上皮高度远比颈段高，故该段管外径很大。

初级近曲小管后是次级近曲小管(图版 I:3)。该段管腔稍大于初级近曲小管，但上皮高度稍变小，仍为高柱状。核染色深，大而圆或椭圆，基位。细胞质着色较浅，无嗜伊红性颗粒。上皮游离面有明显的刷状缘。

与次级近曲小管相连的是初级远曲小管(图版 I:4)。该段上皮系单层椎状或矮柱状细胞，细胞质为伊红深染。核椭圆，基位，着色浅，其长径指向腔心，细胞界限极清楚，腔面无刷状缘。正如 Grizzle 所描述的，它们的断面易与肾组织分离^[9]，这可能是因固定剂处理后缩小所致。该小管细胞之间小间隙的产生也与之有关。

次级远曲小管(图版 I:5)系肾小管最后部分。该管道上皮为单层立方细胞，细胞大，胞质饱满，顶缘向腔内突出，细胞质发白透亮，几乎不着色。细胞排列如石蜡带。核大而圆，居中或顶位，着色不深，但明显。核中有明显的染色质颗粒，细胞界限清楚，但无间隙。这种细胞之间夹有少量柱状细胞。

(3) 肾排尿管 肾小管与膀胱之间的排泄管道是肾排尿管，它包括集合管和中肾管以及两者之间的中间型管道。

集合管(图版 I:6)是次级远曲小管集合之后形成的排尿管道。因此，集合管上皮细胞中有时还夹有核居中央的大立方上皮细胞。集合管上皮系柱状或假复层柱状上皮细胞。前者核居中；后者核不在一个平面上。它们的核大而圆，染色较浅。集合管管腔较大。管外有一层较厚的结缔组织膜。集合管以后的中间型管道，管腔逐渐增大，而且越接近中肾管，管腔外围的结缔组织膜越厚。这些管道多出现在肾叶的腹内侧部位。

中肾管(图版 I:7)系排尿部的最后一段，它位于肾叶的腹内侧，左右肾叶各一根。中肾管主要在肾脏的后半部分穿行。它的上皮是移行上皮和假复层柱状上皮细胞。在移行上皮处，细胞约 3—5 层。近腔面常常是大的盖细胞。这种细胞着色较淡，核圆、居中，细

胞的长径与中肾管管腔面平行。中间层或底层的细胞为柱状或立方状。细胞核在基部或中部。若为假复层柱状上皮，则在上皮细胞之间常夹有杯状细胞。这种细胞较大，核扁圆，位于膨大处基部，细胞顶部常可见顶浆分泌的情形，细胞基部索细，一直到达基底。中肾管外是极厚的结缔组织膜，似无平滑肌。从连续切片并重组中得知，两中肾管向后延伸至肾尾时，右中肾管逐渐向左中肾管聚拢，并且两管同时进入膀胱，在膀胱壁内向后穿行一程才开口于膀胱。

2. 膀胱 正如前述，解剖学观察以及其它一些事实表明，黄鳝左侧“退化性腺”^[8]实际上是管囊状膀胱。这在如下的组织学描述中将得到进一步的阐明(图版 II:10)。

膀胱的内表皮覆盖着一层移行上皮(图版 II:13)。细胞排列成2~5层不等。表面的盖细胞很大，长方形或椭圆形或长梭形。细胞质丰富，着色浅淡，核椭圆或长椭圆，居中，着色浅，偶而可见两个核。细胞长径与膀胱腔面平行。中间层的细胞较小，形态不规则，有立方形和柱状，核较小。基层细胞有柱状和矮柱状的，细胞小，核亦小，但着色较深。移行上皮之下是较明显的基底膜。基底膜外是结缔组织的固有膜。固有膜随着移行上皮细胞层一起向膀胱腔内隆起，因而形成大小不等的绒毛结构(皱襞)。从结构上看，这些绒毛似处于不同的机能状态。较小的绒毛，上皮细胞的层数较多，固有膜紧密，有较强的嗜酸性，这类绒毛在机能上可能呈静止态；较大的绒毛，上皮细胞层数较少，尤其在绒毛顶部，有时仅见到一层细胞，这类绒毛头部极度膨大，头部的固有膜似充分扩展，因而极薄，显得发白透亮，这类绒毛在机能上似为活跃态。后一类绒毛顶部上皮的盖细胞常呈长梭状。在移行上皮细胞中夹有体积很大的椭圆形细胞，其细胞质中含有大量黄色物质，其核也因而被挤到细胞的一侧，核形扁长，该细胞的功能不清(图版 II:13)，绒毛之间的凹陷形成初级隐窝，而单个绒毛由于有分枝，故出现次级隐窝。膀胱组织缺乏粘膜肌层。

