

妊娠后期限饲对母羊分娩后血中 GH、IGF-I、T₃、T₄和 INS 浓度的影响

齐景伟, 候先志*, 高峰, 刘淑英

(内蒙古农业大学动物科学与医学学院, 呼和浩特 010018)

摘要: 选择经同期发情且同期受孕, 妊娠 90 d 的健康蒙古绵羊 100 只, 分为代谢能(ME)0.175 MJ/(kgw^{0.75} · d) (RG1)、0.33 MJ/(kgw^{0.75} · d) (RG2) 以及自由采食对照组(CG) 3 个营养水平处理组, 研究妊娠后期不同营养水平限制饲养对母羊分娩后生理补偿期内血中 GH、IGF-I、T₃、T₄ 和 INS 浓度的影响。结果表明: 母羊从分娩后 10 d 开始, 各限制组 RG1 和 RG2 组 GH 浓度均处于较高水平, 而 IGF-I、INS、T₃、T₄ 浓度仍处于较低水平, 与对照组相比差异不显著; 分娩 30 d 后, 各组各指标变化复杂, RG1 和 RG2 组 GH 浓度均有所下降, 而 IGF-I、INS、T₃、T₄ 浓度缓慢回升, 到 150 d 后, 各限制组 GH、IGF-I、INS、T₃、T₄ 浓度都与对照组水平持平, 而且在整个生理补偿期内, RG2 组表现更突出。

关键词: 营养限制; 妊娠母羊; 生理补偿; GH; IGF-I; T₃; T₄; INS

中图分类号: S826.5

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2007)06-0563-05

Effect of Undernutrition during Late Pregnancy on the Levels of GH, IGF-I, INS, T₃, T₄ Concentrations in Ewes

QI Jing-wei, HOU Xian-zhi*, GAO Feng, LIU Shu-ying

(College of Animal Science and Medicine, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

Abstract: 100 Mongolia ewes, which were synchronized for oestrus and mated at the same day, were selected and divided into three groups that offered 0.175 MJ/(kgw^{0.75} · d) (restricted group1, RG1), 0.33 MJ/(kgw^{0.75} · d) (restricted group2; RG2) and voluntary intake (control group, CG) during their late pregnancy (90 days) respectively. The concentrations of growth hormone(GH), insulin-like growth factor(IGF-I), insulin(INS), T₃, T₄ were determined to study the effect of different undernutrition. The results indicated that the GH concentration of ewes in RG2 and RG1 were increased, whereas the IGF-I, T₃, T₄ and INS concentration of ewes were decreased, and the difference were not significant ($P>0.05$) compared to CG with the nutrients supply increasing after parturition 10 days; The parameters of different groups changed differently after parturition 30 days, the concentrations of GH was decreasing and the concentrations of IGF-I, INS, T₃, T₄ were increasing slowly; After parturition 150 days, the concentrations of GH, IGF-I, INS, T₃, T₄ reached the levels of control group. And during the physiological compensatory, the RG2 group changed significantly.

Key words: undernutrition; pregnancy ewes; physiological compensatory; GH; IGF-I; T₃; T₄; INS

生理补偿是成年动物为了抵御不利的生活环境和恶劣营养条件所表现出的抗逆境能力,对动物的生产和生存具有重要意义。当去除限制因素并恢复到适宜条件时,其生长潜力得以充分表达而表现出的比正常生长速率高的快速生长能力^[1]。这也是生物进化的必然结果,但是,补偿是相对于限制而言,不同的营养限制水平会有不同的补偿生长现象。有研究表明生理补偿程度大小则取决于受限制的营养物质的种类、水平、限制时间等。

在动物机体复杂的系统调控中,内分泌系统在动物体的生命活动过程中起着重要的作用。大量研究表明,生长激素(GH)和介导GH分泌的生长素介质即类胰岛素样生长因子(IGF-I)以及甲状腺激素(T_3 、 T_4),胰岛素(INS)对成年动物的生理补偿都起到了重要的调节作用^[2,3]。但这些都与动物生长密切相关的内分泌因子在整个生理补偿期内的变化规律目前还不清楚^[4,5]。

