

早期限饲对肉仔鸡蛋白质周转代谢的影响

李玉欣 吕于明

(中国农业大学 动物科技学院,北京 100094)

摘要 用 216 只 7 日龄艾维茵肉仔鸡研究早期能量限饲($ME = 10.58 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)或蛋白质限饲($w(\text{CP}) = 16.80\%$)对蛋白质周转代谢的影响。结果表明:限饲阶段,能量限饲降低氮的利用率,蛋白质限饲提高氮的利用率;能量限饲和蛋白质限饲显著降低胸肌和腿肌蛋白质周转率,但对肝脏蛋白质周转率无影响。营养恢复阶段,能量限饲和蛋白质限饲均提高氮的利用率;能量限饲不影响胸肌和肝脏的蛋白质周转率,但导致腿肌的蛋白质生长率(9.47%)显著高于对照组(7.42%);蛋白质限饲对胸肌、腿肌和肝脏的蛋白质周转率均无显著影响。

关键词 肉仔鸡;早期限饲;补偿生长;蛋白质周转

中图分类号 S 831.5

文章编号 1007-4333(2003)03-0077-04

文献标识码 A

Effect of feed restriction during early growth period on protein turnover in broilers

Li Yuxin, Guo Yuming

(College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract Two hundreds and sixteen 7-day-old Avian broilers were used to examine the effect of low energy ($ME = 10.58 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) or low protein ($w(\text{CP}) = 16.80\%$) feed restriction during early growth period on protein turnover of broilers. The results showed that energy restriction decreased the retention of nitrogen the period of restriction; protein restriction increased the retention of nitrogen. The breast and thigh fractional rate of protein synthesis (FSR), fractional growth rate (FGR), fractional degradation rate (FDR) were significantly decreased by energy restriction and protein restriction. No changes in liver protein turnover were observed by the two restriction treatments. During the compensatory period, energy and protein restriction improved the retention of nitrogen. The protein turnover of breast and liver were not influenced by the energy restriction, but the FGR (9.47%) of thigh muscle in energy restriction is higher than that of control (7.42%). The muscle and liver FGR, FSR, FDR were not influenced by protein restriction.

Key words broiler; feed restriction; compensatory growth; protein turnover

蛋白质周转代谢是研究动物体内蛋白质的动态变化规律。Waterlow 等将蛋白质周转定义为在特定的代谢池内蛋白质被更新或替代的代谢过程,这一过程可能是蛋白质合成、降解的结果,也可能是同一蛋白质在不同空间分布的转换^[1]。蛋白质合成和降解是既相对独立又相互协调的过程,动物体组织和全身蛋白质沉积量是由蛋白质合成量和降解量之间的差异决定的。

由于肉仔鸡的补偿生长能够提高饲料转化效率,降低腹水症、腿病等代谢病的发病率,改善胴体品质^[2],因此许多工作通过生长试验和氮平衡试验研究补偿生长的快速生长机制^[3],但始终不能满意地解释补偿生长期间机体蛋白质的沉积规律。基于

日粮蛋白质和能量水平显著影响畜禽整体和组织蛋白质的周转代谢规律的认识^[4],本试验设计能量和蛋白质 2 种早期限饲方式,研究限饲和补偿生长期间蛋白质合成和降解的变化情况,试图从机体的蛋白质周转代谢角度来阐述补偿生长的机理。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验采用单因子完全随机设计。将 216 只 7 日龄平均体重为 158 g 的艾维茵商品代肉仔鸡随机分为 3 组,分别为对照组、能量限饲组和蛋白质限饲组,每组设 6 个重复,每个重复 12 只。对照组饲喂对照日粮,限饲组 8~21 日龄 2 组分别饲喂能量限

收稿日期:2003-03-07

基金项目:教育部博士点基金资助项目(2000001910)

作者简介:李玉欣,博士研究生;吕于明,教授,博士生导师,主要从事家禽营养研究,E-mail:guoyim@public.bta.net.cn

饲日粮和蛋白质限饲日粮,21日龄开始,恢复与对照组营养水平一致的4~6周龄日粮,42日龄试验结束。

1.2 日粮设计

试验日粮配制以玉米、豆粕为主要原料,0~3周龄对照日粮的代谢能、粗蛋白(CP)分别为12.39 MJ kg⁻¹、21.00%,其他营养成分参照NRC(1994)肉仔鸡营养标准配制^[5];能量限饲日粮降低代谢能水平为对照的85%;蛋白质限饲日粮降低粗蛋白水平为对照的80%(表1)。

