



## 성장 단계에 따른 한국 재래 오골계 근육의 조직학 및 생리학적 특성

남윤주 · 김동욱 · 최영민 · 류연철 · 이상훈 · 김병철\*

고려대학교 생명과학대학 식품공학부

### Histochemical and Physiological Characteristics during Korean Native Ogol Chicken Development

Yun-Ju Nam, Dong-Uk Kim, Young-Min Choi, Youn-Chul Ryu, Sang-Hoon Lee, and Byoung-Chul Kim\*

Division of Food Bioscience and Technology, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

#### ABSTRACT

This study examined the histochemical and physiological characteristics during Korean native Ogol chickens (KNOC) development. The body weight, *Pectoralis major* and *soleus* muscle weights, and muscle samples were taken at hatching as well as at 3, 5, and 15 weeks of age. The fiber characteristics of the *Pectoralis major* and *soleus* muscles from the KNOC at hatching to 15 weeks of age were determined, and the deoxyribonucleic acid (DNA), ribonucleic acid (RNA), and protein concentrations were measured from the left *Pectoralis major* muscles. A greater increase in body and muscle weights was detected between hatching and 3 weeks of age than during any other period. Moreover, the cross sectional area (CSA) of the fibers, as well as the total concentration of DNA, RNA, and protein also showed a greater increase between hatching and 3 weeks of age than during any other period. The KNOC breed is a dual purpose breed, however, the it has lower body and muscle weights than commercial meat type chickens or layer type chickens. Moreover, the KNOC breed has a small muscle fiber CSA of and a low nucleic acid concentration.

**Key words:** g rowth performance, muscle fiber characteristics, nucleic acids, Korean native Ogol chicken

#### 서 론

육량과 육질은 식육 산업에 있어 중요한 형질이다. 육량은 근섬유의 조직학적 특성에 영향을 받으며, 최종 육질과도 연관성이 있다(Choi 등, 2007; Ryu와 Kim, 2005). 따라서 골격근의 성장과 발달을 이해하는 것은 식육 산업에 중요한 목표가 되고 있다. 육계는 빠른 성장과 많은 근육량을 목적으로, 채란계는 달걀 생산을 위해 선발되고 있다. 육계는 여러 대를 거친 선발의 결과로 50% 이상의 근육량을 보이며, 채란계에 비하여 근육 당 많은 수의 근섬유를 가진다(Mizuno와 Hikami, 1971). 한국 재래 오골계는 천연기념물 제 265호로 지정된 보호 종으로 식육 및 계란 생산이 모두 가능한 난육겸용종이나, 일반 육계보다

는 근육량이 적고 일반 채란계보다는 계란 생산성이 낮은 것으로 보고되고 있다(Yun 등, 2005).

근육의 성장과 육량은 근섬유의 수와 크기에 의해 결정된다(Larzul 등, 1997; Ryu와 Kim, 2004). Alway 등(1990)은 가금의 근육 성장도, 총 근섬유 수와 성장기간 동안의 근섬유 크기 증가에 영향을 받는다고 보고하였다. 근섬유의 수는 출생 전의 근섬유 형성 단계에서 결정되기 때문에, 출생 후 근육의 성장은 근섬유의 길이와 단면적의 증가에 의한(Rehfeldt 등, 2000). 근섬유의 크기 성장은 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 첫 번째는 근원섬유의 축적으로 인한 직경의 증가이며, 두 번째는 새로운 근질의 추가로 인한 길이의 성장이다(Williams와 Goldspink, 1978). Rehfeldt 등(2000)에 따르면 많은 수의 근섬유를 가진 개체가 적은 수의 근섬유 수를 가진 개체보다 성장률이 높은 것으로 보고되었다.

닭의 근섬유도 포유동물의 근섬유와 마찬가지로 세 가지 type(I, IIA, IIB)으로 구분할 수 있다(Brooke와 Kaiser, 1970). 근섬유 type I(slow-twitch fiber)은 다른 type의 근

\*Corresponding author : Byoung-Chul Kim, Division of Food Bioscience and Technology, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, 5-1 Anam-dong, Sungbuk-ku, Seoul 136-701, Korea. Tel: 82-2-3290-3052; Fax: 82-2-925-1970, E-mail: bckim@korea.ac.kr

섬유보다 높은 호기적 대사 능력과 낮은 혐기적 대사 능력을 가진다. 또한 근섬유 type I은 type II(IIA와 IIB; fast-twitch fiber) 근섬유에 비하여 높은 수준의 근내 지방함량과 미오글로빈 함량을 나타낸다(Essen-Gustavsson, 1994). 성장에 따른 근섬유 type의 조성 변화를 살펴보면, 출생 직후에는 일반적으로 호기적인 근섬유로만 이루어져 있으나(Moody 등, 1968), 성장 중 호기적인 근섬유 type의 비율이 감소한다(Cooper 등, 1970). 또한 각각의 근육마다 근섬유 type 조성이 다르게 나타나며, 이러한 조성 차이는 근육의 기능을 결정짓는 중요한 요인이 된다(Schiaffino와 Reggiani, 1996). 운동량이 상대적으로 적은 배최장근(*longissimus thoracis M.*)은 혐기적 대사능력이 강한 근섬유 type IIB의 조성이 높지만, 운동량이 많은 다리 쪽의 상완두갈래근(*Triceps brachii M.*)이나 가자미근(*Soleus M.*)의 경우에는 쉽게 지치지 않으며 호기적인 대사능력이 강한 근섬유 type I의 조성이 높다(Barton-Gade, 1981; Kiessling과 Hansson, 1983).

