

# 鲤鱼血清中促性腺激素、 $17\beta$ -雌二醇含量的周年变化

黄世蕉 姜仁良 赵维信 周洪琪

(上海水产大学)

**提要** 应用放射免疫测定法,对雌、雄鲤鱼血清中促性腺激素(GTH)和 $17\beta$ -雌二醇( $17\beta$ -E<sub>2</sub>)的含量进行周年测定。GTH的常年分泌量,雌鲤平均为 $8.94 \pm 5.94$  ng/ml(12月份含量最低,峰值在1月份);雄鲤常年平均为 $8.72 \pm 5.20$  ng/ml(10月份含量最低,峰值在11月份), $17\beta$ -E<sub>2</sub>的含量,雌鲤1—4月份较高,平均为 $2019.48 \pm 754.49$  pg/ml(全年峰值在2月份)。产卵季节后,卵巢开始退化, $17\beta$ -E<sub>2</sub>含量下降。5—8月平均为 $454.58$  pg/ml,产卵前后差异性显著。这表明性腺的发育和成熟与血清中 $17\beta$ -E<sub>2</sub>含量变化的密切相关性以及雌二醇对GTH分泌的反馈抑制作用。

**主题词** 鲤鱼、促性腺激素、 $17\beta$ 雌二醇、性成熟系数。

垂体分泌的GTH控制了卵巢的发育和雌激素的分泌。卵巢在GTH作用下所分泌的雌激素促进了卵母细胞成熟过程中营养物质的积累。Crim(1978)、Lumbert(1978)和Scott(1983)等人应用放射免疫测定法研究了GTH和 $17\beta$ -E<sub>2</sub>在鲑鳟鱼类体内代谢以及对性腺发育和成熟的作用。国内近几年也陆续地发表了论述GTH在鱼类繁殖生理中机理的文章。本文应用放射免疫测定法对鲤鱼血清中GTH和 $17\beta$ -E<sub>2</sub>含量的周年动态及其相互关系,并对性腺发育、成熟的作用作了进一步的探讨,为鱼类人工繁殖措施提供理论上的依据是具有一定的实践意义。

## 材料与 方法

1973年2月至1979年1月,我们在福建厦门收集了周年雌、雄鲤的血清样品,每次取样10尾(雌、雄各5尾)。血清置 $-20^{\circ}\text{C}$ 低温保存。取样时分别测量鱼体体长、体重、性腺重,按Meinen氏分期法记录性腺成熟度,并求得性腺成熟系数(GSI);同时逐日记录水温变化。

血清的GTH含量用放射免疫测定法进行测定<sup>[1]</sup>, $17\beta$ -E<sub>2</sub>含量采用对上海计划生育研究所提供的放射免疫测定药箱,在方法学上加以改进后进行测定<sup>[2]</sup>。

## 结 果

一年之中,雌鲤血清中GTH的含量以1月份最高,为 $21.50 \pm 11.82$  ng/ml,2至4

月份的平均含量为 4.65 ng/ml, 5 至 10 月份的含量在 9—15 ng/ml 范围内, 平均为 11.55 ng/ml, 11 至 12 月份为全年的最低时期, 平均为 1.78 ng/ml。雄鲤血清中 GTH 含量, 呈脉冲式波动, 最高达到  $16.00 \pm 7.10$  ng/ml, 最低为  $4.74 \pm 2.81$  ng/ml (见表 1, 图 1)。

表 1 鲤鱼血清中 GTH、 $17\beta$ -E<sub>2</sub> 含量变化与性腺成熟度的关系

Table 1. The relationship between GTH and  $17\beta$ -E<sub>2</sub> content in Serum and gonad maturity of carp

