

不同胚龄皮质酮处理对鸡胚胎生长发育的影响

高 静,宋志刚,焦洪超,林 海*

(山东农业大学动物科技学院,泰安 271018)

摘 要: 本试验通过不同胚龄鸡胚外源皮质酮处理,研究外源皮质酮对鸡胚生长发育及出雏效果的影响,初步探索肉鸡代谢程序化效应。700枚质量相近的AA肉鸡种蛋,分3个不同时间进行卵黄囊重复注射:孵化前注射(E0);7胚龄注射(E7);14胚龄注射(E14);每一时间点分200 ng皮质酮处理组和玉米油正对照组,并设定负对照组1个。21胚龄记录出雏时间、出雏率、出雏重、屠宰器官质量,并测定雏鸡血浆中血糖、尿酸和甘油三酯含量。结果表明:0胚龄皮质酮处理显著降低了孵化率($P<0.05$),增加了胚胎的死亡率;7胚龄200 ng皮质酮处理组缩短了孵化时间($P<0.05$),并有降低孵化率的趋势,鸡胚胎的心脏、肝脏的发育受到了抑制($P<0.05$)。研究表明皮质酮的处理效应与注射胚龄有关,此外注射本身也会对胚胎的发育和物质代谢造成一定的影响。

关键词: 鸡;胚胎发育;皮质酮;孵化率

中图分类号:S814.6

文献标识码:A

文章编号:0366-6964(2008)09-1224-06

Effect of Corticosterone Treatment at Different Hatching Time on Embryo Development of Broiler Chickens

GAO Jing, SONG Zhi-gang, JIAO Hong-chao, LIN Hai*

(College of Animal Science and Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: The experiment was conducted to investigate the possible effect of corticosterone treatment at different hatching time on the development of chicken embryos. Seven hundreds of AA broiler eggs were divided into 7 groups and randomly subjected to one of the seven treatments: corticosterone treatment (200 ng) at E0, E7 and E14, three positive control groups that injected with corn oil at E0, E7 and E14, and one negative control group. The incubation time, hatching ability and posthatching body weight were recorded. The blood samples were collected and the organs weight were measured after hatching. The results indicated that corticosterone treatment at E0 significantly reduced hatching ability ($P<0.05$) and increased mortality of embryo. Corticosterone treatment at E7 shortened the incubation time ($P<0.05$) and tended to reduce the hatching ability. The development of heart and liver were restrained by corticosterone treatment ($P<0.05$). The result showed that the effect of corticosterone on the development of chicken embryo was age dependent. Moreover, the effect of injection had an adverse effect on embryos as well.

Key words: chicken; embryo development; corticosterone; hatching ability

糖皮质激素是生命机体组织分化、成熟所必需的激素之一^[1]。研究发现,鸡胚孵化过程中羊水和血浆中皮质酮的含量是不断变化的^[2],4胚龄鸡胚血浆中已经可以检测到皮质酮^[2],而参与应激反应

的下丘脑-肾上腺-垂体轴(HPA轴)的建立发生在14~16胚龄期间^[3];20胚龄鸡胚的血浆中皮质酮的含量为9.02 ng/mL^[4]。应激会引起皮质酮释放量的增加,高剂量的糖皮质激素能阻碍细胞增殖和代

收稿日期:2007-09-21

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD14B02);国家973计划项目(2004CB117500)

作者简介:高 静,女,山东泰安人,硕士生,主要从事家禽营养生理研究,E-mail:xiangrong1023@163.com

* 通讯作者:林 海,教授,博士生导师,主要从事畜禽营养生理研究,E-mail:hailin@sdau.edu.cn

谢^[1],最终危害机体的生长和发育。孵化期间 7 胎龄糖皮质激素处理日本鹌鹑和鸡胚,能够影响胚胎的正常发育与代谢,提高死胚率^[5-6]。此外研究结果表明,鸡胚外源皮质酮处理可显著提高孵化率,存在使孵化时间缩短的趋势^[7]。新近的研究表明母体应激会导致卵中皮质酮含量升高^[8],母源皮质酮的存在可能会影响鸡胚发育,而孵化过程中皮质酮对鸡胚生长发育及物质代谢的影响还需进一步研究。

