

## 40 持续热应激对肉鸡股动脉压的影响

李静 乔健 高铭宇 范春艳 欧德渊 刘文菊

(中国农业大学 动物医学院,北京 100094)

**摘要** 研究40℃持续热应激对肉鸡股动脉压的影响,探讨肉鸡热应激发生发展规律。将60只25日龄商品代雄性AA肉鸡随机分为对照组(21~24℃,相对湿度(50±5)% )和试验组((40±0.5)℃,相对湿度(70±5)%),分组后自由采食和饮水,对肉鸡的股动脉压进行动态检测。结果显示:热暴露使肉鸡平均股动脉压((16.66±0.47),(10.81±1.59)kPa)、股动脉收缩压((18.61±0.48),(12.00±1.49)kPa)和股动脉舒张压((15.68±0.47),(10.21±1.66)kPa)极显著下降( $P<0.01$ );热暴露10h时使股动脉收缩压最大变化速率((51.36±20.27),(32.72±4.85)kPa·s<sup>-1</sup>)显著下降( $P<0.05$ );热暴露后2和5h使股动脉舒张压最大变化速率((54.97±25.91),(31.88±5.49)和(53.49±22.94),(31.92±5.56)kPa·s<sup>-1</sup>)显著下降( $P<0.05$ );热暴露后10h股动脉舒张压最大变化速率((58.65±18.49),(18.09±4.66)kPa·s<sup>-1</sup>)极显著下降( $P<0.01$ )。平均股动脉压与呼吸频率、体温极显著负相关( $r=-0.623$ , $r=-0.642$ ; $P<0.01$ )。结果表明,40℃持续热暴露,使肉鸡的股动脉压极显著下降;股动脉压短时间内极显著下降可能为肉鸡死亡的主要原因之一。

**关键词** 肉鸡;热应激;股动脉压

中图分类号 S851.33

文章编号 1007-4333(2004)03-0041-04

文献标识码 A

## Effects of 40℃ constant heat stress on femoral artery pressure in broiler chickens

Li Jing, Qiao Jian, Gao Mingyu, Fan Chunyan, Ou Deyuan, Liu Wenju

(College of Veterinary Medicine, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract** This experiment was designed to investigate the effects of 40℃ constant heat stress on artery pressure. **Methods:** sixty 25-day-old male AA broilers were randomly divided into two groups (30×2): the control group (C, 21~24℃, (50±5)% relative humidity) and thermostress group (T, (40±0.5)℃, (70±5)% relative humidity). In the period of experiment, the femoral artery pressure (FAP) of broiler chickens in different groups were examined. **Results:** the mean femoral artery pressure (mFAP, (16.66±0.47),(10.81±1.59)kPa), femoral artery systolic pressure (FASP, (18.61±0.48),(12.00±1.49)kPa) and femoral artery diastolic pressure (FADP, (15.68±0.47),(10.21±1.66)kPa) of the birds in the T group decreased significantly ( $P<0.01$ ). The maximum rate of rise of FASP ( $+(dp/dt)_{max}$ , (51.36±20.27),(32.72±4.85)kPa·s<sup>-1</sup>) of the birds in the T group decreased significantly ( $P<0.05$ ) 10 hours after thermostress. The maximum rate of rise of FADP ( $|(dp/dt)|_{max}$ ) of the birds in the T group decreased significantly ( $P<0.05$ ) 2 ((54.97±25.91),(31.88±5.49)kPa·s<sup>-1</sup>) and 5 ((53.49±22.94),(31.92±5.56)kPa·s<sup>-1</sup>) hours after thermostress, and decreased significantly ( $P<0.01$ ) 10 hours after thermostress. The mFAP has significantly negative correlation with respiration rate and rectal temperature ( $r=-0.623$ , $r=-0.642$ ; $P<0.01$ ). **Conclusions:** The FAP of chickens in the 40℃ constant heat stress group decreases significantly; the marked decrease of FAP during the short time is possibly one major reason of the death of the broilers.

