

【畜牧兽医】

早期热习服可提高肉鸡生长后期的耐热能力

顾宪红

(中国农业科学院畜牧研究所,北京 100094)

摘要:鸡胚发育后期(孵化期最后1周)和雏鸡生长发育早期(出雏后第1周)是肉鸡基础代谢、体温调节和对环境的适应能力完善的关键阶段。在胚胎发育后期和育雏早期分别给予鸡胚或雏鸡适当强度的高温刺激,可以激活或完善其在极端热环境下的体热调控机制,增强其生长后期再次遭遇极端热环境的适应能力,从而从根本上减轻肉鸡遭遇夏季高温而引起的热应激反应,减缓生长速度的下降,减少死亡,大幅度降低夏季高温对肉鸡生产造成的损失。

关键词:热习服;热暴露;适应性;肉鸡

中图分类号:S831

文献标识码:A

文章编号:1008-0864(2006)01-0031-04

Early Age Thermal Acclimation can Induce Thermotolerance Acquisition in Broiler Challenged by Heat Stress

GU Xian-hong

(Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract: The late development stage of chicken embryos (the last week of hatching) and early development stage of chicken growth (the first week after hatching) are the key phases for broiler basic metabolism development, body temperature adjustment and adaptability perfection to environment. Thermal manipulations during broiler embryogenesis and the post-hatch period can improve thermotolerance acquisition, alleviate the heat stress response, reduce production loss and death in broiler challenged by heat stress.

Key words: thermal acclimation; heat exposure; broiler

自20世纪90年代以来,我国养禽业发展非常迅速。据《中国农业年鉴》的统计资料显示,2002年我国禽肉、禽蛋产量分别为1351.9万t、2419.2万t,各自占世界总产量的18.7%和41.9%,跃居全球第二、第一位。我国幅员辽阔,南北横跨35个纬度,是世界上同纬度国家中最热的国家之一。除东北地区外,我国大部分地区夏季比较炎热,肉鸡增重和蛋鸡产蛋率比适温季节下降10%~30%,直接经济损失达58.1亿元人民币^①。

随着全球气候变暖和肉鸡生产集约化程度的提高,肉鸡遭遇极端热环境的几率也随之增加。事实证明,在极度选育使肉鸡生长速度大幅度提高的

同时,肉鸡对热环境的适应能力也在下降。选育耐热力强的品种、在日粮中添加抗热应激物质或进行营养调控、改善饲养管理和畜禽舍环境控制设施均可不同程度地增强肉鸡对极端热环境的适应能力,但成本都较高,效果也不十分理想。如果通过某种简单而又经济的方法能增加鸡自身对热环境的适应能力,将对我国夏季的禽类生产产生重大影响。

鸡胚发育后期(出孵前1周)和雏鸡生长发育的早期(出孵后1周)是肉鸡基础代谢、体温调节和对环境的适应能力完善的关键阶段。Nichelmann等(2001)认为,禽类体温调节在个体发育早期是一个开放系统,对于早熟性(precocial)禽类,

收稿日期:2005-11-28;修回日期:2005-11-30。

作者简介:顾宪红(1966—),女,博士;研究方向为畜禽福利与健康养殖。E-mail:guxianhong@vip.sina.com

① 农业部“八五”重点项目“我国集约化猪场环境现状调查研究”专题总结报告,1995

如家鸡,出孵前、后一周是其机体体温调节机能发育最关键的阶段,这时给鸡胚或雏鸡冷、热刺激,有可能影响到该鸡体温调节系统的调定点(set-point),从而影响该个体的一生^[1]。2001年9月2—6日在澳大利亚伍伦贡市召开的“国际热生理学会议”上,已将早熟鸟类在孵化期和出雏后生长前期的热调节发育以及对其一生热习服(thermal acclimation)^[2]机能的形成机制作为动物环境生理学领域的一个研究重点,目的是为了揭示早期热习服与鸟类生长后期耐热力之间的内在关系。目前,美国、以色列等国科学家在这方面已有一些初步研究,比较一致的推论是,在雏鸡出壳前后各1周,给予适当强度的高温刺激,可以激活或完善其在极端热环境下的体热调控机制,增强其生长后期再次遭遇极端热环境的适应能力,从而以较低的代价获取较大的经济效益。下面就这方面的国内外研究进展进行具体综述。

