

## 한국재래 수탉에서 부화 후 혈청내 LH, Testosterone, Estrogen과 IGF-I 농도의 변화

태현진<sup>1</sup> · 장병귀<sup>2</sup> · 최철환<sup>2</sup> · 박영재<sup>1</sup> · 양홍현<sup>1</sup> · 김인식<sup>1,†</sup>  
전북대학교 생체안전성연구소, <sup>1</sup>수의과대학 해부학교실, <sup>2</sup>축산연구소 가금과

### Changes in the Profiles of Serum LH, Testosterone, Estrogen, and IGF-I during Sexual Development in Male Korean Native Chickens

H. J. Tae<sup>1</sup>, B. G. Jang<sup>2</sup>, C. H. Choi<sup>2</sup>, Y. J. Park<sup>1</sup>, H. H. Yang<sup>1</sup> and I. S. Kim<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Bio-Safety Research Institute, Department of Veterinary Anatomy, College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University

<sup>2</sup>Poultry Division National Livestock Research Institute

**ABSTRACT** Changes in serum estradiol, insulin-like growth factor-1, leuteinizing and testosterone levels, and leuteinizing hormone-stimulated testosterone production per testis *in vitro* from hatching to adulthood were studied in Korean native chickens of 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 21, 24, 28, 32, 44, 52 and 64 weeks ( $n=13$  chickens per group) of age. The changes in the profiles of the levels in the incubation medium of luteinizing hormone-stimulated (100 ng/mL) testosterone secretion per testis *in vitro*, and the serum LH, testosterone, estradiol, and insulin-like growth factor-I were determined by radioimmunoassay. Serum estradiol levels were not significantly different at week 4 compared to that of 8, 12, 16, 21, 32, and 44. Significant decreases were observed at weeks 52 and 64. Serum leuteinizing hormone concentrations were not significantly different from 1 week to 12 weeks, increased gradually up to 32 weeks of age, and declined significantly thereafter; the highest value was at 32 weeks, and the lowest value was detected at 2 weeks of age. Serum insulin-like growth factor-I concentrations increased significantly from 1 week to 16 weeks, remained low and unchanged with advancing age. Serum testosterone concentrations were not significantly different at week 1 compared weeks 2, 4, 6, and 8. Significant increases were observed from 10 weeks to 32 weeks of age. Values at weeks 24, 28 and 32 and at weeks 32, 44, 52, and 64 were not significantly different. The highest value was at weeks 28 and the lowest value was detected at weeks 1 week. LH-stimulated testosterone production per testis *in vitro* increased gradually with age from 1 to 32 weeks and decreased significantly from 44 weeks to 64 weeks of age.

(Key words: serum LH, testosterone, estrogen, Korean native chickens)

## 서 론

조류에서 정자 발생에 중요한 역할을 담당하고 있는 각종 호르몬의 변화에 관한 연구는 주로 번식기와 비번식기가 명확하게 구분되는 계절번식 동물에서 주로 이루어져 있다 (Mashaly et al., 1983). 계절번식 동물에서 일년에 걸친 번식 주기를 조절하는 가장 중요한 인자는 광주기로 알려져 있으며, 이러한 광주기에 따라 시각신경, 교감신경, 송과샘, 시상하부, 뇌하수체 및 생식샘이 관련된 hypothalamic-pituitary-gonadal-axis에 여러 가지 변화를 일으키고 이에 따라 내분비

및 외분비 생식샘 기능의 주기적인 변화를 초래한다(Clay et al., 1987; Craven and Clarke, 1982; Tahka and Rajaniemi, 1985). 그러나 닭에서 고환 발달동안 정자 발생에 중요한 호르몬에 관한 연구는 극히 제한되어 있고 (Shape and Gow, 1993), 특히 한국재래 수탉에서 부화 후 일정 간격으로 성숙 시기까지 번식생리 관련 호르몬 농도의 변화에 관련된 연구보고는 접할 수 없다.

고환을 이루고 있는 세포 중에서 간질세포(Leydig cell)는 간질세포 자극호르몬의 자극을 받아 콜레스테롤로부터 테스토스테론을 생합성한다(Lipsett, 1980; Tsui et al., 1974). 간질

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : iskim@chonbuk.ac.kr

세포에서 합성 분비된 이 테스토스테론은 발생기 동안에 수컷 생식기관의 형태 형성에 중요한 역할을 하고 출생 후에 정자 발생의 개시와 유지, 그리고 난포자극호르몬과 협력하여 정자 형성의 조절 및 2차 성징의 발현에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Desjardins, 1981; Payne and Youngblood, 1995; Tahka, 1986; Wilson et al., 1981).

