

## 团头鲂两种雄性激素浓度的周年变化\*

赵维信

(上海水产大学, 200090)

**提要** 于 1984 和 1985 年, 运用放射免疫测定法研究了团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*) 血清中睾酮(T)和 11-氧睾酮(11-OT)的含量变化。结果表明, 1. 雄鱼血清中 T 在 3 月份和 11 月份各出现一次高峰, T 浓度的周年变化与成熟系数(GSI)的周年变化之间无相关性; 雄鱼血清的 11-OT 只在 4 月份出现一次高峰, 11-OT 浓度的周年变化与 GSI 的周年变化之间呈非常显著的相关性; 成熟雄鱼经注射催产剂后, 血清 T 水平明显上升, 而 11-OT 水平略有下降。2. 雌鱼血清 T 在 4 月份和 7 月份各出现一次高峰, T 浓度的周年变化与 GSI 的周年变化呈显著相关性; 成熟雌鱼经注射催产剂后, 血清 T 水平极显著升高。

鱼类精巢除能合成睾酮、雄烯二酮等雄性激素外, 还能合成另一种生物活性很强的雄性激素, 11-氧睾酮(11-OT)。据报道, 大西洋鲑雄鱼血液中的 11-OT 浓度远远超过睾酮(T)浓度<sup>[5]</sup>; 雌鱼血液中的 T 浓度高于同种雄鱼的<sup>[6-9]</sup>, 而 11-OT 浓度却很低<sup>[6]</sup>。本文就团头鲂血液中两种雄性激素, T 和 11-OT 的浓度变化和生理作用进行初步探讨。

### 一、材料与方 法

试验鱼于 1984 年得自江苏省吴江县水产研究所池塘, 为第一次性成熟的团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*)。这批鱼在当年繁殖季节未进行人工催产, 也未自行产卵。于 1—12 月, 每月月底随机取雄鱼 7—13 尾、雌鱼 9—14 尾, 每尾体重 250—700 g, 从尾静脉穿刺取血, 制备血清, 于 -40℃ 保存供测定用。同时记录试验鱼的体重和性腺重, 按性腺重/体重×100 求得成熟系数(GSI)。于 1985 年 5, 6 月, 在上海市青浦区水产养殖场和江苏省吴江县水产研究所, 用人绒毛膜促性腺激素(HCG, 雌鱼剂量为 1 500 I.u./kg; 雄鱼剂量减半)催产或用 HCG + 鲤鱼垂体匀浆催产, 分别在注射前和注射后取血, 测定 T 和 11-OT 浓度。

采用放射免疫测定法<sup>[6]</sup>测定血清中 T 和 11-OT 的浓度。氚标 T(<sup>3</sup>H-T) 和氚标 11-OT(<sup>3</sup>H-11-OT) 为英国 Amersham 公司产品。T 标准品和 T 抗血清购自上海市内分泌研究所。11-OT 标准品购自 Sigma 公司, 11-OT 抗血清由英国 R. S. Wright 博士赠送。T 和 11-OT 标准品量的范围分别为 0—400 和 0—600 pg (微微克, 下同),  $y' = 4.1599 - 2.6983x'$  和  $y' = 5.4164 - 2.6855x'$ 。T 和 11-OT 的测定采用加热法处理样品<sup>[6]</sup>, 所得结果与抽提法处理样品进行比较, 差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

\* 上海水产大学崔峰、杨星、迟文康、吴松学同学参加部分工作, 陈雪怡和张敏同志为本文协助制图, 在此一并志谢。

收稿日期: 1990 年 1 月 12 日。

## 二、结 果

### 1. 雄鱼血清中 T 和 11-OT 的周年变化(图 1)

(1) T 值的周年变化 在 3 月份, T 峰值为  $2.45 \pm 0.35 \text{ ng/ml}$  ( $X \pm SE$ ), 较 GSI 峰值的出现早一个月; 在 4—7 月, 保持较稳定的水平, T 浓度为 1—1.5 ng/ml; 在 8 月份降至最低值, 几乎接近基线水平; 在 11 月, 形成当年的第二个峰值, 为  $1.17 \pm 0.06 \text{ ng/ml}$ , 此时, GSI 也略有升高; 在 12 月, T 浓度又略有下降。血清 T 浓度周年变化与 GSI 周年变化之间呈正相关,  $r = 0.2892$ , 但无显著性 ( $P > 0.05$ )。