月份 (month)	血清中 GTH 含量(ng/ml) $\bar{x} \pm S. D (N)^*$ GTH content in serum (ng/ml) $\bar{x} \pm S. D (N)^*$		雌鲤血清中 $17\beta$ -E <sub>2</sub> 含量 (pg/ml) $\bar{x} \pm S. D (N)^*$ $17\beta$ -E <sub>2</sub> content in female serum (pg/ml) $\bar{x} \pm S. D (N)^*$	雌鲤性腺成熟系数(%) $\bar{x} \pm S. D$ gonad somatic index (GSI) (%) $\bar{x} \pm S. D$
	♀ (female)	♂ (male)		
2	3.75 ± 4.19(4)	5.10 ± 3.29(5)	3215.78 ± 206.3(4)	20.3 ± 8.3
3	4.50 ± 5.07(4)	9.80 ± 9.91(5)	1852.17 ± 812.16(4)	22.9 ± 7.0
4	5.70 ± 4.17(4)	14.50 ± 12.81(5)	1646.01 ± 871.29(5)	26.6 ± 6.5
5	15.42 ± 22.85(6)	106.0 ± 67.31(4)**	362.16 ± 21.42(6)	13.1 ± 8.5
6	10.90 ± 14.01(5)	3.25 ± 2.47(4)	355.05 ± 71.17(4)	4.8 ± 3.1
7	10.33 ± 8.62(3)	8.67 ± 6.92(6)	808.62 ± 60.71(2)	5.0 ± 1.3
8	10.60 ± 3.29(5)	15.0 ± 5.66(2)	293.49 ± 22.83(5)	3.1 ± 1.7
9	12.86 ± 5.15(7)	7.33 ± 1.15(3)	906.60 ± 61.54(7)	3.3 ± 1.0
10	9.20 ± 4.15(5)	4.88 ± 1.44(4)	688.13 ± 357.28(6)	5.6 ± 3.4
11	1.38 ± 0.75(4)	16.0 ± 7.10(4)	2200.30 ± 1598.45(4)	9.5 ± 2.4
12	1.17 ± 0.76(3)	4.74 ± 2.81(7)	662.49 ± 36.50(4)	12.1 ± 5.5
79年1月	21.50 ± 11.82(4)	6.67 ± 3.67(6)	1363.97 ± 1128.03(4)	10.7 ± 6.6

\*  $\bar{x} \pm S. D (N)$  为均值 ± 标准差(检测尾数)

$\bar{x} \pm S. D (N)$  — Average ± Standard deviation (number)

\*\* 五月份正值繁殖季节, 雄鲤血清中 GTH 含量变化太大, 不计入全年平均含量

This figure isn't accounted in annual content because it is an exception that appeared only in May (reproductive season).

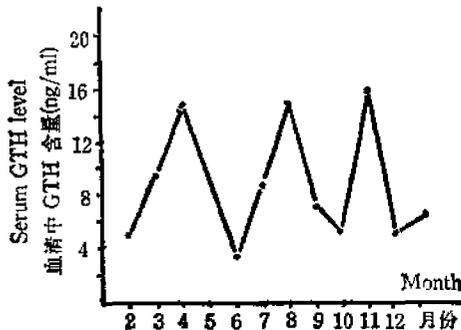


图 1 雄鲤血清中 GTH 含量的周年变化

Fig. 1 Annual changes of GTH content in serum of male carp

实测雌鲤血清中  $17\beta$ - $E_2$  的含量, 1 至 4 月份为全年较高的月份, 平均达到 2019.48 pg/ml, 这时性腺的成熟系数亦达到全年的最大值 (见图 2)。产卵季节过后, 血清中的  $17\beta$ - $E_2$  含量也随之下降, 5 至 8 月份, 性腺逐渐退化, 平均为 454.58 pg/ml, 产卵季节前后的差异性非常显著 ( $P < 0.001$ ) (见图 3)。9 至 12 月份, 性腺再度进入生长时期, 血清中  $17\beta$ - $E_2$  的含量又开始增高, 平均为 1256.95 pg/ml (见表 1)。