我国北方地区草原畜牧业受季节性影响严重,放牧家畜从枯草期到返青期失重20%~30%,尤其在冬春母羊繁殖季节,饲草营养水平降低、数量缺乏,此时也正是妊娠母羊营养需求的高峰期,妊娠母羊的高营养需求与草场的低营养供给的尖锐矛盾严重限制了母羊妊娠期的生产性能,同时间接影响了胎儿生长发育^[6]。而且妊娠期受限母羊恢复营养后能否补偿恢复,是其避免下一轮恶性循环的重要前提。本试验通过研究妊娠母羊分娩后补偿生长期血中GH、IGF-I、 T_3 、 T_4 和INS浓度的变化规律,为建立我国北方草原地区冬春季节科学的饲养管理制度提供参考依据,同时为进一步搞清补偿生长的机理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 试验期的确定 由于冬春季节妊娠母羊的

营养需求与草场的营养供给存在尖锐矛盾,又基于胎儿生长发育的70%~80%在妊娠期最后两个月内完成的事实,在妊娠期90d时开始对试验羊进行不同营养水平的限制饲养,分娩后恢复营养到对照组水平进行补偿生长试验。

1.1.2 营养水平的设定 参照吴庶青等^[7]、高峰等^[8]研究确定的不影响蒙古绵羊所产羔羊补偿生长能力的最低营养供给值0.33 MJ/(kgw^{0.75}·d)(阈值),设定低于该“阈值”水平组0.175 MJ/(kgw^{0.75}·d)(RG1)、“阈值”水平组0.33 MJ/(kgw^{0.75}·d)(RG2)以及自由采食组(CG)3个营养水平处理组。

1.2 试验动物及分组

选择经同期发情、且同期受孕的健康蒙古绵羊100只。试验开始(妊娠90d)选择4只体重与平均体重接近的母羊进行屠宰,其余按体重随机分配到3个营养水平处理组。

1.3 饲养管理

限制期:试验组采用人工套袋法饲喂,试验开始前,将装有1~2cm青干草的自制套袋罩在各限制组母羊嘴部供其采食,经过1周的适应期后,维持设定营养水平饲草供给量不变。试验羊分别于08:30、16:00两次饲喂;对照组自由采食,为保证对照组充分采食,11:00加喂一次。各组自由饮水;自由舔食盐砖。每天采集饲草、剩草样,然后混和,供营养成分分析。恢复期:母羊分娩后,各组自由采食青干草,饲喂时间分别于08:30、16:00两次饲喂,每天11:00补饲精料(0.43 kg/d)。试验期各组营养水平、采食饲草量及饲草营养成分见表1、表2。

1.4 外周血样采集

每次采血都选择不同营养组母羊各5只,从分娩后10、30、75、90、120、150、180d分别颈静脉采血10mL,离心分离血清,-20℃保存备用。

1.5 激素测定方法

采用放射免疫法(RIA)测定。

表1 试验期(妊娠后期)各组营养水平

Table 1 The nutrition levels during restriction period in different groups

营养成分 Nutrition levels	CG	RG2	RG1
代谢能/(MJ/kgw ^{0.75} ·d)ME	自由采食 Voluntary intake	0.33	0.175
日饲草平均摄入量/(g/d)D.I	自由采食 Voluntary intake	719.33	383.99
日蛋白平均摄入量/(g/d)DCPI	自由采食 Voluntary intake	61.07	32.60

表 2 试验期(妊娠后期)饲草及剩草(绝干物)营养成分

Table 2 Nutrition composition and nutritive value of grass fed during restriction period

营养成分 Nutrition compositions	代谢能 ME /(MJ/kg)	干物质 DM	粗蛋白 CP	粗脂肪 EE	中洗纤维 NDF	酸洗纤维 ADF	粗灰分 ASH	钙 Ca	磷 P
限制期采食饲草 Intaking forage grass	8.79	85.89	8.49	2.59	76.20	49.43	5.23	0.56	0.24
限制期采食剩草 Intaking surplus grass	-	82.60	6.45	1.83	81.75	56.03	5.79	0.56	0.24

1.6 数据处理

所有数据采用 SAS8.01 一般线性模型统计分析, Duncan's 法进行多重比较。

2 结果

2.1 血清中生长激素(GH)浓度的变化

各组母羊分娩后不同时间血液中 GH 浓度变化见表 3, 母羊分娩后 10 d, 各组 GH 浓度都较高, 且 RG1 组和 RG2 组与对照组(CG)相比差异都显著($P < 0.05$), 到 30 d 时, GH 浓度显著下降, 各組间差异不显著。到 75 d 后, GH 浓度又稍有升高,

