西北农业学报 2019,28(7):1061-1067
Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica

网络出版日期:2019-07-13 doi:10.7606/j.issn.1004-1389.2019.07.005
网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20190712.0855.006.html

基于HRV指标变化监测昆明犬的运动效果及工作表现

徐 虎,黄庆国,马卫国,李居东,曹 剑,李 杰

(公安部昆明警犬基地警犬行为学研究室,昆明 650204)

摘 要 旨在研究昆明犬运动前后心率变异性(HRV)的特点,为评估昆明犬在运动状态下的工作表现及效果提供理论依据。选取8头搜索类专业训成昆明犬,在跑步机上以6 km/h的时速运动10 min,分别采集运动前、后的HRV值,分析运动前后各指标差异及其与工作成绩的相关性。结果显示,运动后SDNN(R-R间距标准差)和RMSSD(相邻R-R间距之差的均方根值)指标与运动前差异显著,平均R-R间距与工作成绩显著相关;运动后时域指标SDNN、RMSSD和平均R-R间距与工作成绩显著相关,其中平均R-R间距与工作成绩显著负相关;非线性指标SD1(全部正常2个R波的标准差Y)和SD2(全部正常2个R波的标准差X)与工作成绩显著相关;运动后最低R-R间距、平均R-R间距、最高R-R间距和PNN50极显著低于运动前;运动前、后迷走神经指标SDNN、RMSSD、SD1等与工作成绩极显著相关;运动后非线性指标SD1、SD2比运动前略微上升,但差异不显著。表明昆明犬运动前、后迷走神经活性占主导地位,是影响工作犬工作状态的主要因素。

关键词 昆明犬;心率变异性;运动效果;工作表现

中图分类号 S829.2 **文献标志码** A **文章编号** 1004-1389(2019)07-1061-07

心率变异性(Heart rate vail-rability,HRV)指逐次心跳R-R间期(瞬时心率)不断波动的现象,是一种用于研究心脏自主神经功能的非侵入性指标,HRV分析是将R-R间期或者每个心动周期的心率变化数量化,并以此反映自主神经系统活性和定量评估心脏交感神经与迷走神经张力及其平衡性[1-4]。HRV时域测定分析方法是以RR期间的变异为基础,可用标准差、方差、极差、变异系数等来表达。常用指标为所有窦性RR期间的标准差(SDNN);每5 min窦性RR期间均值的标准差(SDANN);所有邻近窦性RR期间长度差异平方均值的平方根(R-MSSD);毫秒间隔以上临近周期的比例(PNN50:50),单位为百分数。还包括非线性指标,全部正常R-R间距的标准差Y-SD1、全部正常R-R间距的标准差X-SD2、最大R-R间距、平均R-R间距和最低R-R间距等指标。HRV是一种无损、且被公认的灵敏性指标,已广泛应用于多个领域。昆明犬是中国自主培育的优秀工作犬品种,已在全国各地公安机关及其他相关工作犬应用领域全面推广使用[5-7]。昆明犬具有服从性好、耐力持久、警觉性高、胆大凶猛、衔取欲强、嗅觉灵敏等特点,在物证搜索、气味鉴别、搜毒搜爆、追踪抓捕、防暴救援等专业领域使用效果突出,在警犬技术专业中被誉为“万能犬”[8-12]。研究发现,HRV与交感神经的兴奋性提高、迷走神经的兴奋性降低有关,通过监测HRV能预测心律失常甚至致命性的心律失常[13-14]。由于HRV的非侵入性,在体育界得到高度重视,并已作为评估体育运动员心理水平、机能状态和竞赛能力的重要手段。

目前,国内外对工作犬警用性能的研究大多集中在表型行为性状方面,对工作犬心率变异性与警用性能行为性状方面的关联研究较少。随着警犬技术的不断发展,对犬只机能状态的研究就显得尤为重要。本研究基于HRV检测昆明犬的警用性能,研究安静状态及运动后HRV各指标

