



30只普通绵耳狨猴血液学和血清生化指标的测定及分析

滕永康, 丛日旭, 刘云波*

(中国医学科学院医学实验动物研究所, 北京协和医学院比较医学中心, 北京 100021)

【摘要】 目的 检测30只普通绵耳狨猴的血液学、血清生化指标,对雌雄性别组间进行检验,与狨猴和猕猴测定值比对。方法 保持动物清醒状态,后肢静脉采血,应用全自动血细胞分析仪及血液生化分析仪分别测定血液学及血清生化指标,测定结果与狨猴和猕猴相关数据进行比较。结果 血液学指标中,雌雄组间各指标差异无显著性。血清生化检测中雌猴组与雄猴组差异有显著性的指标有高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)($P < 0.05$),其他指标差异无显著性,对比国外狨猴群体,本单位饲养的狨猴群体的血红蛋白(HGB)、红细胞平均血红蛋白浓度(MCHC)、中性粒细胞(NEUT)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)、球蛋白(GLOB)指标数据明显升高,但与猕猴数据测定值范围相符。结论 对本单位饲养的普通绵耳狨猴的血液学和血清生化指标进行测定,并与狨猴和猕猴相关数据进行比较,为药理、毒理研究以及狨猴疾病诊疗提供基础数据。

【关键词】 普通绵耳狨猴;血液学指标;血清生化指标

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2018) 05-0070-05

doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2018.05.013

Detection and analysis of hematological and serum biochemical indices of thirty common marmosets

TENG Yongkang, CONG Rixu, LIU Yunbo*

(Institute of Laboratory Animal Sciences, Chinese Academy of Medical Sciences (CAMS); Comparative Medicine Center, Peking Union Medical College (PUMC), Beijing 100021, China)

【Abstract】 **Objective** To examine hematological and biochemical parameters in 30 common marmosets, count the mean and standard deviations of each index, and analyze significant differences between female and male groups. Additionally, data from marmosets and macaque breeding were compared. **Methods** Blood was collected through the posterior limb vein while animals were awake. Hematology and serum biochemical indices were then measured with an automatic blood cell analyzer and blood biochemical analyzer, followed by statistical testing. **Results** No significant differences were measured in hematological indices between male and female groups. There was a significant difference between the female and male group in serum biochemical indices including high-density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) and low-density lipoprotein-cholesterol (LDL-C) ($P < 0.05$). Compared with the foreign marmoset group, HGB, MCHC, NEUT, ALT, AST, and GLOB were visibly increased in the group of marmosets fed by our institution, but in accordance with the data range in rhesus monkeys. **Conclusions** Hematological and serum biochemical indices of common

【基金项目】 国家重点研发计划(编号:2017YFA0105201);北京市科技计划(编号:Z161100000216154)。

【作者简介】 滕永康(1991—),男,硕士研究生,研究方向:动物学。E-mail: tyk12345@126.com

【通信作者】 刘云波(1962—),男,教授,研究方向:实验动物学。E-mail: yunbolu@126.com

marmosets have been detected in this study and compared with related data in macaques and marmosets. Our findings provide basic data not only for pharmacological and toxicological studies, but also diagnosis and treatment of diseases.

【Key words】 common marmosets; hematological indices; serum biochemical indices

非人灵长类动物,因具有与人类高度遗传同源性,在生物学研究中被广泛应用^[1]。普通绵耳狨猴是一种小型的非人灵长类动物,具有体型小,饲养成本低,繁殖效率高,方便实验操作且不易携带猴 B 病毒等优势,目前,狨猴在生物医学领域研究较为广泛,尤其是在神经科学,药物动力学及药物的毒性筛查^[2]、自身免疫性疾病、感染性疾病动物模型,如登革热^[3]、丙型肝炎^[4]方面都具有较大的潜能。然而,狨猴至今仍被定义为“实验用动物”,即狨猴作为诸多学科研究用的非人灵长类实验动物,相关的执行标准正在拟定,很多生物学特性也亟待发掘。建立普通绵耳狨猴相关基础生物学数据对于其实验动物化培育及开展相关研究都至关重要,对于狨猴的血液学和血清生化检测的研究,国外开展较早,Mcneese 等^[5]、Mcintosh 等^[6]相继于 1984 年、1985 年开展相关研究,而后,针对狨猴的血液学和血清生化检测逐渐步入验证和应用阶段,如 Omatsu 等^[7]通过血液学和血清生化指标数据变化直观展现接种登革热前后动物的生理表征。在国内,继 1986 年第一篇狨猴血液学检查报道后,国内尚未有针对普通绵耳狨猴的血液学和血清生化指标的更新报道,同时,血液学和血清生化学指标数据与取血方式^[8]、样本处理方式^[9]以及动物因素如单笼或群居饲养^[10]等多种因素相关,因此,随着狨猴标准工作的逐步完善,有必要对本地狨猴群体血液学和血清生化各指标进行检测和统计分析。为此,本文就本单位引进的实验用狨猴群体,进行血液学和血清生化指标的检测及统计分析,描述了本单位饲养的狨猴群体的血液及血清生化指标的测定数据,同时,对比 Oliveira e Silva 等研究者^[11]报道的巴西雨林的野生狨猴群体以及邢凤英等研究者^[12]报道的猕猴非麻醉状态下的各指标数据,加以分析比较,为狨猴血液及血清生化分析积累了基础数据。