Barenton and Pelletier (1983)은 정자 발생이 다가옴에 따라서 고환내 LH와 FSH 수용체의 전체적인 양이 증가하고 고환내 테스토스테론 농도가 증가된 다음에 혈장내의 테스토스테론 농도가 증가한다고 하였고, Tahka (1986)는 간질세포에 LH 수용체 이외에 FSH, prolactin, growth hormone 및 insulin-like growth factor-I (IGF-I) 수용체가 있어서 이들 각각의 수용체는 간질세포에 대한 LH의 작용을 변경시킬 수 있다고 보고를 하였다.

수탉에서 에스트라디올은 뇌하수체에 영향을 미침으로써 gonadotropin의 방출을 저해하는 것으로 알려져 있고(Rosenstrauch et al., 1994a, 1994b), 정자 발생을 조절하는 paracrine factor로서 알려진 IGF-I은 세포의 성장과 분화에 관여하고 여러 조직에서 합성되지만 대부분 성장호르몬 조절하에 간장에서 합성되고 혈중에서는 대부분이 결합단백질과 결합된 상태로 존재한다고 보고된 바 있으며, 최근에는 간질세포에 IGF-I의 수용체가 있는 것으로 알려져(Suttie et al., 1991), 이에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으나 조류에서의 연구보고는 희소하다.

이상과 같은 연구 배경을 바탕으로 축산연구소 가금과에서 사육중인 한국재래 수탉 적색계통을 실험동물로 하여 부화 후부터 64주령까지 일정한 주령별로 혈청내 LH, testosterone, estradiol 및 IGF-I의 농도 변화와 LH 자극에 대한 고환내 테스토스테론 생성 변동을 연구하여 조류의 번식생리 분야에 기초자료를 얻고자 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물

본 연구에 이용된 공시축은 농촌진흥청 축산연구소 가금과에서 1992년부터 1994년까지 수집한 재래닭을 기초로 하여 1995년부터 계통 조성한 적갈색(Dark Brown)계통을 2002년 2월 21일에 부화하여 사육하면서 출생 후 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 21, 24, 28, 32, 44, 52 및 64주령 (n=13/주령)의 수컷 재래닭(Korean native chicken)을 실험에 사용하였다.

### 2. 사양관리

#### 1) 사육방법

병아리는 발생 직후부터 6주령까지는 육추 케이지에서 사육하였고 7~15주령까지는 중추, 대추 케이지에서 사육하였으며, 16주령부터 시험종료시(64주령)까지는 산란케이지 1칸에 1수씩 사육하였다.

#### 2) 사료급여 관리

축산연구소 사료공장에서 생산한 사료를 NRC 사료표준에 준하여 급여하였으며, 0~6주령에는 어린 병아리 사료, 7~14주령에는 중 병아리 사료, 15~18주령에는 큰 병아리 사료, 19주령부터 시험종료시까지 산란종계 사료를 급여하였으며, 사육단계별 급여사료의 영양성분은 Table 1과 같다.

#### 3) 점등관리

점등 관리는 발생시부터 4주령까지는 종야 점등을 실시하였고 5주령부터 19주령까지는 자연일조에 따랐으며, 19주령부터는 매주 15분씩 점증 점등하여 자연일조시간과 합하여 17시간이 되도록 하였으며, 그 후 시험종료시까지 고정 점등을 실시하였다.

### 3. 시험관내 고환 조직 배양(Incubation of Testis Tissue *in vitro*)

닭(n=8/주령)의 상완정맥에서 혈액을 채취하여 혈청을 분리하고 분석할 때까지 -20℃ 냉동고에 보관하였다. Ketamine (3 mL/kg)을 사용하여 마취하고 복강을 절개하여 왼쪽 고환은 시험관내 배양을 위하여 사용하였다(Kim et al., 2002; Mendis-Handagama et al., 1998). 신속하게 왼쪽 고환을 적출하여 음낭의 피막(capsule)과 백색막(tunica albuginea)을 제거한 후 무게를 측정하고 2 mL medium (Krebs-Ringer bicarbonate solu-

**Table 1.** The nutrient composition of the feed by rearing stage in Korean native chickens

Nutrients	Starter	Grower	Developer	Layer
	0~6weeks	7~14weeks	15~18weeks	over 19 weeks
CP(%)	18.0 more	15.0 more	13.0 more	15.0 more
ME(kcal/kg)	2,900	2,800	2,700	2,700
Ca(%)	0.9	0.8	0.8	3.25
P(%)	0.4	0.35	0.3	0.25

tion pH 7.4)에 황체형성호르몬 자극에 고환내 testosterone 생성을 알아보기 위하여 황체형성호르몬(oLH-26, NIH, Bethesda, MD, U.S.A) 100 ng/mL을 첨가하고 산소탱크를 이용하여 10 분 동안 처리한 후 0.004 g/mL의 glucose를 첨가하고 20 mL scintillation vials에 담아 34°C shaking water bath (90 shaking/minute)에서 3시간 동안 배양하고 원심 분리한 후 상층액을 채취하여 -70°C에 보관하였다.