收稿日期:2018-09-10 **修回日期**:2018-12-23

基金项目:公安部科技强警基础工作专项(2016GABJC037);公安部技术研究计划(2017JSYJA06);公安部科技研究计划(2017JSYJB04)。

第一作者:徐 虎,男,研究实习员,从事警用犬的种质资源和警用行为研究。E-mail:1114381755@qq.com

通信作者:李 杰,男,副研究员,主要从事警用犬的种质资源和警用行为研究。E-mail:29959216@qq.com

变化对昆明犬机能状态及警用性能表现的影响，探索迷走一交感神经均衡性的制约机制，为监测工作犬警用性能及其实战应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验对象为昆明警犬基地1岁左右8头昆明犬（公犬，搜索类专业），所有犬均由同一教官带班训练3个月并考核合格以上，统一饲养管理。测试设备包括 konlega 跑步机 10 台，均加装护栏；拉杆箱包50个。全部测试均在室内进行。

1.2 测试仪器及指标

HRV 指标的采集测定使用法国 Emka Technologies 公司动物遥测—EMKApack 4G 无创生理信号遥测系统（配套采集软件 IOX 2.9.4.14、分析软件 ecgAUTO v3.3.0.22）。该系统采用无创式远程遥测动物生理指标，可以采集动物的心电、血压、胸/腹呼吸、体温和活动度等数据。采集时将心电电极紧贴犬胸部心脏位置（心电Ⅰ导联、心电Ⅱ导联），连接生理信号传感器，即可开始测定不同状态下的心电图。通过分析软件 ecgAUTO v3.3.0.22 分析 HRV 指标。采用 The Observer XT 12.0 视频采集分析系统记录工作成绩。

1.3 方 法

1.3.1 运动前（安静自由状态）数据采集 将试验犬带到室内测试区，穿戴 EMKApack 4G 设备，连接采集软件，并测试设备运行及数据传输状态，让试验犬在无逗引状态下安静 10 min 后，标记采集起点并采集数据，持续采集 10 min。

1.3.2 运动后（疲劳状态）数据采集 将试验犬带到室内，穿戴 EMKApack 4G 设备，连接采集软件，并测试设备运行及数据传输状态，让试验犬在跑步机上以 6 km/h 的时速运动 10 min 后，标记运动后数据采集起点，持续采集 5 min。

1.3.3 运动前、后工作成绩测定 分别在运动前、后两个状态下数据采集结束后，让犬对 20 m×10 m 室内场的 10 个箱包物进行自由搜索（1个目标所求物，9个干扰物），从同一起点开始搜索，搜索到目标物结束，记录搜索时间。在搜索时犬的运动速度不高于 6 km/h。

1.3.4 试验犬交叉分组 把8头试验犬随机分为A、B两组，每组4头。第1天上午A组运动前试验、B组运动后试验，下午A组运动后试验、B组运动前试验；第2天上午B组运动前试验、A组运动后试验，下午B组运动后试验、A组运动前试验，依次交叉、连续测试6 d。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Office Excel 2007 进行数据统计整理，用 SPSS 19.0 软件进行数据差异性及相关性分析，组间比较采用配对 t 检验，采用 Spearman 秩进行相关分析。结果以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 运动前后 HRV 各指标对比

由表1可知，以 6 km/h 的时速运动 10 min 后，运动后时域指标 PNN50 比运动前极显著下降（$P<0.01$）；SDNN 和 RMSSD 指标与运动前差异显著（$P<0.05$）。结合昆明犬运动前后与工作成绩的差异性（表2），说明运动导致时域指标变化，反映出体能与工作成绩具有一定相关性，也表明通过监测运动前后的时域指标可以反映犬的工作状态和能力反应，犬运动前后的时域指标越接近，越能保持更好的工作能力，反之，要使工作犬保持较好的动力，在高强度的工作中表现出好成绩，加强体能训练提高体能储备是有效的手段。