1 孵化后期热习服对肉鸡体热调节机能及耐热力等适应能力的影响

肉鸡种蛋孵化是孕育新生命的过程。在出孵前1周,孵化温度的改变对肉鸡胚胎代谢、生长及体热调节机能的发育均有一定影响。Janke等(2002)将孵化温度由37.5℃升至39.0℃,鸡胚核心温度和产热在孵化后期趋于平稳,且随着热负荷的增加而呈上升趋势,但也经常表现出波动性下降,这与哺乳动物对高温的反应一致^[3]。很显然,高温引起鸡胚产热的不稳定变化说明:这时的热调节还不太完善,但已具备一定的热调节功能。Christensen等(2001)在孵化最后3d,将孵化温度从36.8℃升高至37.2℃,结果胚血葡萄糖浓度升高,而胰高血糖素、类胰岛素生长因子-I和类胰岛素生长因子-II(IGF-II)浓度在各个品系之间变化不一,说明孵化温度和品系间存在着交互作用^[4]。Blumroder等(2002)将孵化温度在孵化前14d保持37.5℃,此后分别保持在35.0℃、37.5℃(对照)和38.5℃,直至孵化结束,结果发现在孵化温度处理后4、5、6、7d,高温处理的鸡胚多巴胺、去甲肾上腺素水平显著高于对照组,足以维持鸡胚的生理功能,而低温处理的鸡胚多巴胺、去甲肾上腺素水平显著低于对照组,以致孵化至20d时,去甲肾上腺素水平不能维持鸡胚基本的生理功能^[5]。

热休克蛋白(heat shock protein, HSP)是指细胞在应激原,特别是高温诱导下所生成的一组蛋白质。它普遍存在于生物体中,且在进化过程中具有高度保守性,在增强细胞耐热力、维护细胞完整性等方面发挥着重要作用,其中HSP 70是含量最多且最重要的一类非特异性的细胞保护蛋白,与细胞耐热力的关系非常密切^[6]。我国科学家在职业医学领域对HSP 70在人的耐热力形成及防止中暑方面的研究较为深入。王长来等(1999)研究认为,在热应激状态下,HSP 70表达水平不能正常上调是诱发体温调节功能紊乱、导致中暑发生的重要原因,而HSP 70自身抗体的产生对HSP 70生理作用的发挥可产生不利的影响^[7]。高温等应激条件可诱导肉鸡胚胎组织或鸡体组织合成HSPs,但研究还很不充分,特别是涉及到早期热习服对耐热力影响方面的研究更是如此。

Givisiez等(2001)发现孵化温度(热应激38.8℃和冷应激35.8℃)可影响鸡胚各组织的重量及其HSP 70的表达。冷应激可增加脑、肺、肝中HSP 70的表达,其中脑中HSP 70表达增加的幅度较大;随日龄增加,热应激可促进心脏中HSP 70的表达^[8]。Manzerra等(1997)也发现热习服对HSP 70基础水平高的组织影响较小。可见,HSP 70的表达具有组织特异性,且冷应激比热应激更能促进HSP 70的表达^[9]。Gabriel等(2002)在鸡胚发育过程中,将其热习服于44.0℃ 1h,发现HSP 70 mRNA水平升高15%,将鸡胚放回正常孵化温度中3h后,HSP 70 mRNA水平高于正常孵化鸡胚5%,6h后达到正常水平。而将鸡胚热习服于41.0℃中等热应激环境中,不能增强HSP 70 mRNA的表达,表明鸡胚HSP 70 mRNA表达能否增强与热习服条件有关^[10]。

在鸡胚孵化的关键时期,孵化条件对其当时的基础代谢及体热调节能力的发育均有一定影响,这种影响能否在肉鸡生长后期遭遇热暴露(heat exposure)时继续存在?鸡胚组织中HSP 70表达水平及其抗体水平的改变能否反映其后期耐热力的变化?还未见系统报道。

