

## 中国石龙子繁殖季节血浆性类固醇激素水平的变化

胡健饶<sup>1,2</sup> 杜继曾<sup>1</sup> 计翔<sup>2</sup>(<sup>1</sup> 浙江大学生命科学学院, 杭州 310027; <sup>2</sup> 杭州师范学院生命科学学院, 杭州 310036)

**摘要** 本文研究了我国石龙子繁殖季节中性腺变化与血浆性类固醇激素水平波动间的相互关系。结果表明:雌性中国石龙子卵黄生成需要雌二醇(17 $\beta$ -estradiol, E<sub>2</sub>)的刺激。体现在卵巢重量于4月底至5月中旬间达峰值,血浆E<sub>2</sub>水平于3月底至最高值,此后显著回落,并于排卵前再次回升;血浆孕酮(progesterone, P)的生理功能在于输卵管卵的维持、促进胚胎发育和卵壳的形成。从3月中旬至4月底间,血浆P水平在基础值附近波动。5月中旬,随动物的排卵,血浆P水平迅速上升,至该月底达最高值,于产卵后迅速下降;E<sub>2</sub>随P的上升而下降,两者呈反向变动。雄性血浆睾酮(testosterone, T)水平与生精作用、维持攻击、求偶及交配行为密切相关。血浆T水平于动物出眠后呈现显著的上升趋势,并于4月中旬达峰值。5月中旬后,随睾丸的萎缩,血浆T水平也缓慢下降,至6月底达最低值。

**关键词:** 中国石龙子 性腺 睾酮 雌二醇 孕酮

繁殖活动与血浆性类固醇激素水平的季节性变化规律,在爬行动物的一些种类中已作了相关的探索<sup>[1-5]</sup>。这些研究结果在整体上显示:性腺的季节性复苏与血浆性类固醇激素的升高相关;动物在性行为及领域保卫等行为上的季节性变化,同样与血浆性类固醇激素的波动相一致。

然而,作为外温动物的爬行类,其生理和行为受环境条件的显著影响,诸如温度、湿度和营养状况等在调节雌、雄个体的性周期中,似乎起着重要的作用<sup>[6]</sup>。因此,同域异种和异域同种在长期的进化过程中,形成了适应于栖息地的不同的繁殖对策。不同的繁殖周期类型,就可能出现不同的繁殖频率,如,有些种类在一个繁殖季节产单窝卵,而另一些则产多窝卵。相比较而言,后者的繁殖活动显得相对复杂些,因为对于同一个种的同一雌性个体,在同一个繁殖季节里可能处在不同的繁殖状态,卵泡卵黄的沉积可能与怀卵相交叠,性类固醇激素在维持动物的怀卵和促使卵泡卵黄的生长过程中的作用及其时程上,也可能会有所不同<sup>[5]</sup>。因而,相关的研究也主要集中于后者,特别是爬行动物中的龟鳖类和蛇类<sup>[1-3]</sup>。

石龙子科蜥蜴广泛分布在热带和温带地区<sup>[7]</sup>,中国石龙子(*Eumeces chinensis*)主要分布在中国南部(包括台湾、海南)和越南,是华东和华南许多地

区蜥蜴区系的重要组成成分<sup>[8]</sup>;年产单窝卵,其繁殖具典型的季节性特征<sup>[9]</sup>。

关于中国石龙子血浆性类固醇激素水平的变化与繁殖状态间的相互关系尚未见有相关的报道。本文的研究目的是要探索中国石龙子在繁殖期内,雌性血浆中雌二醇(17 $\beta$ -estradiol, E<sub>2</sub>)、孕酮(progesterone, P)和雄性睾酮(testosterone, T)水平的变化模式及其与性腺活动的相互关系,为对栖息于亚热带地区的爬行动物有鳞类繁殖调控机理的研究提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样方法

