

运输应激对猪机体功能的影响研究进展

远德龙, 宋春阳* (青岛农业大学动物科技学院, 山东青岛 266109)

摘要 运输应激能够显著影响动物机体的生理功能, 应激程度的差异甚至能够导致动物运输后出现疾病、死亡, 给畜牧生产造成极大损失。综述了运输应激对猪机体体重、激素分泌、血液生理生化指标、免疫功能及肉质等方面的影响, 旨在为开发抗运输类调节剂、提高动物福利和指导运输实践提供参考。

关键词 猪; 运输应激; 功能; 研究进展

中图分类号 S828 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)07-02963-02

养猪业的集约化和现代化发展已经是大势所趋, 在阶段饲养及功能性养殖场饲养模式下集中运输屠宰的数量也势必会日益增大和普遍。在长途运输中, 因猪应激、血液生理生化指标以及免疫产生的不利影响从而引起的肉质变差、动物发病、致残甚至死亡, 这给畜牧业造成了巨大的经济损失, 越来越受到国内外的关注。笔者就国内外关于猪运输应激对其机体功能等的影响进行综述。

1 运输应激对体重的影响

猪群在运输过程中处于应激状态, 代谢加快, 能量消耗增多, 会出现失重现象。Paul 等用 53~70 kg 的杂种公母猪进行运输试验, 结果表明短途运输(46 km)组运输过程中活重降低 1 kg, 长途运输(229 km)组猪降低 1.4 kg, 与运输前差异均极显著^[1]。邵峰泉等研究表明贵州商品猪运输途中的损失率在 10% 左右, 而其对不同杂交组合的商品猪运输损失的试验表明商品猪在运输过程中都会失重, 运输距离越长, 损失越大, 而损失的多少与品种有关^[2]。这与付丽红等的试验结果相类似, 不同性别的黑白香猪运输后均出现体重损失, 而且白香猪公猪失重大于母猪($P>0.05$), 黑香猪母猪失重大于公猪($P>0.05$), 而白香公猪失重大于黑香公猪($P>0.05$), 白香母猪失重大于黑香母猪($P>0.05$)^[3]。这表明运输应激导致的失重与品种和性别也有关。

2 运输应激对内分泌的影响

动物在应激状态下机体的下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴(HPA)功能会显著增强, 血浆皮质醇、促肾上腺皮质激素(ACTH)、胰岛素、甲状腺激素等水平均会发生变化。

2.1 皮质醇 血浆中皮质醇水平是反映动物应激程度的主要指标之一。高得仪等研究表明运输结束后皮质醇浓度下降, 运输后第 1~4 天绝对值升高, 但是运输结束时间在 13:00, 皮质醇浓度的下降与其分泌的昼夜节律有关^[4]。柴进等研究了运输密度和运输时间对猪皮质醇的影响, 结果表明皮质醇的浓度运输 5 h 组中显著高于运输 45 min 和 3 h 组($P<0.05$), 并且在高密度运输条件刺激下显著升高($P<0.05$), 表明长时间以及高密度运输能够激活 HPA 轴, 使血浆中皮质醇浓度大幅升高^[5]。李留安等对 20 kg 左右的雄性

二花脸和皮特兰猪进行 2 h 的运输试验, 结果表明 2 种猪上车后血浆皮质醇水平平均迅速上升, 出发后 15 min 达到峰值, 下车后 15 min 快速恢复至运输前基础水平^[6]。这与 Parrott 等在大白猪上的试验结果相一致^[7]。此外, 也有研究表明皮质醇水平的变化与动物自身的基因有关, 氟烷基型为 Hal(nn)的猪运输前后皮质醇水平的变化不显著, 而 Hal(NN)型猪皮质醇水平显著下降^[8]。

2.2 ACTH ACTH 由垂体前叶释放, 在动物出现应激时其水平会出现不同程度的上升, 以此来刺激皮质醇的分泌。李留安等研究表明试验猪上车后 ACTH 水平呈先升后降的趋势, 而下车后 15 min 恢复到运输前基础水平^[6], 与 Lykkegaard、Prunier 等的研究结果相一致^[9-10]。

