

外源性甲基睾丸酮对雌性和间性黄鳢性腺发育的影响

卓孝磊¹ 邹记兴¹ 崔科¹ 钟山² 何学军¹

(1. 华南农业大学动物科学学院, 广州 510642 2. 武汉大学基础医学院遗传系, 武汉 430071)

摘要: 本文研究了大剂量外源雄性激素(甲基睾丸酮, MT)对活检后的雌性和雌雄间性黄鳢发育的影响。我们应用色拉油溶解外源雄性激素对雌性和雌雄间性黄鳢进行腹腔注射, 采用石蜡组织切片法, 对 MT 对活检后的雌性和雌雄间性黄鳢性腺发育的影响进行组织学研究。试验未得到具有生殖能力的性逆转雄鱼, 但发现了一些十分有趣的结构, 将为进一步揭开黄鳢性逆转之谜奠定一定的基础。结果如下: ① MT 可促进雌鳢卵母细胞退化, 但不能使卵巢完全解体; ② MT 可促进雌性和间性黄鳢性腺生殖板扩大、伸展, 但不能使间质细胞增生; ③ MT 可促进雌性和间性黄鳢性腺生殖板上出现“中空小叶”, 这种结构可以分成两种类型, 即 I 型“中空小叶”(“HL-I”)和 II 型“中空小叶”(“HL-II”), II 型“中空小叶”可能是非正常发育下产生的生精小叶; ④ MT 对雌雄间体早期的黄鳢的雄性生殖细胞的发育有促进作用, 对雌雄间性晚期的黄鳢可促进其生精小叶内的雄性生殖细胞外排, 而形成另一类型的“中空小叶”。⑤ MT 对雌雄间体黄鳢的作用强于对雌性黄鳢的作用。

关键词: 黄鳢; 甲基睾丸酮; 性腺发育

中图分类号: Q579.1; S917.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2008)06-0861-07

黄鳢 (*Monopterus albus*) 俗称鳢鱼, 隶属硬骨鱼纲、合鳃目、合鳃科、黄鳢属, 是一种生活在淡水中具有性逆转现象的硬骨鱼类。在其生命发育的早期为雌性, 产卵后转为间性, 最后发育到雄性阶段^[1]。

甲基睾丸酮是一种雄性激素, 在水产养殖上, 一直作为苗种培育和性别控制等方面的特效药物^[2]。Andersen *et al.* 研究发现甲基睾丸酮能改变鱼类的性别, 导致雄性化^[3]。

黄鳢独特的性别类型引起了许多学者的兴趣, 20 世纪 40 年代以来, 许多学者对黄鳢的生殖腺进行了广泛研究^[1, 4-14]。部分学者也在如何利用外源性激素诱导黄鳢性逆转方面做了一些工作, 但仍不能完全实现黄鳢的性逆转^[15-17]。本文通过对雌性和间性黄鳢注射大剂量外源性雄性激素甲基睾丸酮, 观察并分析了其组织学结构的变化, 以便探讨大剂量甲基睾丸酮在黄鳢性腺发育过程中的作用, 为研究黄鳢性逆转机理提供了一定的佐证。

1 材料与方法

1.1 实验材料 实验用黄鳢均购自农贸市场。选

取体长为 34—44 cm, 体表无外伤的雌鳢和雌雄间性鳢, 分成 12 组, 将其暂养在塑料盆(规格 60 cm × 30 cm × 20 cm)中, 水深约 10 cm, 每盆放 15—20 尾, 水温 16—31℃ 之间, 隔天换水一次, 每天晚上投喂水丝蚓、摇蚊幼虫和蝌蚪等, 在实验室条件下驯养一周后, 选留较活泼个体。