1 材料和方法

1.1 实验动物

就中国医学科学院医学实验动物研究所实验动物北方资源中心 2016 年 8 月引进的实验用普通绵耳狨猴群体,共取成年狨猴 30 只,其中雄猴 21 只,雌猴 9 只,年龄 2~4 岁,体重 330~420 g [SCXK

(京) 2014-0011]。饲养环境微生物质量等级:普通环境;饲养条件:单笼饲养或成对饲养,笼具尺寸 60 cm × 80 cm × 110 cm,笼内摆放干木条和木盒作为丰容措施,动物室温度维持在 24℃~29℃,湿度控制为 > 40%,12 h 光照/黑暗循环控制 [SYXK (京) 2017-0027]。每日饲喂配合饲料,辅以清洁水果,自由饮水。实验过程中按实验动物使用的 3R 原则给予人道主义关怀。

1.2 主要试剂与仪器

抗凝剂为乙二胺四乙酸二钾 (EDTA-K₂)。血液学测定采用全自动血液分析仪 (ABX Pentra DX120,法国),血清生化分析测定采用全自动生化分析仪 (日立 7100,日本),血样离心使用 Thermo Fresco 21 型离心机。

1.3 实验方法

1.3.1 血样采集

采样时间为 6 月份,在动物清醒空腹状态下,人工保定,保持动物俯卧姿势,伸展后肢,使用 1 mL 一次性无菌注射器分两次通过后肢静脉穿刺,针头规格为 26G,共采集 1.1 mL 全血,其中乙二胺四乙酸二钾 (EDTA-K₂) 抗凝血 0.4 mL,用于血常规检测,非抗凝血 0.7 mL,3000 r/min 离心 15 min,分离得血清,用于血清生化指标检测,血液学及血清生化指标检测在中国医学科学院医学实验动物研究所 GLP 中心检验室完成,测定方法参考冯仁丰^[13]方法。

1.3.2 血液学指标测定

在采血后 1.5 h 内,应用全自动血液分析仪,设定猴类种属,圈定细胞亚群,检测以下血液学指标:白细胞 (WBC)、红细胞 (RBC)、血红蛋白 (HGB)、血细胞压积 (HCT)、红细胞平均容量 (MCV)、红细胞平均血红蛋白容量 (MCH)、红细胞平均血红蛋白浓度 (MCHC)、红细胞分布宽度 (RDW)、血小板计数 (PLT)、平均血小板容量 (MPV)、血小板比容 (PCT)、中性粒细胞百分比 (NEUT%)、淋巴细胞百分比 (LYMPH%)、单核粒细胞百分比 (MONO%)、嗜碱性粒细胞百分比 (BASO%)、嗜酸性粒细胞百分比 (EOS%)。

1.3.3 血清生化指标测定

在采血后 2 h 内,应用全自动生化分析仪上样检测以下血清生化指标:丙氨酸氨基转移酶 (ALT)、

天门冬氨酸氨基转移酶 (AST)、总蛋白 (TP)、白蛋白 (ALB)、球蛋白 (GLOB)、总胆红素 (TBIL)、碱性磷酸酶 (ALP)、谷氨酰转肽酶 (GGT)、血糖 (GLU)、尿素氮 (BUN)、肌酐 (CREA)、钙 (Ca)、磷 (P)、胆固醇 (CHOL)、甘油三酯 (TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、肌酸激酶 (CK)、乳酸脱氢酶 (LDH)。