(2) 11-OT 的周年变化 11-OT 浓度在 4 月份为  $32.84 \pm 5.30 \text{ ng/ml}$ , 与 GSI 峰值出现一致; 在 5 月, 11-OT 浓度为  $14.30 \pm 1.15 \text{ ng/ml}$ , 约为峰值的一半; 在 9 月为最低值,  $0.31 \pm 0.05 \text{ ng/ml}$ 。11-OT 浓度周年变化与 GSI 周年变化之间呈现正相关,  $r = 0.8355$ , 有高度显著性 ( $P < 0.01$ )。

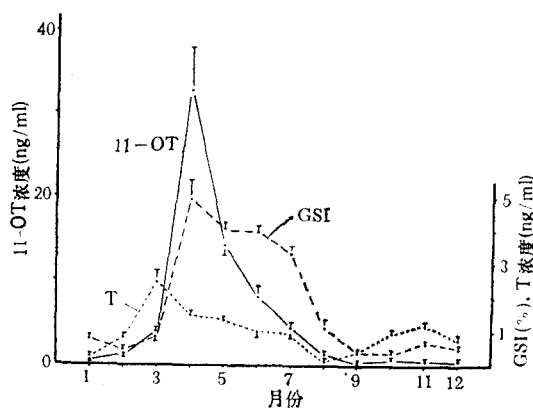


图 1 雄鱼血清中 T, 11-OT 浓度变化和 GSI 的周年变化

Fig. 1 Annual changes of serum T, 11-OT and GSI in male blunt snout bream

### 2. 雄鱼催产前、后血清中 T 和 11-OT 的变化(图 2)

给雌、雄各 5 尾成熟亲鱼注射 HCG, 然后将之放入水泥池内, 水温为  $25^{\circ}\text{C}$ 。于 12h 后检查, 两尾雌鱼已排卵(成熟卵游离在卵巢腔中), 一尾已产卵(成熟卵已产出体外), 两尾尚未排卵。此时, 雄鱼血清 T 浓度从催产前接近基线的水平上升到  $1.53 \pm 0.62 \text{ ng/ml}$ , 催产前、后差异非常显著 ( $P < 0.01$ )。雄鱼血清中 11-OT 浓度, 催产前为  $4.49 \pm 1.52 \text{ ng/ml}$ ; 催产后 12h 为  $1.63 \pm 0.35 \text{ ng/ml}$  ( $n = 4$ ); 催产前、后差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

### 3. 雌鱼血清中 T 的周年变化(图 3)

全年中, 在 1 月份的 T 浓度最低, 为  $0.49 \pm 0.08 \text{ ng/ml}$ ; 自 3 月底始 T 浓度迅速上升; 至 4 月出现峰值, 为  $5.03 \pm 0.45 \text{ ng/ml}$ ; 在 4 月底—5 月底继续下降; 至 6 月底又开始回升; 在 7 月份又出现一小峰, 为  $2.53 \pm 0.26 \text{ ng/ml}$ , 此后又开始下降; 在 8—12 月, T 浓度维持在  $0.7—1.2 \text{ ng/ml}$  之间。血清 T 浓度周年变化与 GSI 周年变化之间呈现正相关,  $r = 0.5151$ , 有显著性 ( $P < 0.05$ )。

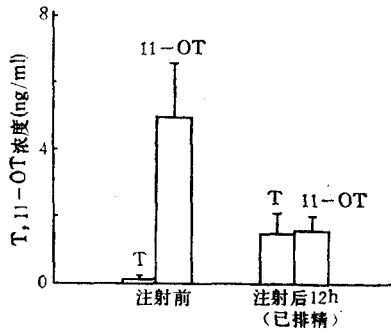


图 2 雄鱼催产前、后血清中 T 和 11-OT 浓度的变化

Fig. 2 Changes of serum T and 11-OT levels during spermiation in male blunt snout bream