表1 昆明犬运动前后时域指标差异

Table 1 Differences of time domain indicators before and after exercise of Kunming Canine

指标 Indicator	运动前 Before exercise	运动后 After exercise
SDNN/ms	53.34±31.51 a	41.37±47.60 b
RMSSD/ms	50.58±32.74 a	40.12±49.21 b
PNN50/%	28.56±10.25 A	12.43±11.28 B

注：同行不同小写字母表示差异显著（$P<0.05$）；不同大写字母表示差异极显著（$P<0.01$）。下同。

Note: in the same rows, values with different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$), differrent uppercase letters mean significant difference($P<0.01$). The same below.

由表2可知，运动后非线性指标 SD1 和 SD2 比运动前略微上升，但差异不显著（$P>0.05$）。说明非线性指标 SD1 和 SD2 虽有变化，但只能作为监测工作犬运动效果的辅助参考指标。

由表3可知，运动后最低 R-R 间距、平均 R-R 间距及最高 R-R 间距比运动前极显著降低（$P<0.01$）。运动使 R-R 间期产生明显变化，结合昆明犬运动前后与工作成绩的差异性，也能反映出运动变化与工作成绩具有一定的相关性。同

样说明犬的工作状态和能力可以通过对运动前后 R-R 间期间的大小来反映，犬运动后的最低 R-R 间距、平均 R-R 间距及最高 R-R 间距等指标越接近运动前的，说明犬越具备更好的工作能力。

表 2　昆明犬运动前后非线性指标差异

Table 2　Differences of nonlinear indicators before and after exercise of Kunming Canine　ms

指标 Indicator	运动前 Before exercise	运动后 Before exercise
SD1	45.64±31.23	39.26±46.57
SD2	74.89±37.14	65.46±41.81

表 3　昆明犬运动前后 R-R 间期指标差异

Table 3　Differences of R-R interval indicators before and after exercise of Kunming Canine

指标 Indicator	运动前 Before exercise	运动后 Before exercise
最低 R-R 间距/min RR spacing	417.23±105.66 A	238.91±41.50 B
平均 R-R 间距/ms RR spacing	558.39±176.52 A	367.88±131.72 B
最高 R-R 间距/ms RR spacing	614.72±104.87 A	483.74±152.37 B

由表 4 可知，运动后工作成绩比运动前极显著降低（$P<0.01$）。表明训练成熟工作犬的工作成绩与体能状态密切相关。结合实际工作也可看出，工作犬在工作初期表现出高度的积极性，随着工作强度的增大及工作时间的延长，积极性降低。有的犬甚至出现消极怠工，对指令不服从，对所求物不感兴趣的情况。另一种表象是，当犬主在日常训练中注重犬的体能锻练，所携带的工作犬在工作时，工作时间会更长，搜索所求物的成功率会更高，但这有待进一步完善试验方案来证实。

结果表明所有犬在运动前、后的时域指标 PNN50、SDNN、RMSSD，运动后的非线性指标 SD1、SD2 和运动后的最低 R-R 间距、平均 R-R 间距及最高 R-R 间距等都出现相应的变化，说明运动产生的生理变化在一定程度上影响犬的工作能力。

2.2　运动前后 HRV 各指标与成绩的相关性

由表 5 和表 6 可以看出，运动前后 HRV 各项指标与犬的成绩相关。运动前，时域指标 SDNN、RMSSD 和 PNN50 与成绩极显著相关（$P<0.01$），平均 R-R 间距与成绩显著相关（$P<0.05$）；非线性指标 SD1 和 SD2 与成绩极显著相关（$P<0.01$）；运动后，时域指标 SDNN、RMSSD 和平均 R-R 间距与成绩显著负相关（$P<0.05$），平均 R-R 间距与成绩显著负相关（$P<0.05$）；非线性指标 SD1 和 SD2 与成绩显著负相关（$P<0.05$）；最高 R-R 间距 RR 与成绩极显著负相关（$P<0.01$）。