**Key words** broiler chickens; heat stress; femoral artery pressure

收稿日期:2004-03-29

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30070567,30371063)

作者简介:李静,副教授,博士研究生,现在山西师范大学工作;乔健,教授,博士生导师,通讯作者,主要从事禽类心血管系统病理生理的研究。

热应激对养鸡生产造成的危害越来越受到关注,尤其是生长速度快、代谢率高的肉鸡更易在炎热季节出现热应激。在热应激状态下,鸡精神不振,体温升高,热性喘息,呼吸加快,饮水增加,腿叉开,翅膀下垂,脉搏加快,冠及肉髯苍白,皮肤、肺、腿和头等处的血管扩张<sup>[1]</sup>。热应激对肉鸡机体循环、呼吸、消化和泌尿等系统的功能影响很大,使血流动力学发生改变。罗炳德等<sup>[2]</sup>对兔进行了2 h的热暴露( $38 \pm 0.5$  °C,相对湿度 $(65 \pm 3)\%$ ),发现热暴露80 min后平均动脉压降至最低点,继之有一个短暂的回升,尔后迅速下降;裴凌等<sup>[3]</sup>的试验发现,短期预热应激( $42 \pm 1$  °C,15 min)可改善感染性休克大鼠的血流动力学,并对其肺损伤有明显的保护作用;Kregel等<sup>[4]</sup>发现,对大鼠进行热处理( $42$  °C,60 min)后,其平均颈动脉压升高;Gathiram等<sup>[5,6]</sup>的研究表明,猴子热应激( $41 \pm 0.3$  °C,相对湿度100%)后,在直肠温度升高至41.5 °C前其平均动脉压基本保持不变( $14.90 \pm 2.26$  kPa),但当直肠温度继续升高时其平均动脉压迅速下降。

综上所述,虽然外周循环压力是反映心血管系统功能的重要参数,但以往对热应激后外周循环压力变化的研究较少,而且主要见于兔、大鼠和猴子等试验动物,有关热应激对肉鸡血流动力学的影响迄今国内外未见报道。本试验对40只持续热应激肉鸡的股动脉压和其他生理指标的动态变化进行了检测,以进一步探讨肉鸡热应激发生发展规律,为防治热应激奠定理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 仪器、设备与试剂

360型生理多导仪(日本三荣公司生产);普及9DFC型孵化出雏两用机(北京市家禽孵化实验场制造);常规手术器械1套。 $38 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 柠檬酸钠。

### 1.2 试验动物分组及处理

60只商品代雄性AA肉仔鸡和饲料购自华都肉鸡公司,常规饲养及免疫。25日龄时随机分为2组,每组30只。对照组饲养于常温环境中( $21 \sim 24$  °C,相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ );试验组转入层叠式人工气候室(由普及9DFC型孵化出雏两用机改装; $40 \pm 0.5$  °C,相对湿度 $(70 \pm 5)\%$ )。分组后自由采食和饮水。

### 1.3 股动脉压测定

肉鸡转入人工气候室后第2,5和10 h,试验组和对照组每次各随机取5只,仰卧保定在手术台上。用 $50 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 盐酸普鲁卡因在左侧股内侧做皮下浸润麻醉。切开皮肤,分离股部肌肉,游离出左侧股动脉1.5 cm左右。结扎股动脉远心端,用止血钳夹住近心端,剪一楔形小口。将带有钝针头含有3.8%柠檬酸钠的导管沿心方向插入血管,然后结扎插入针头的血管,松开止血钳,将压力信号由传感器传输给多导仪显示压力波形,并记录压力值。

### 1.4 其他生理性指标的测定

肉鸡转入人工气候室的第2,5和10 h,动态检测试验组和对照组肉鸡的呼吸频率(RR)和直肠温度(RT)的变化。

### 1.5 肉鸡行为变化观察

肉鸡转入人工气候室后,连续动态观察并记录肉鸡行为变化。

### 1.6 数据处理

试验数据以平均值 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示。用SPSS 10.0软件进行数据处理:以One-Way ANOVA进行差异显著性比较;以Bivariate进行指标间相关性分析;用平均数作柱形图。