출생 후 Deoxyribonucleic acid(DNA), ribonucleic acid(RNA) 및 단백질 함량은 성장에 따라 증가한다(Bechtel, 1986). 가금류의 경우 DNA와 RNA의 농도가 단백질 합성 정도와 직접적으로 연관되는데, 육계는 채란계에 비해 근섬유 크기가 크고 DNA 함량이 높으며 이런 특성으로 인해 육계는 높은 근육량을 나타낸다(Kang 등, 1985). 이처럼 근육 단백질 합성과 생체 성장은 밀접한 관계가 있기 때문에 DNA와 RNA의 함량은 근육 성장 속도를 나타

내는 중요 지표가 되며(Bulow, 1987), 그러한 이유로 근육 내 이화학적 변이와 성장 특성을 연구하기 위해 일반적으로 근육 단백질 생합성의 전구체가 되는 DNA, RNA 및 단백질의 함량을 분석한다(Kang 등, 1985). Park과 Rhee(1995)는 DNA, RNA 및 단백질의 총량은 동물의 나이가 들어감에 따라서 증가하는 반면에, 근육 단위 무게당 DNA, RNA의 농도는 감소한다고 보고하였다.

한국 재래 오골계는 육계 및 채란계, 또한 약용으로 널리 사용되어져 왔으나, 성장에 따른 오골계 근육의 조직학적 및 생리학적 특성에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 한국 재래 오골계의 성장에 따른 근섬유의 특성 및 핵산과 단백질의 농도 변이에 대하여 알아보려고 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시시료

한국 재래 오골계는 충청남도 논산군 연산읍 화악리에 소재하고 있는 계군을 이용하여 고려대학교 동물육종센터에서 사육하였다. 본 실험에서 사용된 총 75마리의 계군은 유전적 배경이 동일하였으며, 사료급여를 비롯한 모든 환경적 요인을 고정하여 실험에 이용하였다. 사료급여는 Table 1과 같이 실시하였다. 계군들의 체중과 가슴 및 소퇴부의 무게, 흉근과 가자미근의 무게 측정 및 시료의 채취는 부화 직후(20두) 및 3주(20두), 5주(20두), 15(15두)주

Table 1. Diet composition

(unit: %)

Ingredient	Starter (1-21 d)	Grower (22-35 d)	Finisher (36-49 d)	Withdrawal (50-57 d)
Corn	51.34	61.36	66.35	70.54
Soybean meal (48% CP)	35.36	28.03	23.80	23.52
Poultry oil	6.11	4.00	3.49	2.83
Poultry by-product meal	3.00	3.00	3.00	-
DL-Methionine	0.23	0.20	0.19	0.17
Dicalcium phoschate	1.53	1.28	1.10	1.19
Limestone	1.18	1.10	1.02	0.99
Sodium chloride	0.42	0.45	0.47	0.56
Vitamin premix <sup>A</sup>	0.50	0.25	0.25	0.10
Trace mineral premix <sup>B</sup>	0.25	0.25	0.25	0.10
Cocciostat <sup>C</sup>	0.08	0.08	0.08	-
Calculated analysis				
CP, %	23.00	20.20	18.60	17.00
ME/kg (kcal)	3,200	3,222	3,246	3,246
Calcium	0.97	0.89	0.79	0.72
Available phosphorus	0.46	0.42	0.38	0.35
Lysine, %	1.27	1.10	0.98	0.90
TSAA, %	0.95	0.87	0.81	0.75

<sup>A</sup>0.50% inclusion supplied per kilogram of diet: vitamin A, 14,711 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 4,409 IU; vitamin E, 16 IU; vitamin B<sub>12</sub>, 39.5 µg, riboflavin, 11 mg; niacin, 72 mg; D-pantothenic acid, 26 mg; choline, 1,154 mg; vitamin K, 4 mg; folic acid, 1 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 4.4 mg; thiamine, 3.7 mg; biotin, 99 µg.

<sup>B</sup>0.25% inclusion supplied (mg/kg of diet): manganese, 65; zinc, 55; iron, 55; copper, 6; iodine, 1; selenium, 0.3.

<sup>C</sup>Coban 60, Elanco Products Inc., Indianapolis, IN.