1.4 统计学方法

应用统计学软件 IBM SPSS Statistics 22 对各指标测定结果进行统计整理, 计量资料以平均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较雌雄性别组间的差异, $P < 0.05$ 为差异有显著性。

2 结果

2.1 血液学测定结果

通过血常规分析, 获得普通绵耳狨猴血液学指标数据, 以平均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 统计结果见表 1, 雌雄性别组间检验, 未发现差异有显著性的指标。

对比巴西雨林野外条件的狨猴群体, 可以看出本单位饲养的狨猴群体中的 HGB、MCHC、NEUT 指标数据均有明显差别, 而与相应性别组的狨猴指标数据相近。对比狨猴血液学指标可以看出, 狨猴的血液学大部分指标数据大部分落在狨猴血液学指标数据的 95% 置信区间内, 其中, 雌性狨猴的 WBC、RBC、HCT、MCH 均值未处在雌性狨猴区间内, 而雄性狨猴仅有 HCT 指标数据与雌性狨猴差距较大。

2.2 血清生化测定结果

通过血清生化分析方法得到狨猴各指标数据, 以平均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 统计结果如表 2, 血清生化检测中雌猴组与雄猴组差异有显著性的指标有 HDL-C、LDL-C ($P < 0.05$)。

对比巴西大西洋沿岸森林的狨猴群体, 可以看出本单位饲养的狨猴群体的 ALT、AST、GLOB 指标数据明显升高, 雌雄组规律相同。与雌性狨猴指标数据区间相比, 雌性狨猴的 ACT、GGT、CREA 指标数据未处在狨猴参考值范围内, 雄性狨猴除了雌猴对比的三个指标差别较大外, 还有 ALP 指标数值偏低。

表 1 普通绵耳狨猴血常规指标的比较

Tab. 1 Comparison of hematological parameters in common marmosets

	本单位饲养的狨猴 ($\bar{x} \pm s$) Marmosets fed by our institution		巴西野外环境的狨猴 ^[11] Wild marmosets in Brazil ^[11]		狨猴 ^[12] Macaques ^[12]	
	雌 Female	雄 Male	雌 Female	雄 Male	雌 Female	雄 Male
性别 Sex						
采样数量 Number of samples	9	21	17	17	50	50
WBC ($10^9/L$)	6.2 \pm 2.4	7.4 \pm 1.9			5.49 ~ 27.17	5.98 ~ 22.40
RBC ($10^{12}/L$)	6.9 \pm 0.7	7.1 \pm 0.7	5.84 ~ 8.12	6.48 ~ 8.28	4.81 ~ 6.37	4.63 ~ 6.51
HGB (g/L)	145.0 \pm 12.7	150.9 \pm 17.2	10.9 ~ 16	13.2 ~ 15.8	109.21 ~ 141.07	106.42 ~ 143.98
HCT (L/L)	0.5 \pm 0.1	0.5 \pm 0.05	0.36 ~ 0.54	0.27 ~ 0.53	37.13 ~ 47.75	35.75 ~ 47.71
MCV (fL)	67.6 \pm 3.3	66.9 \pm 2.4	60 ~ 72	60 ~ 71	68.87 ~ 83.21	66.73 ~ 83.43
MCH (g/L)	21.1 \pm 1.9	21.3 \pm 0.9	16.2 ~ 21.6	17.3 ~ 21.9	20.22 ~ 24.58	20.28 ~ 24.74
MCHC (pg)	312.2 \pm 19.1	318.1 \pm 7.6	28 ~ 32	25.5 ~ 33.04	280.28 ~ 309.64	282.34 ~ 317.90
RDW (%)	15.5 \pm 1.7	15.8 \pm 1.3			11.47 ~ 15.75	12.03 ~ 15.95
PLT ($10^9/L$)	512.2 \pm 156.1	565.0 \pm 184.5	120 ~ 538	152 ~ 964	239.99 ~ 664.29	229.98 ~ 551.66
MPV (fL)	10.2 \pm 0.8	9.5 \pm 1.6			9.16 ~ 12.96	9.09 ~ 13.13
PCT (%)	0.5 \pm 0.1	0.5 \pm 0.2			0.31 ~ 0.67	0.29 ~ 0.57
LYMPH ($10^9/L$)	3.4 \pm 1.4	3.8 \pm 1.3	1.09 ~ 3.69	0.54 ~ 3.72	3.10 ~ 15.30	2.97 ~ 13.06
LYMPH (%)	54.0 \pm 8.7	51.7 \pm 14.0	33 ~ 77	22 ~ 72	36.65 ~ 78.35	54.72 ~ 59.08
MONO ($10^9/L$)	0.2 \pm 0.2	0.2 \pm 0.2	0 ~ 0.37	0 ~ 0.31	0.16 ~ 2.24	0.10 ~ 2.02
MONO (%)	2.5 \pm 1.5	2.7 \pm 1.5	0 ~ 8	0 ~ 8	3.72 ~ 10.98	1.97 ~ 12.99
NEUT ($10^9/L$)	2.5 \pm 0.9	3.2 \pm 1.3	0 ~ 0.05	0 ~ 0.06	0 ~ 11.09	0.00 ~ 9.64
NEUT (%)	40.9 \pm 8.2	43.4 \pm 13.9	0 ~ 2	0 ~ 3	10.08 ~ 52.66	10.81 ~ 57.85
EOS (%)	1.1 \pm 0.5	0.9 \pm 0.4	0 ~ 5	0 ~ 15	0 ~ 8.64	0 ~ 6.90
BASO (%)	1.6 \pm 0.4	1.2 \pm 0.6	0 ~ 1	0 ~ 0	0.03 ~ 0.23	0.00 ~ 0.00