表1 试验日粮配方及营养水平¹

Table 1 The compositions and nutrient level of experimental diet

项目	对照日粮	能量限饲日粮	蛋白质限饲日粮
原料组成/ %			
玉米	57.00	41.35	70.95
豆粕	37.14	32.60	24.89
麸皮	0.00	22.00	0.00
豆油	1.80	0.00	0.00
磷酸氢钙	1.92	1.85	1.92
石粉	1.17	1.17	1.25
赖氨酸	0.05	0.08	0.11
蛋氨酸	0.17	0.20	0.13
食盐	0.35	0.35	0.35
50%氯化胆碱	0.10	0.10	0.10
维生素预混料	0.02	0.02	0.02
微量元素预混料	0.20	0.20	0.20
金霉素	0.08	0.08	0.08
营养水平			
代谢能/ (MJ kg ⁻¹)	12.39	10.58	12.39
粗蛋白/ %	21.00	21.00	16.80
钙/ %	1.00	1.00	1.00
有效磷/ %	0.45	0.45	0.45
赖氨酸/ %	1.10	1.10	0.88
蛋氨酸/ %	0.50	0.50	0.40

注: 每kg全价料中提供:VA 12 500 IU, VD₃ 2 500 IU, VE 18.75 mg, VK₃ 2.65 mg, VB₁ 2 mg, VB₂ 6 mg, VB₁₂ 0.025 mg, 生物素 0.032 5 mg, 叶酸 1.25 mg, 泛酸 12 mg, 烟酸 50 mg。
每kg全价料中提供:Cu 8 mg, Zn 75 mg, Fe 80 mg, Mn 100 mg, Se 0.15 mg, I 0.35 mg。

1.3 饲养管理

试验肉仔鸡3层笼养,免疫接种及饲养管理按常规进行,鸡舍人工控温。日粮以粉料形式饲喂,整个试验期间自由采食、自由饮水。

1.4 指标测定与计算方法

1.4.1 氮平衡试验 于试验的19~21、26~28、33~35、40~42日龄进行氮平衡试验取样。连续统计试验鸡3d的采食量,在计料24h后开始收粪,采用全收粪法收集连续72h的粪样。每天在粪表面喷

洒稀硫酸,收集的粪样去除羽毛和饲料后称重,充分混匀后取1/10的鲜粪,然后冻干粪样并称重,粉碎过40目筛,用凯氏定氮法测定含氮量,根据下式计算氮利用率:

$$\text{氮利用率} = (\text{食入氮量} - \text{粪排泄氮量}) / \text{食入氮量} \times 100\%$$

1.4.2 蛋白质周转代谢试验

1) 蛋白质合成率(FSR)的测定 在试验的19和26日龄,各组按平均体重选取6只鸡,采用生物大剂量法测定FSR。按每100g体重1mL的剂量一次性静脉注射L-[4,5-³H]赖氨酸示踪溶液。该溶液用=0.85%生理盐水配制,放射比活度为40μCi·mL⁻¹,赖氨酸浓度为150μmol·mL⁻¹,pH7.3~7.4。分别于注射后2和10min处死,迅速取出胸肌(胸浅肌)、腿肌(股二头肌)、肝脏投入液氮中速冻,-20℃保存待测。胸肌,腿肌,肝脏的样品处理按照Funabiki等方法^[6]。

按Garlick等方法计算蛋白质合成率^[7]: $FSR = S_b \times 1440 \times 100 / (S_a \times 10) \times 100\%$ 其中 S_b 为结合赖氨酸的放射比活度(dmp μmol⁻¹); S_a 为注射后2和10min时游离赖氨酸的放射比活度的平均值(dmp·μmol⁻¹)。

2) 蛋白质生长率(FGR)的测定 在测定FSR试验的前后2d,各组宰杀6只鸡,取出胸肌,腿肌,肝脏并称重,用凯氏定氮法测定粗蛋白质量(m_{CP}),蛋白质生长率的计算公式为: $FGR = \text{组织蛋白质沉积量} / \text{组织蛋白质平均重量} \times 100\%$ 。