本研究的目的是通过不同胎龄导入外源皮质酮,研究皮质酮处理及处理时间对鸡胚生长发育及物质代谢的影响,初步探索肉鸡代谢程序化效应。

1 材料和方法

1.1 试验动物与管理

选取质量相近的 AA 肉鸡种蛋 700 枚,平均蛋重 (68.5 ± 0.5) g,消毒并称编号。试验分 200 ng 皮质酮(购自 Sigma,有效含量 $\geq 92\%$)处理 CORT 组(剂量参考文献^[9]),注射皮质酮溶剂(玉米油)的正对照 PC 组:每组分 3 个时间进行卵黄囊(按 Wentworth 等所述方法^[7])注射:孵化前卵黄囊注射(E0)100 枚;7 胎龄卵黄囊注射(E7)100 枚;14 胎龄卵黄囊注射(E14)100 枚。另设 1 个负对照 NC 组(不进行任何注射处理)100 枚。孵化参数设置为:温度 37.8 °C;相对湿度为 60%~80%;翻蛋频率为 2 h 一次;7 和 14 胎龄各照蛋 1 次,检出无精蛋和死胚蛋。

卵黄囊注射方法:经照蛋确定卵黄囊的位置,先用碘酒擦拭气室,再用 70%的酒精棉球消毒蛋壳,然后在无菌环境下进行注射,完后用石蜡封口,将鸡胚放回孵化器继续孵化。

1.2 试验方法

1.2.1 样品采集 21 胎龄出雏时以羽毛干好为准,记录出雏时间和出雏重比例(用出雏重/蛋重表示),每组选取同一时间段出雏的肉仔鸡 10 只(每 2 h 拣 1 次雏鸡),心脏采血 2 mL,肝素抗凝,3 000 r/min 离心 10 min 取血浆,-20 °C 保存待测;然后将仔鸡屠宰,取心脏、肝脏、卵黄囊、法氏囊、大肠、小肠、胸肉、腿肉称重记录,计算器官指数(用器官重/体重表示)。

1.2.2 血浆指标的测定 采用 VITALAB MICRO (95 版)半自动生化仪测定血糖、尿酸、甘油三酯,试剂盒购自南京建成生物技术研究所。

1.3 数据处理

采用 SAS(V8)软件对于同一时间点不同处理间、不同时间点同一处理间进行单因素分析,对不同时间点不同处理间进行双因素 ANOVA 法分析,Duncan 氏法进行多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同时间点皮质酮处理对孵化效果的影响

注射效应本身导致孵化率极显著降低($P < 0.01$)(表 1);皮质酮处理组相对于正对照组孵化率有降低的趋势;注射的时间效应显著,并随注射时间的推后,孵化率极显著升高($P < 0.01$);皮质酮处理和注射时间的交互作用极显著($P < 0.01$)。0 胎龄皮质酮处理相对于正对照组显著降低孵化率($P < 0.05$);而 7 胎龄皮质酮处理孵化率有升高的趋势。7 胎龄皮质酮处理组相对于正对照组孵化时间显著缩短($P < 0.05$);0 和 14 胎龄皮质酮处理孵化时间与对照组差异不显著($P > 0.05$),处理和时间的交互作用极显著($P < 0.01$)。鸡胚皮质酮处理对出雏重比例影响不显著($P > 0.05$),7 胎龄皮质酮处理组相对于正对照组出雏重比例有升高的趋势;注射时间对出雏重比例的影响不显著($P > 0.05$),处理和时间的交互效应不显著($P > 0.05$)。