2 育雏早期热习服对肉鸡体热调节机能及耐热力等适应能力的影响

在肉鸡或其他禽类育雏早期,高温或低温处理可影响当时雏鸡的生长、代谢水平以及生理机能,

甚至还影响肉鸡生长后期的生产性能或耐热性^[11]。

Basilio 等 (2001) 将 5 日龄肉用雏鸡热习服于 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ 24 h, 鸡采食量下降, 饮水量增加^[12]。Uni 等 (2001) 将 3 日龄肉用公雏热习服于 36°C 高温、70% 相对湿度的环境中 24 h, 可立即引起采食量、血浆 T_3 水平的下降; 而处理后 48 h, 这些指标均升高^[13]。此外, Taouis 等 (2002) 还发现, 将 5 日龄肉用雏鸡热习服于 40°C 24 h, 7 日龄时该鸡胸肌鸟肌解偶联蛋白 mRNA 的表达下降 85%, 体温从 40.85°C 降至 40.72°C , 表明早期热习服可使雏鸡的生热作用得到迅速调节^[14]。

热习服鸡在后期热暴露时的表现基本上一致。Arjona 等 (1990) 对 5 日龄肉用雏鸡进行连续 24 h $36 \sim 38^\circ\text{C}$ 的热习服处理, 然后在其生长后期 44 ~ 45 日龄进行 $35 \sim 37.8^\circ\text{C}$ 热暴露。结果发现, 热暴露后, 鸡血浆皮质酮、胰高血糖素和 IGF-II 浓度升高, 而 T_3 和胰岛素浓度下降, 且热习服组增加或降低的浓度显著小于未热习服组^[15]。热习服组死亡率在热暴露后 8 h 后比未热习服组减少约 50%, 生产性能在短暂下降后于 2 周内得到补偿, 上市时肉鸡的生产性能显著提高^[16]。Yahav 和 McMurtry (2001) 对肉鸡从 1 日龄、2 日龄、3 日龄、4 日龄或 5 日龄进行 24 h 早期热习服处理, 热习服温度在 $36.0^\circ\text{C} \sim 40.5^\circ\text{C}$ 之间变化, 结果发现, 在 42 日龄热暴露后, 经过 3 日龄 $36.0 \sim 37.5^\circ\text{C}$ 热习服的鸡血浆 T_3 水平最低, 并获得最佳的生产性能^[17]。

此外, 高温也可增加肉成鸡体组织中 HSPs 的表达。Wang 等 (1998) 报道, 对肉鸡进行连续 1 ~ 2 周每天 1h 的热习服处理, 可增加肉鸡在随后热暴露时的耐热性, 同时增加循环血白细胞中 HSP 的表达^[18]。Gabriel 等 (1996) 发现, 肉鸡肝中 HSP 70 的表达与热习服处理的时间、频率以及其后热暴露的强度、时间有关^[19]。早期热习服可提高肉鸡在后期热暴露时的耐热性, 但是否可以提高肉鸡在生长后期热暴露时肝、心等组织中 HSP 70 水平的表达还有待于进一步证实。

由此表明, 热习服可能改善了肉鸡在热暴露时的生理和生化应答, 加强了其对高温的适应能力。但这些结果是将热暴露设定在恒温条件下得出的, 将热习服鸡暴露于模拟炎热季节生产条件的日变温度下, 结果如何还未见报道。Yahav 等 (1996) 认为, 早期热处理与生长后期耐热性的增强在时间上相隔很长, 有时达 5 ~ 6 周, 因此, 可排除由于反应

