

L-肉碱对低温诱导的肉鸡腹水综合征发病率的影响

谭勋¹, 李锦春¹, 潘家强¹, 孙卫东¹, 胡玉霞², 王小龙^{1*}

(1. 南京农业大学动物医学院, 江苏 南京 210095; 2. 山东农业大学动物保健品厂, 山东 泰安 271000)

摘要: 240 羽艾维茵-2000 商品代肉鸡随机等分成常温对照组 (NT)、低温组 (LT) 和低温加 L-肉碱组 (LL)。自 14 日龄起, LT 和 LL 组舍内温度从 28 °C 以每天 1~2 °C 下降至 21 日龄时的 14~12 °C, 并维持到试验结束; NT 组在常温下饲养 (21 日龄起舍温控制在 20 °C)。自 14 日龄起在 LL 组饲料中添加 L-肉碱 200 mg·kg⁻¹。记录肉鸡腹水综合征 (ascites syndrome, AS) 发病率, 并分别于 24、32、39 和 45 日龄从各组中随机挑取 10 羽, 测定右心室全心室比 (RV/TV)、右心室相对重量 (RV/BW)、全心室相对重量 (TV/BW)、红细胞压积 (PCV)、血红蛋白 (Hb)、血浆丙二醛 (MDA) 含量和超氧化物歧化酶 (SOD) 活性。结果发现: LT 组肉鸡 AS 发病率比 NT 组高; 在 24 和 32 日龄时, LL 组肉鸡左心室重量较 NT 组增加, RV/TV 值下降 ($P < 0.01$), 但在 39 和 45 日龄时 RV/TV 升高 ($P < 0.01$); LL 组 PCV 值较 NT 组高 ($P < 0.05$), 并高于 LT 组; LL 组 AS 发病率较 LT 组低, 且其血浆 MDA 水平在 39 日龄显著降低 ($P < 0.05$), SOD 水平在 32 日龄时极显著升高 ($P < 0.01$); L-肉碱对肉鸡体重没有明显影响。结果表明, L-肉碱具有防治 AS 的作用。

关键词: L-肉碱; 腹水综合征; 心脏功能; 自由基; 低温; 肉鸡

中图分类号: S858.316.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-2030 (2004) 04-0085-04

The effect of L-carnitine on morbidity of ascities syndrome induced by low temperature in broilers

TAN Xun¹, LI Jin-chun¹, PAN Jia-qiang¹, SUN Wei-dong¹, HU Yu-xia², WANG Xiao-long^{1*}

(1. College of Veterinary Medicine, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. Animal Healthy Product Manufacturer of Shandong Agricultural University, Taian 271000, China)

Abstract: Two hundred and forty Avian-2000 broilers were divided equally into normal temperature control group (NT), low temperature group (LT) and low temperature L-carnitine group (LL). Birds in group LT and LL were subjected to the same low temperatures by lowering 1~2 °C per day from 28 °C (day 14) down to 14~12 °C (day 21), and remained constant until the end of the experiment, while birds in NT group were reared in normal temperatures. All the birds received pelleted diets whereas group LL received the same diets supplemented with 200 mg·kg⁻¹ L-carnitine from day 14 to day 49. Ascities syndrome (AS) morbidity in each group was recorded daily. Values of right ventricle to total ventricle (RV/TV), right ventricle to body weight (RV/BW), total ventricle to body weight (TV/BW), packed cell volume (PCV), hemoglobin (Hb), plasma superoxide dismutase (SOD) and malondialdehyde (MDA) were determined at 24, 32, 39 and 45 day of age, respectively. It was found that birds exposed to cold had higher AS morbidity. however, it was reduced by dietary L-carnitine supplementation. Left ventricle weights were increased and RV/TV ratios decreased in birds fed L-carnitine before day 32 when compared to those of controls; however, starting on day 39, RV/TV ratios were dramatically elevated. Birds in LL group had higher PCV values than those of group NT and LT. L-carnitine supplementation reduced plasma MDA concentration on day 39 and increased plasma SOD activity on day 32 in broilers exposed to cold. There were no pronounced differences of BW between birds of group LL and LT. It demonstrated that L-carnitine reduced AS morbidity induced by cold exposure, which might be associated with improving cardiac function and scavenging free radical.