2.2 不同时间点皮质酮处理对器官发育的影响

皮质酮处理使雏鸡心脏指数相对于负对照组极显著降低($P < 0.01$)(表 2),7 胎龄注射显著降低了心脏指数($P < 0.05$),注射的时间效应极显著($P < 0.01$)。皮质酮处理组肝脏指数相对于负对照组和正对照组显著降低($P < 0.05$);注射的时间效应显著($P < 0.05$);但处理和时间的交互作用不显著($P > 0.05$)。注射效应本身使雏鸡卵黄囊指数极显著升高($P < 0.01$),皮质酮处理效应不显著($P > 0.05$),注射时间效应极显著($P < 0.01$);0 胎龄皮质酮处理组相对于正对照组和负对照组显著增大卵黄囊指数($P < 0.05$)。鸡胚皮质酮处理相对于对照组雏鸡大肠指数显著升高($P < 0.05$),14 胎龄皮质酮处理组相对于正对照组和负对照组大肠指数极显著升高($P < 0.05$);注射的时间效应显著($P < 0.05$);处理和注射时间的交互效应显著($P < 0.05$)。鸡胚皮质酮处理对雏鸡胸肌指数影响不显著($P > 0.05$),但一定程度上抑制了腿肌的发育($P = 0.0847$);时间效应对雏鸡胸肌指数和腿肌指数的

表 1 不同时间点皮质酮处理(200 ng)对孵化效果的影响

Table 1 Effect of corticosterone(200 ng)treated at different time on the incubation

组别 Group		E0	E7	E14	平均	P 值
孵化率 Hatching ability	NC	0.863±0.043 ^a	0.863±0.043	0.863±0.043	0.863 ^a	处理:0.000 3
	PC	0.499±0.071 ^{b,y}	0.539±0.115 ^{xy}	0.881±0.005 7 ^x	0.636 ^b	时间:0.001 1
	CORT	0.189±0.068 ^{c,y}	0.622±0.045 ^x	0.796±0.058 ^x	0.536 ^b	交互:0.004 7
	平均*	0.345 ^e	0.575 ^y	0.838 ^x		
孵化时间/h Incubation time	NC	517.38±1.16	517.38±1.16 ^a	517.38±1.16	517.38 ^{ab}	处理:0.027 3
	PC	521.63±1.94 ^x	518.73±1.63 ^{a,xy}	516.26±0.79 ^y	518.50 ^a	时间:0.001 6
	CORT	522.01±3.57 ^x	511.92±1.04 ^{b,y}	517.76±1.18 ^y	515.54 ^b	交互:0.009 4
	平均*	521.88 ^x	515.10 ^y	516.93 ^y		
出雏重(%蛋重) Posthatch weight index	NC	0.71±0.005 5	0.71±0.005 5 ^b	0.71±0.005 5	0.713 ^b	处理:0.064 3
	PC	0.72±0.005 9	0.72±0.006 ^{ab}	0.72±0.003 5	0.719 ^{ab}	时间:NS
	CORT	0.73±0.016	0.73±0.003 2 ^a	0.72±0.007 9	0.726 ^a	交互:NS
	平均*	0.721	0.727	0.719		

a,b,c. 同一列中标有不同上标者差异显著($P<0.05$);x,y,z. 同一行中标有不同上标者差异显著($P<0.05$);NS. 表示差异不显著($P>0.05$);*. 表示平均值不包括负对照组。下表同

a,b,c. Means in the same column with different superscripts differ significantly, $P<0.05$;x,y,z. Means in the same line with different superscripts differ significantly, $P<0.05$;NS. Means differ indistinctively, $P>0.05$;*. The mean does not include negative control group. The same as below

表 2 不同时间点皮质酮处理(200 ng)对器官指数的影响

Table 2 Effect of corticosterone (200 ng)treated at different time on the index of organs