粘膜下层为疏松结缔组织，较薄、与固有膜相连。在固有膜和粘膜下层中，有丰富的血管，有时可见到整个绒毛内完全为血管占据(图版 II:14)。它们的管径虽不等，但血管壁都较薄，大多仅具一层内皮管壁。管腔内充盈着红细胞。

粘膜下层外的膀胱肌层，无明显的排列规律。但一般说来，膀胱背、腹侧的肌层仅一层，由环行平滑肌组成，并有少量纵行肌束。在膀胱两侧的肌层分两层，外层环行肌，内层纵行肌。外层的环行肌与膀胱背腹侧的环行肌层相续，或不相续。

膀胱腹外侧，可见到较厚的被膜，该被膜与肾脏被膜相续。被膜由结缔组织组成，其中有大量的血管等。被膜外覆盖着一层间皮。

黄鳝膀胱虽为长管囊状，但前后段的组织结构除后背侧出现巨绒毛外，基本上相同。

在两中肾管逐渐向膀胱趋近的同时，膀胱腔背侧的普通绒毛发生了一系列相应的组织学变化，即几个相邻的绒毛之基部开始扩大，绒毛之间的隐窝逐渐变浅，此处固有膜逐渐增厚(图版 II:10)。当中肾管带着自身的结缔组织膜穿入膀胱肌层时，背侧绒毛的这种变化更为显著。那几个绒毛已基本联成一体，形成一个高大宽厚的巨绒毛，其宽度的变化更为显著，而且上下宽度一致，如高台状。随着两中肾管向巨绒毛内移动，此处的一部分膀胱肌层也带入巨绒毛之中，巨绒毛内原有的固有膜被挤到顶部。巨绒毛的高度因而大增。两中肾管之间仅有由两层上皮细胞和结缔组织组成的间隔层。此时，间隔层中尚未见有血管存在。巨绒毛内的膀胱肌层在两中肾管结缔组织膜的外围。随着中肾管在巨

绒毛内向后移行，巨绒毛基部开始缩小，顶部的固有膜变薄，巨绒毛内的环行肌层在巨绒毛两侧基部与膀胱基层脱离，并逐渐消退，而随中肾管而来的嗜酸性的结缔组织逐步向顶部固有膜处扩展。此时，固有膜内毛细血管逐渐汇集成管腔较大的两根血管，并向间隔层中央移行(图版 II:11)。在巨绒毛基部进一步紧缩的过程中，中肾管的结缔组织开始向基部消退，中肾管间的血管又重返绒毛顶部，但此时仅剩一个大而圆的血管腔。在此同时，间隔层在顶侧断裂，从而使两中肾管管腔相通(图版 II:12)。再往后，间隔层内的结缔组织快速消退，这时两中肾管完全汇合成一根排泄管道，但在管腔中尚残留着曲折的上皮细胞带。进一步观察后续的切片，可见到这些留在管腔中的移行上皮剥带连同管腔背侧上的上皮部分均消失。当这根排泄管开口于膀胱腔后，巨绒毛体积显著缩小，最后消失。