于2002年3月中旬至6月底间,在每月的月中(6月中旬因雌性个体即将产卵而未采样)和月末,从野外捕回性成熟雌、雄中国石龙子各6-8条,于当日或次日12:30-13:00间,用电子天平(YP-1200型,精度0.1g)称体重,用Mitutoyo游标尺(精度0.1mm)测量头体长(snout-vent length, SVL);断头处死动物,用肝素钠涂布过的离心管(约1.5ml)取

本文2003年12月31日收到。2004年7月20日接受。

\*浙江省重点扶植学科(动物学)资助项目。

\*\*通讯作者。E-mail: hujianrao@hotmail.com

血,在 4℃台式离心机上、3 000rpm 转速离心 15min;血液离心后,将血浆移至另一个离心管中,并迅速投入液氮后置于-80℃低温冰箱内保存备用。为了避免应激介导的性腺激素的抑制,所有血样的收集在 15min 内完成<sup>[10]</sup>。

迅速剖取雌、雄两性的腹脂肪体及右侧性腺,用电子天平(Mettler AB204-E,精度 0.1mg)分别称重。用 Bouin 氏液固定性腺,24h 后用 70%酒精洗去固定液,Mitutoyo 游标尺测量雄性睾丸的短径(作为睾丸的直径)和雌性卵巢中最大卵泡的直径。

### 1.2 性类固醇激素的测定

血浆中性类固醇激素水平的检测,采用放射免疫法;检测药盒购于美国 DPC 公司(Diagnostic Products Corporation, Calif. USA)。具体操作按药盒说明。

### 1.3 数据处理

所有数据在作进一步统计检验前,用 Kolmogorov-Smirnov 和 F-max(Statistica 统计软件包)分别检验其正态性和方差同质性。经检验,部分数据须经 Log<sub>e</sub> 转换才能符合参数统计条件。以体重作为协变量、用线性回归、协方差分析(ANCOVA)和 Tukey's 多重比较处理相应的数据。文中描述性统计值用平均值±标准误表示,显著性水平设置为 α=0.05。

## 2 结果

### 2.1 繁殖期雌性性腺的变化与血浆孕酮、雌二醇水平的波动

经单因子 ANCOVA 显示,在繁殖季节,雌性中国石龙子的卵巢重量( $F_{6,42}=7.71, p<0.0001$ )和输卵管重量( $F_{6,32}=11.38, p<0.0001$ )、最大卵泡直径( $F_{6,30}=67.41, p<0.0001$ )及脂肪体重量( $F_{6,42}=3.65, p<0.01$ )呈显著性变化。

卵巢重量由 3 月中旬的  $0.10\pm 0.02$ g 上升至 5 月中旬的最大值  $1.89\pm 0.45$ g。于 5 月中旬解剖的 6 条雌性个体中,只有 2 条尚为卵巢卵,表明此时有 66.7%的个体已排卵,5 月底所剖视的个体全为输卵管卵。输卵管重量和最大卵泡直径也有同样的变化,分别由 3 月中旬的  $0.06\pm 0.01$ g 和  $2.56\pm 0.07$ mm 上升至 4 月底的  $0.21\pm 0.03$ g 和  $7.11\pm 0.35$ mm,而后至 6 月底前,均呈下降趋势。观察结果表明,卵泡直径达 7.00mm 左右,才能进入输卵管。排卵后未能进入输卵管的卵泡迅速退化、萎缩,至 5 月底、尤其是产卵后,卵巢中只有呈肉色的、直径 ≤1mm 的初级卵泡。脂肪体 3 月中旬最重,随卵泡的发育呈明显的下降趋势(表 1)。

与此同时,随着卵泡卵黄的沉积、排卵与产卵,血浆中 P(ANCOVA,  $F_{6,42}=7.49, p<0.0001$ )和 E<sub>2</sub>(ANCOVA,  $F_{6,42}=7.49, p<0.0001$ )含量也呈显著性波动。血浆 E<sub>2</sub> 水平在动物的整个繁殖期内呈现两个波峰,分别出现在 3 月底( $232.53\pm 67.29$ pmol/L)和 4 月底( $153.65\pm 40.88$ pmol/L)。此后,随着血浆 P 水平的上升, E<sub>2</sub> 开始迅速下降,至 5 月底后,在一个较低水平的基础值附近波动(图 1-a, b)。