组别 Group		E0	E7	E14	平均	P 值
心脏指数/% Heart index	NC	0.70±0.048	0.70±0.048 ^a	0.70±0.048	0.702 ^a	处理:0.004 9
	PC	0.67±0.027 ^x	0.58±0.026 ^{b,y}	0.70±0.026 ^x	0.652 ^{ab}	时间:0.0011
	CORT	0.58±0.043	0.57±0.021 ^b	0.65±0.027	0.603 ^b	交互:NS
	平均*	0.64 ^y	0.58 ^y	0.67 ^x		
肝脏指数/% Liver index	NC	1.93±0.041 ^{ab}	1.93±0.041 ^a	1.93±0.041	1.93 ^a	处理:0.008 4
	PC	2.00±0.041 ^{a,x}	1.84±0.09 ^{ab,y}	1.92±0.034 ^{xy}	1.92 ^a	时间:0.049 0
	CORT	1.84±0.077 ^b	1.79±0.049 ^b	1.85±0.053	1.81 ^b	交互:NS
	平均*	1.95 ^x	1.80 ^y	1.89 ^{xy}		
卵黄囊指数/% Yolk sac index	NC	0.151±0.004 9 ^b	0.151±0.004 9 ^b	0.151±0.004 9	0.151 ^b	处理:0.000 9
	PC	0.158±0.006 2 ^{b,y}	0.185±0.007 3 ^{a,x}	0.156±0.008 8 ^y	0.166 ^a	时间:0.002 5
	CORT	0.181±0.009 2 ^{a,x}	0.176±0.004 6 ^{a,x}	0.155±0.006 5 ^y	0.168 ^a	交互:NS
	平均*	0.166 ^{xy}	0.180 ^x	0.156 ^y		
小肠指数/% Small intestine index	NC	1.74±0.10	1.74±0.10	1.74±0.10 ^b	1.75	处理:NS
	PC	2.04±0.11 ^x	1.74±0.075 ^y	1.86±0.074 ^{ab,xy}	1.87	时间:0.064 4
	CORT	1.70±0.10 ^y	1.77±0.056 ^y	2.01±0.079 ^{a,x}	1.87	交互:0.026 5
	平均*	1.93 ^a	1.75 ^b	1.94 ^a		
大肠指数/% Large intestine index	NC	0.67±0.031 ^b	0.67±0.031 ^{ab}	0.67±0.031 ^b	0.667 ^b	处理:0.008 0
	PC	0.86±0.084 ^{ab}	0.73±0.036 ^a	0.70±0.039 ^b	0.758 ^{ab}	时间:0.027 4
	CORT	0.92±0.16 ^{a,xy}	0.62±0.019 ^{b,y}	1.01±0.13 ^{a,x}	0.845 ^a	交互:0.022 2
	平均*	0.881 ^x	0.678 ^y	0.855 ^x		
胸肌指数/% Breast muscle index	NC	1.30±0.065	1.30±0.065	1.30±0.065	1.29	处理:NS
	PC	2.01±0.68	1.46±0.07	1.42±0.063	1.61	时间:NS
	CORT	1.40±0.060	1.38±0.055	1.39±0.059	1.39	交互:NS
	平均*	1.81	1.42	1.41		
腿肌指数 Thigh muscle index	NC	0.093±0.002 1	0.093±0.002 1	0.093±0.002 1	0.092 9 ^a	处理:0.084 7
	PC	0.091±0.005 3	0.090±0.002 1	0.090±0.002 1	0.090 7 ^{ab}	时间:NS
	CORT	0.087±0.023	0.089±0.002 4	0.088±0.001 7	0.088 0 ^b	交互:NS
	平均*	0.089 9	0.089 6	0.089 2		

影响不显著($P>0.05$),时间和处理的交互作用不显著($P>0.05$)。

2.3 不同时间点皮质酮处理对雏鸡血浆指标的影响

注射效应本身使血浆尿酸 UA 含量极显著升高($P<0.01$)(表 3);14 胎龄皮质酮处理组相对于正对照组尿酸含量有升高的趋势($P=0.0579$),处

理和时间的交互作用不显著($P>0.05$)。注射效应本身使雏鸡血浆血糖 GLU 含量极显著升高($P<0.01$);皮质酮处理对雏鸡血浆血糖含量影响不显著($P>0.05$),处理和时间的交互作用不显著($P>0.05$)。鸡胚皮质酮处理对甘油三酯 TG 含量影响不显著($P>0.05$),时间效应不显著($P>0.05$),处理和时间的交互作用不显著($P>0.05$)。

表 3 不同时间点皮质酮处理(200 ng)对雏鸡 UA、GLU、TG 的影响

Table 3 Effect of corticosterone(200 ng)treated at different time on UA, GLU, TG of blood