#### 4. 방사면역활성측정(Radioimmunoassay)

혈청내 estradiol, leuteinizing hormone과 혈청 및 배양액 내의 testosterone 농도는 RIA kit( Coat-A-Count; DPC, Los Angeles, CA)를 구입하여 측정하였다. 사용한 estradiol과 LH kit의 intra-assay coefficients의 변이는 각각 5%, 4.9%이었고 inter-assay coefficients의 변이는 각각 8%, 10.22%이었다. testosterone kit는 황체 dehydrotestosterone과 androstenedione에 대한 cross-reactivity는 각각 2.8%와 0.5%이었고 기타 스테로이드 호르몬은 0.02%이었다.

#### 5. Insulin-like Growth Factor-1의 방사면역측정

##### 1) 시료의 전 처리

시료중 IGFs는 대부분 IGF-BPs와 결합된 형태로 존재하므로 IGF-BPs로부터 IGFs를 분리하기 위하여 acid-ethanol extraction(Daughaday, 1978)와 formic acid extraction(Berfield et al., 1997) 방법에 의하여 분리하였다. IGF-I의 분리는 혈청 200  $\mu$ L에 acid-ethanol(2 M HCl: ethanol = 1 : 7) 800  $\mu$ L를 첨가하여 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치하여 유리형과 결합형을 분리시켰다. 그 후 3,000 rpm, 4°C에서 30분간 원심 분리하여 유리 IGF-I를 함유하는 상층액 500  $\mu$ L에 0.855 M trizma base를 200  $\mu$ L 넣어 분석에 사용하였다.

##### 2) IGF-I 추적자 제조

Chloramin-T(Lee and Henricks, 1990) 방법을 약간 변형시켜 제조하였다. 이를 요약하면, 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 7.4) 10  $\mu$ L에 recombinant human IGFs 1  $\mu$ g을 첨가한 후 [<sup>125</sup>I] (Amersham Life Science, ILL, USA) 1 mCi를 첨가하고 0.04 mg/mL의 chloramin-T 10  $\mu$ L를 넣어서 신속히 교반한 후 IGFs 추적자를 분리하였다. IGF-I 추적자 [<sup>125</sup>I] IGF-I의 분리는 cellulose CF-11 column (Bio-Rad, CA, USA)에 혼합물을 가한 다음 20.6 mg/mL barbital buffer로 column을 세척하였다. 그 후 12% bovine serum albumin (BSA) 용액으로 용출시켜 분획 수집기(20 drops)로 받아서 gamma counter (Packard, ILL, USA)로 cpm을 측정하고 방사능이  $3 \times 10^6$

cpm이 되도록 각각 분주하여 -70°C에 냉동보관 하였다.

#### 3) IGF-I 방사면역 측정

혈청내 IGFs의 농도측정은 [<sup>125</sup>I]IGFs에 polyclonal anti-IGFs를 사용한 방사면역 측정법 (radioimmunoassay, RIA)을 이용하였다. 이를 요약하면, IGF-I의 측정 RIA 완충액은 0.5% BSA, 0.12 M NaCl, 0.1% sodium azide를 함유한 0.04 M sodium phosphate buffer (pH 7.4)을 사용하였다. IGF-I 표준액과 시료에 1000배 희석시킨 polyclonal anti-IGF-I 50  $\mu$ L와 12% polyethylene glycol #8000 (PEG) 1 mL를 첨가하여 3,000 rpm에서 30분간 원심분리시켜 결합형과 비결합형을 분리시켰고 결합형의 방사능을 gamma counter (Packard, ILL, USA)로 측정하였다.

#### 6. 통계처리

본 실험에서 얻어진 자료에 대한 통계학적 유의성은 SAS package의 General Linear Model(GLM) Procedure(SAS Ver. 6.12, SAS Institute, 1998)를 ANOVA로 통계처리 후 유의성은 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였으며  $P < 0.05$  이하의 유의성을 통계학적 차이로 인정하였다.