运动前 HRV 各项指标与犬的成绩正相关，而运动后 HRV 各项指标与犬的成绩呈负相关。初步表明运动产生的过度疲劳导致犬的副交感神经及交感—迷走神经的不均衡性，致使犬精神状态不佳，工作能力下降。结合工作犬在实战中的应用来看，犬在工作状态下需要保持较高的兴奋性，但过度兴奋及因过度疲劳导致 HRV 各项指标的差异性变化，都会对工作犬的使用产生一定困扰，前期的过度兴奋会让犬对所求物频繁产生错反应，而过度疲劳则让犬对所求物不产生反应。加强犬的体能训练，并监测 HRV 各项指标的变化，对于如何让工作犬在工作中保持交感—迷走神经均衡，饱有较好工作状态，是目前较好的方法。

表 4　昆明犬运动前后工作成绩的差异

Table 4　Differences ofKunming Canine's performance before and after exercise

指标 Index	运动前 Before exercise	运动后 Before exercise
对 10 个箱包中一个目标物搜索时间/s Search time for one target of 10 bags	45.14±21.60 A	86.23±38.93 B

3　讨　论

3.1　运动对 HRV 变化的影响

工作犬的工作，绝大多数是在运动状态下完成的，尤其是野外作业时。研究发现，工作犬一旦进入备战状态，神经可能处于紧张状态，除周围环境的压力以外，其自身还会因条件反射影响，造成心理和生理上的一些压力，以及由于运动产生的肌体反应，从而影响 HRV 的变化。陈柯萍[15]研究发现，心率变异性中的 RMSSD、SDNN、PNN50 和 SD1 等指标与副交感神经活动有关，VFL、LF 和 LFNU 等指标与交感神经活动有关，SD2 和 LF/HF 则反映交感—迷走神经的均衡性。本研究根据犬运动前后心率变异性中各指标的变化也可初步分析交感和迷走神经的变化，为下一步深入监测犬在工作中生理指标的变化做前期探索。

表 5 运动前 HRV 各指标与成绩相关性

Table 5 HRV indicators and performance correlation before exercise

指标 Indicator	R-R 间距 R-R spacing	相邻 R-R 间距 Adjacent R-R spacing	相邻心搏 2 R 波间距之差 Difference between the two R wave spacings of adjacent heart beats	全部正常 2 个 R 波的标准差 All normal two R waves standard deviation (*Y*) SD1	全部正常 2 个 R 波标准差 All normal two R waves standard deviation (*X*) SD2	最低 R-R 间距 RR Minimum R-R spacing	平均 R-R 间距 Average R-R spacing	最高 R-R 间距 Highest R-R spacing	成绩 Grade
R-R 间距 R-R spacing	1.00	0.94**	0.78**	0.94**	1**	0.08	0.24	0.63**	0.71**
相邻 R-R 间距 Adjacent R-R spacing		1.00	0.79**	e**	0.91**	0.14	0.36*	0.41*	0.69**
相邻心搏 2 R 波间距之差 Difference between two R wave spacing of adjacent heart beats			1.00	0.84**	0.74**	0.19	0.27	−0.08	0.57**
全部正常 2 个 R 波的标准差 All normal two R waves standard deviation(*Y*) SD1				1.00	0.94**	0.16	0.39*	0.40*	0.66**
全部正常 2 个 R 波 标准差 All normal two R waves standard deviation(*X*) SD2					1.00	−0.08	0.23	0.57**	0.63**
最低 R-R 间距 Minimum R-R						1.00	0.88**	−0.07	0.08
平均 R-R 间距 Average R-R spacing							1.00	−0.27	0.41*
最高 R-R 间距 Highest R-R spacing								1.00	0.09
成绩 Grade									1.00