## 2 结果

### 2.1 股动脉压测定结果(表1)

1)热应激对肉鸡平均股动脉压(mFAP)、股动

表1 热应激对肉鸡股动脉压的影响

Table 1 The effects of heat - stress on the femoral artery pressure in broiler chickens

kPa

时间/h	对照组			试验组		
	FASP	FADP	mFAP	FASP	FADP	mFAP
2	19.42 $\pm$ 0.62	16.12 $\pm$ 0.66	17.22 $\pm$ 0.62	15.61 $\pm$ 1.26*	13.60 $\pm$ 1.46*	14.27 $\pm$ 1.39*
5	19.03 $\pm$ 0.93	16.11 $\pm$ 0.53	17.09 $\pm$ 0.63	16.00 $\pm$ 1.06*	13.60 $\pm$ 1.38*	14.40 $\pm$ 1.27*
10	18.61 $\pm$ 0.48	15.68 $\pm$ 0.47	16.66 $\pm$ 0.47	12.00 $\pm$ 1.49*	10.21 $\pm$ 1.66*	10.81 $\pm$ 1.59*

注: \*与对照组同期比较差异极显著  $P < 0.01$ ,  $n = 5$ ;下同。

脉收缩压(FASP)和股动脉舒张压(FADP)的影响。热暴露第 2、5 和 10 h 平均股动脉压、股动脉收缩压和股动脉舒张压极显著下降 ( $P < 0.01$ ), 10 h 时平均股动脉压、股动脉收缩压和股动脉舒张压下降幅度最大(分别下降 35.11%、35.52%和 34.89%)。

2) 热应激对肉鸡股动脉压最大变化速率 ( $\pm(dp/dt)_{max}$ ) 的影响(图 1)。热暴露后 10 h 股动脉收缩压最大变化速率 ( $+(dp/dt)_{max}$ ) 显著下降 ( $P < 0.05$ ), 由  $(51.36 \pm 20.27) \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$  下降为  $(32.72 \pm 4.85) \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 平均下降了 36.29%。热暴露后 2 和 5 h, 股动脉舒张压最大变化速率 ( $-(dp/dt)_{max}$ ) 显著下降 ( $P < 0.05$ ), 分别由  $(54.97 \pm 25.91)$ ,  $(53.49 \pm 22.94) \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$  下降为  $(31.88 \pm 5.49)$ ,  $(31.92 \pm 5.56) \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 平均下降了 42.00%和 40.33%; 热暴露后 10 h 时股动脉舒张压最大变化速率极显著下降 ( $P < 0.01$ ), 由  $(58.65 \pm 18.49) \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$  下降为  $(18.09 \pm 4.66) \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 平均下降了 69.16%。

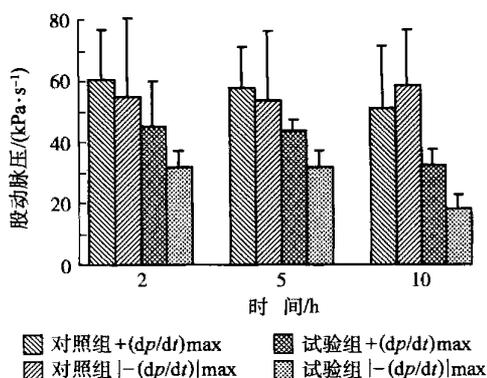


图 1 热应激对肉鸡股动脉压最大变化速率的影响

Fig. 1 The effects of 40 °C heat-stress on the  $\pm(dp/dt)_{max}$  of femoral artery pressure (FAP) in broiler chickens

## 2.2 其他生理指标测定结果(表 2)

热暴露后第 2、5 和 10 h, 试验组肉鸡呼吸频率极显著升高 ( $P < 0.01$ ), 但随热暴露时间的增加有明显降低趋势: 第 2 小时时呼吸频率最高, 为  $(205.40 \pm 9.86) \text{ 次} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 到第 10 小时降为  $(137.00 \pm 6.12)$

表 2 热应激对肉鸡呼吸频率和直肠温度的影响

Table 2 The effect of heat-stress on respiration rate and rectal temperature in the broiler chickens