## 결 과

### 1. 혈청내 Estradiol의 농도

부화후 4주령에 한국재래닭 혈청내 estradiol의 농도는 20.5 pg/mL을 이었고 이 농도는 27.7 pg/mL을 보이는 44주령까지 유의성이 관찰되지 않았고( $P > 0.05$ ), 52주령과 64주령에는 유의성 있게 증가하여( $P < 0.05$ ) 각각 30.4 pg/mL과 31.5 pg/mL로 관찰되었다(Fig. 1).

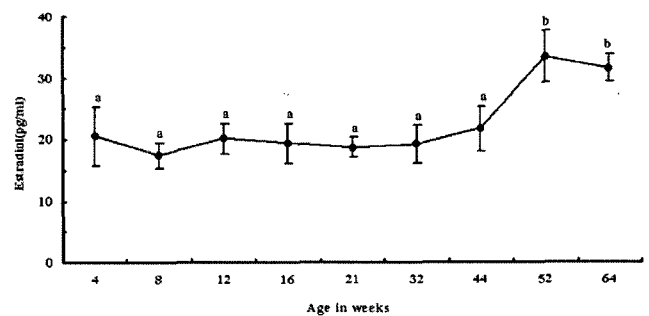


Fig. 1. Serum estradiol (pg/mL) levels in post-hatching chickens from the 1 to 64 weeks of age (mean  $\pm$  SEM). Different letters indicate statistically significant difference ( $P < 0.05$ ) among the age groups.

2. 혈청내 Leuteinizing Hormone의 농도

부화 후 한국재래닭 1주령의 혈청내 LH의 농도는 4.6 ng/mL으로 관찰되었다. 2주령부터 12주령까지 유의성 없이 ( $P > 0.05$ ) 증가 및 감소를 보이다가 7.2ng/mL의 농도를 나타내는 14주령부터 유의성 있게 증가하기 시작하여( $P < 0.05$ ), 최고치인 17.5 ng/mL을 보이는 32주령까지 지속적으로 유의성 있게 증가하였으며 44주령에 급격히 감소하여 13.1 ng/mL이었으며 52주령과 64주령에 각각 10.2 ng/mL과 9.3ng/mL이었다(Fig. 2).

3. 혈청내 Insulin-like Growth Factor-1의 농도

혈청내 IGF-1의 농도는 1주령에 12.5 ng/mL이었으며 2주령에는 유의성이 관찰되지 않았고 4주령부터 급격하게 증가하기 시작하여 14주령에는 63.2 ng/mL이었고 16주령에 최고치인 77.5 ng/mL이었으며, 18주령부터 유의성 있게( $P < 0.05$ ) 감소하기 시작하여 64주령에는 37.2 ng/mL이었다(Fig. 3).

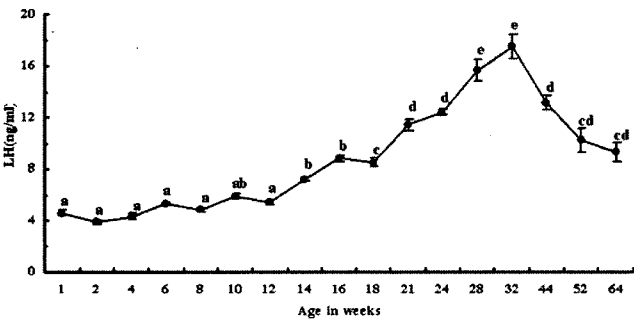


Fig. 2. Serum LH (ng/mL) levels in post-hatching chickens from the 1 to 64 weeks of age (mean ± SEM). Different letters indicate statistically significant difference ( $P < 0.05$ ) among the age groups.

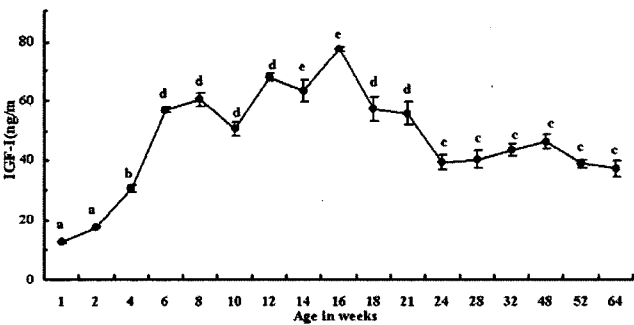


Fig. 3. Serum IGF-1 (ng/mL) levels in post-hatching chickens from the 1 to 64 weeks of age (mean ± SEM). Different letters indicate statistically significant difference ( $P < 0.05$ ) among the age groups.