其中:组织蛋白质沉积量 = (21或28日龄组织重量 × CP - 17或24日龄组织重量 × CP) / 4

组织蛋白质平均重量 = (21或28日龄组织重量 × CP + 17或24日龄组织重量 × CP) / 2

3) 蛋白质降解率(FDR)的计算: $FDR = FSR - FGR$

1.5 统计分析

试验数据采用SPSS统计软件处理,先经ANOVA方差齐次性检验后,再进行F检验和Duncan多重比较。

2 试验结果

2.1 早期限饲对肉仔鸡氮利用率的影响(表2)

在第3周龄的限饲期间,能量限饲显著降低氮的利用率($P < 0.05$),蛋白质限饲显著提高氮的利用率($P < 0.05$)。在第4~6周龄的补偿生长期,能量限饲组和蛋白质限饲组氮的利用率均有提高,

其中能量限饲组第5周龄氮的利用率显著高于对照组($P < 0.05$),蛋白质限饲组第4周龄氮的利用率显著高于对照组($P < 0.05$)。

表2 早期限饲对肉仔鸡氮利用率的影响
Table 2 Effects of restriction on nitrogen retention in broilers during early period %

周龄	对照组	能量限饲组	蛋白质限饲组
3	62.78 ±1.14 a	59.32 ±2.43 b	67.10 ±2.53 c
4	61.71 ±1.24 a	62.50 ±2.58 ab	64.01 ±0.02 b
5	57.99 ±2.74 a	60.80 ±0.71 b	60.25 ±1.47 ab
6	54.04 ±0.68	54.93 ±1.60	54.24 ±1.78

2.2 早期限饲对限饲期间肉仔鸡蛋白质周转的影响(表3)

表3 早期限饲对19日龄肉仔鸡蛋白质周转代谢的影响
Table 3 Effects of restriction on protein turnover of broilers in 19 days during early period

项目	每日指标	对照组	能量限饲组	蛋白质限饲组
胸肌	增重/g	5.01 ±0.46 a	3.72 ±0.22 b	4.28 ±0.15 c
	FGR/ %	12.11 ±1.05 a	11.18 ±0.42 b	11.93 ±0.52 ab
	FSR/ %	19.40 ±0.31 a	16.80 ±0.62 b	17.45 ±1.07 b
	FDR/ %	7.28 ±0.88 a	5.62 ±0.45 b	5.52 ±0.76 b
腿肌	增重/g	4.45 ±0.53	3.75 ±0.60	3.88 ±0.52
	FGR/ %	9.62 ±1.12	10.23 ±1.06	9.90 ±0.99
	FSR/ %	18.83 ±0.89 a	17.69 ±1.11 ab	17.01 ±0.94 b
	FDR/ %	9.21 ±1.44 a	7.46 ±2.01 ab	7.11 ±1.36 b
肝脏	增重/g	1.68 ±0.21	1.66 ±0.27	1.92 ±0.29
	FGR/ %	10.96 ±1.37	11.99 ±0.83	10.74 ±1.17
	FSR/ %	102.81 ±3.85	102.41 ±5.24	107.43 ±3.84
	FDR/ %	91.85 ±4.08 ab	90.42 ±5.32 a	96.68 ±3.81 b

在限饲阶段的19日龄,能量限饲和蛋白质限饲均降低肉仔鸡胸肌的增重($P < 0.05$),对腿肌和肝脏的增重无影响。从蛋白质周转速率来看,能量限饲降低19日龄肉仔鸡的胸肌蛋白质合成率、降解率和生长率($P < 0.05$),对肝脏和腿肌的蛋白质合成、降解、生长率无影响;蛋白质限饲则显著降低19日龄肉仔鸡胸肌、腿肌的蛋白质合成率、降解率($P < 0.05$),而对胸肌和腿肌的蛋白质生长率及肝脏的蛋白质合成、降解、生长率均无显著影响。

2.3 早期限饲对补偿生长期间肉仔鸡蛋白质周转代谢的影响(表4)

在营养恢复阶段的26日龄,能量限饲对胸肌、腿肌和肝脏的增重影响均无影响;蛋白质限饲显著提高腿肌增重,对胸肌和肝脏的增重无影响。从蛋白质周转速率来看,能量限饲对胸肌和肝脏的蛋白质合成、降解、生长率均无显著影响,但能量限饲组