령에 이루어졌다. 조직학적 및 생리학적 특성을 측정하기 위한 시료는 중량이 적은 경우(<10 g) 시료 전체를 이용하였으며, 중량이 10 g 이상인 경우 0.5×0.5×1.0 cm 크기로 자른 다음, 액체질소로 냉각시킨 isopentane에 넣어 급속 냉동시킨 후 -80°C에서 저장하였다. 근섬유 특성은 부화 직후에서 15주령까지의 오골계 흉근과 가자미근을 이용하여 분석하였고, DNA, RNA 및 단백질 함량은 왼쪽 흉근에서 측정하였다.

**조직학적 특성 분석**

조직학적 분석을 위한 시료는 미세 절편기(CM 1850, Leica Co., Mannheim, Germany)를 사용하여 -25°C에서 두께 10 µm의 절편을 얻어 분석에 사용하였다. 근섬유의 단편은 Brooke와 Kaiser(1970)의 방법에 따라 pH 4.7에서 예비배양을 한 후 myosin ATPase 활성을 이용하여 염색하였다. 조직학적 실험을 통해 염색된 절편은 CCD color camera(IK-642K, Toshiba, Japan)와 현미경(CX 40, Olympus Co., Japan)을 이용하여 image 촬영을 하였으며, image 분석 시스템(Image-Pro Plus, Media Cybernetics, USA)을 이용하여 분석하였다. 분석의 정확성을 위해 시료 당 총 600개 이상의 근섬유를 분석하였다. 근섬유는 type I, IIA, IIB로 구분하였으며(Brooke와 Kaiser, 1970), 평균단면적은 각 근섬유 type별 총 단면적을 평균 근섬유 수로 나누어 계산하였고, 근섬유의 밀도는 단위면적당 평균 근섬유 수로 구하였다.

**조직 내 핵산 및 단백질 농도 측정**

시료는 칭량 후 Polytron homogenizer(SDT-1810, Tekmar Co., Germany)를 이용하여 10배 중량의 0.2 M의 perchloric acid 용액과 함께 균질하였다. 일부를 1.1 M의 NaOH 용액에 용해시킨 후 bovine serum albumin 용액을 표준용액으로 Lowery 등(1951)의 방법을 이용하여 단백질 농도를

측정하였다. RNA와 DNA는 Kang 등(1985)의 방법에 따라 분리하였다. DNA농도는 송아지 흉선으로부터 분리된 DNA를 표준용액으로 사용하여 diphenylamine 방법(Burton, 1956)에 의해 측정하였다. RNA는 효모(*Torula yeast*)로부터 분리된 RNA를 사용하여 만든 표준용액으로 orcinol 반응(Lin과 Schjeide, 1969)시켜 농도를 구하였다.

**통계분석**

실험을 통해 얻어진 결과는 General Linear Model(SAS, 2001) 방법으로 분석하였고, F-test를 사용하여 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**오골계의 성장 변이**

부화 직후에서 15주령까지의 한국 재래 오골계의 체중, 가슴과 소퇴부의 무게 및 근육의 무게(흉근과 가자미근)는 Table 2에 나타내었다. 부화 직후의 체중은 29.0 g이었으며, 체중의 상대적인 증가율은 부화 직후에서 3주령까지의 기간에 가장 크게 나타났다. 가슴의 무게는 부화 직후에서 3주령까지의 기간에 약 24.4배가 증가했으며, 가슴 중 흉근도 동일한 기간 동안 약 31.14배 증가하였다. 소퇴부 및 가자미근의 무게 역시 부화 직후에서 3주령까지의 시기에 뚜렷한 증가가 나타났다. Yun 등(2005)에 의해서도 비슷한 연구 결과가 관찰되었는데, 한국 재래 오골계의 체중은 부화 직후에서 3주령까지의 시기에 4배 이상의 증가가 나타나며, 가슴 근육은 3주령에 간이나 심장과 같은 다른 기관에 비해 높은 성장률(368%)을 보인다고 보고하였다. 이러한 결과로 부화 직후에서 3주령까지가 한국 재래 오골계의 성장에 있어서 가장 중요한 시기임을 알 수 있다. 일반적으로, 육계는 1.8에서 2.0 kg의 도

**Table 2.** Developmental changes in the body, breast, leg, and muscle (*Pectoralis major* and *sloeus*) weights in the Korean native Ogol chickens

	Age (n)				Levels of Significance
	At hatch (20)	3 weeks (20)	5 weeks (20)	15 weeks (15)	
Body weight (g)	29.0 <sup>a</sup> (2.77) <sup>1)</sup>	138.5 <sup>b</sup> (12.9)	287.6 <sup>c</sup> (27.6)	1328 <sup>d</sup> (131)	***
Breast weight (g)	0.78 <sup>a</sup> (0.09)	19.08 <sup>b</sup> (1.96)	40.21 <sup>c</sup> (3.72)	239.1 <sup>d</sup> (19.9)	***
Leg weight (g)	3.74 <sup>a</sup> (0.11)	23.8 <sup>b</sup> (2.20)	41.6 <sup>c</sup> (3.99)	332.7 <sup>d</sup> (20.2)	***
Muscle weight (g)					
<i>Pectorialis major</i>	0.28 <sup>a</sup> (0.01)	8.72 <sup>b</sup> (1.04)	20.90 <sup>c</sup> (1.21)	101.1 <sup>d</sup> (5.11)	***
<i>Soleus</i>	0.10 <sup>a</sup> (0.01)	1.20 <sup>b</sup> (0.09)	1.74 <sup>c</sup> (0.04)	17.02 <sup>d</sup> (1.21)	***

<sup>1)</sup> Standard error of least-square means.