表 6 运动后 HRV 与成绩相关性

Table 6 HRV and performance correlation after exercise

指标 Indicator	R-R 间距 R-R spacing	相邻 R-R 间距 Adjacent R-R spacing	相邻心搏 2 R 波间距之差 Difference between the two R wave spacings of adjacent heart beats	全部正常 2 个 R 波的标准差 All normal two R waves standard deviation (*Y*) SD1	全部正常 2 个 R 波标准差 All normal two R waves standard deviation (*X*) SD2	最低 R-R 间距 RR Minimum R-R spacing	平均 R-R 间距 Average R-R spacing	最高 R-R 间距 Highest R-R spacing	成绩 Grade
R-R 间距 R-R spacing	1.00	0.94**	0.57**	0.95**	0.99**	0.07	−0.25	0.42**	−0.39*
相邻 R-R 间距 Adjacent R-R spacing		1.00	0.60**	1**	0.91**	0.14	−0.28	0.30	−0.37*
相邻心搏 2 R 波间距之差 Difference between two R wave spacings of adjacent heart beats			1.00	0.63**	0.55**	0.38*	0.23	0.42*	−0.28
全部正常 2 个 R 波的标准差 All normal two R waves standard deviation(*Y*) SD1				1.00	0.96**	0.12	−0.24	0.28	−0.34*
全部正常 2 个 R 波 标准差 All normal two R waves standard deviation(*X*) SD2					1.00	0.05	−0.16	0.38*	−0.39*
最低 R-R 间距 Minimum R-R						1.00	0.23	0.21	−0.12
平均 R-R 间距 Average R-R spacing							1.00	0.05	−0.41*
最高 R-R 间距 Highest R-R spacing								1.00	−0.43**
成绩 Grade									1.00

屈成刚[16]的研究表明,球员的表现好坏与 SDNNTP 和 TP 指标有关,表现较差的球员,其 SDNNTP 与 TP 指标较低,表明当赛前迷走神经指标、PNN50、TP SDNN 和 RMSSD 高于基础值时,运动员处于无疲劳状态。本研究中犬运动前比运动后 PNN50 显著降低,说明工作犬在运动前状态良好,但在运动后产生疲劳,导致运动前、后工作成绩的差异。结合工作犬在同等运动量下的行为表现得知,不同犬只因其疲劳程度的差异,所表现出来的工作状态完全不一致,疲劳程度越小,工作状态越好。本研究结果表明疲劳影响 HRV,反之,监测犬的 HRV 指标也可以指导工作犬在实际工作中的应用。

3.2　HRV 变化对昆明犬工作表现的影响

自主神经系统活性状态是决定赛事动物竞技表现是否良好的重要因素之一。程洁等[17]研究 HRV 变化对伊犁马竞技状态的影响时发现,若自主神经在稳定平衡状态或略倾向于交感神经活性时,有助于竞赛中取得好成绩。本研究结果与此一致,通过运动前、后迷走神经的活性监测,在一定程度上反映出工作犬的工作表现,运动前 SDNN、RMSSD、PNN50、TP 和 SD1 等反映迷走神经的指标与工作成绩极显著相关。本研究结果也表明,自主神经系统的平衡状态影响工作犬的工作表现,这为运用 HRV 指标评估犬工作表现提供理论依据。李长永[18]在研究中发现,比赛成绩与运动员的心理状态存在关联,赛前心理状态越稳定的,比赛得分越高。目前,工作犬的状态和情绪与工作表现的关系研究较少,本研究运用 HRV 指标研究工作犬自主神经系统,探析工作犬在工作中运动前、后疲劳状态以及心理变化,预判出工作犬的工作表现,为警犬技术工作者进一步根据迷走神经指标变化评估工作犬的状态,提高犬的使用效益指明突破方向。

4　结　论

昆明犬运动后平均 R-R 间距、最低 R-R 间距、最高 R-R 间距和 PNN50 极显著低于运动前,运动前、后迷走神经 SDNN、RMSSD 和 SD1 等指标与成绩极显著相关,运动前、后迷走神经活性的变化程度,是影响工作犬工作状态的主要因素。通过监测工作犬 HRV 变化能有效监控工作犬的运动效果及工作表现,为提高工作犬的使用效益提供前期理论依据。

参考文献　Reference:

[1] PLEWS D J, LAURSE P B, KILDING A E, *et al*. Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison[J]. *European Journal of Applied Physiology*, 1992, 112(11): 3729-3741.