血浆 P 水平在 3 月中旬至 4 月底期间,始终在一个较低的水平上波动。至 5 月中旬,动物开始排

表 1 繁殖期雌性中国石龙子输卵管重、卵巢重、脂肪体重及最大卵泡直径的变化

Table 1 Changes in ovary, oviduct, and fat body masses and diameter of largest follicles in *Eumeces chinensis* during the breeding season

日期 Date	体长(cm) SVL(cm)	重量 Mass(g)				最大卵泡直径 Diameter of largest follicle(mm)
		体重 Body	卵巢 Ovary	输卵管 Oviduct	脂肪体 Fat body	
15-Mar	103.39±2.43	24.96±2.31	0.10±0.02 <sup>b</sup>	0.058±0.01 <sup>b</sup>	0.65±0.21 <sup>a</sup>	2.56±0.07 <sup>c</sup>
30-Mar	104.61±1.81	25.68±2.16	0.11±0.01 <sup>b</sup>	0.053±0.01 <sup>b</sup>	0.49±0.03 <sup>ac</sup>	2.83±0.07 <sup>c</sup>
15-Apr	103.94±1.94	23.29±1.18	0.11±0.02 <sup>b</sup>	0.052±0.01 <sup>b</sup>	0.50±0.14 <sup>ab</sup>	3.00±0.29 <sup>c</sup>
30-Apr	107.80±3.12	28.27±2.18	1.84±0.46 <sup>a</sup>	0.21±0.03 <sup>a</sup>	0.32±0.04 <sup>ad</sup>	7.11±0.35 <sup>a</sup>
15-May	105.80±1.70	25.03±1.66	1.89±0.45 <sup>a</sup>	0.13±0.05 <sup>ab</sup>	0.17±0.03 <sup>bv</sup>	5.37±0.31 <sup>b</sup>
30-May	103.15±0.79	22.45±0.77	0.98±0.35 <sup>ab</sup>	-	0.28±0.11 <sup>ac</sup>	≤1.0
30-Jun	104.13±2.31	20.83±1.86	0.03±0.02 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>b</sup>	0.14±0.03 <sup>bv</sup>	≤1.0

上标不同的平均值差异显著(Tukey 检验, α=0.05; a>b>c); n=6-8。

Data are expressed as mean±SE. Means with different superscripts differ significantly (Tukey's test, α=0.05; a>b>c); n=6-8.

卵, 血浆 P 水平迅速上升, 于该月底达最高值  $13.81 \pm 1.89 \text{ nmol/L}$ 。这与输卵管中的卵正在形成卵壳在时间上相一致。此后急速下降(图 1-b)。