Level of significance: \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a-d</sup> Least-square means with different superscripts in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

계 체중에 이르기까지 5에서 6주가 필요하다. Ryu 등(2005)에 의하면 브로일러의 체중은 3주령 때에 650에서 710 g이며, 6주령 때에 1960에서 2060 g이라고 한다. 그와 반대로, 채란계는 1주령 때 약 82 g, 5주령 때 470 g 및 15주령 때 1,753 g의 체중을 나타낸다고 한다(Ono 등, 1993).

이와 비교하여 한국 오골계의 5주와 15주령 때 체중은 각각  $287.6 \pm 27.6$  g과  $1328 \pm 131$  g이다.

#### 근섬유 특성

한국 재래 오골계에서 흉근과 가자미근의 근섬유 특성

**Table 3. Developmental changes in the fiber characteristics of the *Pectoralis major* muscle in the Korean native Ogol chickens**

	Age				Levels of Significance
	At hatch	3 weeks	5 weeks	15 weeks	
Cross sectional area ( $\mu\text{m}^2$ )					
Type IIB	34.06 <sup>a</sup> (3.08) <sup>1)</sup>	611.0 <sup>b</sup> (6.77)	967.3 <sup>c</sup> (32.2)	2238 <sup>d</sup> (177)	***
Density of fibers (number/mm <sup>2</sup> )					
Type IIB	29359 <sup>a</sup> (1974)	1656 <sup>ab</sup> (175)	1034 <sup>c</sup> (32.2)	469.7 <sup>d</sup> (36.7)	***
Muscle fiber area percentage (%)					
Type IIB	100.0 (0.00)	100.0 (0.00)	100.0 (0.00)	100.0 (0.00)	-

<sup>1)</sup> Standard error of least-square means.

Levels of significance: \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a-d</sup> Least-square means with different superscripts in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 4. Developmental changes in the muscle fiber characteristics of the *soleus* muscle in the Korean native Ogol chickens**

	Age				Levels of Significance
	At hatch	3 weeks	5 weeks	15 weeks	
Cross sectional area ( $\mu\text{m}^2$ )					
Mean	107.0 <sup>a</sup> (5.70) <sup>1)</sup>	324.8 <sup>b</sup> (30.6)	597.1 <sup>c</sup> (30.8)	1419 <sup>d</sup> (95.0)	***
Type I	114.0 <sup>a</sup> (4.86)	265.1 <sup>b</sup> (15.0)	467.0 <sup>c</sup> (46.7)	914.7 <sup>d</sup> (90.1)	***
Type IIA	ND	346.1 <sup>a</sup> (47.1)	582.1 <sup>b</sup> (40.1)	1491 <sup>d</sup> (117)	***
Type IIB	94.5 <sup>a</sup> (10.9)	347.1 <sup>b</sup> (36.4)	615.6 <sup>c</sup> (40.4)	1509 <sup>d</sup> (149)	***
Density of fibers (number/mm <sup>2</sup> )					
Sum	9710 <sup>d</sup> (781)	3287 <sup>c</sup> (362)	1972 <sup>b</sup> (177)	712.3 <sup>a</sup> (33.1)	***
Type I	5521 <sup>d</sup> (537)	1883 <sup>c</sup> (49.0)	1034 <sup>b</sup> (21.6)	390.5 <sup>a</sup> (9.77)	***
Type IIA	ND	595.3 <sup>c</sup> (127)	449.3 <sup>b</sup> (36.1)	148.7 <sup>a</sup> (13.3)	***
Type IIB	4189 <sup>d</sup> (206)	808.6 <sup>b</sup> (84.7)	488.6 <sup>b</sup> (47.2)	173.1 <sup>a</sup> (27.4)	***
Muscle fiber area percentage (%)					
Type I	56.86 <sup>b</sup> (4.86)	57.28 <sup>b</sup> (5.66)	52.44 <sup>ab</sup> (5.34)	49.03 <sup>a</sup> (4.90)	*
Type IIA	ND	18.11 <sup>a</sup> (1.22)	22.79 <sup>b</sup> (2.78)	23.55 <sup>b</sup> (2.33)	*
Type IIB	43.14 <sup>c</sup> (4.29)	24.60 <sup>a</sup> (1.99)	24.78 <sup>a</sup> (2.42)	27.42 <sup>b</sup> (1.99)	*

<sup>1)</sup> Standard error of least-square means.