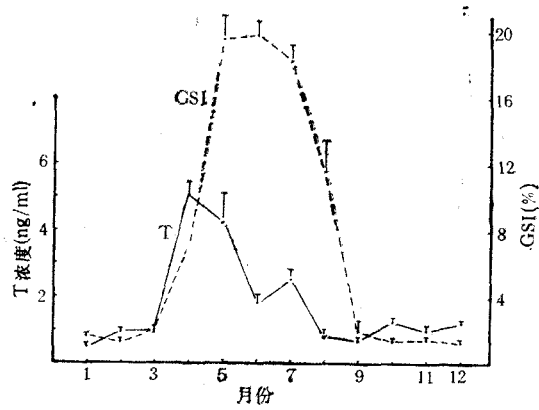


图 3 雌鱼血清中 T 浓度和 GSI 的周年变化

Fig. 3 Annual changes of serum T level and GSI in female blunt snout bream

#### 4. 雌鱼催产前、后血清中 T 和 11-OT 的变化(图 4)

给雌、雄各 10 尾成熟亲鱼注射 HCG + 垂体匀浆, 然后将之放入水泥池内, 水温为

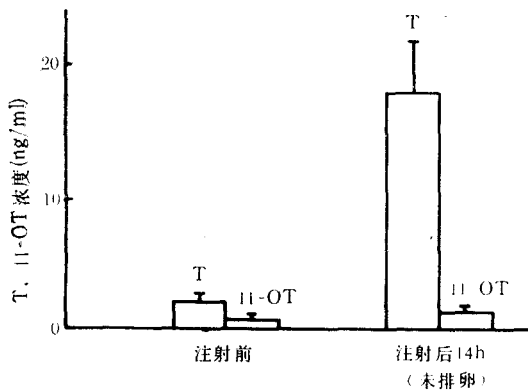


图 4 雌鱼催产前、后血清中 T 和 11-OT 浓度的变化

Fig. 4 Changes of serum T and 11-OT levels during induced spawning in female blunt snout bream

22℃。于 14h 后检查, 雄鱼见精液, 雌鱼均未排卵。测定表明, 雌鱼在催产前的 T 浓度为  $1.95 \pm 0.53$  ng/ml; 在催产后 14h, 迅速上升到  $17.96 \pm 4.32$  ng/ml; 催产前、后 T 浓度差异非常显著 ( $P < 0.01$ )。血清 11-OT 浓度, 雌鱼在催产前很低, 为  $0.98 \pm 0.08$  ng/ml ( $n = 7$ ); 在催产后 14h, 上升为  $1.53 \pm 0.18$  ng/ml ( $n = 7$ ); 催产前、后 11-OT 浓度的差异显著 ( $P < 0.05$ )。

### 三、讨论与结论

本研究结果指出, 团头鲂雄鱼 GSI 的最大值在 4 月份(图 1); 而血液中 T 含量的升高从 1 月份后明显加快, 其峰

值较 GSI 峰值早一个月, 显示了 T 对刺激精巢发育、精子发生的作用。9 月份后, T 浓度又上升形成一个初冬的小峰, 这与刺激排精后的精巢开始下一个性周期的发育有关, 可能有促进精原细胞增殖和精母细胞形成的作用。从雌鱼的性周期看(图 3), T 在 4 月份形成峰值, 比繁殖季节(5 月份)早一个月, 5 月份的 T 浓度仍维持在较高的水平。在雌性性周期中, T 浓度在 1—5 ng/ml 之间波动, 一年中有 4 个月份的 T 浓度都在 2 ng/ml 以上, 而雄性性周期中的 T 浓度水平较低, 仅在 0.2—2.5 ng/ml 之间波动。这与鲑鳟鱼类中雌鱼的 T 浓度往往高于雄鱼的 T 浓度的现象相类似, 这可能与 T 是合成雌激素的前体有密

切关系。团头鲂血液中雌二醇( $E_2$ )浓度周年变化的研究发现, $E_2$ 的峰值也在4月份<sup>[2]</sup>,这也说明, $E_2$ 的合成和分泌的变化同T的变化周期密切相关。

雌鱼经催产后,T浓度大幅度上升,这与鲑鲈鱼类<sup>[1]</sup>和鲑鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)<sup>[3]</sup>在催产后的反应是一致的。这时T浓度的上升,主要不是供应合成 $E_2$ 的前体,而是与大量分泌的促性腺激素(GTH)协同作用,诱发成熟类固醇激素产生<sup>[3]</sup>,从而导致卵母细胞卵核偏移、极化和消失,准备排卵。

本实验中,雄鱼GSI、T和11-OT周年变化曲线(图1)提示,随着精巢的发育,GSI逐步上升,11-OT的释放量也逐渐增加。在繁殖季节前的1—2个月中,11-OT浓度迅速升高,同时伴随着雄性第二性征的出现也越来越明显,至4月份11-OT水平达到峰值并与GSI峰值的出现一致。春季合成和分泌的T,一部分用于刺激精子发生;另一部分则用作转化为11-OT的前体;而在精子发生晚期(4月份),合成的T则主要是转化成11-OT。