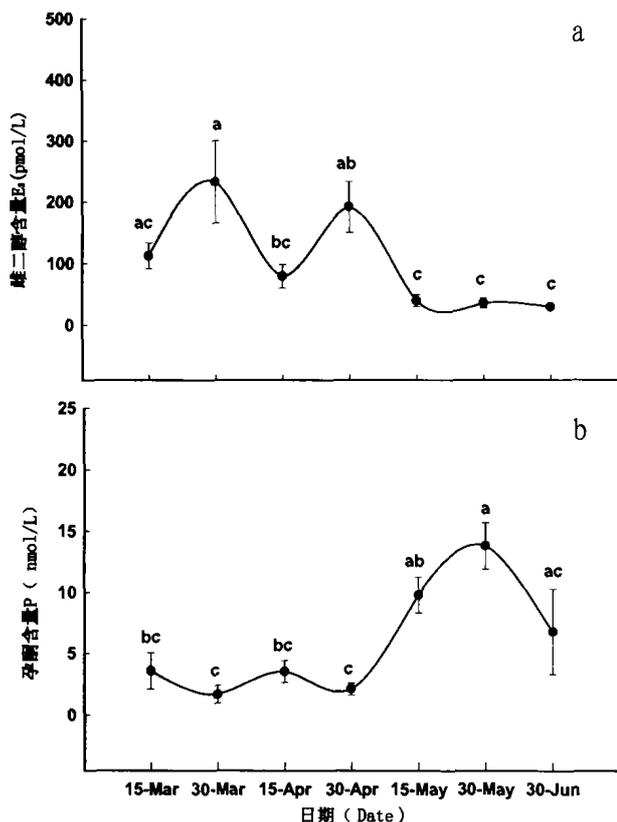


图 1 繁殖期雌性中国石龙子血浆雌二醇(a)和孕酮(b)水平的变化

上标不同的平均值差异显著 (Tukey 检验,  $\alpha=0.05$ ;  $a>b>c$ )

Fig.1 Changes in plasma  $E_2$  (a) and P (b) levels of female *Eumeces chinensis* during the breeding season

Data are expressed as mean $\pm$ SE. Means with different superscripts differ significantly (Tukey's test,  $\alpha=0.05$ ;  $a>b>c$ ).

## 2.2 繁殖期睾丸的变化与血浆睾酮水平的波动

中国石龙子睾丸重量 (ANCOVA,  $F_{6,42}=35.45$ ,  $p<0.0001$ ) 和直径 (ANCOVA,  $F_{6,42}=41.99$ ,  $p<0.0001$ ) 在繁殖期内呈显著性变化。3月中旬, 睾丸重量和直径已呈较大值, 至4月中旬两者达最高值 (分别为  $0.29 \pm 0.1 \text{ g}$  和  $0.57 \pm 0.4 \text{ mm}$ ); 而后至6月底, 均呈下降趋势。脂肪体 (ANCOVA,  $F_{6,42}=2.03$ ,  $p=0.09$ ) 在整个繁殖期内无显著性变化(表 2)。

血浆 T 水平 (ANCOVA,  $F_{6,42}=24.31$ ,  $p<0.00001$ ) 在整个繁殖期内呈显著性波动, 于动物出眠后, 呈迅速的上升趋势, 至4月中旬达峰值 ( $104.32 \pm 10.71 \text{ nmol/L}$ ), 此过程几乎与睾丸中生精上皮的生精活动相一致<sup>[9]</sup>。此后, 随睾丸重量的下降而回落(图 2)。

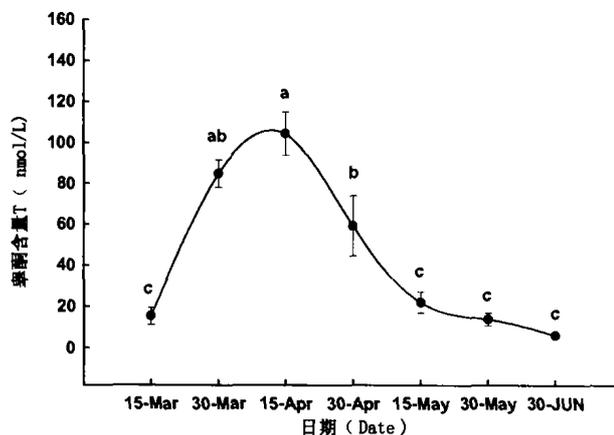


图 2 繁殖期雄性中国石龙子血浆睾酮水平的变化

上标不同的平均值差异显著 (Tukey 检验,  $\alpha=0.05$ ;  $a>b>c$ )

Fig.2 Changes in plasma T levels of male *Eumeces chinensis* during the breeding season

Data are expressed as mean $\pm$ SE. Means with different superscripts differ significantly (Tukey's test,  $\alpha=0.05$ ;  $a>b>c$ ).