但限制 RG2 组浓度始终低于对照组(CG)水平, 直到 180 d 时与对照组(CG)水平持平。RG1 组浓度始终高于对照组(CG), 但无显著性差异。

2.2 血清中类胰岛素样生长因子(IGF-I)浓度的变化

从表 3 中看出, 母羊分娩后 10~30 d, 各限制组(RG1 和 RG2) IGF-I 浓度相对较低, 低于对照组(CG)且差异显著($P < 0.05$); 到 90 d 后, RG2 组 IGF-I 浓度逐渐上升, 超过对照组(CG)水平, 到 180 d, 各限制组水平有所下降, 几乎与对照组(CG)持平。

表 3 妊娠母羊分娩后不同时间血中 GH、IGF-I、T₃、T₄ 和 INS 浓度变化Table 3 The change of GH, IGF-I, T₃, T₄ and INS concentrations at different times in all groups ewes after parturition

组别 Groups	10 d	30 d	75 d	90 d	120 d	150 d	180 d
GH /(ng/mL)	RG1	4.85±0.48 ^a	2.87±0.59 ^a	3.11±0.32 ^a	3.93±0.53 ^a	3.45±0.21 ^a	3.64±0.81 ^a
	RG2	4.39±0.83 ^a	2.93±0.71 ^a	3.04±0.86 ^a	3.16±0.67 ^a	3.00±0.54 ^a	2.58±0.31 ^a
	CG	3.60±0.69 ^b	2.80±0.69 ^a	3.59±0.83 ^a	3.32±1.04 ^a	3.07±1.02 ^a	3.45±0.73 ^a
IGF-I /(ng/mL)	RG1	142.62±45.15 ^b	126.12±22.58 ^b	128.69±83.27 ^a	160.82±32.89 ^a	169.79±57.02 ^a	221.61±35.00 ^a
	RG2	148.82±5.57 ^{ab}	148.75±34.15 ^{ab}	139.71±22.07 ^a	205.44±17.51 ^a	171.52±87.15 ^a	198.52±45.28 ^a
	CG	192.09±26.11 ^a	197.97±82.10 ^a	142.85±56.35 ^a	150.70±49.51 ^a	160.41±22.25 ^a	184.42±40.08 ^a
T ₃ /(ng/mL)	RG1	1.16±0.09 ^a	1.09±0.14 ^a	1.25±0.25 ^a	1.38±0.15 ^{ab}	1.35±0.26 ^a	1.21±0.23 ^a
	RG2	1.33±0.34 ^a	0.87±0.17 ^a	1.31±0.36 ^a	1.23±0.13 ^a	1.42±0.27 ^a	1.37±0.25 ^a
	CG	1.25±0.13 ^a	0.97±0.31 ^a	1.42±0.13 ^a	1.56±0.19 ^b	1.49±0.06 ^a	1.44±0.32 ^a
T ₄ /(ng/mL)	RG1	151.68±37.09 ^b	174.29±17.56 ^a	178.97±30.83 ^a	180.03±30.65 ^a	197.91±24.62 ^a	197.05±12.39 ^a
	RG2	177.76±34.51 ^{ab}	178.50±21.89 ^a	180.27±10.62 ^a	189.07±6.59 ^a	179.96±41.27 ^a	200.29±10.89 ^a
	CG	192.10±38.51 ^a	179.02±18.01 ^a	179.94±6.14 ^a	187.53±9.35 ^a	183.76±20.43 ^a	197.11±15.48 ^a
INS /(μIU/mL)	RG1	15.18±3.84 ^a	16.49±5.41 ^a	16.77±5.00 ^a	20.69±3.20 ^a	20.95±3.49 ^a	25.21±4.48 ^a
	RG2	15.63±7.70 ^a	16.43±4.00 ^a	16.75±6.64 ^a	20.92±4.42 ^a	23.40±2.27 ^a	26.67±3.27 ^a
	CG	17.27±3.37 ^a	18.67±3.05 ^a	17.44±4.08 ^a	24.18±2.62 ^a	19.00±8.37 ^a	26.67±8.00 ^a

表中同一列数据肩著有相同字母表示差异不显著($P < 0.05$), 相邻字母差异显著($P < 0.05$), 相间字母差异极显著($P < 0.01$)

Same letters indicate no difference($P < 0.05$), neighbour letters indicate significant difference($P < 0.05$), separated letters indicate highly significant difference($P < 0.01$)

2.3 血清中 T_3 浓度的变化

从表3看出,从母羊分娩后10~150 d,各限制组(RG1和RG2)血清中 T_3 浓度都缓慢上升,但都略低于对照组(CG),且差异不显著($P>0.05$);到180 d, RG1和RG2组都恢复到对照组水平。

