

试验
研究早期限饲对肉鸡肌肉生长及生产
性能的长期影响

许雪萍, 杨晓静, 倪迎冬, 夏东, 李晓, 赵茹茜*

(南京农业大学农业部动物生理生化重点开放实验室, 江苏 南京 210095)

摘要: 本研究旨在比较不同生长阶段隔日限饲 (早期限饲: 1~14日龄限饲, 后期限饲: 50~63日龄限饲) 对肉鸡肌肉生长及相关激素水平的影响, 并探讨早期限饲对肉鸡肌肉生长的程序化作用。试验结果: 1) 早期限饲组整个试验阶段体重均极显著低于对照组, 后期限饲组限饲一周后体重显著低于对照组并于63日龄实现完全补偿生长; 2) 早期限饲组14日龄和63日龄胸肌、腓肠肌重均显著低于对照组; 后期限饲组63日龄胸肌、腓肠肌重均显著低于对照组, 且二者与早期限饲组均差异不显著; 3) 早期限饲显著降低了14日龄肉鸡肌肉中DNA、RNA和蛋白含量, 63日龄恢复至正常水平, 且核酸、蛋白水平在胸肌和腓肠肌内的趋势表现不一致; 4) 早期限饲组14日龄血清中T₃、T₄水平均显著低于对照组, 63日龄血清T₃水平仍显著低于对照组; 后期限饲组63日龄血清T₃水平显著低于对照组, T₄水平与对照组差异不显著。结果表明: 1) 限饲可显著阻碍肉鸡肌肉的生长; 2) 不同部位的肌肉对限饲的敏感度不同; 3) 早期营养因子对肉鸡肌肉的生长具有“程序化”作用, 甲状腺激素可能参与这些过程的调节。

关键词: 早期限饲; 肉鸡; 肌肉; 生长性能; 甲状腺激素

中图分类号: S831.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-5130(2007)05-0001-04

Long-term effect of early feed restriction on muscle growth and
production performance of broilers

XU Xue-ping, YANG Xiao-jing, NI Ying-dong, XIA Dong, LI Xiao, ZHAO Ru-qian*

(Key Laboratory of Animal Physiology and Biochemistry, Ministry of Agriculture,
Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The present experiment was carried out to investigate the effect of intermittent feed restriction on muscle growth and hormone levels in different stages (ERG: early feed restriction group; LRG: later feed restriction group) of broilers, and to examine the long effect of early feed restriction on muscle growth. The results showed: 1) body weight of ERG was significantly lower throughout the whole experimental period, and body weight of LRG was significantly lower after feed restricting for 1 week whereas no difference on 63 d compare with the control group; 2) in ERG group the lateral gastrocnemius muscle weight and pectoral muscle weight were significantly lower on 14 d and 63 d, and the pectoral and lateral gastrocnemius muscle weight were significantly lower on 63 d in the LRG; 3) the DNA, RNA and protein contents in ERG decreased significantly on 14 d whereas no difference on 63 d, and no consistent trend was observed on nucleic acid and protein contents in pectoral and lateral gastrocnemius muscle; 4) the T₃, T₄ levels was significantly lower on 14 d while only T₃ level was still lower on 63 d, and in the LRG, T₃ level, not T₄, was also significantly lower on 63 d. These results implied: 1) feed restriction could markedly delay the muscle growth of broiler, and the effect has long lasting; 2) different response to early feed restriction was observed between pectoral and lateral gastrocnemius muscle; 3) thyroxine hormones might be included in this process.

Key words: early feed restriction; broilers; skeletal muscle; production performance; thyroxine hormone

骨骼肌约占动物体重的40%~60%, 是畜牧生产的重要内容之一。肌肉由不同类型的肌纤维组成, 根据其形态、功

能、和生理生化特性^[1-2]可将肌纤维分为慢肌纤维、快红肌纤维和快白肌纤维。成年肉鸡胸肌90%以上由快白肌纤维组成, 腓肠肌则由红肌纤维和白肌纤维共同构成。

生命早期是动物生长发育过程一个关键时期^[3], 机体通过不同水平的适应对不利于发育的环境条件做出反应, 这种早期对刺激的适应将持续改变机体的生理和代谢。

早期限饲对肉鸡生长的研究多集中体重、免疫器官等表现

收稿日期: 2006-09-07

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目“973”(2004CB1177505)资助。

作者简介: 许雪萍 (1983-), 女, 硕士研究生。

*通讯作者。

指标^[4-5], 及相关激素水平的即时效应^[6]。很少有报道阐述限饲^[7-8], 尤其是不同阶段限饲对肉鸡肌肉生长的影响, 早期限饲对肌肉生长及激素水平的长期作用及不同肌纤维类型的肌肉对限饲的反应程度亦未见有报道。