1.2 实验方法 选取的黄鳢以其体长、体重、体表色斑等特征作为实验鱼的标记, 正常喂养二周后, 对所有黄鳢按 Chan *et al.* 建立的方法进行性腺活检^[15]。活检方法根据实验室条件作了适当改进: 先用 0.5% 氨基甲酸乙酯液浸泡黄鳢 1—2 h 麻醉后, 在其腹部肛门前约 3 cm 略偏右的地方作一约为 0.5 cm 长的切口, 轻轻推开肠道, 缓慢地将性腺拉出一小部分, 仔细分离肠系膜和背肠动脉, 用一锋利手术剪刀剪下一段长约为 0.5 cm 长的性腺, 立即投入 Bouin's 液中固定, 并迅速将切口用线缝紧。以防腹腔渗水及减少感染, 在伤口处涂上一些四环素软膏。将黄鳢放入一大盆清水中, 苏醒后, 按发育状况平均分到 6 个塑料盆中饲养, 活检后 2 d 内不喂食。第 3 天正常喂养。在第一周内

收稿日期: 2007-06-25 修订日期: 2008-04-29

基金项目: 国家自然科学基金(N o 30771652); 广州市白云区科技计划项目(N a 2007-SZ-44); 华南农业大学校长基金(N a K06141)资助

作者简介: 卓孝磊(1982—), 男, 福建霞浦人; 硕士研究生; 研究方向为水产经济动物种质资源与种苗工程。E-mail fjpbyh@163.com

通讯作者: 邹记兴(1966—), 男, 研究员, 博士生导师; E-mail zoujixing@scau.edu.cn

每天在水中加入 2—3 滴 0. 1% 孔雀石绿液, 且每天换 1/2 水量。

活检后的黄鳢强化培育三周, 伤口愈合后, 用 MT 色拉油液 (分别用 0. 5mL 色拉油作溶剂溶解要注射的相应 MT 剂量) 按 6 组进行腹腔注射。A、B、C、D 组分别注射 8、15、22、30 μ g MT/g 鱼体重。E、F 组作为对照组, 分别注射色拉油液和 0. 65% 生理盐水。隔 3—5d 注射一次, 共注射十一次, 最后一次注射后的一周, 将黄鳢麻醉, 用布擦去体表黏液等脏物, 注意对照标记, 在腹部靠近活检口处剪一小段性腺, 立即投入 Bouin's 液中固定。

活检前后固定好的性腺均作 7 μ m 厚的连续石蜡切片, 苏木精-伊红染色 (HE), 日本产 BH-2 型

Olympus 全自动摄影显微镜照相。

2 结 果

注射前后, 6 组实验黄鳢均有不同程度死亡。经解剖检查, 发现死鳢肠道内有大量棘头虫, 性腺、腺道和肝脏内还有大量毛细线虫寄生。通过用肠虫清片拌陆蚯蚓投喂治疗, 病情大有好转, 在实验完毕后的鳢体解剖中, 再未发现寄生虫的存在。

对实验结束后仍存活黄鳢, 追踪了其体长、体重在注射前后的变化。注射后, 黄鳢体长、体长重均有所增加, 两种对照组黄鳢增长的幅度与 MT 注射组几乎相同 (表 1)。这说明 MT 色拉油液的注射不影响黄鳢的正常生长。

表 1 实验鳢鱼的存活情况及平均体长、体重变化
Tab. 1 The survival condition, the average body length and weight change of the *Monopterus albus* in the experiment

组别 Group		实验鱼的存活情况 (尾)		实验后存活的鱼			
		Survival condition of the experimental fish(ind)		Survival fish after experiment (ind)			
		实验前 Before experiment	实验后 After experiment	平均体长变化		平均体重变化	
				The average body length change (cm)		The average weight change (g)	
		实验前 Before experiment	实验后 After experiment	实验前 Before experiment	实验后 After experiment	实验前 Before experiment	实验后 After experiment
A	雌性 Female	6	3	37.5 ±1. 7	39. 6±1. 7	32. 0±1. 3	45. 5±1. 7
	间性 Intersex	9	4	38. 1 ±1. 4	40. 3±1. 8	36. 5±1. 5	51. 0±1. 7
B	雌性 Female	6	4	34. 5 ±1. 8	39. 0±1. 4	29. 5±2. 0	40. 5±0. 5
	间性 Intersex	10	3	40. 2 ±2. 3	44. 7±1. 2	48. 3±2. 5	59. 0±1. 6
C	雌性 Female	8	4	40. 1 ±2. 7	43. 5±0. 7	56. 0±2. 5	67. 5±1. 7
	间性 Intersex	8	3	42. 0 ±2. 6	45. 5±1. 7	58. 4±2. 3	70. 0±1. 8
D	雌性 Female	7	4	43. 0 ±1. 6	45. 0±1. 2	64. 5±1. 6	75. 0±1. 1
	间性 Intersex	9	4	38. 7 ±1. 6	42. 0±0. 7	39. 0±1. 5	48. 5±1. 4
E	雌性 Female	5	3	39. 0 ±0. 9	43. 5±1. 0	41. 0±1. 5	55. 0±0. 7
	间性 Intersex	7	4	40. 6 ±1. 3	42. 3±0. 9	44. 0±1. 3	53. 5±0. 9
F	雌性 Female	4	3	42. 2 ±1. 1	45. 0±0. 3	59. 0±1. 7	71. 0±0. 7
	间性 Intersex	11	5	39. 5 ±3. 2	43. 0±0. 9	43. 3±1. 5	54. 5±1. 6