性生理 (reactive physiology) 引起的热调节改变这一机制^[20]。而利用雏鸡交感神经活动以及下丘脑对温热信息的整合等体温调节机制的不成熟, 将潜在的耐热性调节并入鸡体热调节机制的发育过程中, 改变体温平衡的调定点可能是获得耐热力的一个重要方面。其次, 还应考虑早期热习服处理对后期热暴露时鸡的代谢产热、心血管系统的体温调节反应及其调控方面的作用。此外, 早期热习服鸡提高了其在后期热暴露时的耐热能力, 那么早期热习服处理是否能提高鸡生长后期遭遇除高温以外的应激条件 (如感染、拥挤、捕捉等) 时的抵抗能力呢? 即这种抗逆性 (耐热性) 的提高是否与机体整体免疫功能的增强有关? 这对充分认识早期热习服的作用以及更为广泛的应用前景非常有意义, 也值得进一步研究。

国内科学家在热应激对肉鸡和蛋鸡营养物质代谢、体热平衡和生理生化指标的影响以及蛋鸡的耐热力等方面进行了一些研究。杨琳等 (1993)、杜荣和顾宪红 (1997) 研究发现, 鸡干物质表观代谢率和真代谢率均与环境温度呈正相关^[21,22]。顾宪红等 (1995) 报道, 鸡直肠温度和冠温与环境温度均呈正相关, 但冠温变化幅度与个体变异明显大于直肠温度^[23], 且与湿度和风速有关^[24]。林海等 (1996) 研究表明, 初生雏鸡对不同温热环境有不同的体温调节反应, 环境温度和湿度对雏鸡直肠温度与体表温度均有极显著影响, 高温可使鸡体温显著升高, 湿度则可加剧高温的不利影响^[25]。王新谋等 (1993, 1994) 研究了高温对产蛋鸡蛋品质及血浆相关激素水平的影响, 结果发现, $34 \sim 35^\circ\text{C}$ 时鸡血浆促黄体激素水平和孕酮水平下降, 从而引起产蛋性能和蛋品质的显著降低^[26,27]。江逆等 (1999) 较系统地研究了环境温度对蛋鸡体温的影响及其与鸡耐热力之间的关系^[28]。这些研究提供了大量禽类热应激生理学方面的基础数据, 但关于肉鸡早期热习服与其后期耐热性等适应能力及其形成机制方面的研究还未涉及。

综上所述, 早期热习服处理改变了鸡胚或雏鸡阶段的体热调节和代谢水平, 并且可以提高其生长后期热暴露时的耐热性和生长性能, 由此推测早期热习服处理可能改变肉鸡一生的体热平衡调节模式, 这种调节模式的改变是否与体温调节的调定点、代谢激素、HSP 及其抗体的表达以及机体整体免疫机能的改变有关? 这些生理调节和机体保护功能内在的联系是什么? 还未见系统报道。为了

深入探讨这些问题,我们申报了国家自然科学基金项目,幸获资助。目前,我们正以孵化后期和育雏早期两个关键阶段为研究对象,从宏观(机体)水平和微观(细胞、分子水平)水平深入探讨早期热习服对肉鸡后期热暴露时体热调节机能及耐热能力等适应能力的影响机制,以建立肉鸡比较完善的热习服调控理论,揭示肉鸡在极端热环境下的适应机理,为更好地解决炎热季节肉鸡生产的热暴露问题提供理论基础。