因此, 本试验采用隔日限饲法 (即一天禁食一天自由采食) 分别对不同生长阶段的肉鸡进行限饲, 观察限饲对肉鸡肌肉生长、生产性能及相关激素水平的影响, 探讨早期限饲对肉鸡生长的程序化作用及内分泌机制。

1 材料和方法

1.1 试验动物分组及处理

选取 1 日龄快三黄商品肉鸡 100 羽随机分为 2 组, 对照组 60 羽, 早期限饲组 (1~14 日龄隔日禁食, 以后自由采食) 40 羽。饲养至 50 日龄, 对照组随机抓取 20 羽为后期限饲组 (1~49 日龄自由采食, 50~63 日龄隔日禁食)。1~28 日龄笼养, 29~63 日龄平养, 整个试验期自由饮水, 三黄鸡饲养标准配制基础日粮, 按照肉鸡常规免疫程序免疫。14、63 日龄采样 ($n=20$), 采样前禁食 12 h。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 体重

记录各周龄体重, 相对增重率表示生长速度, 即:

$$\text{相对增重率} = \frac{\text{本周体重} - \text{前 1 周体重}}{\text{前 1 周体重}} \times 100\%$$

1.2.2 样品采集和测定

14、63 日龄断颈取血, 4 3 000 r/min 离心 30 min, 血清 -20℃ 冻存备用。单侧胸浅肌、腓肠肌外侧头称重, 液氮速冻后转入 -70℃ 冰箱保存。

RNA 和 DNA 浓度测定依 Leonard^[9]方法改进。

DNA (RNA) 含量 = DNA (RNA) 浓度 \times 肌肉重 (m/ μ g)

RNA/DNA 比值 = RNA 浓度 / DNA 浓度 $\times 100\%$

考马斯亮兰蛋白试剂盒购自南京建成生物工程研究所。

血清中总 T₃、T₄ 含量用 RIA 法测定, 试剂盒购自上海生物制品研究所。

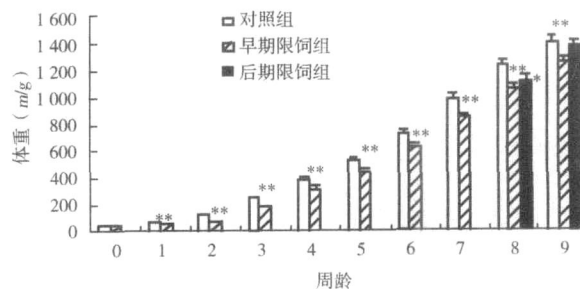
1.3 数据处理

试验数据以 $Mean \pm Se$ 表示, 数据采用 SPSS 软件 (For windows Version 11.0) 统计, 采用单因子方差分析和 Student's T 检验, LSD 检验平均数两两之间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 限饲对肉鸡生长性能的影响

早期限饲组整个试验阶段体重均极显著低于对照组。后期限饲组限饲 1 周后体重显著低于对照组, 63 日龄差异不显著 (见图 1)。早期限饲组前两周内相对增重率明显低于对照组, 第 3 周有很大程度上升且高于对照组, 后逐渐下降与对照组一致。后期限饲组限饲 1 周相对增重率明显下降, 至 9 周龄迅速上升且高于对照组 (图 2)。