注: * 平均体长和平均体重用 SAS 8.1 统计处理标准差
Note * The standard deviation of the average body length and weight was dealt with SAS 8.1

2.1 MT对雌鳢性腺作用的效果

MT色拉油液中 MT 的注射剂量范围 8—30μg /g 体重, 共分 4组; 另外 2组为对照 (表 2)。MT对活检黄鳢作用的时间是 45d。色拉油液对照组 (E组) 和 0.65%生理盐水空白对照组 (F组)各存活 3尾, 性腺显微结构无变化 (图版 I -1, 2)。用 MT注射后存活下来的 15尾鱼中 (A组 3尾, B、C、D组各 4尾), 7尾没有雄性变化的明显迹象, 另外 8尾黄鳢在注射 MT后发生了不同程度的变化: 1尾黄鳢的组织中发现卵膜与卵质明显分离的现象, 与注射 MT前 (图版 I -3)相比, 注射 MT后滤泡中的颗粒层细胞在卵细胞一端明显膨大, 但未见明显解体的卵巢 (图版 I -4); 其余 7尾黄鳢的生殖板上出现了明

显成串的“中空小叶” (Hollow bubble)结构 (图版 I -6, 7)。而且“中空小叶”附近有血管明显增多, 组成“中空小叶”壁的细胞结构呈纺锤形, 有些甚至延长呈纤维状, 根据腔内有无细胞结构可将“中空小叶”分成两种类型: I型“中空小叶” (Hollow bubbles type I简称“HL-I”)腔内无任何细胞结构 (图版 I -6); II型“中空小叶” (Hollow lobules type II简称“HL-II”)壁上有类似精原细胞的结构伸向腔内, 并有两尾出现了类似生精小叶的结构 (图版 I -7)。在所有出现了类似生精小叶和“中空小叶”结构的鳢体性腺组织切片中, 可见生殖板都明显增粗延长, 但未见间质细胞的明显增生, 卵巢也没有明显解体现象, 多个时相的卵母细胞依然存在。

表 2 MT对黄鳢卵巢发育的影响*
Tab. 2 The influence ofMT on the development of the ovary from the*M onopterus albus*

组别	注射剂量(MT μg/g 存活鱼数(尾)	出现生精小叶鱼	出现 间质细胞鱼	卵巢 解体 鱼 数	出现中空小叶鱼	没有变化鱼数	
Group	鱼体重)	The amount of the	数(尾)	数(尾)	(尾)	数(尾)	(尾)
	In jected dose(MT	survival fish (ind)	The amount of the	The amount of the	The amount of the	The amount of the	The amount of
	μg/g fish weight)		fish with seminiferous lobule appearance (ind)	fish with interstitial cell appearance (ind)	fish with ovary degeneration (ind)	fish with “Hollow bubble” appearance (ind)	the fish with no change (ind)
A	8	3	1	0	0	2	1
B	15	4	0	0	0	1	3
C	22	4	0	0	0	2	2
D	30	4	1	0	0	2	1
E	色拉油对照 Control salad oil	3	0	0	0	0	3
F	空白对照 Control blank	3	0	0	0	0	3