Key words: L-carnitine; ascites syndrome (AS); cardiac function; free radical; low temperature; broiler

收稿日期: 2003-09-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30371061); 江苏省“九五”农业重点攻关项目 (BE964888) 资助

作者简介: 谭勋 (1972-), 讲师, 博士研究生, 主要从事动物临床病理学研究。

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: wangxiaolong888@sohu.com。

肉鸡腹水综合征 (ascites syndrome, AS) 是严重危害肉鸡业的主要营养代谢性疾病之一^[1]。AS 发病的中心环节是肺动脉高压。快速生长和环境低温是导致肺动脉高压形成的主要因素^[2], 而代谢缺氧是导致其产生的根本原因。代谢缺氧引起体内氧自由基生成增多并造成心脏损伤, 在 AS 的发生、发展过程中起着重要作用^[3]。

L-肉碱是动物体内与脂肪酸氧化代谢有关的化合物, 起着运送长链脂肪酸跨越线粒体内膜进行 β -氧化的作用。研究表明它有保护缺血心肌、改善心脏功能^[4]和清除自由基的作用^[5], 并能促进肉鸡心脏发育^[6], 因此, 推测 L-肉碱对于防治 AS 会有一定的作用。本试验采用低温诱发 AS, 同时在饲料中添加 L-肉碱, 以观察 L-肉碱对 AS 发病率的影响, 并探讨其作用机制。

1 材料和方法

1.1 试验动物分组及处理

240 羽艾维茵-2000 商品代肉鸡, 按常规方法育雏, 于 14 日龄随机分为常温对照组 (NT 组)、低温组 (LT 组) 和低温加 L-肉碱组 (LL 组), 每组各 80 羽。自 14 日龄起, LT 和 LL 组舍内温度从 28 °C 以每天 1~2 °C 下降, 至 21 日龄降至 14~12 °C, 并维持到试验结束。NT 组仍继续按常规饲养 (21 日龄起舍温控制在 20 °C)。所有参试鸡全程使用颗粒料。此外, LL 组自 14 日龄起在饲料中添加 L-肉碱 (东北制药总厂, 批号: 20021006) 200 mg · kg⁻¹, 直至试验结束。统计各组肉鸡 AS 发病率。AS 的判断标准: 右心室肥大、扩张、淤血, 腹腔有黄色积液或胶冻样渗出物。分别于 24、32、39 和 45 日龄从各组中随机挑取 10 羽, 称量体重, 翅静脉采血后扑杀, 作相关指标的测定。

1.2 测定指标

1.2.1 右心室全室比 (RV/TV) 参照 Julian^[7] 的方法进行测定。

1.2.2 右心室和全室相对重量 右心室/体重 (RV/BW) 为右心室相对重量, 全室/体重 (TV/BW) 为全室相对重量。

1.2.3 血浆 MDA 翅静脉采血 2 mL, 肝素抗凝, 分离血浆, 用 MDA 检测试剂盒 (南京建成生物试剂公司) 检测血浆 MDA 含量, 测定方法为硫代巴比妥酸 (TBA) 法。

1.2.4 血浆总 SOD 翅静脉采血 2 mL, 肝素抗凝, 分离血浆, 用 SOD 检测试剂盒检测 (南京建成生物试剂公司), 测定方法为黄嘌呤氧化酶法。血浆总 SOD 活力以每毫升反应液中 SOD 抑制率达 50% 时所对应的 SOD 量为一个亚硝酸盐单位 (NU) 表示。

1.2.5 红细胞压积 (PCV) 翅静脉采血 2 mL, 肝素抗凝, 用常规温氏法测定。

1.2.6 血红蛋白 (Hb) 翅静脉采血 2 mL, 肝素抗凝, 用常规沙利氏法测定。

1.3 数据的统计学处理

各组数据均用 $\bar{x} \pm SD$ 表示, 应用 SAS 软件 *t* 检验分析其差异显著性。

2 结果

2.1 腹水综合征发病率

从表 1 可以看出, NT 组 AS 发病率为 3.75% (3/80); LT 组发病率为 12.5% (10/80), 高于 NT 组; LL 组发病率为 5.0% (4/80), 与 NT 组相接近, 但低于 LT 组。

2.2 肉鸡体重的比较

LT 和 LL 组肉鸡体重与 NT 组相比总体上差异不显著 ($P > 0.05$), 仅在 32 日龄时降低 ($P < 0.01$)。LT 组与 LL 组相比无显著差异 ($P > 0.05$), 表明在相同环境温度下, L-肉碱对肉鸡体重无明显影响 (表 2)。