参 考 文 献

- [1] Nichelmann M et al. Development of physiological control systems in avian embryos[A]. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus [C]. Series of Medical-Biological Sciences, 2001, No. 1, 15 ~ 25
- [2] 顾宪红,张子仪. 建议“Acclimation”译作“习服”[J]. 科技术语研究, 2003, 5(2): 34
- [3] Janke O et al. Metabolic responses of chicken and muscovy duck embryos to high incubation temperature [J]. Comparative Biochemistry and Physiology. A. Molecular & Integrative Physiology, 2002, 131(4): 741 ~ 750
- [4] Christensen V L et al. Incubation temperature affects plasma insulin-like growth factors in embryos from selected lines of turkeys[J]. Poultry Science, 2001, 80(7): 949 ~ 954
- [5] Blumroder D von, Tonhardt H. Influence of long-term changes in incubation temperature on catecholamine levels in plasma of chicken embryos (*gallus f. domestica*) [J]. Comparative Biochemistry and Physiology. A. Molecular & Integrative Physiology, 2002, 131(4): 701 ~ 711
- [6] Getting M J, Sambrook J. Protein folding in the cell [J]. Nature, 1992, 355:33 ~ 45
- [7] 王长来,等. 热应激蛋白 70 及其抗体在中暑病人血浆中水平改变的观察研究[J]. 标记免疫分析与临床, 1999, 6(2): 10 ~ 11
- [8] Givisiez P E N et al. Heat or cold chronic stress affects organ weights and HSP70 levels in chicken embryos [J]. Canadian Journal of Animal Science, 2001, 81(1): 83 ~ 87
- [9] Manzerra P et al. Tissue specific differences in heat shock protein hsc70 and hsp70 in the control and hyperthermic rabbit[J]. Journal of Cellular Physiology, 1997, 170:130 ~ 137
- [10] Gabriel J E et al. Effect of moderate and severe heat stress on avian embryonic HSP 70 gene rpression[J]. Growth, Development & Aging, 2002, 66(1): 27 ~ 33
- [11] Yahav S. Limitations in energy intake affect the ability of young turkeys to cope with low ambient temperatures[J]. Journal of Thermal Biology, 2002, 27(2): 103 ~ 107
- [12] Basilio V De et al. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress[J]. Poultry Science, 2001, 80(1): 29 ~ 36
- [13] Uni Z et al. Change in growth and function of chick small intestine epithelium due to early thermal conditioning[J]. Poultry Science, 2001, 80(4): 438 ~ 445
- [14] Taouis M et al. Early-age thermal conditioning reduces uncoupling protein messenger RNA expression in pectoral muscle of broiler chicks at seven days of age[J]. Poultry Science, 2002, 81(11): 1640 ~ 1643
- [15] Arjona A A et al. Neonatally induced thermotolerance: physiological responses[J]. Comparative Biochemistry and Physiology, 1990, 95A: 393 ~ 399
- [16] Sokolowicz Z, Herbut E. Effect of thermal acclimation of broiler chickens on their performance, metabolic rate and thyroid activity [J]. Annals of Animal Science, 2001, 1(2): 199 ~ 205
- [17] Yahav S, McMurtry J P. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life--the effect of timing and ambient temperature[J]. Poultry Science, 2001, 80(12): 1662 ~ 1666
- [18] Wang S Y, Edens F W. Heat conditioning induces heat shock proteins in broiler chickens and turkey poults [J]. Poultry Science, 1998, 77(11):1636 ~ 1645
- [19] Gabriel J E et al. Effect of acute heat stress on heat shock protein 70 messenger RNA and on heat shock protein expression in the liver of broilers[J]. British Poultry Science, 1996, 37: 443 ~ 449
- [20] Yahav S, Hurwitz S. Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age[J]. Poultry Science, 1996, 75(3):402 ~ 406
- [21] 杨琳,等. 环境温度和测定方法对鸡饲料代谢能值的影响[J]. 动物营养学报, 1993, 5(1):46 ~ 50
- [22] 杜荣,顾宪红. 环境温度对 D 型矮洛克鸡采食量及代谢规律的影响[J]. 畜牧兽医学报, 1997, 28(3):217 ~ 221
- [23] 顾宪红,等. 环境温度对矮脚肉种公鸡体温和血浆睾酮含量的影响[J]. 动物营养学报, 1995, 7(4):7 ~ 13
- [24] 顾宪红,等. 湿度和风速对高温条件下肉仔鸡体热平衡及其血浆相关激素水平的影响[J]. 动物营养学报, 1997, 9(4): 44 ~ 49
- [25] 林海,等. 初生雏鸡对不同温热环境的体温调节反应[J]. 动物营养学报, 1996, 8(1):34 ~ 39
- [26] 王新谋,等. 高温对产蛋鸡蛋品质的影响[J]. 北京农业大学学报, 1993, 19(4):78 ~ 83
- [27] 王新谋,等. 高温对产蛋鸡血浆促黄体激素和孕酮水平的影响[J]. 畜牧兽医学报, 1994, 25(4): 289 ~ 294
- [28] 江逆,等. 高温对耐热和不耐热鸡体温的影响[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(3): 102 ~ 106