2.3 胰岛素 胰岛素是一种重要的代谢激素, 能够调节、维持动物体血糖水平的稳衡, 其分泌在动物体遭受应激的情况下通常会减少, 胰岛素的分泌与血液中多种激素、细胞因子等有关。国外有研究表明, 猪运输后血浆胰岛素水平显著下降($P<0.01$)^[11]。李留安等研究也表明运输能够导致猪血浆胰岛素水平下降^[6]。究其原因, 首先可能是动物体应激时其他激素的作用对胰岛 B 细胞分泌起到抑制, 其次应激状态下动物体对胰岛素的摄取利用加强, 再次运输前的禁食也在一定程度上导致胰岛素分泌减少, 这样从来源和去路 2 个方面都使得血浆胰岛素水平降低。但是, 在应激状态下胰岛素分泌的减少对动物更为有利, 动物体可以动员更多的能量克服应激。

2.4 甲状腺激素 甲状腺激素能促进糖原、蛋白质、脂肪等的分解供能。Kasdallah 等研究表明不同的应激源对血浆中三碘甲腺原氨酸(T_3)、四碘甲腺原氨酸(T_4)水平的影响不同^[12]。李留安等研究表明与运输前相比, 皮特兰和二花脸上车后血浆 T_3 水平均快速下降, 皮特兰猪 T_4 水平略有下降, 而二花脸猪 T_4 水平则显著下降^[6]。运输应激可引起儿茶酚胺和皮质醇的释放以及抑制外周组织 5-脱氢酶的活性, 使得 T_3 、 T_4 的合成减少, T_4 向 T_3 转换受阻。李士泽等研究表明动物应激状态下下丘脑-垂体-甲状腺轴(HHTA)功能受到抑制, 甲状腺素合成分泌减少, T_3 、 T_4 利用和清除率增加, 从而导致其血浆中水平的下降^[13]。

3 运输应激对血液生理生化指标的影响

血液生理生化指标是对动物体自身生理或病理上变化的准确反应, 运输产生应激时机体激素水平发生变化以及抗

作者简介 远德龙(1988-), 男, 山东诸城人, 硕士研究生, 研究方向: 单胃动物营养与饲料科学。* 通讯作者, 教授, 硕士生导师, 从事单胃动物营养与饲料科学, E-mail: songchunyang-2006@163.com。

收稿日期 2013-03-06

应激反应,从而导致血液生理生化指标随之改变。

3.1 运输应激对血细胞的影响 柴进等研究表明运输会导致淋巴细胞的数量降低,嗜中性淋巴细胞上升,淋巴细胞、中性粒细胞均与白细胞数表现出正相关,而与红细胞数、血红蛋白含量、红细胞压积呈负相关^[5]。魏光河等对 40 日龄荣昌仔猪进行 2 h 的运输试验表明,与运输前相比运输后白细胞数量下降且差异极显著($P < 0.01$)^[14]。

3.2 运输应激对血清肌酸激酶和乳酸脱氢酶的影响 血清肌酸激酶(CK)和乳酸脱氢酶(LDH)能反映机体的能量代谢水平,CK 是肌细胞特异酶,肌肉组织被破坏或剧烈运动时 CK 会大量增加,其活性显著升高,可以作为肌细胞膜系统受损的重要指标。LDH 是一种细胞内酶,几乎存在于动物所有组织中,当组织细胞出现异常时,会由细胞内渗到细胞外,因此细胞外 LDH 酶的活性高低也可以反映动物所受应激程度的大小。Warriss 等研究表明温度、季节和运输条件等环境因素会影响血浆中 LDH 的酶活性^[15]。应激条件下 CK、LDH 会释入血液,对组织细胞代谢产生影响。Greenwood 等对猪进行 4 h 的长途运输后 CK、LDH 活性显著上升($P < 0.05$)^[16]。高得仪等在对 4 月龄猪的运输试验中发现运输应激能使 CK 活性在运输后保持 2 d 升高,LDH 保持 1 d 升高^[4]。魏光河等对 40 日龄荣昌仔猪进行 2 h 的运输试验表明,荣昌仔猪运输后 30 min 血浆 CK 水平较运输前明显上升,差异极显著($P < 0.01$)^[14]。