组别 Group		E0	E7	E14	平均	P 值
尿酸 UA/($\mu\text{mol/L}$)	NC	99.29 \pm 9.05	99.29 \pm 9.05 ^b	99.29 \pm 9.05 ^b	99.29 ^b	处理:0.004 1
	PC	120.80 \pm 18.34	139.54 \pm 20.83 ^a	123.6 \pm 17.11 ^{ab}	128.32 ^a	时间:NS
	CORT	96.29 \pm 18.73	122.87 \pm 14.73 ^{ab}	158.88 \pm 21.4 ^a	133.13 ^a	交互:0.078 3
	平均*	110.71	130.61	141.81		
血糖 GLU/(mmol/L)	NC	8.65 \pm 0.52	8.65 \pm 0.52	8.65 \pm 0.52	8.65 ^b	处理:0.001 7
	PC	10.10 \pm 0.35	9.84 \pm 0.47	10.03 \pm 0.34	9.96 ^a	时间:NS
	CORT	10.12 \pm 0.49	9.34 \pm 0.39	9.44 \pm 0.39	9.52 ^a	交互:NS
	平均*	10.110	9.583	9.718		
甘油三酯 TG/(mmol/L)	NC	1.12 \pm 0.13	1.12 \pm 0.13	1.12 \pm 0.13	1.115	处理:NS
	PC	1.15 \pm 0.12	0.97 \pm 0.10	1.07 \pm 0.10	1.055	时间:NS
	CORT	1.33 \pm 0.19	1.37 \pm 0.25	1.02 \pm 0.09	1.213	交互:NS
	平均*	1.212	1.173	1.045		

3 讨 论

3.1 皮质酮处理对出雏效果的影响

本研究结果表明 7 胎龄皮质酮处理显著缩短了孵化时间,同时有降低孵化率的趋势。First 指出,某些哺乳动物分娩的信息通路是由胎儿的大脑发出的,紧接着导致 ACTH 的释放,促使肾上腺分泌大量的肾上腺皮质激素;鸡胚皮质酮处理,大量的肾上腺皮质激素的分泌会诱导啄壳^[10]。本研究发现鸡胚外源皮质酮导入可以在一定程度上缩短孵化时间,这一结果与前人的研究结果相一致^[7],但是皮质酮的这一效应似乎与其注射时间有关;在鸡胚胎发育初期(0 胎龄)和后期(14 胎龄)注射对出雏时间无显著影响。这一结果也提示皮质酮对孵化时间的影响并非仅限于促进鸡胚的啄壳。0 胎龄皮质酮处理对孵化时间没有影响,其原因在于孵化率的极显著降低,这一结果表明 0 胎龄皮质酮处理对鸡胚的发育构成了严重的不良影响。

皮质酮对鸡胚胎孵化率的影响还有不同的报道。皮质酮进入卵黄囊后,与卵黄中的蛋白相结合,

延缓蛋白向鸡胚的扩散,并且随着孵化的进行,10~12 胎龄时皮质酮的作用效果会突然加强,鸡胚死亡率增加,孵化率降低,皮质酮毒性的加强归因于其转录活性的提高^[9]。Wentworth 等研究发现,鸡胚外源皮质酮处理可显著提高孵化效率,存在使孵化时间缩短的趋势^[7]。但 Brooks 等、Wishart 等研究表明:孵化期间高剂量的皮质酮处理降低了孵化率^[11-12]。本研究表明 0 胎龄皮质酮处理极显著降低孵化率;且随注射时间的推后,孵化率逐渐升高,提示皮质酮对孵化率的效应亦与其处理时间有关。Siegel 和 Gould 研究表明,孵化 4 胎龄鸡胚血浆中已经可以检测到皮质酮^[13];但参与应激反应的下丘脑-肾上腺-垂体轴(HPA 轴)的建立发生在 14~16 胎龄期间^[2-3]。

3.2 皮质酮处理对鸡胚生长发育的影响

鸡胚的生长从重量上看呈指数式生长,在孵化的前 9 d 生长缓慢,自 9 日龄后生长非常迅速,几乎呈直线型生长^[14]。随着孵化时间的推移,胚胎的水分含量逐渐减少,在鸡胚孵化早期,胚体含水量为 95%左右,随着胚胎的发育和成熟,胚体内水分的百