表 2 普通绵耳狨猴血清生化指标的比较
Tab. 2 Comparison of serum biochemical parameters in common marmosets

	本单位饲养的狨猴($\bar{x} \pm s$) Marmosets fed by our institution		巴西野外环境的狨猴 ^[11] Wild marmosets in Brazil ^[11]		猕猴 ^[12] Macaques ^[12]	
	雌 Female	雄 Male	雌 Female	雄 Male	雌 Female	雄 Male
性别 Sex						
采样数量 Number of samples	9	21	17	17	50	50
ALT(IU/L)	5.1 ± 2.1	5.0 ± 3.8	0.01 ~ 0.30	0.08 ~ 0.20	27.55 ~ 89.77	38.44 ~ 83.76
AST(IU/L)	97.4 ± 19.1	117.9 ± 57.5	1.06 ~ 3.34	0.95 ~ 2.92	40.37 ~ 92.63	43.49 ~ 102.2
TP(g/L)	65.4 ± 26.7	72.5 ± 6.9	58 ~ 73	57 ~ 73	66.92 ~ 83.82	68.06 ~ 82.96
ALB(g/L)	41.4 ± 15.8	43.8 ± 5.7	42.6 ~ 50	41.2 ~ 55.4	33.37 ~ 50.03	38.03 ~ 48.61
GLOB(g/L)	24.0 ± 12.8	28.7 ± 5.6	1.54 ~ 3.38	1.76 ~ 2.71		
TBIL(mmol/L)	10.0 ± 4.2	9.5 ± 4.5			0.19 ~ 4.61	0.50 ~ 6.58
ALP(IU/L)	111.0 ± 67.5	95.9 ± 31.9			291.86 ~ 893.90	328.60 ~ 877.40
GGT(IU/L)	1.9 ± 2.7	2.5 ± 2.9			46.81 ~ 132.43	44.42 ~ 165.94
GLU(mmol/L)	5.1 ± 1.9	5.9 ± 2.6	6.71 ~ 25.69	5.60 ~ 26.64	2.47 ~ 9.87	1.52 ~ 9.28
BUN(mmol/L)	7.8 ± 1.8	7.6 ± 2.2	3.65 ~ 6.97	2.24 ~ 15.43	4.90 ~ 10.00	5.27 ~ 11.73
CREA(μmol/L)	16.7 ± 3.2	17.4 ± 3.3	35.36 ~ 53.04	26.52 ~ 70.72	41.61 ~ 72.35	36.98 ~ 81.94
Ca(mmol/L)	2.5 ± 0.7	2.7 ± 0.2	0.51 ~ 0.74	3.5 ~ 6.60	2.37 ~ 2.85	2.31 ~ 2.81
P(mmol/L)	1.4 ± 0.6	1.5 ± 0.5	0.51 ~ 1.74	0.51 ~ 1.74	1.26 ~ 2.64	1.28 ~ 3.16
CHOL(mmol/L)	4.7 ± 0.9	6.1 ± 1.8	2.84 ~ 5.18	2.53 ~ 4.89	2.22 ~ 4.02	2.27 ~ 4.35
TG(mmol/L)	1.0 ± 0.2	1.2 ± 0.5			0.38 ~ 1.28	0.31 ~ 1.13
HDL-C(mmol/L)	2.1 ± 0.7	2.6 ± 0.8*			0.89 ~ 1.95	0.90 ~ 2.04
LDL-C(mmol/L)	1.4 ± 0.4	2.0 ± 1.0*			0.96 ~ 2.48	0.92 ~ 2.76
CK(IU/L)	335.3 ± 214.6	435.7 ± 276.9			0 ~ 473.80	0 ~ 490.25
LDH(IU/L)	479.3 ± 205.6	525.4 ± 191.5			122.85 ~ 699.79	129.04 ~ 623.32