注: **表示与对照组相比差异极显著 ($P < 0.01$), *表示与对照组相比差异显著 ($P < 0.05$)。

图 1 限饲对肉鸡体重的影响

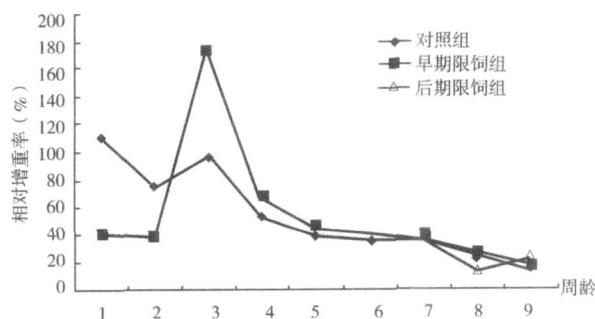


图 2 限饲对肉鸡相对增重率的影响

2.2 限饲对肉鸡胸肌重和腓肠肌重的影响

早期限饲组 14 日龄和 63 日龄胸肌、腓肠肌重均极显著低于对照组。后期限饲组 63 日龄胸肌、腓肠肌重均显著低于对照组 (见表 1)。

表 1 限饲对肉鸡胸肌重、腓肠肌重的影响

处理	胸肌重 (m/g)		腓肠肌重 (m/g)	
	14 日龄	63 日龄	14 日龄	63 日龄
对照组	3.24 \pm 0.12 ^a	136.33 \pm 4.86 ^a	0.41 \pm 0.02 ^a	7.85 \pm 0.31 ^a
早期限饲组	1.33 \pm 0.08 ^b	118.88 \pm 3.69 ^b	0.18 \pm 0.01 ^b	6.88 \pm 0.13 ^b
后期限饲组	-	112.18 \pm 3.12 ^b	-	6.86 \pm 0.36 ^b

注: 同列肩标字母不同表示处理组之间差异显著, $P < 0.05$ 。

2.3 限饲对肌肉核酸和蛋白含量的影响

胸肌 14 日龄早期限饲组 DNA、RNA 浓度显著高于对照组, DNA、RNA 和蛋白总量极显著低于对照组。腓肠肌 DNA、RNA 总量早期限饲组极显著低于对照组 (见表 2)。

由表 3 知, 63 日龄胸肌 DNA 浓度和 DNA 含量对照组与早期限饲组均显著高于后期限饲组, 对照组 RNA 浓度显著低于早期限饲组。腓肠肌对照组 RNA 含量显著高于后期限饲组, 蛋白浓度早期限饲组显著高于后期限饲组。对照组蛋白总量极显著高于后期限饲组。

2.4 限饲对血清 T₃、T₄ 水平的影响

早期限饲组 14 日龄血清 T₃、T₄ 水平均显著低于对照组。

63日龄血清 T3水平对照组显著高于早期限饲组和后期限饲组，且早期限饲组显著低于后期限饲组。T3/T4对照组显著高于早期限饲组（见表4）。

表2 限饲对14日龄肉鸡肌肉中核酸和蛋白含量的影响

项目	胸肌		腓肠肌	
	对照组	早期限饲组	对照组	早期限饲组
DNA浓度 (μg/g)	657.77 ±62.05	902.02 ±92.17 [*]	530.89 ±79.28	499.25 ±75.94
RNA浓度 (μg/g)	2 583.51 ±202.98	3 683.39 ±246.30 [*]	4 945.52 ±267.88	4 477.35 ±291.71
DNA含量 (μg)	2 209.73 ±200.34	1 362.50 ±178.47 ^{**}	239.60 ±37.82	108.61 ±15.06 ^{**}
RNA含量 (μg)	9 646.22 ±964.93	5 620.03 ±345.77 ^{**}	2 207.69 ±151.80	974.64 ±59.98 ^{**}
RNA/DNA	4.43 ±0.39	4.98 ±0.78	14.44 ±3.95	13.05 ±3.75
蛋白浓度 (mg/g)	84.20 ±5.08	81.88 ±4.24	-	-
蛋白含量 (mg)	280.88 ±17.30	126.88 ±11.80 ^{**}	-	-

注：*表示与对照组相比差异显著 $P < 0.05$ ，**表示与对照组相比差异极显著 $P < 0.01$ 。

表3 限饲对63日龄肉鸡肌肉中核酸和蛋白含量的影响

项目	胸肌			腓肠肌		
	对照组	早期限饲组	后期限饲组	对照组	早期限饲组	后期限饲组
DNA浓度 (μg/g)	1 802.67 ±55.06 ^a	1 901.66 ±94.97 ^a	1 555.00 ±41.86 ^b	303.47 ±25.84	232.39 ±20.59	270.40 ±40.00
RNA浓度 (μg/g)	1 714.41 ±78.92 ^b	1 928.27 ±43.87 ^a	1 872.73 ±46.33 ^{ab}	2 228.17 ±90.77	2 242.97 ±78.75	2 057.69 ±106.77
DNA含量 (mg)	256.34 ±12.85 ^a	225.59 ±10.93 ^a	172.15 ±11.03 ^b	2 162.58 ±147.73	1 659.67 ±130.01	1 806.72 ±253.71
RNA含量 (mg)	250.10 ±20.60	229.88 ±8.32	211.39 ±13.48	17.64 ±1.09 ^a	15.66 ±0.72 ^{ab}	13.74 ±0.71 ^b
RNA/DNA	1.02 ±0.10 ^b	1.07 ±0.04 ^{ab}	1.20 ±0.04 ^a	7.88 ±0.80	10.28 ±0.86	9.13 ±0.92
蛋白浓度 (mg/g)	55.74 ±6.21	65.28 ±4.87	51.11 ±5.41	52.11 ±1.83 ^{ab}	54.48 ±5.75 ^a	42.17 ±3.44 ^b
蛋白含量 (mg)	3 748.68 ±421.63	3 883.16 ±292.58	2 931.13 ±399.13	431.87 ±24.03 ^a	368.53 ±44.37 ^{ab}	293.20 ±32.32 ^b