Levels of significance: \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a-d</sup> Least-square means with different superscripts in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Abbreviation: ND, not detected.

변이는 Table 3과 4에 나타내었다. 모든 근섬유의 단면적은 성장 기간 동안 증가하는데, 15주의 실험 기간 동안 홍근의 근섬유 단면적은 65배 증가( $34.06 \pm 3.08$ 에서  $2238 \pm 177 \mu\text{m}^2$ )하였다. 홍근의 근섬유 단면적은 부화 직후에서 3주령까지의 기간에는 약 18배, 3주령에서 5주령까지의 기간 동안에는 약 1.6배 증가를 보였다. 가자미근의 근섬유 단면적은 부화 직후에서 15주령까지의 전체 기간 중에 13배가 증가( $107.0 \pm 5.70$ 에서  $1419 \pm 95.0 \mu\text{m}^2$ )하였다. 홍근의 근섬유 밀도는 부화 직후부터 15주령까지의 기간 동안 감소를 나타냈다. 따라서 홍근의 근섬유 단면적과 무게는 3주령 때에 가장 큰 증가를 보이며, 반면에 근섬유 밀도의 감소는 3주령 때 가속화됨을 알 수 있다.

Guernec 등(2003)에 따르면, 닭의 체중은 부화 직후에  $44.4 \pm 1.2$  g, 6주령 때  $1484 \pm 81.3$  g이며, 홍근의 근섬유 단면적은 부화 직후와 6주령 때 각각  $104 \pm 16$ 과  $1535 \pm 208 \mu\text{m}^2$ 이라고 한다. 브로일러에서는 5주령 때 체중이 약 1624 g이며, 홍근의 근섬유 단면적은  $2808 \mu\text{m}^2$  정도이다(Hoving-Bolink 등, 2000). 본 연구에서는 한국 재래 오골계의 홍근 근섬유 단면적이 부화 직후와 5주령 때 각각  $34.06 \pm 3.08$ 과  $967.3 \pm 32.3 \mu\text{m}^2$ 을 보였다. Rehfeldt 등(2000)은 근섬유의 특성과 성장특성 간 상관관계가 있다고 보고하였는데, 근섬유의 크기가 큰 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 뛰어난 성장률을 보였다. 본 연구 결과에서의 한국 재래 오골계는 작은 근섬유 단면적을 나타냈으며, 이러한 근섬유 특성은 적은 체중과 근육량 및 낮은 성장률과 연관이 있을 것으로 판단된다.

근섬유는 유형별로 성장속도가 다르게 나타난다(Ono 등, 1993). 닭 가슴의 홍근은 type IIB 섬유로만 이루어진

반면에(Ono 등, 1993), 소퇴부의 가자미근은 type I, IIA 및 IIB의 근섬유로 구성되어 있으며 근섬유 type I과 IIA의 함량이 많다(Talmadge 등, 1995). 부화 직후와 1주령 때에는 slow twitch 섬유(근섬유 type I)의 단면적이 fast twitch 섬유(근섬유 type IIA + IIB)보다 크다(Ono 등, 1993). 반면에 근섬유 type IIB의 성장 속도는 type I과 비교했을 때 2배가 빠르며, 근섬유 type II의 직경도 type I보다 성장에 따라 빠르게 증가한다고 한다(Karlssoon 등, 1999). 본 연구의 결과도 이러한 결과를 뒷받침하는데, 부화 직후 가자미근의 근섬유 type I 단면적은 근섬유 type IIB의 단면적보다 컸으나, 주령이 증가할수록 성장속도가 빠른 type IIB의 크기가 type I보다 크게 나타났다. 근육 간에는 근섬유 type IIB로만 구성되어 있는 홍근이 가자미근 근섬유의 단면적보다 크게 나타났다. 근섬유의 상대적인 면적 비율 역시 주령이 증가할수록 근섬유 type I의 비율은 감소하였으나, 근섬유 type II의 비율은 증가하는 결과를 보였다.

**핵산과 단백질의 함량**

한국 재래 오골계에서 홍근의 핵산과 단백질의 농도 및 총량을 분석하였다. 한국 재래 오골계에서 홍근의 DNA와 RNA의 농도는 초기 성장 기간 동안 유의적으로 감소한다(Table 5). 3주령 때의 한국 재래 오골계의 단백질 농도는 부화 직후보다 유의적으로 높은 값을 나타냈으나( $182.8 \pm 8.76$  vs.  $216.3 \pm 7.84$  mg/g,  $p < 0.05$ ), 3주와 5주령의 단백질 농도는 비슷한 값을 보였다( $216.3 \pm 7.84$  vs.  $213.9 \pm 7.99$  mg/g,  $p > 0.05$ ). 한국 재래 오골계의 DNA 농도는 부화 직후와 3주령 때 각각  $0.44 \pm 0.01$ 와  $0.18 \pm 0.01$