可显著提高腿肌的蛋白质生长率($P < 0.05$),对腿肌的蛋白质合成率和降解率无影响;蛋白质限饲对胸肌、腿肌和肝脏的蛋白质合成、降解、生长率均无显著影响。

表4 早期限饲对补偿期肉仔鸡蛋白质周转代谢的影响
Table 4 Effects of restriction on protein turnover of broilers at 26 days during early period

项目	每日指标	对照组	能量限饲组	蛋白质限饲组
胸肌	增重/g	6.12 ±0.81	5.55 ±0.67	5.96 ±0.66
	FGR/ %	8.71 ±0.85	9.62 ±0.80	9.36 ±0.39
	FSR/ %	14.81 ±0.65	15.39 ±0.60	15.55 ±0.93
	FDR/ %	6.11 ±1.04	5.78 ±0.81	6.19 ±0.60
腿肌	增重/g	5.62 ±0.53 a	5.15 ±0.49 ab	4.89 ±0.56 b
	FGR/ %	7.42 ±0.48 a	9.47 ±0.86 b	7.76 ±1.14 a
	FSR/ %	13.36 ±1.26	14.48 ±0.84	14.07 ±1.16
	FDR/ %	5.94 ±1.26	5.01 ±1.29	6.30 ±1.09
肝脏	增重/g	1.75 ±0.34 ab	1.45 ±0.12 a	1.91 ±0.32 b
	FGR/ %	6.85 ±1.08	7.02 ±0.38	7.76 ±1.05
	FSR/ %	118.91 ±5.23	115.60 ±8.32	118.98 ±10.44
	FDR/ %	112.06 ±5.76	108.58 ±8.48	111.22 ±10.03

3 分析与讨论

3.1 研究方法的可靠性

本试验测定组织蛋白质周转率采用前体代谢池大剂量法,此法由 Carlick 等改进和完善后已广泛用于测定大鼠和鸡的蛋白质合成率^[7]。Obled 等向大鼠体内注入大剂量标记的赖氨酸 15 min 后发现,大鼠体蛋白中有 97% 的放射性仍存在于赖氨酸中^[8],这表明本试验采用大剂量注入赖氨酸的方法测定肉仔鸡蛋白质合成率,有充分试验依据,结果可靠。

3.2 早期限饲对氮代谢的影响

早期能量限饲降低限饲阶段氮的利用率,说明能量限饲带来的能量蛋白比值降低导致机体能量供应不足,部分蛋白质便转化为供能物质,氧化分解而降低了氮的利用率。蛋白质限饲对氮代谢的影响与能量限饲正相反,前者降低了机体氨基酸用于氧化供能的比例而提高氮的利用率。在第4~5周龄的补偿生长阶段不论能量限饲还是蛋白质限饲均导致氮的存留率提高,说明在饲料供应相同情况下,补偿生长的肉仔鸡对氮的能力比对照有所提高^[2],这也许是补偿生长能够提高胴体品质的原因之一。

3.3 早期限饲对蛋白质周转的影响

本试验能量限饲和蛋白质限饲均造成限饲阶段胸肌和腿肌的蛋白质合成、降解和沉积率下降,可能是因为能量限饲使体内氨基酸用于葡萄糖再生的比例增加,相应用于蛋白质合成的比例减少;蛋白质限

饲由于食入的氮量减少,造成体内氨基酸代谢库中氮源的减少而造成蛋白质合成率下降。Muramatsu 等发现不论是蛋白质降低还是能量降低都不影响胸肌与腿肌的蛋白质与 RNA 的比值^[4],说明限饲没有改变每单位 RNA 合成的蛋白质数量,即体内细胞的翻译效率不变,限饲带来的胸肌蛋白质合成率的降低可能是由于 RNA 合成量减少了。

本试验能量限饲和蛋白质限饲均不影响肝脏的蛋白质周转率,这是因为肝脏作为重要的消化器官,每天通过门静脉处理周身血流量的一半以上,对全身的蛋白质代谢起到调节作用,能够根据营养摄入量的变化情况很快做出调整^[9];而肉仔鸡硕大的胸肌是长期选育的结果,具有很强的蛋白质沉积能力,易受日粮营养水平的变化而变化^[10]。