* 同一条黄鳢在实验处理后可能有多种影响效应
* The same*Monopterus albus* may have many different influences after experiment

2.2 MT对雌雄间体鳢性腺作用的效果

MT对雌雄间体黄鳢发育进程的影响, 其实验方法与 MT对雌鳢的处理相同 (表 3)。MT的作用时间也是 45d。色拉油液对照组 (E组)存活 4尾鱼, 0.65%生理盐水空白对照组 (F组)存活 5尾。在利用 MT注射后存活下来的 14尾鱼中 (A组和 D组各 4尾, B组和 C组各 3尾), 仅 3尾没有明显变化的迹象, 另外 11尾在注射 MT后发育进程受到了不同程度的影响 (图版 I -8—12), 除出现与雌性鳢作用结果相同的生殖板“中空小叶”外, 还有 5尾黄鳢生精小叶明显受到刺激: 雌雄间体早期的黄鳢 (图版 I -8)在注射 MT后, 精母细胞发育进程加快 (图版 I -9); 而

雌雄间体晚期的黄鳢 (图版 I -10)在注射 MT后, 精细胞已排出, 生精小叶成了“中空小叶” (图版 I -11, 12)。此类雌雄间体晚期鳢注射 MT后性腺生精小叶上出现的“中空小叶”与生殖板上形成的 HL-I、HL-II 在结构上有些不同: 前者壁细胞呈扁平状或不规则形状, 腔中或壁附近均有数量不等的细胞, 有精子细胞或精母细胞的存在, 生殖板明显增粗伸展, 板上结缔组织增生; 后者壁细胞呈不规则纤维状, 腔中无细胞或壁附近有类似精原细胞结构, 生殖板变化也不如前者明显 (图版 I -6, 7)。但间质细胞都没有明显变化, 而且雌雄间体早期鳢在注射 MT后少数卵母细胞依然存在 (图版 I -9)。

表 3 MT对雌雄间体期黄鳢性腺发育的影响*

Tah 3 The influnce ofMT on the development of the gonad from the intersexual*M onopterus albus*

组别	注射剂量(MT	存活鱼数(尾)	生精小叶受到	出现间质细胞	结缔组织增生	卵巢解体鱼数	出现中空小叶	没有变化
Group	μg/g鱼体重)	The amount of	刺激鱼数(尾)	鱼数(尾)	鱼数(尾)	(尾)	鱼数(尾)	鱼数(尾)
	Injected dose	the survival fish	The amount of	The amount of	The amount of	The amount of	The amount of theThe amount	of the fish
	(MTμg/g fish	(ind)	the fish with	the fish with in-	the fish with	the fish with	fish with“Hollow	with no
	weight)		sen iniferous	terstitial cell ap-	desnoplasia	ovary degenera-	lobule” appear-	change(ind)
			lobule stimula-	pearance (ind)	(ind)	tion (ind)	ance (ind)	
			tion(ind)					
A	8	4	1	0	2	0	4	0
B	15	3	1	0	2	0	2	1
C	22	3	1	0	1	0	2	1
D	30	4	2	0	2	0	3	1
E	色拉油对照	4	0	0	0	0	0	4
	Control salad oil							
F	空白对照	5	0	0	0	0	0	5
	Control blank							

* 同一条黄鳢在实验处理后可能有多种影响效应

* The sam e*M onopterus albus* may have many different influences after experim ent

3 讨 论

MT对雌鳢作用后,卵膜与卵质明显分离,卵母细胞呈现出一系列退化的特征(图版I-4),这说明MT可能促进卵巢的退化。在雌雄间体黄鳢早期MT明显促进雄性生殖细胞的发育(图版I-9),这与MT的雄性化作用是分不开的。从处理的整体效果看(表2和表3),MT对雌雄间体黄鳢的作用强于对雌性黄鳢的作用。