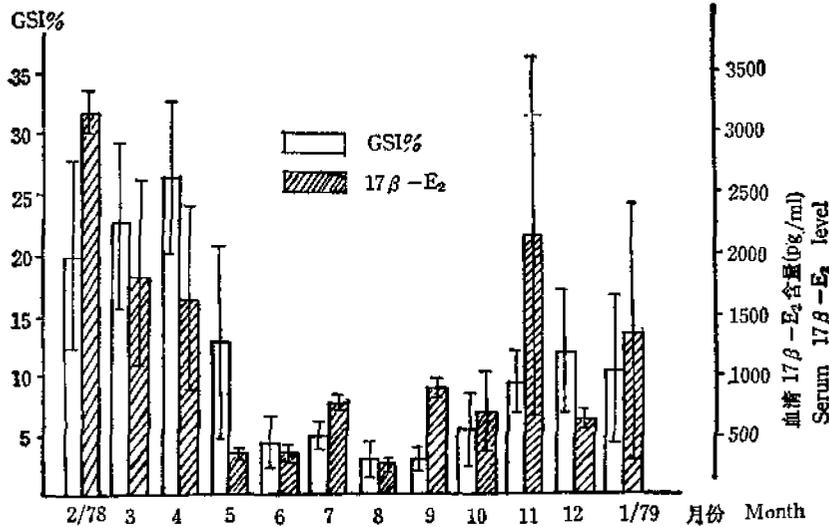


图 2 雌鲤周年血清中  $17\beta$ - $E_2$  含量与性腺成熟系数关系

Fig 2 Relationship between  $17\beta$ - $E_2$  content and GSI in serum of female carp

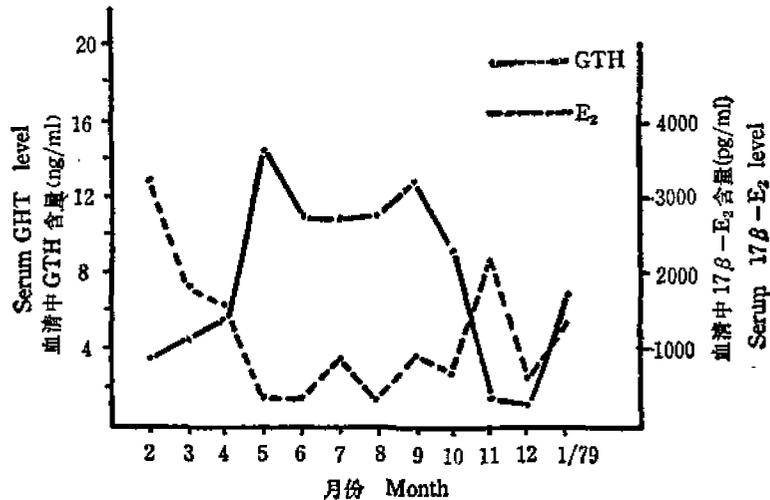


图 3 雌鲤血清中 GTH 和  $17\beta$ - $E_2$  含量的周年变化

Fig. 3 Annual changes of GTH and  $17\beta$ - $E_2$  content in serum of female

## 讨 论

试验结果表明,一年之中,5至10月份雌鲤血清中GTH含量平均达到11.55ng/ml,为全年最高时期,而雄鲤血清中GTH的月变化含量呈脉冲式波动,但雌、雄鲤血清中GTH含量的波动值基本在2—20 ng/ml日变化范围以内<sup>[9]</sup>。可见,雌、雄鲤GTH的常年分泌量并不高,这个范围可认为是鲤鱼垂体分泌GTH的基础水平。由于卵子的生长是一种缓慢的成熟过程,这种经常的、基础水平GTH量,对促进卵黄生长和卵巢的发育有一定的作用<sup>[6]</sup>。一般说来,哺乳动物垂体所分泌的黄体生成素在血液中突然升高是动物排卵的内在因素之一。要促使鱼类排卵和产卵则需要血液中GTH的水平比基础水平高30—40倍才能实现<sup>[4,6,7]</sup>。像青、草、鲢、鳊养殖鱼类在天然条件下不能在池塘中产卵的原因是由于血液中GTH水平不能迅速达到“排卵阈值”的缘故。我们在1977年已经发现鲢、鳊鱼血清的GTH含量经常维持在低水平(平均在4—2 ng/ml)的情况,这是鱼类性腺缓慢发育和逐渐成熟的必要条件。而排卵和产卵则是一种“启动、激发”的生理现象。血液中GTH水平的骤然上升,是这种启动、激发的必不可少的条件。