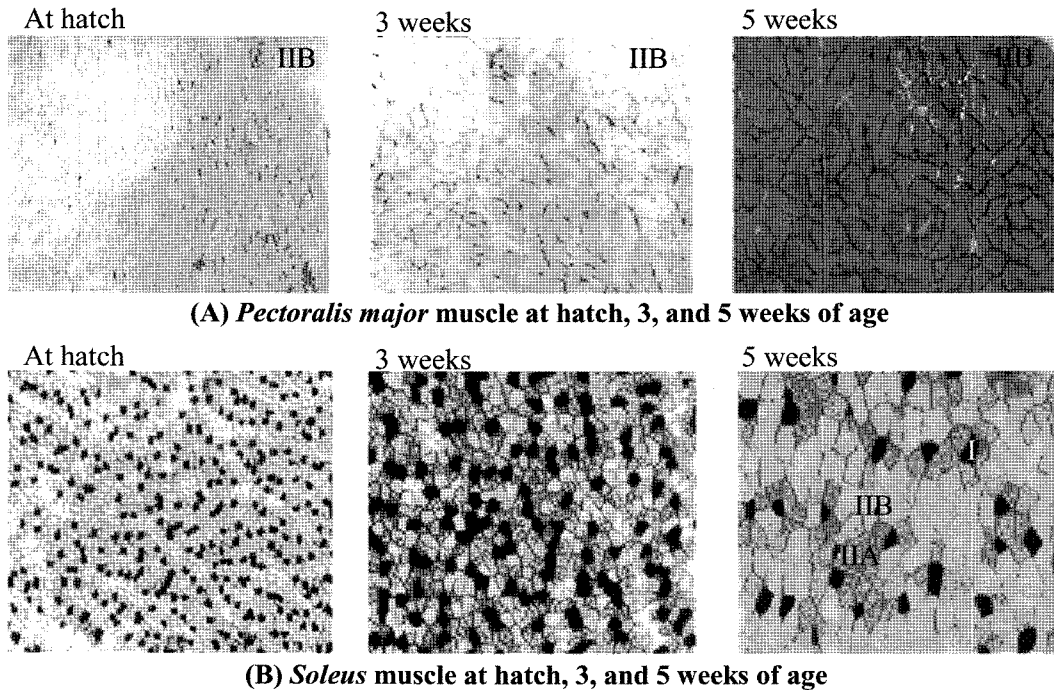
**Table 5. Developmental changes in the deoxyribonucleic acid (DNA), ribonucleic acid (RNA), and protein levels in the pectoralis major muscle of the Korean native Ogol chickens**

	Age				Levels of Significance
	At hatch	3 weeks	5 weeks	15 weeks	
<b>Concentration (mg/g)</b>					
DNA	0.44 <sup>d</sup> (0.01) <sup>1)</sup>	0.18 <sup>c</sup> (0.01)	0.11 <sup>b</sup> (0.01)	0.08 <sup>a</sup> (0.01)	*
RNA	3.2 <sup>d</sup> (0.31)	2.21 <sup>c</sup> (0.20)	1.20 <sup>b</sup> (0.09)	0.88 <sup>a</sup> (0.10)	*
Protein	182.8 <sup>a</sup> (8.76)	216.3 <sup>b</sup> (7.84)	213.9 <sup>b</sup> (7.99)	215.0 <sup>b</sup> (9.22)	*
<b>Total mass (mg)</b>					
DNA	0.12 <sup>a</sup> (0.01)	1.56 <sup>b</sup> (0.09)	2.30 <sup>c</sup> (0.08)	8.09 <sup>d</sup> (1.21)	**
RNA	0.92 <sup>a</sup> (0.01)	19.24 <sup>b</sup> (1.38)	25.08 <sup>b</sup> (2.84)	100.1 <sup>c</sup> (8.79)	*
Protein	51.84 <sup>a</sup> (3.94)	1882 <sup>b</sup> (76.5)	4453 <sup>c</sup> (410)	21736 <sup>d</sup> (410)	**

<sup>1)</sup> Standard error of least-square means.

Levels of significance: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

<sup>a-d</sup> Least-square means with different superscripts in the same are row significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 1.** Serial cross-sections of the *pectoralis major* (A) and *soleus* muscle (B) at hatching, 3, and 5 weeks of age that were stained for its myosin ATPase activity after acidic preincubation. Stained cross sections were examined using a computerized image analysis system. Abbreviations: I, fiber type I (slow twitch, oxidative); IIA, fiber type IIA (fast twitch, oxido glycolytic); IIB, fiber type IIB (fast twitch, glycolytic).

mg/g이었다. Jones 등(1986)에 의하면 2주령 때 육계의 흉근 DNA 농도는 채란계보다 높다고 한다(0.61 vs. 0.56 mg/g,  $p < 0.05$ ). RNA의 농도는 ribosome의 수를 나타내는데, 이는 단백질 합성 정도를 나타내는 지표로 사용된다. RNA와 단백질 합성 사이의 관계는 단백질 합성 활성도 (RNA 농도)와 단위 RNA 당 단백질 합성 속도로 정의할 수 있는 RNA 활성도의 관점에서 설명될 수 있다. 단백질:RNA 비율은 RNA 농도와 단백질 합성 속도를 비교하는데 있어 가장 적합한 표현 방법이다. 2주령 때에 채란계의 흉근은 육계에 비해 낮은 RNA 활성도(9.7 vs. 11.8,  $p < 0.05$ )와 낮은 단백질:RNA 비율(61.0 vs. 63.2,  $p < 0.05$ )을 보인다(Jones 등, 1986). 이와 비교하여 부화 직후 오골계의 단백질:RNA 비율을 계산해 봤을 때 그 값은 약 56이었으며, 5주령까지의 기간 동안 약 178까지 증가하였다.