3.3 运输应激对血浆其他物质的影响 高得仪等根据血清总蛋白运输停止时上升,运输后 1~4 d 下降,尿素氮从运输停止到运输后 2 d 均升高,认为这种变化是因为运输导致血清蛋白分解代谢加强的结果^[4]。大多数试验表明运输应激能够导致血浆乳酸水平的升高^[4-5]。柴进等研究表明血糖浓度随着时间的延长而逐渐降低^[5],而魏光河等也得出了类似的结论^[14]。Leman 等研究表明应激时血清钠没有明显变化、血清钾会上升^[17],而康世良报道应激时二者均减少^[18],高得仪的试验表明运输后 1~3 d,血清钠、血清钾减少,血清钾与运输前相比差异极显著($P < 0.01$)^[4]。魏光河等运输试验表明运输前各荣昌仔猪生理生化指标无显著差异($P > 0.05$),在运输后尿素、肌酐、甘油三酯、谷丙转氨酶、碱性磷酸酶、血清氯、血清钙、无机磷等大部分生理生化指标均有所上升,且与运输前相比差异极显著($P < 0.01$)^[14]。

4 运输应激对肉质的影响

运输应激会导致猪屠宰前能量的大量消耗,影响宰后糖酵解途径,造成乳酸堆积使肌肉 pH 下降、肉色改变,系水力下降,风味流失,PSE 肉和 DFD 肉发生机率上升。何刚等试验表明运输对猪肉质的影响与品种也存在一定的关系,但是运后立即屠宰,猪肉质变化不大,趋于正常,间隔 24 h 后屠宰,pH 升高,失水加大^[19]。Paul 等试验表明运输会导致屠宰率下降,而长途运输试验组下降显著($P < 0.05$),并且研究表明运输后的屠宰率与活重损失率呈负相关^[3]。长时间的运输会使背最长肌中滴水损失降低,柴进等研究表明滴水损失与 pH 表现出强相关性,而运输屠宰后 pH 的高低取决于宰

前机体内糖原的含量^[5]。从肌肉色值来看,pH 的变化是影响肌肉色值的一个重要指标。Bidner 认为背最长肌中色值指标的变化均与应激导致的 pH 变化有关^[20]。从肌肉导电率来看,柴进等研究表明运输对导电率没有影响^[5]。

5 运输应激对免疫的影响

应激可以影响动物和人的免疫机能,运输后血浆皮质醇水平升高,巨噬细胞功能降低以及抗体反应受抑制等原因导致动物体免疫机能下降,这已经被国内外研究所证实。孙莉等在小鼠上的研究表明应激后吞噬细胞的吞噬率和吞噬指数明显降低^[21]。吕琼霞等用 50 kg 的猪进行 4 h 运输试验来研究运输对免疫的影响,认为运输应激对免疫力的影响表现出先升后降的变化趋势,并且运输猪免疫受 IL-6 和 IL-10 细胞因子的调节^[22]。高得仪等试验表明运输后球蛋白的水平与运输前相比下降且差异极显著($P < 0.01$)^[4],结合朱道立等的研究报道,运输应激能使机体抗体生成减少^[23],表明运输后的猪群免疫力下降,发生呼吸道疾病的几率大大增加。

6 小结

我国猪的运输日益频繁,屠宰场与养殖场普遍存在一定距离,猪的运输是不可避免的,运输过程中产生的应激导致猪体内激素水平、血液生理生化指标、免疫机能下降等,对猪产生不利的影响,而宰后肉质的变化更降低了猪肉的经济价值,影响人类健康。深入研究猪运输过程中机体各个方面的变化机理,对开发抗运输应激等类调节剂、减轻运输损失、提高动物福利和改善人类健康具有重要意义。