从试验结果可以看出,血清中 $17\beta\text{-E}_2$ 含量的变化对性腺的发育有着直接的影响。1至4月份,血清中的 $17\beta\text{-E}_2$ 含量较高,这时性腺的成熟系数亦达到全年的最大值,产卵季节过后性腺逐渐退化,血清中 $17\beta\text{-E}_2$ 的含量也随之下降,9月份之后,性腺再度进入生长阶段, $17\beta\text{-E}_2$ 的含量又开始升高。实验表明,11月份卵巢成熟系数有较大增长,血清中 $17\beta\text{-E}_2$ 浓度呈现出一个仅次于2月份的峰值,这反映了 $17\beta\text{-E}_2$ 对性腺再度发育的促进作用。可见血清中 $17\beta\text{-E}_2$ 含量的变化与性腺的发育和成熟是紧密相关的。 $17\beta\text{-E}_2$ 的分泌是受垂体分泌的GTH所调节。从实验结果表明,1月份 $17\beta\text{-E}_2$ 水平开始上升,这可能是由于较多的GTH分泌的结果。甾体分泌细胞中 $\text{C}_{21}\text{-C}_{19}$ 碳链酶的增加而诱导孕激素 $\text{C}_{21}$ -甾体的积累和分泌,这些都可能需要GTH的诱发<sup>[12]</sup>。在GTH诱导下,卵巢间隙细胞中 $3\beta\text{-羟甾脱氢酶}$ 以及滤泡颗粒细胞中 $3\beta\text{-羟甾脱氢酶}$ 活性增加,促使 $17\beta\text{-E}_2$ 大量合成和分泌<sup>[10]</sup>。血清中的 $17\beta\text{-E}_2$ 又能够加速肝脏合成卵黄蛋白和卵黄高磷蛋白的积累<sup>[6]</sup>,从而促进性腺的发育和成熟。因此,测定鱼血清中 $17\beta\text{-E}_2$ 含量的变化可作为鉴别鱼类性腺成熟度的一个生化指标,这可能成为鱼类性腺成熟度活体检测的一种新方法。

试验结果还表明了鱼体内 $17\beta\text{-E}_2$ 对GTH分泌的反馈作用。垂体分泌的GTH是卵巢充分成熟所必需的。卵巢只有在一定量的GTH作用下才能分泌雌激素。下丘脑和脑垂体的作用是直接参与调节鱼类卵巢的发育和影响性激素的分泌,而卵巢分泌的激素也可以作用于下丘脑或脑垂体。2至4月份,血清中 $17\beta\text{-E}_2$ 含量较高,在这一时期中,血清中GTH含量则处于低限水平,这表明 $17\beta\text{-E}_2$ 的增加,对垂体分泌GTH有抑制作用,5至8月份,血清中 $17\beta\text{-E}_2$ 含量处于较低水平,而这时期血清中GTH的含量则处于较高水平,这表明在性腺发育期或者性腺生长期中, $17\beta\text{-E}_2$ 含量的增加或减少对垂体分泌GTH所起的负反馈作用<sup>[9,11]</sup>。对于高水平的雌激素来说,可能是通过抑制下丘脑对GTH释放激素的分泌和降低脑垂体对GTH释放激素的敏感性,而引起GTH分泌的减