在MT处理后,部分雌性和大部分雌雄间性黄鳢性腺的生殖板上出现了“中空小叶”结构。这种结构可区分二类(HL-I、HL-II),出现的原因可能是外源雄性激素注入体内后,致使鱼体新陈代谢发生逆向改变的结果。MT可促进新陈代谢,生殖板上“中空小叶”附近有丰富的血管(图版I-6)可能就是促进卵巢退化物体的转移及性腺雄性化物质转运的适应性特征:因为这些“中空小叶”仅在生殖板上出现,具有卵巢组织退化的特征,但未发现有卵巢外排现象。这说明生殖板上此类“中空小叶”的出现可能是在MT作用下雌性组织的退化和雄性化进程“加速”的结果,而不是卵巢组织外排留下的空洞。同时,在“HL-II”中还发现有类似精原细胞的细胞结构(图版I-7),这种结构可能是生精小叶发育的雏形,但其壁细胞组成与正常生精小叶不同,这类“中空小叶”很可能就是大剂量MT诱导下,非正常发育产生的生精小叶。但目前还不清楚这些结构

的起源及其在鱼类发育繁殖中的可能作用。

在雌雄间体期除出现上述两种类型的“中空小叶”外,还有一种类型的“中空小叶”在MT处理后的雌雄间体晚期黄鳢性腺的生殖板上经常发现。明显可见这种“中空小叶”的出现是由于生精小叶内雄性生殖外排的结果(图版I-11、12)。这是由于MT有促进雄性生殖细胞的成熟和排精的作用,且产生的“中空小叶”腔内还可见精子细胞和精母细胞样结构(图版I-12),其壁与正常生精小叶壁细胞结构组成相似。但这种外排的雄性生殖细胞是否有受精能力,还有待于进一步研究。

参考文献:

[1] Li u CK. Rud in entary herm aph rod itism in the symbranchid eel *M onopterus javanensis* [J]. *S in en sia*, 1944 **15** 1—8

[2] Davis K B, Ludw ig G M. Horm onal effects on sex differentiation and grow th in sunshine bass *M orone chrysops-m orone saxatilis* [J]. *Aquaculture* 2004 **231**: 587— 596

[3] Andersen L, Hol beh H, Gessbo A, *et al* Effects of exposure to 17 α-ethiny lestradi ol during early development on sexual differentiation and induction of vitellgenin in zebrafish (*Danio reio*) [J]. *Comp Biochan PhysiolC*, 2003, **134** 365— 374

[4] Li u J K, Gu G Y. The change of*M onopterus albus* gonad on the sex reversion [J]. *Journal of Hydrobiology of China*, 1951, **2**(1—2): 85— 109 [刘建康, 顾国彦. 黄鳢性逆转时生殖腺组织的改变. 中国水生生物学汇报, 1951, **2**(1—2): 85— 109]