2.4 血清中 T_4 浓度的变化

从表3看出,母羊分娩后10 d时,限制组(RG1和RG2)血清中 T_4 浓度都低于对照组(CG),且差异显著($P<0.05$);以后开始缓慢上升,90 d后,各限制组血清中 T_4 浓度都基本与对照组水平持平。

2.5 血清中胰岛素(INS)浓度的变化

从表3看出,各限制组血清中INS浓度从母羊分娩后10~75 d各限制组(RG1和RG2)血清中INS浓度相对较低,都低于对照组(CG),但差异不显著($P>0.05$);90 d后,INS浓度上升缓慢,到150 d时,各限制组都达到对照组水平,其中,限制RG2组的INS已超过对照组,但差异不显著($P>0.05$)。

3 讨论

大量研究表明,GH对动物的生长发育起重要作用,它可通过促进骨、软骨、肌肉及其他组织细胞分裂增殖,促进蛋白质合成。GH能诱导靶细胞产生IGF-I,GH可通过IGF-I促进氨基酸进入细胞,加快DNA、RNA的合成进而促进蛋白质合成,促进机体呈正氮平衡^[9]。本试验结果显示各限制组(RG1和RG2)都不同程度表现出补偿生长现象,从母羊分娩后10~180 d, RG1组和RG2组血液中GH浓度都升高,且在分娩10 d时与对照组差异显著,只有在分娩30 d时, GH浓度下降,然后恢复到对照组水平。而同样IGF-I浓度与GH浓度变化趋势正好相反,只是IGF-I浓度在分娩后90 d有所上升,以后又恢复到对照组水平。这一试验结果与Yambayamba所认为的“在恢复营养期间胰岛素及IGF-I浓度的快速增加以及在恢复营养初期浓度仍然增加的生长激素与仍然较低的能量维持需要导致了在恢复营养后较高的补偿生长”观点一致^[11]。

动物在营养限制期,由于所供能量及蛋白质水平较低,所以营养限制最直接的反应就是血中胰岛素浓度降低^[8,9]。血中胰岛素浓度的降低,一方面促进血糖浓度升高,另一方面又促进组织脂肪的降解。而在恢复期,随着营养水平的恢复,血中胰岛素水平将有一定的回升。本试验中胰岛素浓度从分娩后10~75 d各限制组(RG1和RG2)浓度相对较

低,都低于对照组(CG),到90 d后,INS浓度缓慢上升,到150 d时,限制组都达到或超过对照组水平。Hays等对阉牛进行营养限制,发现营养限制期间血浆中胰岛素浓度降低($P<0.05$),胰岛素浓度在恢复营养后第59天超过不受限制组水平^[12]。这与本试验结果有相似之处。这也解释了吴庶青等认为恢复营养后(分娩后)各组母羊的胰岛素浓度都较限制饲养期高,可能是恢复营养后各组羊摄入营养物质增加或母羊合成代谢加强的缘故^[7]。众所周知,胰岛素对于IGF-I的合成有一定的影响,而内分泌调控又是补偿生长的重要机理之一,所以,胰岛素与GH、IGF-I之间的相互作用能部分解释反刍动物补偿生长期的高生长速率。

甲状腺是动物体内十分重要的内分泌器官,它分泌的 T_3 、 T_4 是动物机体正常生理机能所必需的重要激素,对物质代谢和能量代谢、生长发育、神经系统、心血管系统和皮肤等都有着重要作用。其分泌受到下丘脑分泌的TRH和腺垂体分泌的TSH的调节。本试验发现,在恢复期,随着营养水平的恢复,各组血液中 T_3 、 T_4 浓度在不断缓慢上升,到180 d都达到对照组水平。这与Yambayamba、吴庶青等、高峰等的结果相一致^[11,7,10]。

动物在营养供给不足和恶劣环境的限制下,为满足其机体在不利条件下的应激需要,利用有限的营养物质和低的能量而生存,将降低其维持需要,维持需要能量的降低表明动物摄入一定量的饲料将有更多的能量用于生产和生存。这样,动物的生长潜力将会在不利条件下得到暂时的储存;待到限制因素去除,动物体将会充分发挥生长潜力而高速增长。动物内部物质代谢和自我营养调控功能是处于不断的动态变化中的。由于动物机体具有高度的组织性,在其生存过程能通过自身的反馈调节机制不断调整内部构成因素的结构和功能,使机体随时适应外界环境的各种变化,而始终处于有序的、合乎目的的,并且是协调一致的运转^[13]。维持需要的降低正是动物适应性的表现,而补偿生长也是这种适应性所产生的进化结果,而本试验通过对上述与生长代谢密切相关的激素水平的测定与分析,说明动物恢复营养后,机体通过内部物质代谢调控和内分泌调控来恢复机体正常生长和生产水平。总之,GH、IGF-I、INS、 T_3 、 T_4 对成年反刍动物的生理补偿起到重要作用,但是,要想全面透彻地了解激素与补偿生长之间的特殊规律,还要从分子水平探讨这