本试验在第 4 周龄恢复正常饲喂后,2 个限饲组的胸肌和肝脏蛋白质周转率均恢复同对照组一致,说明早期限饲所造成的蛋白质周转率的降低没有延续至补偿生长阶段。Neutze 等发现羔羊在补偿生长期间,肌肉蛋白质的合成率与正常饲养的对照组无显著差异,肌肉的蛋白质合成量和 RNA 量均未发生显著变化^[11]。推测是因为肌肉的蛋白质沉积量占全身蛋白质总量的 50% 以上,是体内蛋白质合成速率最低的组织,扮演着蛋白质储备库的角色,只有在长期的营养不良或营养过剩过程以后才会有显著的改变。Plavnik 等推荐的肉仔鸡早期限饲的营养降低幅度只要能满足维持需要即可^[12],这大致相当于正常采食量的 35%。本试验限饲方案对能量和蛋白质的降低幅度均不低于对照的 80%,属于温和型限饲,肉仔鸡在恢复饲喂后可以通过消化率和内脏代谢功能的提高很快恢复限饲所造成的蛋白质周转率的变化^[13]。

4 结 论

1) 在限饲阶段,能量限饲降低氮的利用率,蛋白质限饲提高氮的利用率;在营养恢复阶段,能量限饲和蛋白质限饲均提高氮的利用率。

2) 在限饲阶段,能量限饲和蛋白质限饲使胸肌和腿肌蛋白质合成率、降解率和生长率显著下降,但对肝脏蛋白质合成率、降解率和生长率均无影响。

3) 在营养恢复阶段,能量限饲对胸肌和肝脏的

蛋白质合成、降解、生长率均无影响,但能量限饲组可显著提高腿肌的蛋白质生长率,对腿肌的蛋白质合成率和降解率无影响;蛋白质限饲对胸肌、腿肌和肝脏的蛋白质合成、降解、生长率均无影响。

参 考 文 献

- [1] Waterlow J C, Golden M H N, Garlick P J. Protein turnover in man measured with ¹⁵N: comparison of end products and close regions [J]. *Am J Physiol*, 1978, 235: E165 ~ 174
- [2] Leeson S, Zubair A K. Nutrition of the broiler chicken around the period of compensatory growth [J]. *Poult Sci*, 1997, 76: 992 ~ 999
- [3] 曹兵海, 房于明, 袁建敏, 等. 生长早期的不同阶段和日粮蛋白质水平对肉鸡补偿生长的影响 [J]. *中国农业大学学报*, 2001, 6(5): 113 ~ 118
- [4] Muramatsu T, Kita K. Influence of dietary protein intake on whole body protein turnover in chicks [J]. *Brit Poult Sci*, 1987, 28: 471 ~ 482
- [5] National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry [R]. [H] 9th ed. Washington D C National Academy of Sciences, 1994
- [6] Funabiki R, Yagasaki K, Hara H. Measurement of the rate of whole body protein synthesis by intraperitoneal injection of a large dose of alanyltyrosine with [¹⁴C] Tyrosine [J]. *Agric Biol Chem*, 1990, 54: 113 ~ 119
- [7] Garlick P J, Margaret A, McNurlan M A, et al. A rapid and convenient technique for measuring the rate of protein synthesis in tissues by injection of [³H] Phenylalanine [J]. *Biochem J*, 1980, 192: 719 ~ 723
- [8] Obled C, Barre F, Millward D J, et al. Whole - body protein synthesis: studies with different amino acids in the rat [J]. *Am J Physiol*, 1989, 257: E639 ~ 646
- [9] Ortigues I, Durand D. Adaptation of energy metabolism to under nutrition in ewes: Contribution of portal-drained viscera, liver and hind quarters [J]. *Bri J Nutr*, 1995, 73: 209 ~ 226
- [10] Tesseraud S, Peresson R, Lopes J, et al. Dietary lysine deficiency greatly affects muscle and liver protein turn in growing chickens [J]. *Bri J Nutr*, 1996, 75: 853 ~ 965
- [11] Neutze S A. Measurement of protein turnover in the small intestine of lambs: . Effects of feed intake [J]. *J Agr Sci*, 1996, 128: 233 ~ 246
- [12] Plavnik I, Hurwitz S. Effect of dietary protein, energy and feed pelleting on the response of chicks to early feed restriction [J]. *Poult Sci*, 1989, 68: 1118 ~ 1125
- [13] Zubair A K, Leeson S. Effect of feed restriction and re-implantation on heat production and changes in sizes of digestive organs of male broilers [J]. *Poult Sci*, 1994, 73: 529 ~ 538