4. 혈청내 testosterone 농도

혈청내 testosterone 농도는 부화후 1주령에 0.324 ng/mL이었고 이 수치는 6주령까지 유의성이 관찰되지 않을 정도로( $P < 0.05$ ) 낮게 유지되었으며 8주령부터 증가하기( $P < 0.05$ ) 시작하여 12주령과 18주령에는 각각 0.859 ng/mL과 1.305 ng/mL이었으며, 28주령에 최고치인 3.923 ng/mL을 보인 다음 44주령부터 감소하기 시작하여 64주령에는 2.12 ng/mL을 보였다(Fig. 4).

5. 황체형성호르몬 자극에 대한 고환내 테스토스테론 생성

고환 조직의 testosterone 생성은 부화후 1일령에 1,675 ng/testis이었으며 8주령까지 낮게 관찰된 후 10주령부터 유의성 있게( $P < 0.05$ ) 증가하기 시작하여 16주령과 21주령에는 각각 4,843.3 ng/testis와 5,608.5 ng/testis이었으며 28주령에는 최고치인 8,445.4 ng/testis를 나타낸 다음 지속적으로 감소하여 64주령에는 6,217 ng/testis이었다(Fig. 5).

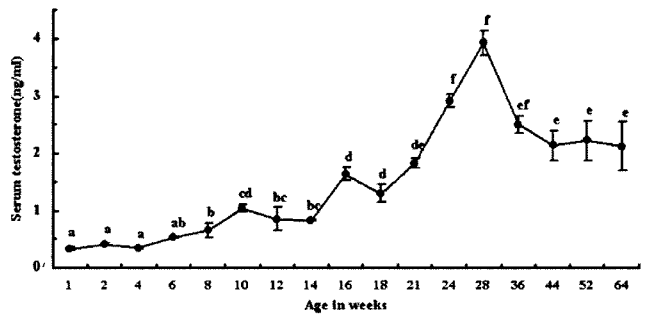


Fig. 4. Serum testosterone levels (ng/mL) in post-hatching chickens from the 1 to 64 weeks of age (mean ± SEM). Different letters indicate statistically significant difference ( $P < 0.05$ ) among the age groups.

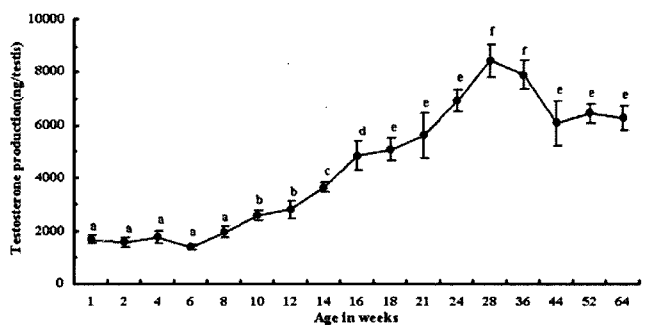


Fig. 5. Testosterone production (ng/testis) levels in post-hatching chickens from the 1 to 64 weeks of age (mean ± SEM). Different letters indicate statistically significant difference ( $P < 0.05$ ) among the age groups.

## 고찰

Connell(1972)은 닭에서 LH를 주입하여 자극하게 되면 간질세포내 미세구조 중 지방방울의 크기감소와 무과립형질내세망이 증가됨을 보고하였고 햄스터에서 번식과 비번식기에 간질세포의 형태와 기능의 상호연관성을 연구한 결과 간질세포의 모든 미세 구조적인 변화는 혈중내 LH 및 testosterone 농도와 밀접한 연관성이 있음을 보고하였다(Sinha- Hikim et al., 1989). 본 연구에서도 혈청내 LH 농도는 14주령에 뚜렷하게 증가하였고 testosterone 농도가 증가하기 시작하는 16주령부터 지방 방울이 줄어드는 반면 무과립형질내세망이 증가하여 간질세포의 미세구조는 혈중내 LH 및 testosterone 농도 변동과 관련성 있게 나타났다. Payne and Youngblood(1995)의 보고에 의하면 간질세포에서 testosterone 이 생합성될 때 LH의 작용은 급성자극(acute stimulation)과 만성자극(chronic stimulation)에 의해서 좌우되는데 급성자극은 cholesterol을 사립체 내막으로 수송하는 것과 관련이 있고 만성자극은 무과립형질내세망에 존재하는 4개의 효소의 완전성을 유지하는데 작용하는 것으로 알려져 있다. 따라서 평의 혈중내 LH 농도가 14주령에 증가되어 간질세포를 자극하게 되면 세포내 급성 자극이 활성화되어 세포질 내에 있는 지방 방울을 사립체 내막으로 운반하는 작용이 왕성하여 지방 방울의 수가 감소하고 만성자극이 활성화됨으로 해서 무과립형질내세망이 발달되며 이러한 전반적인 작용으로 인하여 16주령에 혈중내 testosterone 농도가 명확하게 증가하는 것으로 사료된다.