参考文献

- [1] WARRISS P D, 张居农. 活猪运输与胴体损失[J]. 国外畜牧学(猪与禽)1984(4):45-47.
- [2] 邵峰泉, 刘培琼, 张德君, 等. 对不同杂交组合的商品猪运输损失的研究[J]. 贵州农学院学报, 1995, 14(1):28-32.
- [3] 付丽红, 刘培琼, 张启林. 香猪运输损失的观察[J]. 畜牧与兽医, 1998, 30(2):69.
- [4] 高得仪, 韩博, 王清兰. 猪运输应激血液生化指标变化[J]. 中国兽医学报, 1996, 16(3):285-288.
- [5] 柴进. 宰前应激对猪肉质的影响及其机制研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2010:31-40.
- [6] 李留安, 夏东, 魏市, 等. 运输应激对二花脸和皮特兰猪血浆应激和代谢相关激素水平的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2007, 13(5):681-685.
- [7] PARROTT R F, BRADSHAW R H, LLOYD D M. Effects of transport and indomethacin on telemetered body temperature and release of cortisol and prolactin in pre-pubertal pigs[J]. Research in Veterinary Science, 1998, 64:51-55.
- [8] GEERS R, BLEUS E, VAN SCHIE T, et al. Transport of pigs different with respect to the halothane gene; Stress assessment[J]. Anim Sci, 1994, 72:2552-2558.
- [9] LYKKEGAARD K, LAURITZEN B, TESSEM L, et al. Local anesthetics attenuates spinal nociception and HPA-axis activation during experimental laparotomy in pigs[J]. Res Vet Sci, 2005, 79:245-251.
- [10] PRUNIER A, MOUNIER A M, HAY M. Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs[J]. Anim Sci, 2005, 83:216-222.
- [11] APPLE J K, KEGLEY E B, MAXWELL J R, et al. Effects of dietary magnesium and short-duration transportation on stress response, postmortem muscle metabolism, and meat quality of finishing swine[J]. Anim Sci, 2005, 83:1633-1645.
- [12] KASDALLAH A G, MOMAGUI B, GHARBI N, et al. Metabolic and endocrine effects of water and/or food deprivation in rats[J]. C R Boil, 2005, 328:463-470.
- [13] 李士泽, 杨焕民, 袁学军, 等. 冷应激对健康雏鸡某些内分泌活动的影响[J]. 应用与环境生物学报, 1998, 4(2):167-169.

(下转第 3034 页)

小于 $-8 \times 10^{-7} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 的水汽辐合中心。水汽主要来源于孟加拉湾与南海,依靠副热带高压外围的西南气流输送。在水汽通量散度分布中,水汽通量的辐合区与前面讨

论的假相当位温的高能区对比分析发现水汽辐合区为假相当位温的高能区,水汽辐散区为假相当位温的低能区,说明在陕西南部低层存在强烈的辐合上升运动,暖湿空气的上升

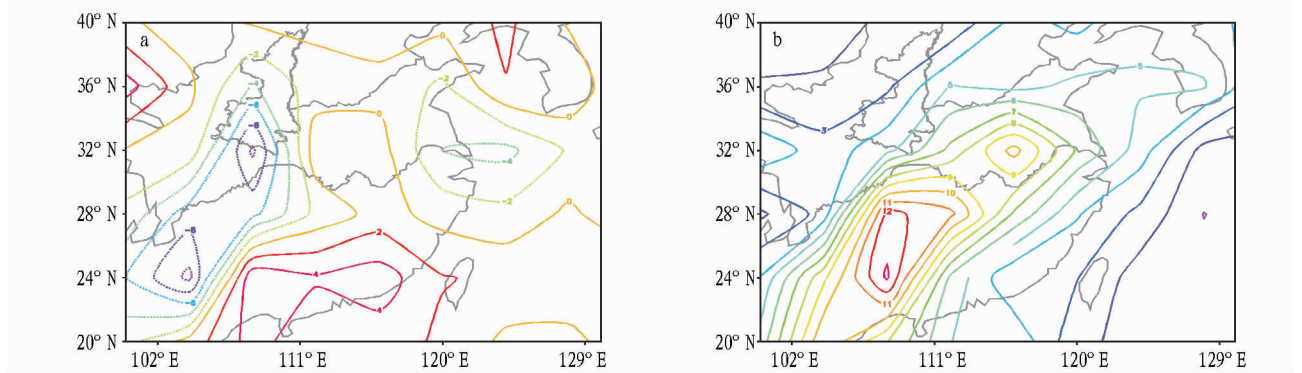


图5 2009年5月8~15日850 hPa平均水汽通量散度[a, $10^{-7} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$]和水汽通量[b, $\text{g}/(\text{cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$]