表 2 繁殖期雄性中国石龙子睾丸和脂肪体重及睾丸直径的变化

Table 2 Changes in testis and fat body masses and diameters of testis in *Eumeces chinensis* during the breeding season

日期 Date	体长(cm) SVL(cm)	重量 Mass(g)			睾丸直径(mm) Diameter of testis
		体重 Body	睾丸 Testis	脂肪体 Fat body	
15-Mar	109.25 $\pm$ 2.66	27.74 $\pm$ 2.43	0.22 $\pm$ 0.02 <sup>abc</sup>	0.32 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup>	5.19 $\pm$ 0.13 <sup>ab</sup>
30-Mar	109.73 $\pm$ 1.89	27.97 $\pm$ 1.2	0.27 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	0.45 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>	5.72 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>
15-Apr	110.55 $\pm$ 1.83	30.42 $\pm$ 1.35	0.29 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.24 $\pm$ 0.04 <sup>ac</sup>	5.75 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>
30-Apr	112.34 $\pm$ 1.99	27.55 $\pm$ 1.54	0.16 $\pm$ 0.034 <sup>bc</sup>	0.17 $\pm$ 0.06 <sup>cd</sup>	4.78 $\pm$ 0.33 <sup>bc</sup>
15-May	111.12 $\pm$ 2.40	30.23 $\pm$ 2.35	0.08 $\pm$ 0.004 <sup>cd</sup>	0.10 $\pm$ 0.03 <sup>cd</sup>	3.98 $\pm$ 0.15 <sup>c</sup>
30-May	106.34 $\pm$ 4.66	27.38 $\pm$ 5.63	0.03 $\pm$ 0.004 <sup>d</sup>	0.23 $\pm$ 0.08 <sup>cd</sup>	3.07 $\pm$ 0.13 <sup>d</sup>
30-Jun	102.71 $\pm$ 3.50	23.33 $\pm$ 2.4	0.01 $\pm$ 0.001 <sup>d</sup>	0.22 $\pm$ 0.09 <sup>ac</sup>	2.80 $\pm$ 0.08 <sup>d</sup>

上标不同的平均值差异显著 (Tukey 检验,  $\alpha=0.05$ ;  $a>b>c$ );  $n=6-8$ 。

Means with different superscripts differ significantly (Tukey's test,  $\alpha=0.05$ ;  $a>b>c$ );  $n=6-8$ .

### 3 讨论

本研究结果显示:中国石龙子的季节性繁殖特征可以反映在血浆性类固醇激素水平的变化上,这似乎在具有相同繁殖对策的爬行动物种类中均有类似的体现<sup>[11]</sup>。然而,中国石龙子在繁殖季节中激素的变化模式具有其独特性:雌性卵黄生成(vitellogenesis)开始前,需要短时相  $E_2$  的刺激,怀卵需要高水平  $P$  的维持。雄性个体一进入繁殖期, $T$  水平迅速上升至峰值,而后随睾丸的萎缩而急速回落至基础值。

在脊椎动物中, $E_2$  被认为是雌激素的主要形式<sup>[12]</sup>,同时,也是一种卵黄生成的有效刺激物<sup>[13,14]</sup>。但也有研究结果表明,在爬行动物有鳞类中, $E_2$  水平的变化与卵黄生成无关<sup>[11]</sup>。对于雌性中国石龙子,3月底前的卵泡与排卵后的初级卵泡相比,尽管在直径上要大许多,但均为肉色,4月中旬后才逐渐转黄,而  $E_2$  的峰值出现在3月底(图1-a)。可见, $E_2$  在刺激中国石龙子雌性个体卵黄生成过程中的作用是明显的。但与已有的研究结果相比, $E_2$  的刺激作用在中国石龙子雌性个体的卵黄生成过程中其表现似乎更为独特,体现在整个繁殖期中出现两个  $E_2$  波峰。第一个波峰出现在卵黄开始沉积前,而在卵黄沉积过程中已明显回落。推测:其生理功能在于促进卵泡发育和卵黄沉积;而第二个波峰与动物即将排卵有关。