수탉에서 노화가 진행되어 가면서 혈장내 황체형성호르몬과 테스토스테론의 농도가 감소되는 결과를 초래한다. 그러나 테스토스테론의 농도가 감소되면 hypothalamo-hypophysial-testicular axis에서 역피드백기전(negative feedback mechanism)을 통하여 황체형성호르몬의 분비를 증가시킨다(Ottinger & Brinkley, 1978). 수탉에서 estradiol은 뇌하수체에 영향을 미침으로써 gonadotropin의 방출을 저해하는데 이러한 이유는 합성 비스테로이드(synthetic nonsteroids)로서 anti-estrogens 작용하고 estrogen 수용체와 결합하는 clomiphene citrate (Rosenstrauch et al., 1994a; Rosenstrauch et al., 1994b)과 tamoxifen(Rozenboim et al., 1989)을 투여하면 혈청내 황체형성호르몬과 testosterone 농도를 증가시키고 이로 인해서 번식능력을 개선시키는 결과에 의해서 입증되었다. estradiol은 방향족화효소(aromatase enzymes)에 의해서 testosterone으로

부터 대사된다(Cohen-Parsons et al., 1983; Foidart et al., 1994 Sharpe and Gow, 1983). 그러므로 번식력이 왕성한 수탉에서 혈청내 estradiol의 농도가 낮은 것은 이러한 효소들의 활성이 낮기 때문인 것으로 해석될 수 있을 것이다. 본 연구에서 각종 호르몬 및 조직학적인 변화로 미루어 보아 번식능력이 최고치를 나타내는 32주령에 황체형성호르몬과 testosterone 은 최고치를 나타내었고 estradiol의 농도는 매우 낮게 나타났다. 이에 비하여 64주령에 황체형성호르몬 및 testosterone 의 농도가 급격히 감소한 반면에 estradiol의 농도는 큰 폭으로 상승하였다. 이러한 내용을 종합하여 보면 번식력이 높은 수탉에서 낮은 estradiol의 농도는 황체형성호르몬과 testosterone 농도가 높게 나타나고 이와는 다르게 번식력이 저하된 수탉에서 높은 estradiol의 농도는 역피드백기 작용을 통하여 황체형성호르몬과 testosterone의 농도를 감소시키는 작용이 있음을 제시해 주고 있고 또한 수탉에서 혈청내 estradiol과 testosterone의 비율이 고환의 내분비 조절과 밀접한 관련성이 있음을 암시하고 있다. 따라서 이와 관련하여 추후에 심도 있는 연구를 진행한다면 의미 있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

IGF- I 이 testosterone 형성에 미치는 영향에 관한 연구를 살펴보면 IGF- I 을 주입한 후 간질세포를 3시간 동안 배양시켜 testosterone 형성능을 관찰한 결과 IGF- I 은 testosterone 형성에 영향이 없음이 보고 되었으나(Handelsman et al., 1985) 이후 연구에서는 흰쥐(De Mellow et al., 1987), 돼지(Benahmed et al., 1987)에서 관찰한 결과 IGF- I 은 testosterone 생성을 자극한다고 보고되어 아직까지도 이에 관한 연구 결과는 많은 차이를 나타내고 있다. 본 실험에서 testosterone이 명확하게 증가하는 시기인 2주령에 IGF- I 의 농도가 유의성 있는 감소를 나타내어 흰쥐와 돼지의 연구 결과와는 달리 IGF- I 은 testosterone 분비를 억제할 수 있는 또 다른 작용이 있음을 추측할 수 있지만 이에 관한 정확한 기전은 알 수 없었고 다만 본 실험에서는 알 수 있는 것은 부화후 성장과정 동안에 testosterone과 더불어 IGF- I 도 명확한 농도 변동을 나타내는 것으로 미루어 보아 IGF- I 이 직접 또는 간접적으로 재래닭의 고환 발달에 영향을 미칠 것으로 생각되는데 이를 확인하기 위하여는 IGF- I 을 처리한 후에 고환의 형태 변화 및 정자 발생에 중요한 역할을 하는 호르몬의 변화와 자기 방사법을 이용하여 주령에 따른 이 호르몬 수용체의 양을 비교 관찰해 보아야 할 것으로 생각된다.