핵산 및 단백질의 총량을 분석한 실험에서는 부화부터 3주령까지의 기간 동안 각각 DNA 총량은 13배, RNA 총량은 21배, 단백질 총량은 30배 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 토대로 DNA, RNA 및 단백질 총량 역시 부화 직후에서 3주령까지의 기간에 가장 큰 증가를 보이는 것을 확인할 수 있다.

본 연구에서 한국 재래 오골계는 부화 직후에서 3주령까지의 기간 동안에 체중과 근육의 무게를 포함하는 성장률의 증가가 가장 크게 나타났으며, 근섬유 단면적과 DNA, RNA 및 단백질의 총량 역시 이 기간 동안에 가장 크게

증가하였다. 한국 재래 오골계는 고기 생산과 계란 생산이 모두 가능한 난육겸용종이나, 일반 육계나 채란계보다 체중 및 근육의 무게가 적게 나타났다. 이러한 성장특성의 차이는 핵산 및 근섬유 특성에 영향을 받았다고 판단되며, 한국 재래 오골계의 경우 근섬유 단면적이 작으며, 본 실험군과 육용종을 직접 비교하기는 힘들으나 육용종에 비해 비교적 낮은 핵산 함량을 나타내었다.

## 요 약

본 연구는 한국 재래 오골계의 성장에 따른 조직학적 및 생리학적 특성을 분석하기 위해 수행하였다. 계군들의 체중, 흉근과 가자미근의 무게 측정 및 시료의 채취는 부화 직후 및 3, 5, 15주령에 이루어졌다. 근섬유 특성은 부화 직후에서 15주령까지의 오골계 흉근과 가자미근을 이용하여 분석하였고, DNA, RNA 및 단백질 함량은 왼쪽 흉근에서 측정하였다. 체중의 상대적인 증가율은 부화 직후에서 3주령까지의 기간에 가장 크게 나타났다. 가슴의 무게는 부화 직후에서 3주령까지의 기간에 약 24.46배가 증가했으며, 가슴 중 흉근도 동일한 기간 동안 약 31.14배 증가하였다. 소퇴부 및 가자미근의 무게 역시 부화 직후에서 3주령까지의 시기에 뚜렷한 증가가 나타났다. 모든 근섬유의 단면적은 성장 기간 동안 증가하는데, 15주의 실험 기간 동안 흉근의 근섬유 단면적은 65배 증가

( $34.06 \pm 3.08$ 에서  $2238 \pm 177 \mu\text{m}^2$ )하였다. 흉근의 근섬유 단면적은 부화 직후에서 3주령까지의 기간에는 약 18배, 3주령에서 5주령까지의 기간 동안에는 약 1.6배 증가를 보였다. 따라서 흉근의 근섬유 단면적과 무게 역시 3주령 때까지 가장 큰 증가를 보임을 알 수 있다. 핵산 및 단백질의 함량을 분석한 실험에서도 부화 직후에서 3주령 사이에 가장 큰 증가가 나타났는데, 부화부터 3주령까지의 기간 동안 각각 DNA 총량은 13배, RNA 총량은 21배, 단백질 총량은 30배 증가한 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 연구비 지원에 의한 것입니다.