[5] Li an K F. Sex reversal as a natural process in the symbranchi-

- form fish *Monopterus albus* [J]. *Copeia*, 1963, **2**: 303—312
- [6] Tao Y X, Lin H R, Glen V D K, *et al*. Hormonal induction of precocious sex reversal in the ricefield eel *Monopterus albus* [J]. *Aquaculture*, 1993, **118**: 131—140
- [7] Chen L L, Xiao Y M, Liu Y. A report about the new development of gonad in *Monopterus albus* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2006, **30**(5): 621—624 [陈丽莉, 肖亚梅, 刘筠. 黄鳝一种新的生殖腺发育状况报道. 水生生物学报, 2006, **30**(5): 621—624]
- [8] Xiao Y M, Liu Y. Study on the histology in sex changing from intersex to male of *Monopterus albus* (Zuiew) [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1995, **19**(4): 297—304 [肖亚梅, 刘筠. 黄鳝由间性发育转变为雄性发育的细胞生物学研究. 水产学报, 1995, **19**(4): 297—304]
- [9] Mei W X, Cao Y L, Li R L, *et al*. A preliminary observation on sex reversal of the mud eel *Monopterus albus* [J]. *Journal of Zhejiang College of Fisheries*, 1993, **12**(1): 53—58 [梅文骧, 操应龙, 李蕊蕾, 等. 黄鳝 *Monopterus albus* 性转变的探讨. 浙江水产学院学报, 1993, **12**(1): 53—58]
- [10] Yang W Y, Gu Z Q, Wang C H, *et al*. Observation of gonad histology in the course of the sex reverses for the eels (*Monopterus albus*) [J]. *Progress in Veterinary Medicine*, 2004, **25**(6): 113—115 [杨文云, 顾忠旗, 王春华, 等. 黄鳝性逆转过程中性腺形态学初步观察. 动物医学进展, 2004, **25**(6): 113—115]
- [11] Zhou Q B, Wu H D, Wu H X, *et al*. The effect of spawn and not spawn on sex reversal in ricefield eel [J]. *Journal of Economic Animal*, 2004, **8**(2): 89—91 [周秋白, 吴华东, 吴红翔, 等. 产卵与黄鳝性转化关联研究. 经济动物学报, 2004, **8**(2): 89—91]
- [12] Liu X Y, Cui T C, Wang L C, *et al*. Histological and ultrastructural changes in the gonad during sex reversal in *Monopterus albus* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1990, **14**(2): 166—171 [刘修业, 崔同昌, 王良臣, 等. 黄鳝性逆转时生殖腺的组织学与超微结构的变化. 水生生物学报, 1990, **14**(2): 166—171]
- [13] Tao Y X, Lin H R. Studies on the natural sex reversal of paddy-field eel *Monopterus albus* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1991, **15**(3): 274—278 [陶亚雄, 林浩然. 黄鳝自然性反转的研究. 水生生物学报, 1991, **15**(3): 274—278]
- [14] Lv D Y, Song P, Chen Y G, *et al*. Expression of gene *masa* during gonadal natural sex reversal of rice field eel *Monopterus albus* [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 2005, **51**(3): 467—475 [吕道远, 宋平, 陈云贵, 等. 黄鳝性腺自然逆转过程中 *masa* 基因的表达分析. 动物学报, 2005, **51**(3): 467—475]
- [15] Chan S T H, Wan Sum Q, Tang F, *et al*. Bopsy studies on the natural sex reversal in *Monopterus albus* (Pisces Teleostei) [J]. *Journal of Zoology (London)*, 1972, **167**: 415—421
- [16] Tang F, Lofts B, Chan S T H. A α -3 β -hydroxysteroid dehydrogenase activities in the ovaries of ricefield eel *Monopterus albus* (Zuiew) [J]. *Experientia*, 1974, **30**: 316—317
- [17] Zhang X X, Dong Y K. A preliminary study on sex induction by exogenous male steroid hormone during larva stage of *Monopterus albus* (Pisces teleostei) [J]. *Reservoir Fisheries*, 1994, **6**: 18—20 [张小雪, 董元凯. 外源雄性激素对幼鳝性别诱导的初探. 水利渔业, 1994, **6**: 18—20]

THE INFLUENCE OF EXOGENOUS METHYLTESTOSTERONE ON THE GONAD DEVELOPMENTAL PROCESS OF FEMALE AND INTERSEXUAL *MONOPTERUS ALBUS*