讨 论

1. 黄鳝管囊膀胱并非由性腺转化而成，而可能是膀胱本身发生特化现象所致

从所有的组织切片上看，黄鳝整个管囊膀胱未见有任何生殖腺所遗留的痕迹。Chan 等曾对多个样本连续切片也未能在该结构中的任何部位发现有卵巢或精巢成分的存在^[8]。而且从机能上看，管囊膀胱与生殖腺亦迥然不同。因此没有理由认为黄鳝的管囊膀胱是由左侧性腺退化并转化而成的。从黄鳝右侧生殖腺结构看，它具有左右两个部分，每部分各具一个性腺腔^[8]，这似乎表明，黄鳝在个体发育过程中，它的左侧性腺迁并入右侧性腺。而左侧性腺遗留的解剖部位为特化的长管囊状膀胱所占据。黄鳝的膀胱可能由于其生理机能以及对生活环境适应的需要，而特别发达。细长体型的黄鳝若具有一个大球囊状的膀胱无疑不利于它的蛇行运动。因此在器官分化的过程中甚至在它们的系统发育中形成了这种特化的长管囊状膀胱。

2. 关于黄鳝膀胱的生理作用问题

黄鳝的膀胱绒毛非常发达，并且存在着不同的组织状态因而可能处于不同的机能状态(图版 II:10)。绒毛内的固有膜和绒毛基部都具有大量的管壁极薄的血管，这些绒毛极类似于哺乳类肠道的绒毛结构，而这种结构似应具有吸收功能。此外，黄鳝肾小管似较短，对水分重吸收的小管有效长度也就短，此种情形说明黄鳝肾小管对水分等的重吸收能力可能不强。黄鳝常常会因为水体的变迁，饵料的减少等原因而被迫离水去寻找新的栖息水体；黄鳝在越冬时通常深潜入泥土。这样长久的离水，必然要求机体尽量减少水分的丢失。根据上述几点，作者认为黄鳝的管囊膀胱不仅具有贮存尿液的功用，而且还可能对水分等有重吸收的作用。某些海洋鱼类的膀胱也有类似的功能^[13]。至于是否能进行气体交换，尚缺乏置信的证据。

3. 黄鳝肾脏除具泌尿功能外还是主要的造血器官

哺乳动物的造血器官主要是骨髓。硬骨鱼类虽已形成骨髓腔，但尚未具造血机能^[2]。硬骨鱼类的造血器官主要是脾脏和肾脏，而且两者造血能力的大小随鱼的种类而异^[2]。我国学者在对鲤鱼肾组织的研究中却未报道有造血组织的存在^[3]。从目前的黄鳝肾组织的

动态观察表明，黄鳍的肾脏似系主要的造血器官。如前所述，在具排泄功能的肾脏部分，可见肾小管间大量的红细胞样组织(图版 I:1)，这可能是些未成熟的红细胞，因为它们排列紧密，嗜酸性显然强于血管中的红细胞，而且它们尚被薄层结缔组织分割成群。在头肾后部的淋巴索构成的隧道结构中，密集的红细胞样细胞已无结缔组织包围(图版 II:9)，并且与血管中红细胞无甚差异，说明它们基本成熟。值得注意的是，在该处的切面之边缘，有丰富的血管存在，甚至有些充满红细胞的血管管壁出现了断续，在断续之处，有红细胞流通向管外。这样的红细胞流边缘仅见有时断时续的管壁，而在无管壁之处，红细胞流又与隧道结构中的红细胞联为一体。这表明隧道结构中的红细胞可以进入血管，而这些大管腔血管结构中显然贮存着大量可能已是生理性较成熟的红细胞。上述事实表明，黄鳍的肾脏确系造血器官，那些红细胞是在肾脏主部产生并逐步成熟，然后贮存在头肾，并在适当时机，可能是向后主静脉释放而参与血液循环。根据对黄鳍脾脏组织观察，该器官也属造血器官，但由于肾脏的总体积较大，而且又具备复杂的造血、贮存和释放的结构条件，因此可认为，黄鳍肾脏的造血能力似强于脾脏。