2.3 试验鸡 RV/TV、RV/BW、TV/BW 值的变化

从表 3 可以看出, LT 组肉鸡 RV/TV 值在 45 日龄时显著高于 NT 组 ($P < 0.05$)。在 32 日龄前, LL 组 RV/TV 值较 NT 组降低 ($P < 0.01$), RV/BW 值与 NT 组相比无显著差异 ($P > 0.05$), 但 TV/BW 值

表 1 各组肉鸡腹水综合征发病 (率) 的比较 ($n=80$)

Table 1 Comparison of ascites syndrome morbidity in different groups ($n=80$)

组别 Groups	日龄 Day of age					发病率/% Morbidity
	24	32	39	45	49	
常温对照 NT	0	0	1	1	1	3.75
低温 LT	0	2	1	2	5	12.50
低温 + L-肉碱 LL	0	0	1	1	2	5.00

显著升高 ($P < 0.05$), 提示左心室重量增加。自 39 日龄起, LL 组肉鸡 RV/TV、RV/BW 和 TV/BW 与 NT 组相比均极显著升高 ($P < 0.01$), 并于 45 日龄时超过 LT 组 ($P < 0.01$), 提示 LL 组比 LT 组肉鸡发生了更为明显的右心室肥大。

表 2 各组肉鸡体重的比较 ($n = 10$)Table 2 Values of body weight (BW) in different groups ($n = 10$)

g

组别 Groups	日龄 Day of age			
	24	32	39	45
NT	687.47 ± 153.38 ^a	1 292.00 ± 157.54 ^A	1 492.00 ± 206.08 ^a	1 938.00 ± 482.62 ^a
LT	651.63 ± 121.69 ^a	1 118.00 ± 85.56 ^B	1 454.00 ± 301.636 ^a	1 913.00 ± 248.44 ^a
LL	717.00 ± 29.07 ^a	1 126.00 ± 180.68 ^B	1 460.00 ± 124.70 ^a	1 933.00 ± 169.20 ^a

注: 同一列数据中不同大、小写字母分别表示差异极显著 ($P < 0.01$) 和差异显著 ($P < 0.05$)。Values with different capital and small letters in the same column indicate significant statistical difference at 0.01 and 0.05 levels, respectively. The same is in following tables.

表 3 各组肉鸡 RV/TV、RV/BW 和 TV/BW 值的比较 ($n = 10$)Table 3 Ratios of RV/TV, RV/BW and TV/BW in different groups ($n = 10$)

测定指标 Parameter	组别 Groups	日龄 Day of age			
		24	32	39	45
RV/TV	NT	0.190 ± 0.014 ^A	0.181 ± 0.017 ^A	0.179 ± 0.018 ^{bB}	0.212 ± 0.025 ^{cC}
	LT	0.197 ± 0.016 ^A	0.181 ± 0.010 ^A	0.192 ± 0.033 ^b	0.236 ± 0.018 ^{bB}
	LL	0.170 ± 0.015 ^B	0.148 ± 0.008 ^B	0.217 ± 0.018 ^{aA}	0.307 ± 0.058 ^A
RV/BW ($\times 10^{-3}$)	NT	0.88 ± 0.182 ^a	0.57 ± 0.084 ^B	0.63 ± 0.083 ^B	0.82 ± 0.241 ^B
	LT	0.95 ± 0.220 ^a	0.77 ± 0.070 ^A	0.87 ± 0.193 ^A	0.84 ± 0.112 ^B
	LL	0.93 ± 0.278 ^a	0.54 ± 0.100 ^B	0.97 ± 0.194 ^A	1.30 ± 0.429 ^A
TV/BW ($\times 10^{-3}$)	NT	4.61 ± 0.574 ^B	3.19 ± 0.347 ^{cC}	3.54 ± 0.321 ^B	3.19 ± 0.278 ^{cC}
	LT	4.50 ± 0.321 ^B	4.29 ± 0.391 ^{aA}	4.53 ± 0.507 ^A	3.76 ± 0.620 ^{bB}
	LL	5.45 ± 0.417 ^A	3.75 ± 0.682 ^b	4.46 ± 0.578 ^A	4.53 ± 0.317 ^A