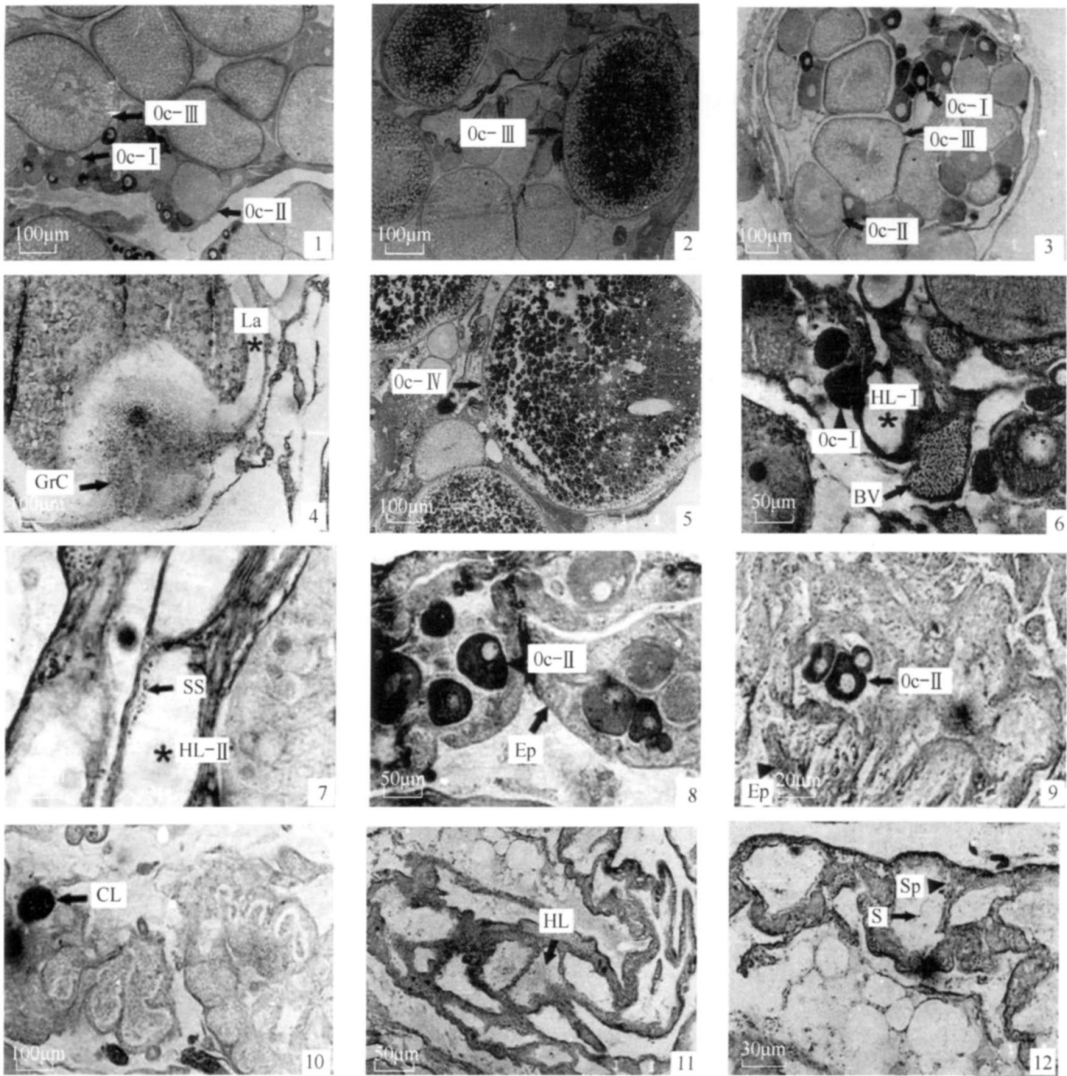
ZHUO Xiao-Le¹, ZOU Ji-Xing¹, CUI Ke¹, ZHONG Shan² and HE Xue-Jun¹

(¹ College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

² Department of Genetics, Basic Medical School of Wuhan University, Wuhan 430071, China)

Abstract This paper studied the influence of the exogenous androgen on the gonad developmental process of female and intersexual *Monopterus albus* after being treated with large dosage of methyltestosterone (MT), by the method of gonad biopsy. We dissolved the exogenous androgen with salad oil and then injected them into the abdominal cavity of female and intersexual *Monopterus albus*. The influence of the exogenous androgen on the gonad developmental process of the female and intersexual *Monopterus albus* was studied by light microscope. The conclusion might lay the foundation for further revealing mystery of the sex-reversal and we found some interesting structures in histology although we could not get the sex-reversal male of *Monopterus albus* by inducing artificially. The results were as follows: ① MT could promote the degradation of the oocyte of the female *Monopterus albus*, but it could not make the ovarian tissue of the female *Monopterus albus* degenerated completely. ② MT could promote the enlargement and extension of the epigynum of the female and intersexual *Monopterus albus*, but it could not make the interstitial cells of the female and intersexual *Monopterus albus* proliferated. ③ MT could promote the appearance of the “hollow lobules” on the epigynum of the female and intersexual *Monopterus albus*. These “hollow lobules” could be divided into two types: the Hollow lobule type I (“HL-I”) and the Hollow lobule type II (“HL-II”). And the Hollow lobule type II may be the seminiferous lobules which were produced under the abnormal development. ④ MT could promote the development of male reproductive cells in the early period of the intersexual *Monopterus albus*. And it could even promote the excreting of male reproductive cells in seminiferous lobules in the late period of the intersexual *Monopterus albus*, with the emergence of the other type of the “Hollow lobule”. ⑤ The influence of MT on the gonad developmental process of the intersexual *Monopterus albus* was better than that of the female *Monopterus albus*.