分含量下降, 胚体中的含水量从第6天的93.45%减少到出壳时的73.58%。随着胚龄的增加, 鸡胚的含水量几乎呈直线下降^[15]。本研究结果显示, 7 胚龄皮质酮处理一定程度上提高了出雏重(%蛋重), 这与皮质酮处理显著缩短孵化时间的结果相一致, 孵化时间缩短, 水份蒸发量减少可能是出雏重提高的原因。前人研究表明高剂量的糖皮质激素不但可以使胚胎致死还可以减轻体重, 每只鸡胚 12 μg 或更高剂量的皮质酮可以使体重显著降低^[9], 本试验结果提示皮质酮处理对出雏重的影响与其处理剂量有关。此外, 本试验中未观察到皮质酮处理时间对出雏重的影响, 这一结果是否是由于皮质酮处理剂量较小的缘故尚需进一步研究确定。

本试验结果表明, 0 和 7 胚龄外源皮质酮处理在没有引起初生肉仔鸡体重显著变化的情况下显著降低了心脏和肝脏指数, 提示鸡胚发育过程中心脏与肝脏的发育受到抑制。上述效应在 14 胚龄处理组未观察到, 表明皮质酮对心脏和肝脏发育的影响主要是在胚胎发育的早期。

卵黄囊是鸡胚早期形成的胚膜, 于孵化的第2天开始形成, 以后逐渐向卵黄表面扩展, 第4天包围卵黄的1/3, 第6天包围1/2, 随胚体的增长及卵黄的消耗而逐渐萎缩, 最终被吸收到体内, 融合成小肠的一部分。卵黄囊有储存、分解、吸收和输送营养物质的功能, 卵黄不仅是胚胎发育的重要能量来源, 也是脂溶性维生素和抗体由种鸡传递给鸡胚的桥梁, 对胚胎的健康发育和初生雏的抗病能力也具有重要影响^[16]。鸡胚卵黄囊注射导致卵黄囊指数增大, 而初生肉仔鸡体重没有显著变化, 这一结果表明鸡胚卵黄吸收不良。由于这一现象在皮质酮处理组和正对照组(玉米油注射组)均存在, 该结果提示这一效应是注射本身所造成的, 与皮质酮处理无关。本研究结果还表明 14 胚龄皮质酮注射处理对卵黄囊指数无任何影响, 进一步说明皮质酮本身对卵黄囊的吸收无显著影响。皮质酮处理对肠道发育的影响无一致的结果, 14 胚龄皮质酮处理有提高肠道比重的趋势, 其机制尚有待进一步研究。

Lin 等报道肉鸡在快速生长期(21~42 日龄)胸肌对皮质酮较腿肌更加敏感, 其生长发育更易受到影响^[17], 而在本试验中鸡胚皮质酮处理组腿肌重(%体重)有降低的趋势($P < 0.1$), 而胸肌比重没有显著变化, 表明在孵化阶段腿肌的生长发育更易受到外界环境的影响。

3.3 皮质酮处理对肉鸡物质代谢的影响

本实验室的前期研究表明皮质酮处理导致肉鸡蛋白质分解代谢加强, 促进糖异生作用, 提高血液中血糖与尿酸水平^[18]。在本研究中, 皮质酮处理组和正对照组血浆血糖和尿酸含量显著升高, 表明这是由注射本身所造成的, 启示皮质酮效应有可能被注射效应所掩盖。

从卵黄到卵黄囊的脂类转运, 主要发生在孵化的第13~17天, 且卵黄的甘油三酯大部分是被卵黄囊膜完整地吸收的^[19]。卵黄中脂类的80%是在孵化的最后7d被消耗的^[20], 而孵化期间未被利用的脂肪则在出壳后5d内被吸收利用。本试验中血浆甘油三酯含量与对照组差异不显著, 表明0、7、14 胚龄鸡胚皮质酮 200 ng 处理并没有影响到脂肪的代谢。

4 小结

鸡胚发育过程的不同时期, 皮质酮的作用效果不同; 7 胚龄卵黄囊 200 ng 皮质酮处理, 显著影响了鸡胚胎的正常发育。在研究皮质酮对鸡胚胎发育的影响时应考虑注射本身造成的影响, 鸡胚皮质酮处理引发的代谢程序化效应及其作用机制还需进一步研究。

参考文献:

- [1] ORTH D N, KOVACS W J, DEBOLD C R. The adrenal cortex. William's Textbook of Endocrinology [M]. WILSON J D, FOSTER D W, eds. W B Saunders Philadelphia, PA, 1992: 489-619.
- [2] KALLIECHARAN R, B K HALL. A developmental study of the levels of progesterone, corticosterone, cortisol and cortisone circulating in plasma of chick embryos[J]. Gen Comp Endocrinol, 1974, 24: 364-372.
- [3] WOODS J E, DEVRIES G W, THOMMES R C. Ontogenesis of pituitary-adrenal axis in chicken embryo[J]. Gen Comp Endocrinol, 1971, 17: 407-415.
- [4] SCOTT T R, JOHNSON W A, SATTERLEE D G, et al. Circulating levels of corticosterone in the serum of development chick embryos and newly hatched chicks [J]. Poultry Science, 1981, 60: 1 314-1 320.
- [5] KALTNER H, SCHROTT M, SCHMAHL W, et al. Developmental retardation of the Japanese quail embryo under the influence of dexamethasone [J].

- Res Commun Chem Pathol Pharmacol, 1993, 79(3): 259-273.
- [6] MASHALY M. Effect of exogenous corticosterone on chicken embryonic development[J]. Poultry Science, 1991, 70:193-200.
- [7] WENTWORTH B C, HUSSEIN M O. Serum corticosterone levels in embryos, newly hatched and young turkey poultry[J]. Poultry Science, 1985, 64:2 195-2 201.
- [8] RETTENBACHER S, MOST E, HACKL L R, et al. Corticosterone in chicken eggs[J]. Ann N Y Acad Sci, 2005,1 046: 193-203.
- [9] HEIBLUM R, AMON E, CHAZAN G, et al. Glucocorticoid administration during incubation: Embryo mortality and posthatch growth in chickens[J]. Poultry Science, 2001, 80:1 357-1 363.
- [10] FIRST N L. Mechanisms controlling parturition in farm animals[J]. Beltsville Symposia in Agricultural Research. 3. Animal Reproduction. Allanheld, Os-
munCo, NJ,1978, 215-257.
- [11] BROOKS W S, UNGAR F. Effects of C21-methyl steroids on the muscles complexus and hatching of the chick[J]. Proc Soc Exp Biol Med, 1967, 125: 488-492.
- [12] WISHART G J, LEAKEY E A, DUTTONI G J. Differential effects of hormones on precocious yolk sac retraction in chick embryos following administration by a new technique[J]. Gen Comp Endocrinol, 1997, 31:373-380.
- [13] SIEGEL H S, GOULD N R. Chick embryonic plasma proteins and binding capacity for corticosterone[J]. Dev Biol,1976,50:510-516.
- [14] 王建霞,王和民. 雏鸡在卵黄囊阶段和饲养阶段对生育酚的吸收和转移[J]. 畜牧兽医学报, 1990, 21(3): 229-233.
- [15] 薛 忠,房兴堂,朱柳燕,等. 种蛋孵化期间各组分的水分变化及鸡胚生长分析[J]. 中国畜牧杂志, 2000, 36(6):24-25.
- [16] NOBLE R C, MOORE J H. The partition of lipid between the yolk and yolk sac membrane during the development of the chick embryo [J]. Canadian Journal of Biochemistry, 1967, 45:949-958.
- [17] LIN H, SUI S J, JIAO H C, et al. Impaired development of broiler chickens by stress mimicked by corticosterone exposure[J]. Comp Biochem Physiol A, 2006,143, 400-405.
- [18] DONG H, LIN H, JIAO H C, et al. Altered development and protein metabolism in skeletal muscles of broiler chickens (*Gallus gallus domesticus*) by corticosterone[J]. Comparative Biochemistry and Physiology, 2007, Part A 147:189-195.
- [19] NOBLE R C, COCCHI M. Lipid metabolism and the neonatal chicken [J]. Prod Lipid Res, 1990, 29:107-140.
- [20] HALL B K. Response of host embryonic chicks to grafts of additional adrenal glands, gonads, and kidneys[J]. Can J Zool, 1970, 48:867-872.