中国石龙子血浆孕酮水平在繁殖季内呈显著波动。该激素于3月中旬至4月底间,在基础值上下波动。5月中旬开始迅速上升,至该月底达峰值。在许多卵生爬行动物中已经观察到,黄体已生成的雌性个体,其血浆  $P$  水平最高<sup>[13,15,16]</sup>。伴随着黄体的生成, $P$  上升至最高值,并于产卵后下降。因此认为, $P$  的主要作用在于刺激卵泡的成熟和排卵<sup>[9]</sup>。对于年产多窝卵的种类,在繁殖期血浆  $P$  水平的可变性,反映了同一个体的不同繁殖状态,同时也反映了这样一个事实:同一雌性个体在繁殖期相对较短的时间内可以处于不同的阶段(如卵黄生成或怀卵)。然而,雌性中国石龙子  $P$  的变化模式似乎有所不同, $P$  在血浆中含量的上升始于排卵之时(5月中旬),于怀卵中期(5月底、6月初)达到峰值。可见,雌性中国石龙子  $P$  的主要生理功能并非在于刺激卵泡的成熟和排卵,而在于促进怀卵和输卵管卵中的胚胎发育,特别是卵壳的形成。

纵观整个繁殖期,中国石龙子雌性个体血浆中的  $P$  与  $E_2$  水平的变化呈反向波动,随  $P$  的上升, $E_2$  呈明显的下降趋势(图1)。

雄性激素与雄性动物的繁殖状态和繁殖行为密切相关<sup>[4,17]</sup>。我们的结果表明,在初春雄性中国石龙子血浆睾酮水平迅速上升,于4月中旬达峰值,而后开始下降,至6月底达最低值。所出现的  $T$  峰,其可能的作用是刺激冬眠后动物的精子发生与精子形成,同时也是刺激第二性征(secondary sexual characters)(如攻击性、求偶等)和交配行为的发生。需要指出的是,繁殖期后较低的血浆  $T$  水平对于刺激精子的再次发生可能已经足够,但如果没有繁殖期中峰值的出现,则不足以刺激第二性征的产生。有这样一个共同的特征:刺激引起一个反应的发生需要一个大的激素剂量,而维持此反应则只需较小的剂量<sup>[1,18,19]</sup>。

蜥蜴体内的贮能与繁殖密切相关。腹脂肪体是中国石龙子主要的脂肪贮存部位,动用活跃<sup>[20]</sup>。然而,与雌体相比,脂肪体对雄性繁殖活动的作用有限(表1,表2)。这种差异可能与两性对食物捕捉、处理和利用能力存在差异及雄体可能更多地依赖每日的食物摄入以满足其能量需要有关<sup>[20]</sup>。如,在繁殖期从野外随机捕捉的个体中,雌雄比例严重偏离(约10雄:1雌),这并不是种群内事实上的性比偏离,而是雌雄个体间在摄食行为和习性上的差异所致,因为在冬眠期此比例接近1:1。同时,两性个体在繁殖消耗上也存在差异,雌体在短时间内需要大量的能量完成卵黄沉积,其能量需求压力较大。对雄性个体而言,产生精子的能耗很低<sup>[21]</sup>,其繁殖能耗主要与觅偶、防卫配偶(mate-guarding)、交配等繁殖行为有关<sup>[22]</sup>。此外,Shanbhag 和 Prasad<sup>[23]</sup>发现: $E_2$  对脂肪体具有分解其脂肪的作用。 $E_2$  与脂肪体的负相关也见于其他种类的蜥蜴<sup>[24]</sup>。