注:与雌猴组血清生化指标相比,* $P < 0.05$ 。

Note. Compared with serum biochemical parameters of the female group, * $P < 0.05$.

3 讨论

与啮齿类动物相比,非人灵长类动物因具有部分独到的优势,已经并且将继续被用于更多的药理学和毒理学,传染病学等研究。本研究选取 30 只营养状态良好的普通绵耳狨猴,在动物空腹清醒状态下,后肢静脉采血,并在 2 h 内完成检测工作,检测试剂耗材可以保证实验结果的可靠性。

从雌猴雄猴组间差异比较,血清生化测定结果中,LDL-C、HDL-C 指标差异有显著性,可能与雌、雄猴的饮食量和营养结构有关。对比的数据中,第一组数据来源为巴西大西洋沿岸的野生状态下的狨猴,与本研究动物种属一致,动物捕捉后使用 10 mg/kg 盐酸氯胺酮麻醉,后肢静脉采血进行检测^[11];第二组数据来源为经人工繁育三代的猕猴群体^[12],考虑到氯胺酮诱导^[14]对检测结果产生影响,因此选择此数据作为猕猴属参考数据。血液学检

测结果对比,可以看出本单位饲养的狨猴群体中的 HGB、MCHC、NEUT 指标数据均有明显差别,其中, HGB、MCHC 指标数据相差近 10 倍,这两个指标数据与猕猴相近,血红蛋白位于红细胞内,是红细胞的主要组成成分,巴西雨林的狨猴中血红蛋白可能与巴西大西洋沿岸雨林食物供应不稳定的生存环境有关。血清生化检测结果对比,较巴西大西洋沿岸森林的狨猴,可以看出本单位饲养的狨猴群体的 ALT、AST、GLOB 指标数据明显升高,雌雄组规律相同。ALT 为谷丙转氨酶,主要存在于肝脏、心脏组织细胞中,当组织发生病变时,该酶活力增多;AST 为谷草转氨酶,主要分布在心肌,其次是肝脏、骨骼肌和肾脏等组织中,AST 在血清含量较高提示肝脏可能损伤,鉴于动物群体检疫合格,个体状态良好,与猕猴对应指标数据比较,ALT、AST 指标值相差不大,猜测可能与野外生存环境下的特殊体质有关,同时与肝功相关的指标 GGT,本单位饲养的狨猴比

猕猴测定值较低,提示肝功未有异常,此处原因尚不明确,是否动物状态有关,还需要做肝脏活检等检测加以佐证。与雌性猕猴指标数据区间相比,雌性猕猴的 ACT、GGT、CREA 指标数据没有处在猕猴正常值范围内,雄性猕猴除了雌猴对比的三个指标差别较大外,还有 ALP 指标数值偏低,可能是猕猴与猕猴种属差异。

与同属新大陆猴的卷尾猴^[15]和松鼠猴^[16]相比,猕猴与卷尾猴的血液学指标均值差异不大,与松鼠猴一致性极高。血清生化检测结果中,猕猴与卷尾猴存在差异的指标有 ALT、AST、GGT、ALP、ALB、TP、LDH,其中相差较大的是 TP 和 GGT,猕猴 TP 均值高于卷尾猴近 10 倍,而 GGT 均值又约是卷尾猴的 1/10,造成差异的原因除了种间差异外,还可能跟卷尾猴野外生存的营养状态以及囚禁状态下的应激反应有关。国内对猕猴血液学的探究始于 1986 年陈天培等^[17]对四只绵耳猕猴的血液学检查的报道,本研究对普通绵耳猕猴的各项血液学和血清生化的大部分指标的范围与先前报道基本一致,其中 LDH、PLT 均值略低,可能与动物营养状况和饲养环境差异有关。对比潘振业等^[18]报道的白须猕猴的相关数据,发现,普通绵耳猕猴 LDH、ALB、CREA 均值较高,而 WBC、ALT、AST、BUN 指标均值则较低,结果与种间差异有关,也可能是与氯胺酮诱导麻醉有关。