2.4 血浆 MDA 和 SOD 的变化

LT 组肉鸡血浆 MDA 含量在 24 和 32 日龄时显著高于 NT 组 ($P < 0.05$), 而 SOD 活性在 24 和 45 日龄时显著下降 ($P < 0.05$)。与 LT 组相比, LL 组肉鸡血浆 MDA 含量呈下降趋势, 并于 39 日龄时显著降低 ($P < 0.05$); 其 SOD 活性呈升高趋势, 在 32 日龄时极显著升高 ($P < 0.01$) (表 4)。

表 4 血浆 MDA 含量和 SOD 活性的比较 ($n = 10$)Table 4 Values of plasma MDA concentration and SOD activity in different groups ($n = 10$)

测定指标 Parameter	组别 Groups	日龄 Day of age			
		24	32	39	45
MDA/nmol · mL ⁻¹	NT	3.29 ± 0.65 ^b	3.19 ± 0.82 ^B	5.38 ± 1.89 ^{ab}	4.89 ± 1.29 ^a
	LT	5.38 ± 2.41 ^a	6.32 ± 1.83 ^A	5.45 ± 0.98 ^a	5.32 ± 0.49 ^a
	LL	4.19 ± 1.49 ^{ab}	5.92 ± 1.69 ^A	4.49 ± 0.84 ^b	5.44 ± 1.98 ^a
SOD/NU · mL ⁻¹	NT	164.33 ± 4.82 ^a	166.08 ± 12.76 ^{ab}	148.84 ± 20.16 ^a	150.43 ± 14.48 ^a
	LT	156.08 ± 10.87 ^b	160.56 ± 4.77 ^{bB}	138.82 ± 16.47 ^a	134.33 ± 14.50 ^b
	LL	156.94 ± 11.12 ^{ab}	172.02 ± 8.72 ^{aA}	148.60 ± 10.64 ^a	143.77 ± 6.76 ^{ab}

2.5 血液 PCV 和 Hb 的变化

从表 5 可以看出, LT 组肉鸡血液 PCV 和 Hb 自 39 日龄起比 NT 组显著升高 ($P < 0.05$)。LL 组肉鸡 PCV 值始终高于 NT 组 ($P < 0.05$), Hb 值也极显著升高 ($P < 0.01$)。与 LT 组相比, LL 组 PCV 值升高, 在 24 和 45 日龄时差异显著 ($P < 0.05$)。

表 5 血液 PCV 和 Hb 的变化 ($n = 10$)Table 5 Values of PCV and Hb in different groups ($n = 10$) %

测定指标 Parameter	组别 Groups	日龄 Day of age			
		24	32	39	45
PCV	NT	31.7 ± 0.67 ^B	34.6 ± 0.89 ^b	32.0 ± 3.92 ^{bB}	34.0 ± 4.42 ^C
	LT	33.0 ± 2.00 ^B	35.4 ± 3.71 ^{ab}	38.2 ± 5.89 ^a	39.8 ± 1.30 ^{bB}
	LL	35.0 ± 1.00 ^A	36.4 ± 1.95 ^a	40.7 ± 3.22 ^{aA}	43.4 ± 5.13 ^{aA}
Hb	NT			6.60 ± 0.52 ^{bB}	7.40 ± 0.67 ^{bB}
	LT			7.84 ± 1.18 ^{aA}	8.24 ± 0.78 ^a
	LL			7.90 ± 0.82 ^{aA}	8.28 ± 0.28 ^{aA}