Key words *Monopterus albus*; Methyltestosterone (MT); Gonadal development



图版I PlateI

1. 活检前黄鳝 (*Monopterus albus*) 性腺卵巢, 示I、II、III时相卵母细胞 (→), ×33 2. 经色拉油液注射后的黄鳝性腺, 示卵巢发育进程并未受影响, III时相卵母细胞增多 (→), ×33 3. 活检前的黄鳝性腺, 性腺膜内I、II、III时相卵母细胞都存在 (→), ×33 4. 经 8μg MT处理后的黄鳝性腺, 可见卵母细胞明显退化, 颗粒细胞 (→), 卵膜与卵质分离的腔隙 (→), ×33 5. 活检前的黄鳝性腺有IV时相的卵母细胞存在 (→), ×33 6. 经 22μg MT处理后的黄鳝性腺, 示“HL-I”(→)及其壁附近的类精原细胞 (→), ×33 7. 经 22μg MT处理后的黄鳝性腺, 示“HL-II”(→)及其壁附近的类精原细胞 (→), ×33 8. 活检前雌雄间体鳝性腺生殖板 (→)和卵母细胞 (▲), ×82 9. 经 22μg MT处理后的雌雄间体鳝性腺, 生殖板盘绕复杂 (▲)卵母细胞减少 (→), ×33 10. 活检前雌雄间体晚期结构, 示退化的黄体 (→), ×82 11. 经 30μg MT处理后的雌雄间体鳝性腺, 生精小叶内雄性生殖细胞外排, 产生了“中空小叶”(→), ×82 12. “中空小叶”放大图, 示“中空小叶”内的精子细胞 (→)精母细胞 (▲), ×164

1. Ovarian tissues slice from *Monopterus albus* before biopsy, showing stage I, II and III oocytes (→), ×33 2. Gonadal tissues slice from *Monopterus albus* after injection of salad oil showing that the ovary developmental process was not affected and that stage III oocytes (→) increased ×33 3. Gonadal tissues slice from *Monopterus albus* before biopsy, showing stage I, II, III oocytes (→) existence ×33 4. Gonadal tissues slice from *Monopterus albus* after injection of 8μg MT, showing oocytes degenerating clearly, the granular cell (→) and the separating lacuna (→) between egg membrane and egg plasma, ×33 5. Gonadal tissues slice from *Monopterus albus* before biopsy, showing stage IV oocytes (→) existence ×33 6. Gonadal tissues slice from *Monopterus albus* after injection of 22μg MT, showing (→) “HL-I”, the nearby blood vessels (→) and many stage I oocytes (▲), ×82 7. Gonadal tissues slice from *Monopterus albus* after injection of 22μg MT, showing “HL-II”(→) and the similar spermatogonium (→) near the paries ×33 8. Gonadal tissues slice from an intersexual *Monopterus albus* before biopsy, showing the (→) epigynum and the oocyte (▲), ×82 9. Gonadal tissues slice from *Monopterus albus* after injection of 22μg MT, showing the epigynum (▲) complicated entwining and oocytes (→) decreasing ×33 10. The late period structure from an intersexual *Monopterus albus* before biopsy, showing degenerated corpus luteum (→), ×82 11. Gonadal tissues slice from an intersexual *Monopterus albus* after injection of 30μg MT, showing that male reproductive cells were excreted from the seminiferous tubules and that the “HL”(→) was produced ×82 12. The magnified hollow bulbule showing the sperm (→) and the spermatocyte (▲) in the hollow bulbule ×164

BV: 血管; CL: 黄体; GrC: 颗粒细胞; HL: 中空小叶; HL-I: I型中空小叶; HL-II: II型中空小叶; La: 腔隙; Oo: 卵母细胞; Ep: 生殖板; S: 精子; Sp: 精母细胞; SS: 类精原细胞