参 考 文 献

- [1] 王以康, 1958. 鱼类分类学。261—262页。上海科学技术出版社。
- [2] 许学龙等译(尾崎久雄著), 1982. 鱼类血液与循环生理。183—191页。上海科学技术出版社。
- [3] 秉志, 1983. 鲤鱼组织。29—30页。科学出版社。
- [4] 秦国强等, 1983. 鲤鱼和鲫鱼脾脏显微结构和亚显微结构的研究。水生生物学集刊, 8(1): 63—70。
- [5] 湖北水生生物研究所鱼类室, 1976. 长江鱼类。190—191页。科学出版社。
- [6] 曾增, 1985. 鳕鱼的养殖。湖北农业科学, (4): 24—26。
- [7] 松井魁, 1972. 鳗学[生物学的研究篇]。146—147。恒星社厚生阁版。
- [8] Chan, S. T. H. and J. G. Phillips, 1967. The structure of the gonad during natural sex reversal in *Monopterus albus* (Pisces: Teleostei). *J. Zool., Lond.* 151: 129—141.
- [9] Grizzle, J. M. & W. A. Roger, 1979. Anatomy and Histology of the Channel catfish. pp. 35—39. Alabama.
- [10] Hickman, C. P. Jr. & B. F. Trump, 1969. The kidney. pp. 91—240. In W. S. Hoar and D. J. Randall (ed.), Fish Physiology, Vol. I, Academic Press, New York.
- [11] Liu, C. K., 1944. Rudimentary hermaphroditism in the symbranchoid eel, *Monopterus javanensis*. *Sinensis*, 15: 1—8.
- [12] Roberts, R. J., 1975. Melanin-containing cells of teleost fish and their relation to disease. pp. 399—428. In W. E. Ribelin and G. Migaki (ed), The Pathology of Fishes. The University of Wisconsin Press.
- [13] Smith, L. S., 1982. Introduction to fish physiology. pp. 25—40. T. F. H. Publications, Inc.
- [14] Wu, H. W. & C. K. Liu, 1940. The bucco-pharyngeal epithelium as the principal respiratory organ in *Monopterus javanensis*. *Sinensis*, 11(3—4): 221—239.
- [15] Wu, H. W. and C. C. Kung, 1940. On the accessory respiratory organ of *Monopterus*. *Sinensis*, 11(1—2): 59—66.
- [16] Wu, H. W. and C. K. Liu, 1942. On the breeding habits and the larval metamorphosis of *Monopterus javanensis*. *Sinensis*, 13(1—6): 1—13.
- [17] Wu, H. W. and C. K. Liu, 1943. On the blood vascular system of *Monopterus javanensis*, an air-breathing fish. *Sinensis*, 14(1—6): 61—97.
- [18] Yih, P. L., 1948. The lateral canal system of *Monopterus javanensis*. *Sinensis*, 18: 13—20.

STUDIES ON THE MORPHOLOGY AND FUNCTION OF THE URINARY SYSTEM OF *MONOPTERUS* *ALBUS* (ZUIEW)

Zeng Ceng

(Department of Fishery, Central China Agricultural University, Wuhan)