注：同行肩标字母不同表示处理组之间差异显著， $P < 0.05$ 。下表同

表4 限饲对血清中甲状腺激素水平的影响

项目	14日龄		63日龄		
	对照组	早期限饲组	对照组	早期限饲组	后期限饲组
T3 (ng/mL)	1.84 ±0.17 ^a	1.36 ±0.07 ^b	1.26 ±0.11 ^a	0.68 ±0.03 ^c	1.01 ±0.03 ^b
T4 (ng/mL)	29.47 ±2.69 ^a	21.34 ±1.32 ^b	12.15 ±1.20	10.09 ±0.39	12.41 ±0.83
T3/T4	0.060 ±0.00	0.064 ±0.01	0.10 ±0.01 ^a	0.07 ±0.00 ^b	0.08 ±0.01 ^{ab}

3 讨论

本试验中早期限饲组肉鸡体重显著低于对照组并持续至出栏，虽然恢复采食1周生长速度大幅度上调，但持续时间较短不能实现完全补偿生长。后期限饲显著降低限饲1周体重，但2周后实现完全补偿生长，说明早期限饲可长期阻碍肉鸡生长，且早期较后期对限饲反应更敏感。早期限饲显著降低14日龄和63日龄肉鸡胸肌和腓肠肌重，后期限饲显著降低肉鸡63日龄胸肌和腓肠肌重，提示限饲可显著阻碍肉鸡胸肌和腓肠肌的生长。

Lippens等^[10]报道，对肉鸡早期进行10%的限饲可产生完全补偿生长。也有研究表明肉鸡早期限饲不能实现完全补偿生长。Susbilla等^[11]研究发现对5日龄肉仔鸡持续1周进行50%的限饲降低39日龄体重。试验结果的不同可能与限饲方式、程度和持续时间不同有关。

肌肉生长的本质是肌细胞肥大和卫星细胞增殖。试验发

现，早期限饲组14日龄胸肌核酸浓度显著上升，可能是早期限饲阻碍肌细胞肥大，减小肌细胞体积，致使单位重量肌细胞数目增加。后期限饲组63日龄胸肌和腓肠肌内核酸、蛋白水平等趋势不一致，说明不同部位肌肉对限饲的敏感性不同。D. T. Moore等^[7]发现，肉仔鸡出雏后禁食3 d可显著降低胸大肌重和胸大肌率，引起卫星细胞的凋亡和活性下降，恢复采食卫星细胞的活性有上调趋势。本试验早期限饲显著降低14日龄肉鸡肌肉DNA、RNA和蛋白含量，至63日龄恢复至正常，提示限饲可能通过降低卫星细胞活性和促进卫星细胞凋亡降低肌细胞核数目，降低蛋白含量最终阻碍肌肉生长，但随采食的恢复而恢复。

大量资料表明限饲降低肉鸡血浆甲状腺激素水平^[12]。本实验发现不同阶段限饲均可显著降低血液T3水平，且早期限饲显著降低14日龄血液T4水平。推测14日龄早期限饲组血液T3水平的下调可能由内源性T4降低所致，而血液T4变化与TSH、TRH等激素的合成和释放有关。有资料表明限饲条