运动使得该地维持高能区。

4 结论

(1)2009年5月陕西初夏的连阴雨是近10年来该时段较为少见的极端连阴雨事件,降水的特点是落区与时段较为集中,强度大,持续时间长。

(2)连阴雨期间,欧亚上空高层中高纬环流先后经历了两槽一脊型和一槽一脊型2个阶段,亚洲中纬度地区多短波槽活动为连阴雨提供了冷空气来源。

(3)副热带高压位置较常年偏北,位置稳定,南海的水汽通过副热带高压外围气流不断地输送到陕西中南部,形成了此次连阴雨过程的主要水汽来源。

(4)孟加拉湾南支槽活跃,使得四川到陕西一带的西南

气流得到加强。

(5)200 hPa 西风急流在 40°N 附近稳定时,陕西大部分地区位于急流南侧的高空辐散区,对流层低层有低涡或低值系统在该区生成和维持,有利于该地区连阴雨天气的形成。

参考文献

- [1] 涂长望,卢蓂. 中国气候区域[J]. 气象杂志,1936(9):487-518.
- [2] 吕炯. 西藏高原上各地气压之年变化[J]. 气象学报,1943(21):32-40, 148-149.
- [3] 林纾,章克俭. 西北地区中东部2000年与2001年秋季连阴雨分析[J]. 气象,2003,29(2):34-38.
- [4] 王继志,郭进修. 我国南方低温连阴雨天气的研究[J]. 气象科技,1981(1):1-9.
- [5] 高由禧. 我国的秋雨现象[J]. 气象学报,1958,29(4):264-270.
- [6] 鲍媛媛,阿不力米提,李峰,等. 2001年华西秋雨的时空分布的特点及其成因分析[J]. 应用气象学报,2003,14(2):215-222.
- [7] BIDNER B, ELLIS M, BREWER M, et al. Effect of ultimate pH on the quality characteristics of pork[J]. Journal of Muscle Foods, 2004, 15: 139-154.
- [8] 孙莉,韩耀辉,赵彩虹. 束缚应激对小鼠巨噬细胞吞噬功能的影响[J]. 中国行为医学科学,1999,8(1):32-33.
- [9] 吕琼霞,张书霞,赵茹茜. 运输应激对猪免疫机能的影响及其细胞因子的调控[J]. 中国农业科学,2009,42(7):2579-2585.
- [10] 朱道立. 应激与神经内分泌及免疫的研究[J]. 北京实验动物科学与管理,1994,11(1):32-35.
- [11] 刘延鑫,李婉涛. 运输应激对家畜理化指标和肉质的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(28):13824,13861.
- [12] 韩瑾瑾,贺丛,吕国栋,等. 肉牛运输应激综合征的诊治[J]. 畜牧与饲料科学,2010,31(5):179-181.
- [13] 魏光河,张培晏. 运输对荣昌猪生理生化指标的影响[J]. 动物医学进展,2011,32(10):123-127.
- [14] WARRISS P, BROWN S, KNOWLES T, et al. The effete of Stocking density in transit on the carcass quality and welfare of slaughter Pigs: 2. Results from the analysis of blood and meat samples[J]. Meat Science, 1998, 50: 447-456.
- [15] GREENWOOD P L, SHUTTD A. Salivary and plasma cortisol as an index of stress in goats[J]. Aust Vet J, 1992, 69: 161-163.
- [16] LEMAN A D, STRAW B E, MENGELING W L, et al. Diseases of swine [M]. 7th edltion. Ames Iowa: Iowa State University, 1992: 763-771.
- [17] 康世良. 应激对动物营养与健康的影响[J]. 饲料博览, 1994(5): 464-468.
- [18] 何刚,邵峰泉,张启林. 等. 运输对商品猪肉质的影响[J]. 贵州农学院学报, 1996, 15(1): 31-34.

(上接第2964页)