[2] PLEWS D J, LAURSE P B, KILDING A E, *et al*. Evaluating training adaptation with heart-rate measures: a methodological comparison[J]. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 2013, 8(6): 688.

[3] MALLIANI A, PAGANI M, LOMBARDI F, *et al*. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain [J]. *Circulation*, 1991, 84(2): 482.

[4] DREIFUS L S, AGARWAL J B, BOTVINICK E H, *et al*. Heart rate variability for risk stratification of life-threatening arrhythmias[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 1993, 22(3): 948-950.

[5] 黎立光,强京宁,宋兴国,等. 昆明犬的研究综述[J]. 中国工作犬业,2007(1):13-15.
LI L G, QIANG J N, SONG X G, *et al*. A review of the study of Kunming dogs[J]. *China Working Dog Industry*, 2007(1): 13-15.

[6] 宋兴国,强京宁,黎立光,等. 昆明犬复壮提高研究报告[J]. 养犬,2006(2):3-5.
SONG X G, QIANG J N, LI L G, *et al*. Research report on Kunming dog rejuvenation improvement [J]. *Kennel*, 2006 (2): 3-5.

[7] 宋兴国. 中国昆明犬[M]. 昆明:云南科技出版社 1997:138-175.
SONG X G. Zhongguo Kunming Quan[M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 1997: 138-175.

[8] 程鲁光,黎立光,彭建国,等. 昆明犬遗传资源保存体系研究[J]. 中国农学通报,2009(24):32-34.
CHENG L G, LI L G, PENG J G, *et al*. Study on the preservation system of Kunming dog genetic resources[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2009(24): 32-34.

[9] 李　杰,彭建国,黎立光,等. 昆明犬选育及导入外血改良前后繁殖性能的比较分析研究[J]. 云南农业大学学报,2009(1):59-62.
LI J, PENG J G, LI L G, *et al*. Comparative analysis of reproductive performance of Kunming dogs before and after introduction of external blood for improvement[J]. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 2009(1): 59-62.

[10] 李　杰,黎立光,宋兴国,等. 从选育措施探讨昆明犬复壮改良效果[J]. 养犬,2007(1):17-18.
LI J, LI L G, SONG X G, *et al*. Discussion on the improvement effect of Kunming dogs rejuvenation from breeding measures[J]. *Raising Dogs*, 2007(1): 17-18.

[11] 李 杰,唐树生,彭建国,等.昆明犬各家系繁育后代警用性能数据的采集与分析[J].中国农学通报,2012(11):39-42.
LI J,TANG SH SH,PENG J G,*et al*. Collection and analysis of police performance data of breeding offspring of Kunming dogs[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*,2012(11):39-42.

[12] 李 杰,唐树生,张跃骏,等.昆明犬繁育后代训练考核成效与种群警用性能的相关性探析[J].广东农业科学,2012(2):95-97.
LI J,TANG SH SH,ZHANG Y J,*et al*. Analysis of the correlation between the training and evaluation results of Kunming dogs breeding and the police performance of the population[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*,2012(2):95-97

[13] 吴坤生.心率变异性与心力衰竭病人房性心律失常发生的关系探讨[J].中西医结合心脑血管病杂志,2016,14(3):293-296.
WU K SH. The relationship between heart rate variability and atrial arrhythmia in patients with heart failure[J]. *Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine*,2016,14(3):293-296.

[14] 崔吉宏,张金蓉.心率变异性与老年冠心病者严重心律失常的相关性[J].海南医学,2016,27(13):2187-2189.
CUI J H,ZHANG J R. Correlation between heart rate variability and severe arrhythmia in elderly patients with coronary heart disease[J]. *Hainan Medical Journal*,2016,27(13):2187-2189.