些激素及受体在其靶器官中的 mRNA 表达规律。

参考文献:

- [1] 陈志伟. 乌珠穆沁育成公羊补偿生长研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 1999.
- [2] Robinson J J, Sinclair K D, McEvoy T G. Nutritional effects on fetal growth[J]. *Animal Science*, 1999, 68: 315~331.
- [3] Donovan P B. Compensatory gain in cattle and sheep [J]. *Nutr Abstr Rev*, 1984, 54: 389~410.
- [4] Ryan W J, Williams I H, Moir R J. Compensatory growth in sheep and cattle. I. Growth pattern and feed intake[J]. *Aust J Agric Res*, 1993, 44: 1 919~1 921.
- [5] Osgerby J C, Wathes D C, Howard D, *et al*. The effect of maternal undernutrition on ovine fetal growth[J]. *Journal of Endocrinology*, 2002, 173 :131~141.
- [6] McMillen I C, Coulter C L, Adams M B, *et al*. Fetal growth restriction: adaptations and consequences[J]. *Reproduction*, 2001, 122: 195~204.
- [7] 吴庶青, 侯先志. 放牧条件下苏尼特羊补偿生长的研究[J]. *甘肃畜牧兽医*, 2003, 3: 17~19.
- [8] 高峰, 侯先志, 赵志恭, 等. 妊娠后期限饲蒙古绵羊超补偿生长现象的研究[J]. *中国畜牧杂志*, 2005, 41 (8): 17~20.
- [9] Maritz G S, Cock M L, Louey S, *et al*. Fetal growth restriction has long-term effects on postnatal lung structure in sheep[J]. *Pediatric Research*, 2001, 32: 201~210.
- [10] 高峰, 侯先志, 敖长金, 等. 妊娠后期不同营养水平限制饲养母羊对其羔羊补偿生长期血中胰岛素、T₃、T₄浓度的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2004, 35(3): 270~275.
- [11] Yambayamba E S K. Hormonal status, metabolic changes and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth [J]. *J Anim Sci*, 1996, 74: 57~69.
- [12] Hays C L, Davenport G M, Osborn T G, *et al*. Effect of dietary protein and estradiol-17B on growth and insulin-like growth factor I in cattle during reimplantation [J]. *J Anim Sci*, 1995, 73: 589~597.
- [13] Horton G M J, Holmes W. Compensatory growth by beef cattle at grassland or on an alfalfa-based diet[J]. *J Anim Sci*, 1978, 46: 297~301.

动物疫情快递

肯尼亚发生非洲猪瘟

2007年5月4日,肯尼亚向OIE报告了该国的非洲猪瘟疫情。疫情始于2006年10月13日,并于2007年2月21日得到确认。本次疫情属临床病例,此次报告了5起,依靠临床诊断、实验室检测和尸体剖检作出诊断。疫区及简要情况如下:①NYANZA省Kisumu村,始于2006年11月30日,有易感猪2604头,其中34例病例,死亡27例,销毁7例;②CENTRAL省Kiambu地区Uthiru村,始于2007年1月11日,300头易感猪中有9例病例,死亡7例;③RIFT VALLEY省Nakuru村,始于2007年1月23日,涉及1532头易感猪,32例病例,死亡16例;④RIFT VALLEY省Uasin Gishu地区Kapseret/Eldoret村,始于2007年1月12日,有2915头易感猪,875例病例,死亡525例;⑤WESTERN省Busia村,始于2006年10月13日,有6250头易感猪,61例病例,死亡55例。感染来源于用残羹喂猪和动物的非法转移。感染的猪只被饲养于不同猪栏,但游荡在村镇寻找食物,这在流行病学上也有隐患。肯尼亚采取的措施:国内限制移动、筛查、设施及设备消毒、隔离。期间对感染猪用抗生素进行了支持治疗。实验室诊断在西班牙动物卫生研究中心(CISA-INIA)和位于Kabete的中央兽医实验室进行,前者进行了病毒分离、病毒测序和PCR,后者进行了病毒分离和PCR,结果均为阳性。肯尼亚上一次发生非洲猪瘟是2001年8月。