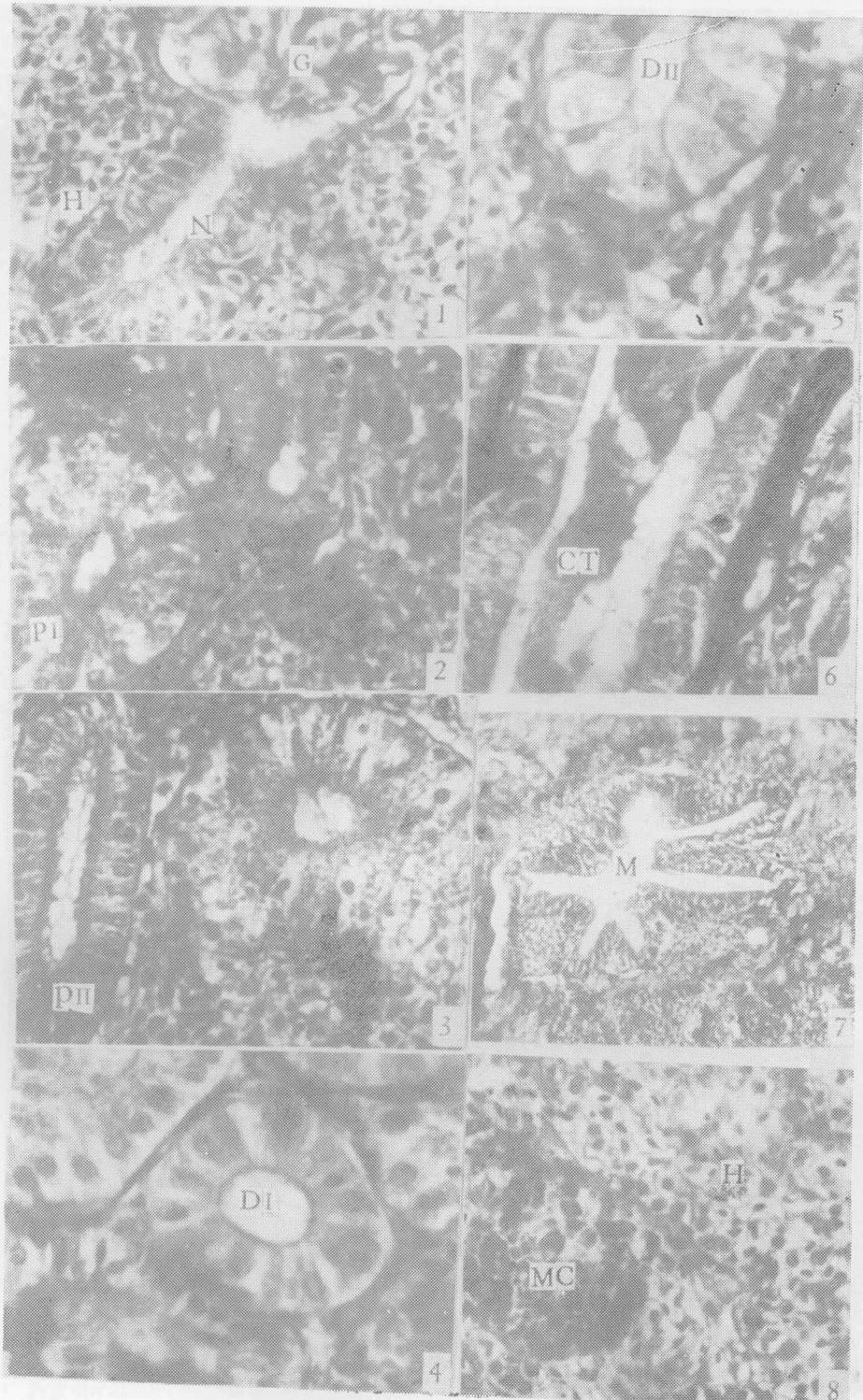
Abstract

Morphological and functional aspects of the urinary system of *Monopterus albus* (Zuiaw) are dealt with. The hollow, tubular, blind-ending structure situated on the left side of the abdominal cavity of *M. albus* is not a degenerate gonad, but a specialized urinary bladder. The inner surface of the bladder has plenty of villi with transitional epithelium. Due to the richness of capillaries either in the villi or at the base of the structure, the urinary bladder is considered to have its function not only for storage, but also as an organ of reabsorption. At the connection between mesonephric canal and urinary bladder, the lumen of the bladder has a distinct longitudinal dorsal fold, which appears to be a huge villus in cross-section of the bladder. The forming of such huge villus is mainly due to the insertion of the mesonephric canal.