3 讨 论

3.1 *L*-肉碱对 AS 的影响

本试验结果表明, 低温环境下肉鸡 AS 发病率升高, 而添加 *L*-肉碱降低了低温诱导的 AS 发病率, 表明 *L*-肉碱具有防治 AS 的作用。

3.2 *L*-肉碱降低 AS 发病率的可能机制

试验结果表明, 添加 *L*-肉碱后肉鸡左心室重量增加, 血液 PCV 升高, 提示肉鸡心脏功能增强, 心输出量增加。研究表明, *L*-肉碱还可防止心肌缺血时肉碱含量的下降^[8], 具有改善缺氧心肌细胞脂肪酸的能量代谢过程^[9]的作用。由此推测, *L*-肉碱降低 AS 发病率的可能机制在于: 左心室功能增强和心肌细胞能量供应改善使心输出量增加, 在一定程度上缓解了机体代谢缺氧的程度, 延缓了肺动脉高压的形成, 从而降低了 AS 发病率。此外, 添加 *L*-肉碱后血浆 MDA 含量下降, SOD 活性升高, 表明 *L*-肉碱具有增强机体抗氧化作用的能力, 与 Numan 等^[5]的报道相一致。肉鸡 AS 从根本上讲是以代谢缺氧为开始的, 氧自由基和氧化损伤参与了 AS 的病理过程, 而心脏对缺氧反应敏感, 缺氧很容易使心肌细胞发生氧化损伤^[10]。研究表明, 通过提高心肌抗氧化酶的活性以减轻缺氧性心肌损伤和改善心肌血液循环, 可使 AS 发病率降低^[11]。人类医学的研究证实 *L*-肉碱可通过其抗自由基功能而发挥对缺氧心肌细胞的保护作用^[12]。由此可以推测, *L*-肉碱保护心脏免受氧化损伤可能是其防治 AS 的另一可能机制。但在试验后期, 尤其在 45 日龄时, LL 组肉鸡 RV/TV 值显著升高, 并高于腹水临界值 (0.290)^[7], 提示即将发生 AS。这一现象的出现可能是由于心脏功能增强与肉鸡肺血管固有的容量不足之间的矛盾造成的。当心脏功能增强引起心输出量增加超过肉鸡有限的肺容量时, 必定导致肺动脉压迅速升高, 进而促进右心室肥大和衰竭。

3.3 *L*-肉碱用于防治 AS 的可行性

试验结果表明, 添加 *L*-肉碱对肉鸡体重无显著影响, 与有关报道相一致^[6]。虽然在 45 日龄后 LL 组肉鸡 AS 发病率即将升高, 但在实际生产中, 肉鸡在 42 日龄时就已经上市, 正好可以避开这一 AS 高发期, 提示 *L*-肉碱可在生产实践中用于防治肉鸡 AS。但 *L*-肉碱发挥最佳防治作用的添加剂量和使用时间尚待进一步研究。

参考文献:

- [1] Maxwell M H, Robertson G W. World broiler ascites survey 1996 [J]. Poultry International, 1997, 36(4): 16~30.
- [2] Julian R J. Ascites in poultry [J]. Avian Pathology, 1993, 22: 419~443.
- [3] Ollowski A A, Classen H L. Progressive bradycardia, a possible factor in the pathogenesis of ascites in fast growing broiler chickens raised at low altitude [J]. British Poultry Science, 1998, 39: 139~146.
- [4] Bieber L L. Carnitine [J]. Annual Review of Biochemistry, 1988, 57: 261.
- [5] Numan S L, Lin T L, Hester P Y. Effect of dietary carnitine on traits of White Leghorn roosters [J]. Poultry Science, 2002, 81: 495~503.
- [6] Buyse J, Janssens G P J, Decuyper E. The effect of dietary *L*-carnitine supplementation on the performance, organ weights and circulating hormone and metabolic concentration of broiler chickens reared under a normal or low temperature schedule [J]. British Poultry Science, 2001, 42: 230~241.
- [7] Julian R F, McMillan I, Quinton M. The effect of cold and dietary energy on right ventricle hypertrophy, right ventricle failure and ascites in meat-type chickens [J]. Avian Pathology, 1989, 18: 675~684.
- [8] 刘文, 赵星祥, 夏德义, 等. 心肌损伤过程中心肌细胞肉碱含量的变化 [J]. 中国地方病学杂志, 1992, 11: 272.
- [9] Cacciatore L, Cerio R, Ciarimboli M, et al. The therapeutic effect of *L*-carnitine in patients with exercise-induced stable angina: a controlled study [J]. Drugs under Experimental and Clinical Research, 1991, 17: 225.
- [10] Dawson Y L, Gorge G L, Nieminen A L, et al. Mitochondrial as a source of reactive oxygen species during reductive stress in rats hepatocytes [J]. American Journal of Physiology, 1993, 264: C961~967.
- [11] 王锦平, 刘桂林, 王凤翠, 等. 维生素 E 和 Se 对肉鸡腹水症的影响及改善血液循环机制的探讨 [J]. 中国兽医学报, 2002, 22(5): 506~508.
- [12] 胡建强, 丁鸿钧, 秦永文, 等. *L*-丙酰肉碱对异丙肾上腺素所致心肌损害的影响 [J]. 上海医学, 1998, 21(2): 65~67.

责任编辑: 周广礼