猪传染性胃肠炎病毒纤突 S 蛋白干酪乳杆菌表达载体系统的构建

唐丽杰, 王荣军, 钟 涛, 徐义刚, 汪 淼, 欧 笛, 李一经*

(东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 根据猪传染性胃肠炎病毒 (TGEV) 纤突 (S) 蛋白的全基因序列及表达载体质粒的基因融合特点, 设计一对引物, 进行 PCR, 获得含有 TGEV S 基因 4 个主要抗原位点的约 2 000 bp 目的片段, 将其分别与表达载体质粒 pPG611.1 和 pPG612.1 进行连接, 通过电转化进入宿主菌 *Lactobacillus casei* 393 细胞内, 通过质粒提取、PCR 鉴定、酶切鉴定和序列测定分析, 表明 TGEV S 基因已成功插入到表达载体质粒中, 获得了 TGEV S 蛋白干酪乳杆菌表达载体系统。

关键词: 猪传染性胃肠炎病毒; S 蛋白; 干酪乳杆菌; 表达载体系统

中图分类号: S858.286.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-5130(2007)05-0004-04

Construction of expression system of porcine transmissible gastroenteritis coronavirus spike glycoprotein in *Lactobacillus casei*

TANG Li-jie, WANG Rong-jun, ZHONG Tao, Xu Yi-gang, WANG Miao, OU Di, LI Yi-jing*

(North East Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: *Lactobacillus casei* was selected as a bacterial carrier for the expression of porcine transmissible gastroenteritis coronavirus (TGEV) spike glycoprotein S. The gene of S Glycoprotein was cloned into the *Lactobacillus casei* vectors pPG611.1 and pPG612.1. An

件下 T3 下降是肝脏中 型脱碘酶 (D3) 的活性上调而加速 T3 降解^[13]引起的, 肝脏 D3 如何参与这一过程, 其机理有待研究。

限饲可显著阻碍肉鸡肌肉的生长, 且不同部位的肌肉对限饲的敏感度不同。肉鸡早期对刺激的反应较后期更为敏感, 且这种反应应具有长期的持续作用。甲状腺激素参与这些过程的调节。

参考文献:

- [1] Brooke MH, Kaiser K. Three myosin adenosine triphosphatase system: the nature of their pH lability and sulphhydryl dependence [J]. Journal of Histochemistry and Cytochemistry, 1970, 18: 670-672.
- [2] Bee G, Solomon MB, Czerwinski SM. Correlation between histochemically assessed fiber type distribution and isomyosin and myosin heavy chain content in porcine skeletal muscle [J]. J Anim Sci, 1999, 77: 2104-2111.
- [3] Ozanne SE. Metabolic programming in animals [J]. Br Med Bull, 2001, 143-152.
- [4] 潘家强, 李锦春, 谭 勋, 等. 早期限饲对肉鸡免疫器官发育和体液免疫功能的影响 [J]. 中国兽医学报, 2005, 527-529.
- [5] 韩剑众, 桑雨周, 周天琼. 饲养方式和饲喂水平对鸡肉肌纤维特性及肉质的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2003, 35(12): 17.
- [6] V. Bruggeman, Vanmontfort. The Effect of Food Intake from Two Weeks of Age to Sexual Maturity on Plasma Growth Hormone, Insulin-like Growth Factor-I, Insulin-like Growth Factor Binding Proteins, and Thyroid Hormones in Female Broiler Breeder Chickens [J]. General and Comparative Endocrinology, 1997, 107: 212-220.
- [7] D. T. Moore, P. R. Ferket. Early post-hatch fasting induces satellite cell self-renewal [J]. Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular & Integrative Physiology, 2005, 142: 331-339.
- [8] Pophal S, Evans JJ, Mozdzia PE. Myonuclear apoptosis occurs during early posthatch starvation [J]. Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol, 2003, 135: 677-681.
- [9] Leonard RJ, Chandler AM. RNA and DNA of gastric and duodenal mucosa in antrectomized and gastrin-treated rats [J]. American of Physiology, 1973, 224: 937-939.
- [10] Lippens M, Huyghebaert G, De Groote G. The efficiency of nitrogen retention during compensatory growth of food-restricted broilers [J]. Br Poult Sci, 2002, 43: 669-676.
- [11] Susbilla JP, Frankel TL, Parkinson G, et al. Weight of internal organs and carcass yield of early food restricted broilers [J]. Br Poult Sci, 1994, 35: 677-685.
- [12] Richards MP, Poch SM, Coon CN et al. Feed restriction significantly alters lipogenic gene expression in broiler breeder chickens [J]. J Nutr, 2003, 133: 707-715.
- [13] Darras VM, Cokelaere M, Dewil E et al. Partial food restriction increases hepatic inner ring deiodinating activity in the chicken and the rat [J]. Gen Comp Endocrinol, 1995, 100: 334-338.