时间/h	呼吸频率/ ( $\text{n} \cdot \text{min}^{-1}$ )		直肠温度/	
	21~24 条件	(40 ±0.5) 条件	21~24 条件	(40 ±0.5) 条件
2	37.40 ±3.91	205.40 ±9.86*	41.18 ±0.19	43.20 ±0.50*
5	36.80 ±3.11	181.60 ±7.77*	41.02 ±0.31	42.78 ±0.26*
10	37.40 ±3.21	137.00 ±6.12*	41.12 ±0.55	42.60 ±1.06*

次  $\cdot \text{min}^{-1}$ 。试验组肉鸡热暴露第 2、5 和 10 h 体温极显著升高 ( $P < 0.01$ )。

## 2.3 肉鸡行为变化

热暴露 25 min 后试验肉鸡开始热喘息(呼吸频率明显加快并伸颈张嘴呼吸), 鸡冠发红、羽毛蓬松、翅膀伸展、食欲减退; 热暴露 2~5 h, 饮欲增强, 热应激肉鸡烦躁不安, 2 只死亡; 热暴露 5~10 h, 热应激肉鸡冲撞四壁或伏地喘息, 死亡率显著升高, 10 h 时死亡率达 85%。对照组未见异常。

## 2.4 肉鸡平均股动脉压与其他指标的相关性

平均股动脉压与呼吸频率、体温极显著负相关 ( $P < 0.01$ ,  $n = 30$ ), 相关系数分别为 -0.623 和 -0.642。

## 3 讨 论

以往有关热应激的研究大多为短时间的固定温度热暴露<sup>[2,3]</sup>或模拟炎热季节昼夜温度变化的循环

热暴露<sup>[7~9]</sup>, 涉及热应激后血流动力学变化的研究较少, 而且主要见于兔、大鼠和猴子等试验动物<sup>[2~6]</sup>。迄今为止, 关于热应激对肉鸡动脉压的影响国内外未见报道。本试验对 25 日龄商品代 AA 肉仔鸡进行持续 10 h 热应激 ( $(40 \pm 0.5)$  °C, 相对湿度  $(70 \pm 5)\%$ ), 发现肉鸡股动脉压及相关指标发生了极大的变化。

## 3.1 热应激引起肉鸡股动脉压显著下降

热暴露 2、5 和 10 h, 肉鸡平均股动脉压、股动脉收缩压和股动脉舒张压极显著下降; 10 h 时平均股动脉压、股动脉收缩压和股动脉舒张压下降幅度最大, 分别下降 35.11%、35.52%和 34.89%。与对照组比较, 在热暴露后, 试验组肉鸡股动脉收缩压比股动脉舒张压下降幅度大(表 1), 因而热暴露后肉鸡的脉搏压明显降低。股动脉压如此显著下降(大于 1/3), 类似于人的低血压<sup>[10]</sup>。人的低血压可引起一系列不适症状, 有动脉硬化和冠心病的患者, 可诱

发抽搐和心绞痛,若及时发现和处理,可导致心脏骤停<sup>[11]</sup>。由此可见,40℃持续热应激对肉鸡心血管及其他系统的功能造成严重影响;由于这种影响是在数小时内完成的,肉鸡难以进行代偿和适应,因此对肉鸡是致命的。从本试验结果分析,40℃持续热应激使肉鸡出现羽毛蓬松,翅膀伸展,食欲减退,精神沉郁等行为改变,是肉鸡出现低血压的表现。肉鸡在短时间内血压极显著降低,可能是肉鸡死亡(85%)的主要原因之一。

由于肉鸡生长发育快、代谢旺盛、无汗腺,在高温环境中主要靠热喘息增加呼吸次数和扩张体表毛细血管进行散热,因此在本试验中,肉鸡股动脉压显著下降的主要原因是血管扩张。影响血管舒缩的因素很多,如交感-肾上腺素轴,它对心血管系统有强大的舒缩作用。另外,NO和心钠素(ANP)也会影响血管舒缩。以前的研究表明,在热应激和一些疾病条件下,NO的合成明显升高,且在体内的病理生理过程中起着重要的作用<sup>[2,12,13]</sup>;罗炳德等<sup>[2]</sup>认为,在热应激约1h后,NO浓度开始升高。心钠素(ANP)是由心脏产生和分泌的一种循环激素,它具有强大的利钠、利尿、扩张血管和降低血压的作用<sup>[14,15]</sup>。本试验中,究竟哪种因素对肉鸡股动脉压的影响为主,有待进一步研究。