### 참고문헌

- Alway, S. E., Gonyea, W. J., and Davis, M. E. (1990) Muscle fiber formation and fiber hypertrophy during the onset of stretch-overload. *Am. J. Physiol.* **259**, 92-102.
- Barton-Gade, P. (1981) The measurement of meat quality in pigs post mortem. In *Porcine Stress and Meat Quality Causes and Possible Solutions to the Problems*. Agricultural Food Research Society. As, Norway. pp. 359.
- Bechtel, P. J. (1986) Muscle development and contractile proteins. In *Muscle as Food*. Academic Press. Orlando, Fla. USA. pp. 2-35.
- Brooke, M. H. and Kaiser, K. K. (1970) Three myosin adenosine triphosphatase systems: the nature of their pH liability and sulphhydryl dependence. *J. Histochem. Cytochem.* **18**, 670-672.
- Bulow, F. J. (1987) The age and growth of fish. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. pp. 45-64.
- Burton, K. (1956) A study of the conditions and mechanism of the diphenylamine reaction for the colorimetric estimation of deoxyribonucleic acid. *Biochem. J.* **62**, 315-323.
- Choi, Y. M., Ryu, Y. C., and Kim, B. C. (2007) Influence of myosin heavy- and light chain isoforms on early postmortem glycolytic rate and pork quality. *Meat Sci.* **76**, 281-288.
- Cooper, C. C., Cassens, R. G., Kastenschmidt, L. L., and Briskey, E. J. (1970) Histochemical characterisation of muscle differentiation. *Dev. Biol.* **23**, 169-184.
- Essen-Gustavsson, B., Karlsson, A., Lundstrom, K., and Enfalt, A. C. (1994) Intramuscular fat and muscle fiber lipid contents in halothane-gene-free pigs fed high or low protein diets and its relation to meat quality. *Meat Sci.* **38**, 269-277.
- Guerrec, A., Berri, C., Chevalier, B., Wacrenier-Cere, N., Le Bihan-Duval, E., and Duclos, M. J. (2003) Muscle development, insulin-like growth factor-I and myostatin mRNA levels in chickens selected for increased breast muscle yield. *Growth Horm. IGF Res.* **13**, 8-18.
- Hoving-Bolink, A. H., Kranen, R. W., Klont, R. E., Gerritsen, C. L. M., and de Greef, K. H. (2000) Fiber area and capillary supply in broiler breast muscle in relation to productivity and ascites. *Meat Sci.* **56**, 397-402.
- Jones, S. J., Aberle, E. D., and Judge, M. D. (1986) Skeletal muscle protein turnover in broiler and layer chicks. *J. Anim. Sci.* **62**, 1576-1583.
- Kang, C. W., Sunde, M. L., and Swick, R. W. (1985) Growth and protein turnover in the skeletal muscles of broiler chicks. *Poult. Sci.* **64**, 370-379.
- Karlsson, A. H., Klont, R. H., and Fernandez, X. (1999) Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Livest. Prod. Sci.* **60**, 255-269.
- Kiessling, K. H. and Hansson, I. (1983) Fiber composition and enzyme activities in pig muscles. *Swedish J. Agric. Res.* **13**, 257-261.
- Larzul, C., Lefaucheur, L., Ecolan, P., Gogue, J., Talmant, A., Sellier, P., Le Roy, P., and Monin, G. (1997) Phenotypic and genetic parameters for *longissimus* muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs. *J. Anim. Sci.* **75**, 3126-3137.
- Lin, R. I. and Schjeide, O. A. (1969) Micro estimation of RNA by the cupric ion catalyzed orcinol reaction. *Anal. Biochem.* **27**, 473-483.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., and Randall, R. J. (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**, 265-275.
- Mizuno, T. and Hikami, Y. (1971) Comparison of muscle growth between meat-type and egg-type chickens. *Jpn. J. Zootech. Sci.* **42**, 526-532.
- Moody, W. G. and Cassens, R. G. (1968) Histochemical differentiation of red and white muscle fibers. *J. Anim. Sci.* **27**, 961-968.
- Ono, Y., Iwamoto, H., and Takahara, H. (1993) The relationship between muscle growth and the growth of different fiber types in the chickens. *Poult. Sci.* **72**, 568-576.
- Park, B. S. and Rhee, Y. C. (1995) Changes in muscle nucleic acids and protein turnover during the animal growth. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **15**, 178-186.
- Rehfeldt, C., Fiedler, I., Diel, G., and Ender, K. (2000) Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. *Livest. Prod. Sci.* **66**, 177-188.
- Ryu, Y. C. and Kim, B. C. (2004) Estimation of correlation coefficients between histological parameters and carcass traits of pig *longissimus dorsi* muscle. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* **17**, 428-433.
- Ryu, Y. C. and Kim, B. C. (2005) The relationships of muscle fiber characteristics to postmortem metabolic rate and meat quality traits in pig *longissimus* muscle. *Meat Sci.* **71**, 351-357.
- Ryu, Y. C., Rhee, M. S., Lee, K. M., and Kim, B. C. (2005) Effects of different levels of dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation, and color stability of broiler chicks. *Poult. Sci.* **84**, 809-815.
- SAS (2001) SAS/STAT User's Guide, Version 8.2th eds. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Schiaffino, S. and Reggiani, C. (1996) Molecular diversity of myofibrillar proteins, Gene regulation and functional significance. *Physiol. Rev.* **76**, 371-423.

29. Talmadge, R. J., Roy, R. R., and Edgerton, V. R. (1995) Prominence of myosin heavy chain hybrid fibers in soleus muscle of spinal cord transected rats. *J. Appl. Physiol.* **78**, 1256-1265.
30. Williams, P. and Goldspink, G. (1978) Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. *J. Anat.* **127**, 459-468.
31. Yun, J. S., Seo, D. S., Kim, W. K., and Ko, Y. (2005) Expression and relationship of the insulin-like growth factor system with posthatch growth in the Korean Native Ojol Chicken. *Poult. Sci.* **84**, 83-90.

---

(2007. 8. 3. 접수/2007. 11. 16 채택)