总之,在繁殖季节中,雌性中国石龙子随着卵黄的沉积、排卵和怀卵, $E_2$  和  $P$  呈现反向变动。血浆  $E_2$  水平的上升与卵泡中卵黄开始生成相关,随动物排卵, $E_2$  下降, $P$  水平上升。在卵壳形成期间  $P$  水平升至峰值,怀卵中期开始下降,至产卵后, $P$  维持于基础值水平。因此, $P$  的作用是输卵管卵的维持、促进胚胎发育和卵壳的形成。对于雄性中国石龙子,血浆  $T$  水平与睾丸的生精活动密切相关。

## 参 考 文 献

- [1] Wibbels, T., D. W. Owens, P. Licht, C. J. Limpus, P. C. Reed & M. S. Amoss, 1992, Serum gonadotropins and gonadal steroids associated with ovulation and egg production in sea turtles, *Gen. Comp. Endocrinol.*, **87**: 71-78.
- [2] Whittier, J. M., F. Corrie & C. Limpus, 1997, Plasma steroid profiles in nesting loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in Queensland, Australia: Relationship to nesting episode and season. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **106**: 39-47.
- [3] Moore, I. T., J. P. Lerner, D. T. Lerner & R. T. Mason, 2000, Relationships between annual cycles of testosterone, corticosterone, and body condition in male red-spotted garter snakes, *Thamnophis sirtalis concinnus*. *Physiol. Biochem. Zool.*, **73**(3):307-312.
- [4] Amey, A. P. & J. M. Whittier, 2000, Seasonal patterns of plasma steroid hormones in males and females of the bearded dragon lizard, *Pogona barbata*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **117**:335-342.
- [5] Radder, R. S., B. A. Shanbhag & S. K. Saidapur, 2001, Pattern of plasma sex steroid hormone levels during reproductive cycles of male and female tropical lizard, *Calotes versicolor*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **124**:285-292.
- [6] Regal, P. J., 1980, Temperature and light requirements of captive reptiles. In "Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles"(J. B. Murphy & T. Collins eds), Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 79-89.
- [7] Greer, A. E., 1989, The Biology and Evolution of Australian Lizards. Hong Kong: Surrey Beatty and Sons.
- [8] Zhao, E. M. & K. Adler, 1993, Herpetology of China. Ohio: Published by the Society of the Study of Amphibians and Reptiles.
- [9] 胡健饶、杜继曾、计翔, 2004, 中国石龙子雄性生殖腺的年周期变化。动物学报, **50**(1): 103-110。
- [10] Lance, V. & D. Lauren, 1984, Circadian variation in plasma corticosterone in the American alligator, *Alligator mississippiensis*, and the effect of ACTH injections. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **54**: 1-7.
- [11] Crews, D. & C. Gans, 1992, The interaction of hormones, brain and behavior: An emerging discipline in herpetology. In "Physiology, Hormone, Brain, and Behavior: Biology of the Reptilian"(C. Gans & D. Crews eds), Univ. of Chicago Press, Chicago, **18**: 1-23.
- [12] Callard, I. P., D. L. Riley & L. Perez, 1990, Vertebrate vitellogenesis: Molecular model for multihormonal control of gene regulation. In "Progress in Comparative Endocrinology"(A. Epplé, C. G. Scanes & M. H. Stetson eds), Wiley-Liss, New York, 343-348.
- [13] Cree, A., J. F. Cockrem & L. J. Guillette, 1992, Reproductive cycles of male and female tuatara (*Sphenodon punctatus*) on Stephens Island, New Zealand. *J. Zool.*, **226**: 199-217.
- [14] Gavaud, J., 1986, Vitellogenesis in the lizard *Lacerta vivipara* Jacquin 2: Vitellogenin synthesis during reproductive cycle and its control by ovarian steroids. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **63**:11-23.
- [15] Guillette, L. J. & R. E. Jones, 1980, Arginine vasotocin-induced *in vitro* oviductal contractions in *Anolis carolinensis*: Effects of steroid hormone pretreatment *in vitro*. *J. Exp. Zool.*, **212**: 147-152.
- [16] McPherson, R. J., L. R. Boots, R. MacGregor & K. R. Marion, 1982, Plasma steroids associated with seasonal reproductive changes in a multiclutched freshwater turtle, *Sternotherus odoratus*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **48**: 440-451.
- [17] Tokarz, R. R., S. McMann, L. Seitz & H. John-Alder, 1998, Plasma corticosterone and testosterone levels during the annual reproductive cycle of male brown anoles (*Anolis sagrei*). *Physiol. Zool.*, **71**:139-146.
- [18] Carnevali, O., G. Mosconi, F. Angelini, E. Limatola, G. Ciarcia & A. Polzonetti-Magni, 1991, Plasma vitellogenin and 17  $\beta$ -estradiol levels during the annual reproductive cycle of *Podarcis sicula* Raf. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **84**: 337-343.
- [19] Paolucci, M., M. M. di Fiore, G. Ciarcia & V. Botte, 1992, Plasma sex steroid binding proteins (SSBP) in the male lizard, *Podarcis s. sicula*, during the reproductive cycle. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **87**: 232-239.
- [20] 计翔、徐永根、郑向忠, 1994, 中国石龙子的主要脂肪贮存部位研究。动物学研究, **15**(3):59-64。
- [21] Krebs, J. R. & N. B. Davies, 1981, An introduction to behavioural ecology. Blackwell Scientific Publ. Oxford. p292.
- [22] Ortega, A. & R. Barbault, 1986, Reproduction in the high elevation Mexican lizard *Sceloporus scalaris*. *J. Herpetol.*, **20**: 111-114.
- [23] Shanbhag, B. A. & B. S. K. Prasad, 1992, Fat body ovarian relationship in the garden lizard, *Calotes versicolor* (Daud.). *J. Exp. Zool.*, **264**: 454-460.
- [24] Ramirez-Bautista, A., C. Balderas-Valdivia & L. J. Vitt, 2000, Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Teiidae) in a tropical dry forest. *Copeia*, **2000**: 712-722.