수탉에서 계절번식 조류에서와 같이 testosterone 농도 변화는 간질세포의 구조적인 변화와 밀접한 연관이 있다(Lam and Farmer, 1976). 그러나 번식력이 감소된 수탉과 계절번식

동물의 곱슬정세관내에서 보이는 변화는 많은 차이를 보이고 있다. 번식력이 저하된 수탉은 규칙적인 정자발생(Muncher et al., 1995)이 나타나지만 많은 수의 정상적인 정자가 지지세포에 묻혀있는 채로 남아 있다(Rosenstrauch et al., 1994a). 이와는 달리 계절 번식 조류는 불규칙적인 정자발생과 생식상피의 위축 또는 완전한 퇴축을 나타낸다(Eroschenko et al., 1977). Androgen은 정상적인 정자 발생을 조절하는 데에 연관되어 있고 계절 번식 조류에서 androgen 농도가 낮은 것은 생식상피의 퇴축과 관련이 있고 이로 인하여 정상적인 정자 발생이 조절된다(Lam and Farmer, 1976; Rohss and Silverin, 1983). 그러나 노화된 수탉에서는 androgen 농도가 낮음으로 해서 번식력이 저하되는 것은 계절번식 조류와는 다른 기전에 의해서 이루어지는 것으로 생각되는 바 수탉에서 androgen 농도가 낮은 것은 감수분열(meiosis)과 정자분화(spermatid differentiation)의 불규칙성 이라기보다는 지지세포의 기능 이상으로 말미암아 지지세포로부터 정자의 방출이 제대로 이루어지지 않기 때문인 것으로 해석되며 이러한 해석은 Rosenstrauch et al. (1994b)의 결과에 의해서 입증되었다.

## 적 요

한국재래 닭에서 부화 후부터 성숙에 이르는 시기까지 황체형성호르몬 자극에 대한 고환내 testosterone 생성과 혈청내 황체형성호르몬, estradiol, IGF-I 및 testosterone 농도의 변화를 알아보기 위하여 부화 후 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 21, 28, 32, 44, 52 및 64주령( $n=13$ 마리/일령)의 한국재래 닭을 이용하여 방사면역측정법을 적용하여 이 연구를 수행하였다. 혈청내 estradiol의 농도는 4주령과 비교하여 8, 12, 16, 21, 32 및 44주령에서는 차이가 없었으나 52주령과 64주령에서는 큰 폭으로 증가하였다. 혈청내 황체 형성호르몬의 농도는 1~12주령까지는 유의성이 없었고 14주령부터 32주령까지 점진적으로 증가한 다음 유의성 있게 감소하였으며 32주령에 최고치와 2주령에 최저치를 나타내었다. 혈청내 IGF-I의 농도는 1~16주령까지는 유의성 있게 증가하였으나 이후에는 변화가 없이 낮게 유지되었다. 혈청내 testosterone 농도는 1, 2, 4 및 8주령에는 유의성이 없고 10~32주령까지 유의성 있게 증가하였으며 24~32주령 및 32~64주령에서는 유의성이 없었다. 황체형성호르몬 자극에 대한 고환내 testosterone 생성은 1~32주령까지 유의성 있게 증가하였고 44~64주령까지는 큰 폭으로 감소하였다.

## 인용문헌

- Barenton B, Pelletier J 1983 Seasonal changes in testicular gonadotropin receptors and steroid content in the ram. *Endocrinology* 112:1441-1446
- Benahmed M, Morera AH, Chauvin MC 1987 Somatomedin C/insulin-like growth factor- I as a possible intratesticular regulation of Leydig cell activity. *Mol Cell Endocrine* 50:69-77.
- Berfield AK, Spicer D, Abrass CK 1997 Insulin-like growth factor I (IGF-I) induces unique effects in the cytoskeleton of cultured rat glomerular mesangial cells. *J Histochem Cytochem* 45:583-593.
- Clay CM, Squires EL, Amann RP, Pickett BW 1987 Influences of season and artificial photoperiod on stallions : testicular size, seminal characteristics and sexual behavior. *J Anim Sci* 64:517-525.
- Clegg EJ 1966 Pubertal growth in the Leydig cells and accessory reproductive organs of the rat. *J Anat* 100:369-379.
- Cohen-Parsons H, Van Krey HP, Siegel PB 1983 *In vivo* aromatization of [ $^3$ H] testosterone in high and low mating lines of Japanese quail. *Horm Behav* 17: 316-323.
- Connell CJ 1972 The effect of luteinizing hormone on the ultrastructure of the Leydig cell of the chick. *Z Zellforsch* 128:139-151.
- Craven RP, Clarke JR 1982 Gonadotrophin levels in male voles(*Microtus agrestis*) reared in long and short photoperiods. *J Reprod Fert* 66:709-714.
- Daughaday WH, Rotwein P 1989 Insulin-like growth factors I and II . Peptide messenger ribonucleic acid and gene structure serum, and tissue concentrations. *Endor Rev* 10:68-91.
- De Mellow JSM, Handelsman DJ, Baxter RC 1987 Short-term exposure to insulin-like growth factors stimulates testosterone production by testicular interstitial cells *Acta Endocr* 115: 483-49.
- Desjardins C 1981 Endocrine signaling and male reproduction. *Biol Reprod* 24:1-21.
- Eroschenko VP, Wilson WD, Siopie TD 1977 Function and histology of testes from aged *Coturnix* maintained on di-