少。对于这更高一级的作用机理，还有待于今后工作的证实。

### 参 考 文 献

- [1] 厦门水产学院鱼类生殖生理科研小组，中国科学院上海生物化学研究所多肽激素组，1978。鲤鱼 (*Cyprinus carpio* L.) 血清促性腺激素的放射免疫测定。生物化学与生物物理学报, 10(4): 399—407。
- [2] 姜仁良等, 1986。促黄体生成素释放激素类似物对团头鲂血清中促性腺激素和 17 $\beta$ -雌二醇含量变动的研究。水产学报, 10(2): 185—193。
- [3] 潘家秀等, 1980。鲢、鳊、草鱼促性腺激素垂体含量及血清浓度日周期变化的关系。水产学报, 4(2): 121—127。
- [4] 姜仁良等, 1980。草、鲢鱼产卵前后血清中促性腺激素的含量变动。水产学报, 4(2): 127—133。
- [5] 赵维信等, 1979。鲤鱼产卵前后血清中促性腺激素含量的变动。动物学杂志 2: 3—5。
- [6] 会田胜美, ファン・パン・ガン・日比谷京, 1978。鱼类の生殖腺成熟に関する生理学的研究—I 生殖腺成熟に伴うマユの血浆蛋白組成の雌雄差。日本水产学会志, 39(11): 1091—1106。
- [7] Crim, L. W. et al., 1975. The plasma gonadotropin profile during sexual maturation in a variety of salmonid fishes. *Gen. Comp. Endocrin.*, 27: 62—70.
- [8] —, 1978. Plasma gonadotropin, estradiol, and vitellogenin and gonad phosphitin levels in relation to the seasonal reproductive cycle of female brown trout. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 18(4): 917—921.
- [9] Fostier, A. et al., 1978. Plasma estradiol-17 $\beta$  and gonadotropin during ovulation in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* 18(4): 929—936.
- [10] Lambert, J. G. D. et al., 1978. Annual cycle of plasma estradiol-17 $\beta$  in the female trout *salmo gairdneri*. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 18(4): 923—927.
- [11] Peter, R. E., 1982. Neuroendocrine regulation of gonadotropin at onset of gonadal development, and at ovulation, spermiation, and spawning. *International Symposium on Reproductive Physiology of fish*. Netherlands.
- [12] Scott, A. P. et al., 1983. Hormone changes during ovulation in the Rainbow trout (*Sal. G. R.*). *Gen. and Comp. endoc.* (49): 128—134.

## ANNUAL CHANGE OF GONADOTROPIN CONTENT AND ESTRADIOL-17 IN THE SERUM OF COMMON CARP

Huang Shijiao, Jiang Renliang, Zhao Weixin and Zhou Hongqi

(Shanghai Fisheries University)

**ABSTRACT** The annual change of gonadotropin (GTH) and estradiol-17 ( $E_2$ ) level in the serum of male and female common carp (*Cyprinus carpio* L.) were measured by radioimmunoassay (RIA). The annual average level of GTH in female carp was  $8.94 \pm 5.94$  ng/ml, with minimum  $1.17 \pm 0.76$  ng/ml in December, and maximum  $21.50 \pm 11.82$  ng/ml in January. The annual average of GTH level in male carp was  $8.72 \pm 5.20$  ng/ml, minimum  $4.74 \pm 2.81$  ng/ml in December and maximum  $16.00 \pm 7.10$  ng/ml in November. Serum  $E_2$  level in female rises from January to April, the average level is  $2019.48 \pm 754.49$  pg/ml while the peak level is  $3215.78 \pm 206.30$  pg/ml in February. The ovaries regressed soon after spawning season and  $E_2$  level

significantly decreased to 454.58 pg/ml from May to August. The difference is obvious between pre spawning and post spawning seasons ( $P=0.001$ ). These results indicate that the development and maturation of gonads are closely related to the change of serum  $E_2$  level. The feedback effect of  $E_2$  on function of pituitary is also discussed.

**KEY WORDS** Common carp, *Cyprinus carpio* L, Gonadotrophin (GTH), Estradiol-17( $E_2$ ), Maturation coefficient.