### 3.2 热应激肉鸡股动脉压最大变化速率变化显著

股动脉压最大变化速率( $\pm(dp/dt)_{max}$ )反映股动脉收缩压和舒张压的变化情况,股动脉收缩压最大变化速率与左心收缩功能密切相关,股动脉舒张压最大变化速率与股动脉血管的弹性回缩功能密切相关。本研究中,热暴露后10h肉鸡股动脉收缩压最大变化速率( $+(dp/dt)_{max}$ )显著下降( $P < 0.05$ )。热暴露后2和5h使股动脉舒张压最大变化速率( $-(dp/dt)_{max}$ )显著下降( $P < 0.05$ );热暴露后10h时其股动脉舒张压最大变化速率极显著下降( $P < 0.01$ ),由 $(58.65 \pm 18.49) \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 下降为 $(18.09 \pm 4.66) \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$ ,平均下降了69.16%。热暴露后肉鸡股动脉压最大变化速率特别是股动脉舒张压最大变化速率的显著或极显著下降,说明其心血管系统的功能受到严重影响。

## 4 小结

40℃持续热暴露,使肉鸡的股动脉压极显著下降;股动脉压短时间内极显著下降可能为肉鸡死亡的主要原因之一。

## 参 考 文 献

- [1] 刘瑞生. 肉鸡热应激研究进展[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2001, (3): 5~6
- [2] 罗炳德, 陈光忠, 王红芹. 急性热应激联合创伤对兔血浆一氧化氮及平均动脉压的影响[J]. 中国工业医学杂志, 2002, 15(5): 257~259
- [3] 裴凌, 胡杰, 王俊科, 等. 热应激反应对感染性休克大鼠肺损伤的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 1999, 19(8): 486~488
- [4] Kregel K C, Johnson D G, Tipton C M, et al. Arterial baroreceptor reflex modulation of sympathetic-cardiovascular adjustments to heat stress[J]. Hypertension, 1990, 15(5): 497~504
- [5] Gathiram P, Wells M T, Raidoo D, et al. Portal and systemic plasma lipopolysaccharide concentrations in heat-stressed primates[J]. Circ Shock, 1988, 25(3): 223~230
- [6] Gathiram P, Gaffin S L, Brock-Utne J G, et al. Prophylactic corticosteroid suppresses endotoxemia in heat-stressed primates[J]. Aviat Space Environ Med, 1988, 59(2): 142~145
- [7] 倪于明, 刘彩霞, 周毓平. 高温应激对肉仔鸡的影响及补钙的效果研究[J]. 畜牧兽医学报, 1998, 29(4): 339~344
- [8] 宁章勇, 刘思当, 赵德明, 等. 热应激对肉仔鸡呼吸、消化和内分泌器官的形态和超微结构的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2003, 34(6): 558~561
- [9] 江逆, 吴中红, 王新谋, 等. 高温对耐热和不耐热蛋鸡体温的影响[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(3): 102~106
- [10] 江锦琦. 老年低血压的危害与防治[J]. 解放军健康, 1994(6): 16
- [11] 马立萍. 老年血液透析低血压的观察及防治[J]. 中国血液净化, 2003, 2(5): 278~280
- [12] Kregel K C, Kenney M J, Massett M P, et al. Role of nitrosyl factors in the hemodynamic adjustments to heat stress in the rat[J]. Am J Physiol, 1997, 273(3 Pt 2): H1537~1543
- [13] Manukhina E B, Pokidyshev D A, Maleniuk E B, et al. The protective effect of nitric oxide in heat shock[J]. Izv Akad Nauk Ser Biol, 1997(1): 54~58
- [14] De Bold A J, Borenstein H B, Veress A T, et al. A rapid and potent natriuretic response to intravenous injection of atrial extracts in rats[J]. J Am Soc Nephrol, 2001, 12(2): 403~409
- [15] 万为人, 邱仞之, 华旭初. 热应激兔血浆心钠素和血管紧张素含量的动态观察[J]. 工业卫生与职业病, 1999, 25(2): 91~94