## PATTERN OF PLASMA SEX STEROID HORMONE LEVELS DURING THE BREEDING SEASON OF MALE AND FEMALE SKINK: *EUMECES CHINENSIS*\*

HU Jian Rao<sup>1,2\*\*</sup> DU Ji Zeng<sup>1</sup> JI Xiang<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310027;

<sup>2</sup>School of Life Sciences, Hangzhou Normal College, Hangzhou 310036)

**ABSTRACT** Changes in gonadal activity and plasma sex steroid hormone levels in male and female *Eumeces chinensis* during the breeding season were described. The results showed that: The vitellogenesis of follicles of female *Eumeces chinensis* needed the stimulation of  $17\beta$ -estradiol ( $E_2$ ). As ovary masses reached peak values between late April and mid-May,  $E_2$  levels rose to the top value by late March, and then sharply declined but went up again before preovulation; The physiological functions of plasma progesterone (P) consisted in its oviductal egg retention, embryo development, and eggshell formation. P levels fluctuated near the basic value between mid-March and late April. In mid-May, with the onset of ovulation, plasma P levels rose rapidly, reached peak value by late May and declined sharply after ovulation. Plasma  $E_2$  levels declined as plasma P levels rose, showing an inverse relationship between them; In males, plasma Testosterone (T) levels were closely correlated with the maintenance of spermatogenesis activities, male and male combat, sexual display, and mating. Plasma T levels tended to rise after the termination of hibernation, and reached peak value by mid-April. After mid-May, with the testis regressing, plasma T levels gradually went down and reached bottom value by late June.

**Key words:** *Eumeces chinensis*. Testis. Ovary. Testosterone (T).  $17\beta$ -estradiol ( $E_2$ ). Progesterone (P)

\* This research was funded by a grant from the local government of Zhejiang Province for the Specially Supported Discipline of Zoology.

\*\* Corresponding author, E-mail: hujianrao@hotmail.com