本研究对本单位饲养的 30 只普通绵耳猕猴进行血液学和血清生化指标进行测定,建立普通绵耳猕猴血液学和血清生化各项指标数据的背景资料,为药理、毒理研究以及猕猴疾病诊疗提供基础数据。

参考文献:

- [1] 田朝阳,杨守凯. 非人灵长类动物在医学科学实验中的应用 [J]. 中国比较医学杂志, 2009, 19(6): 74-77.
- [2] Smith D, Trennery P, Farningham D, et al. The selection of marmoset monkeys (*Callithrix jacchus*) in pharmaceutical toxicology [J]. Lab Anim, 2001, 35(2): 117-130.
- [3] Omatsu T, Moi ML, Hirayama T, et al. Common marmoset (*Callithrix jacchus*) as a primate model of dengue virus infection: development of high levels of viraemia and demonstration of protective immunity [J]. J Gen Virol, 2011, 92(Pt 10): 2272-2280.
- [4] 帅丽芳,李婷婷,陈姿喧,等. GBV-B 与 HCV 嵌合病毒猕猴感染模型的建立 [J]. 中国比较医学杂志, 2010, 20(10): 73.
- [5] Menees DW, Lewis RW, Ponzio BJ, et al. Blood chemistry of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) maintained in an indoor-outdoor environment: primate comparisons [J]. Primates, 1984, 25(1): 103-109.
- [6] Mcintosh GH, Lawson CA, Rodgers SE, et al. Haematological characteristics of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) [J]. Res Vet Sci, 1985, 38(1): 109-114.
- [7] Omatsu T, Moi ML, Takasaki T, et al. Changes in hematological and serum biochemical parameters in common marmosets (*Callithrix jacchus*) after inoculation with dengue virus [J]. J Med Primatol, 2012, 41(5): 289-296.
- [8] 田蜜,蒋雪云,曹丽歌,等. 不同取血方式及性别对成年 Wistar 大鼠 11 种血液生物化学指标的影响 [J]. 首都医科大学学报, 2017, 38(4): 572-575.
- [9] 朱科燕,蔡月琴,徐孝平,等. 血液样本处理方式对 Wistar 大鼠血液生化指标检测结果的影响 [J]. 中国比较医学杂志, 2016, 26(11): 80-84.
- [10] 宋征,李华,阮斌,等. 群体饲养对比格犬血液学及生化指标的影响 [J]. 动物医学进展, 2017, 38(8): 71-75.
- [11] Oliveira e Silva I, Fátima Rodrigues da Silva F, Fuzessy L, et al. Hematology and blood biochemistry in wild hybrid marmosets from the Atlantic Forest, Brazil [J]. Ciência Rural, 2014, 44(9): 1596-1602.
- [12] 邢凤英,严国锋,杨伟敏,等. 3~4 岁猕猴生理指标的测定 [J]. 实验动物与比较医学, 2013, 33(4): 310-314.
- [13] 冯仁丰. 实用医学检验学 [M]. 上海:上海科学技术出版社, 1996:267-488.
- [14] 程树军,黄韧. 氯胺酮麻醉对恒河猴血液学指标的影响 [J]. 中国兽医杂志, 2003, 39(3): 23-25.
- [15] Monteiro FOB, Monteiro MVB, Scofield AA, et al. Hematological and biochemistry evaluation in capuchin monkeys from the illegal captivity [J]. Acta Veterinaria Brasilica, 2016, 10(1): 92-97.
- [16] 周世贤,陶勇,杜文鹏,等. 松鼠猴血液生理指标的测定 [J]. 野生动物学报, 2008, 29(2): 72-73.
- [17] 陈天培,潘振业,李建平,等. 猕猴研究 III—血液学检查 [J]. 上海实验动物科学, 1986, 6(2): 88-90.
- [18] 潘振业,邹勇,马东林,等. 白须猕猴血液学初步测定 [J]. 动物学杂志, 1988, 23(1): 51-54.

[收稿日期]2017-12-26