[15] 陈柯萍.心率变异性的临床研究[D].北京:中国协和医科大学,1997.
CHEN K P. Clinical study of heart rate variability [D]. Beijing:China Union Medical University,1997.

[16] 屈成刚.世居高原中长距离自行车运动员赛前心率变异性变化特征分析[J].辽宁体育科技,2015(6):36-39.
QU CH G. Analysis of the change characteristics of heart rate variability of long distance cyclists in the world plateau[J]. *Liaoning Sports Science and Technology*,2015(6):36-39.

[17] 程 洁,孟 军,曾亚琦,等.采用心率变异性指标监控伊犁马热身效果及竞赛表现[J].新疆农业科学,2018,55(4):754-762.
CHENG J,MENG J,ZENG Y Q,*et al*. Monitoring heart rate variability and monitoring performance of Yili horse[J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*,2018, 55(4):754-762.

[18] 李永长.越南足球运动员赛前心理状态与比赛成绩相关性分析[J].中国体育教练员,2017(1):63-64.
LI Y CH. Correlation analysis of vietnamese football players' psychological state and competition performance before the match[J]. *Chinese Sports Coach*,2017(1):63-64.

Monitoring of Exercise Effect and Performance of Kunming Canine Based on Changes of HRV Indicators

XU Hu,HUANG Qingguo,MA Weiguo,LI Judong, CAO Jian and LI Jie

(Kunming Police Dog Base of the Ministry of Public Security, Police Dog Behavior Research Laboratory, Kunming 650204, China)

Abstract The purpose of this study is to investigate the characteristics of HRV (Heart rate vail-rability) of Kunming Canine before and after exercise, and to provide a theoretical basis for evaluating the performance and effect of Kunming Canine in sports. Eight professional search canines were selected to be trained as Kunming Canine, and they were exercised on a treadmill at a speed of 6 km per hour for 10 minutes. The pre-exercise and post-exercise values of HRV were collected, and the differences of indicators before and after exercise and their correlation with work performance were analyzed. The results showed that the indicators of SDNN (standard deviation of RR spacing) and RMSSD (root mean square of the difference between adjacent RR spacing) were significantly different from those before exercise, and the average RR spacing was significantly correlated with the results; the time domain indicators after exercise were SDNN, RMSSD. The average RR interval was significantly correlated with the score, and the average RR interval had significantly negative correlation with the score; Non-linear indices SD1 (standard deviation Y of all normal 2 R waves) and SD2 (all normal 2 R wave standard deviations X) were significantly correlated with scores; the lowest RR interval after exercise, the average RR interval, the highest RR interval, PNN50 were significantly lower than before exercise; the indicators of SDN, RMSSD, SD1 in vagus nerve before and after exercise were significantly correlated with the score; compared with performance before exercise, nonlinear index SD1 , SD2 increased slightly after the exercise , but there was no significant change. In conclusion, the vagal activity of Kunming Canine before and after exercise is dominant, which is the main factor affecting the performance of working Canine.

Key words Kunming Canine; Heart rate vail-rability; Exercise effect; Work performance

Received 2018-09-10 **Returned** 2018-12-23

Foundation item Special Program of Foundation Work for Strong Police with Science and Technology,Ministry of Public Security (No. 2016GABJC037); Research Program of Ministry of Public Security (No. 2017JSYJA06); Science and Technology Research Program of Ministry of Public Security (No. 2017JSYJB04).

First author XU Hu,male,research assistant. Research area:germplasm resources and behaviors of police dogs. E-mail:1114381755@qq. com

Corresponding author LI Jie,male,associate research fellow. Research area:germplasm resources and behaviors of police dogs. E-mail:29992216@qq. com

(责任编辑:顾玉兰 **Responsible editor:GU Yulan**)