- fferent photoperiods. *J Gerontol* 32:279-285.
- Foidart A, DeClerck A, Harada N, Balthazart J 1994 Aromatase-immunoreactive cells in the quail brain-effects of testosterone and sex dimorphism. *Physiol Behav* 55: 453- 464.
- Handelsman DJ, Spaliviero JA, Scott CD, Baxter RC 1985 Identification of insulin-like growth factor-I and its receptors in the rat testis. *Acta Endocr* 109:543-549.
- Lam F, Farmer DS 1976 The ultrastructure of cells of leydig in the white crowned sparrow (*Zonotrichia leucophrys gambelii*) in relation to plasma levels of luteinizing hormone and androgen. *Cell Tiss Res* 169:93-109.
- Lee CY, Henricks DM 1990 Comparisons of various acidic treatments of bovine serum on insulin-like growth factor-I immunoreactive and binding activity. *J Endocrinol* 127:139-148.
- Lipsett MB 1980 Physiology and pathology of the Leydig cell. *New Engl J Med* 303: 682-688
- Mashaly MM, Kratzer KR, Keene OD 1983 Effect of photoperiod on body weight and reproductive performance of ring-neck pheasants. *Poult Sci* 62:2109-2113.
- Muncher Y, Sod-Moriah UA, Weill S, Rosenstrauch A, Friedlander, M 1995 Intratesticular retention of sperm and premature decline in fertility in the domestic rooster, *Gallus domesticus*. *J Exp Zool* 273:76-81.
- Ottinger MA, Brinkley HJ 1978 Testosterone and sex related behaviour and morphology: Relationships during maturation in the adult Japanese quail. *Horm Behav* 11: 175-182.
- Rohss M, Silverin B 1983 Seasonal variation in the ultrastructure of Leydig cells and plasma levels of luteinizing hormone and steroid hormone in juvenile and adult male great tits *Parus major*. *Ornis Scandinavia* 14:202-212.
- Rosenstrauch A, Degen AA, Bedrad E, Friedlander M 1994a Improvement of fertility in cornish roosters by the use of clomiphene citrate. Pages 1025-1028 in Larbier, M. (ed.) 7th European Poultry Conference.
- Rosenstrauch A, Degen AA, Friedlander M 1994b Spermatozoa retention by sertoli cells during the decline in fertility in aging roosters. *Biol Reprod* 50:129-136.
- Rozenboim I, Dgany O, Robinzon B, Arnon E, Snapir N 1989 The effect of tamoxifen on the reproductive traits in white leghorn cockerels. *Pharmacol Biochem Behav* 32: 377-381.
- Sharpe PJ, Gow CB 1993 Neuroendocrine control of reproduction in the cockerel. *Poult Sci* 62:1671-1675.
- Sinha-Hikim AP, Amador AG, Bartke A, Russell LD 1989 Structure/function relationship in active and inactive hamster Leydig cells : A correlative morphometric and endocrine study. *Endocrinology* 125:1844-1856.
- Suttie JM, White RG, Breier BH 1991 Photoperiod associated changes in Insulin-like growth factor-I in reindeer. *Endocrinology* 129:679-682.
- Tahka KM 1986 Current aspects of Leydig cell function and its regulation. *J Reprod Fert* 78:367-380
- Tahka KM, Rajaniemi H. 1985 Photoperiodic modulation of testicular LH receptors in the bank vole (*Clethrionomys glareolus*). *J Reprod Fert* 75:513-519.
- Tsui HW, Tam WH, Lofts B, Phillips JG 1974 The annual testicular cycle and androgen production *in vitro* in the masked civet cat, *Paguma L. Larvata*. *J Reprod* 36:283-293.
- Wilson JD, George FW, Griffin JE 1981 The hormonal control of sexual development. *Science* 211:1278-1284.