成熟雄鱼经注射催产剂后,11-OT的浓度呈现下降趋势,但与注射前比较差异不显著。这同作者用大西洋鲑成熟精巢小块作离体培养时,11-OT的变化状况相似<sup>[4]</sup>,说明11-OT与排精无直接关系。成熟雌鱼在催产后,11-OT浓度却明显增高,这可能是由于此时T浓度上升,进而由T转化成11-OT的量也相应增加的缘故,但与雌鱼卵母细胞的最终成熟关系不大。

### 参 考 文 献

- [1] 赵维信,1987. 虹鳟排卵前后血清中类固醇激素浓度变化的研究. 水产学报 11: 205—213.
- [2] 赵维信、姜仁良、黄世蕙,1987. 团头鲂血清中雌二醇含量测定方法的改进和周年变化规律的研究. 水生生物学报 11: 97—104.
- [3] 赵维信、谭玉钧、姜仁良等,1988. 诱导鲑排卵时性类固醇激素含量的变化. 水生生物学报 12: 212—218.
- [4] 赵维信、R. S. Wright, 1988. 大西洋鲑雄鱼活体和离体分泌性类固醇激素的研究. 海洋与湖沼 19(6): 532—538.
- [5] Hunt, S. M. V. and R. S. Wright, 1981. Seasonal change in the levels of 11-oxotestosterone and testosterone in the serum of male salmon *Salmo salar* L. and their relationship to growth and maturation cycle. *J. Fish Biol.* 20: 105—119.
- [6] Kobayashi, M., K. Aida and I. Hanyu, 1986. Annual changes in plasma levels of gonadotropin and steroid hormone in goldfish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 52: 1153—1158.
- [7] Schulz, R., 1984. Serum levels of 11-oxotestosterone in male 17 $\beta$ -estradiol in female rainbow trout (*Salmo gairdneri*) during the first reproductive cycle. *Gen. Comp. Endocrinol.* 56: 111—120.
- [8] Scott, A. P., V. J. Bye, S. M. Baynes, et al. 1980. Seasonal variations in plasma concentration of 11-ketotestosterone and testosterone in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.* 17: 459—505.
- [9] Simpson, T. H. and R. S. Wright, 1977. A radioimmunoassay for 11-oxotestosterone: its application in the measurement of levels in blood serum of rainbow trout (*S. gairdneri*). *Steroids* 29: 383—389.

## TESTOSTERONE AND 11-OXOTESTOSTERONE CHANGES DURING AN ANNUAL CYCLE IN BLUNT SNOOT BREAM, *MEGALOBrama AMBLYCEPHALA*

Zhao Weixin

(Shanghai Fisheries University, 200090)

### ABSTRACT

The changes of serum levels of testosterone (T) and 11-oxotestosterone (11-OT) were investigated in both sexes of blunt snout bream during an annual cycle and induced spawning in the years of 1984 and 1985 by means of radioimmunoassay. The results showed that in male, T showed two peaks in March ( $2.45 \pm 0.35 \text{ ng/ml}$ ) and in November ( $1.17 \pm 0.06 \text{ ng/ml}$ ). The annual change of T levels was not correlated with the annual change of gonadosomatic index (GSI),  $r=0.2892$ ,  $P>0.05$ ; 11-OT only peaked in April ( $32.84 \pm 5.30 \text{ ng/ml}$ ), and the annual change of 11-OT levels was highly correlated with the annual change of GSI,  $r=0.8355$ ,  $P<0.01$ . T level showed a significant increase ( $P<0.01$ ), but 11-OT level showed a slight decrease ( $P>0.05$ ) after being injected with human chorionic gonadotrophin (HCG). In female, T showed two peaks in April ( $5.03 \pm 0.45 \text{ ng/ml}$ ) and in July ( $2.53 \pm 0.26 \text{ ng/ml}$ ); the annual change of T levels was showed a correlation with the annual change of GSI ( $P<0.05$ ). Mature females were injected with HCG+hypophysation, T and 11-OT levels showed a significant increase ( $P<0.01$  and  $P<0.05$ ).

The results suggested that T stimulated not only testes development and spermatogenesis in spring, but also the testes recurrence in early winter for the next reproductive cycle. Serum T peak level in female was much higher than that in male during an annual cycle, T level increasing was in relation to the start of final maturation of oocytes with the stimulation of large amount of gonadotropin (GTH). 11-OT increased with the testes development, but it was not related to the spermiation.