The kidney of *M. albus* is long and thin, Y-shaped, and adhering to the dorsal surface of the abdominal cavity. The anterior part is the head kidney, having no nephron but hemopoietic tissue. The posterior part is the trunk kidney, possessing nephrons similar to that of mammals but fewer in number. The renal tubule consists of neck segment, primary proximal segment, secondary proximal segment, primary distal segment and secondary distal segment. Two mesonephric canals lie in the ventral inner border of the trunk kidney, with epithelium either transitional or pseudostratified ciliated columnar.

The tissue interlocated between renal tubules of the fish was found containing numerous immature red blood cells, while the head kidney seems to be the tissue for storing or releasing the mature red cells. Therefore, the kidney may be the main hemopoietic organ of *M. albus*.

Key words *Monopterus albus*, urinary system, hemopoietic tissue, degenerate gonad, urinary bladder, reabsorption



1 黄鳝肾脏的肾小球 (G)、颈段 (N) 和造血组织 (H), H. E. 染色, $\times 322$ 2 黄鳝肾脏的初级近曲小管 (PI), H. E. 染色, $\times 322$ 3 黄鳝肾脏的次级近曲小管 (PII), H. E. 染色, $\times 322$ 4 黄鳝肾脏的初级远曲小管 (DI), H. E. 染色, $\times 322$ 5 黄鳝肾脏的次级远曲小管 (DII), H. E. 染色, $\times 322$ 6 黄鳝肾脏的集合管 (CT), H. E. 染色, $\times 322$ 7 黄鳝的中肾管 (M), H. E. 染色, $\times 80.4$ 8 黄鳝肾脏的黑色素巨噬细胞中心 (MC) 和造血组织 (H), H. E. 染色, $\times 322$

1 Glomerulus (G), neck segment (N) and hematopoietic tissue (H) of the kidney of *M. albus*, H. & E., $\times 322$ 2 Primary proximal segment (PI) of the kidney, H. & E., $\times 322$ 3 Secondary proximal segment (PII) of the kidney, H. & E., $\times 322$ 4 Primary distal segment (DI) of the kidney, H. & E., $\times 322$ 5 Secondary distal segment (DII) of the kidney, H. & E., $\times 322$ 6 Collecting tubule (CT) of the kidney, H. & E., $\times 322$ 7 Mesonephric canal (M) of *M. albus*, H. & E., $\times 80.4$ 8 Melanin-macrophage center (MC) and hematopoietic tissue (H) of the kidney, H. & E., $\times 322$



9 黄鳍头肾的造血组织。示淋巴索(箭头)及红细胞(R), H. E. 染色, $\times 160.8$ 10 黄鳍膀胱。L——膀胱腔, V——绒毛, UM——膀胱肌层, H. E. 染色, $\times 32.2$ 11 黄鳍膀胱的巨绒毛(HV), H. E. 染色, $\times 32.2$ 12 黄鳍膀胱巨绒毛内的间隔层消失, H. E. 染色, $\times 32.2$ 13 黄鳍膀胱的移行上皮(T). V——绒毛, CI——初级隐窝, CII——次级隐窝, 上箭头——盖细胞, 下箭头——含桔黄色物质的细胞, H. E. 染色, $\times 322$ 14 充满血管(BV)的膀胱绒毛, H. E. 染色, $\times 322$

9 Hematopoietic tissue of the head kidney of *M. albus*, showing the lymph cords (arrow) and red cells (R), H. & E., $\times 160.8$ 10 Urinary bladder of *M. albus*, L——lumen, V——villi, UM——muscle layer, H. & E., $\times 26.8$ 11 Huge villi (HV) of the urinary bladder of *M. albus*, H. & E., $\times 26.8$. 12 Absence of Interval layer in the huge villi. H. & E., $\times 26.8$ 13 Transitional epithelium (T) of the urinary bladder, V——villi, CI——primary crypt, CII——secondary crypt, upper arrow——cover cell, lower arrow——a large cell with orange-colored substance in the cytoplasm, H. & E., $\times 268$ 14 A villus full of blood vessels (BV), H. & E., $\times 26$