



雌雄 FMMU 白化豚鼠基础生理生化指标的差异分析

张晓玉, 张修彦, 陈伟盛, 梁 宁, 詹纯列

(广州军区广州总医院动物实验中心, 广州 510010)

【摘要】 目的 测定与比较雌、雄普通级 FMMU 白化豚鼠血液指标、心率、颈总动脉压及心室压、脏器参数。方法 取 250 ~ 350 g 普通级 FMMU 白化豚鼠 30 只, 雌雄各半, 饲养一周后, 心脏采血测定血液生理生化及血气指标; 颈总动脉插管测定动脉压, 呼吸支持情况下开胸进行心室压测定; 解剖并精确称量各脏器重量。结果 雄性与雌性豚鼠比较: 血液指标中, 血小板计数、谷丙转氨酶、总胆红素、乳酸的差异有显著性意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 颈总动脉舒张压、平均压以及左心室收缩压、平均压的差异有显著性意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 各主要的脏器重量及脏器系数均无显著性差异。结论 普通级雌雄 FMMU 白化豚鼠血液生理生化、血气及心血管功能指标存在差异。

【关键词】 普通级 FMMU 豚鼠; 血液指标; 颈总动脉压; 心室压; 脏器参数

【中图分类号】 R-332 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2015) 11-0037-05

doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2015.11.009

The measurement and comparison of basic physiological and biochemical index of male and female FMMU albino guinea-pig

ZHANG Xiao-yu, ZHANG Xiu-yan, CHEN Wei-sheng, LIANG Ning, ZHAN Chun-lie

(Animal experiment center, Guangzhou General Hospital of Guangzhou Military Command of PLA, Guangzhou 510010, China)

【Abstract】 Objective To determine and compare the parameters of blood, heart rate, carotid artery pressure, ventricular pressure and organ indexes of male and female FMMU albino guinea-pig. **Methods** A total of 30 guinea-pig about 250 ~ 350 g weight were fed for a week, then blood physiological and biochemical index, blood gas and carotid artery pressure were determined, ventricular pressure were measured by arterial catheterization and heart rate were measured on the respiratory support condition. Finally, weight of guinea-pig body and main organ were weighed. **Result** The difference of platelet count, glutamic-pyruvic transaminase, total bilirubin and lactic acid were significant ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The difference of carotid diastolic blood pressure and mean blood pressure, left ventricular systolic pressure and mean pressure were totally significant ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). And there were no significant differences in weight and organ coefficient of main organs. **Conclusion** There were differences in blood physiology and biochemistry, blood gas, carotid artery pressure and ventricular pressure in different gender of the ordinary grade FMMU albino guinea-pig.

【Key words】 FMMU albino guinea-pig; Blood parameter; Carotid artery pressure; Ventricular pressure; Organ parameter

FMMU 白化豚鼠具有独特的免疫学特性, 体液免疫及非特异性免疫功能较低^[1], 心电图波形与人很相似, 更适合用于制作感染性疾病的动物模型和心肌缺血等实验^[2-3], 脂质代谢特点更符合临床高

[基金项目] 广东省科技计划基础条件建设项目(2012B060300022)。

[作者简介] 张晓玉(1989-), 女, 研究方向: 人类疾病动物模型的开发利用, E-mail: zhxiaoyu11@163.com。

[通讯作者] 詹纯列(1963-), 男, 研究方向: 实验动物与人类疾病动物模型, E-mail: 1513508151@qq.com。

脂血症研究^[4]。目前,国内外有关 FMMU 白化豚鼠脏器参数、血液生理生化、血压及心室压测定及性别间差异的研究不多,以往的资料较为陈旧,不同文献中数据差异较大,给研究者造成困扰。本文较全面地测定和比较了雌雄 FMMU 白化豚鼠的基础生理生化指标,为其在免疫学、心脏疾病及心血管功能研究等方面的应用提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 实验动物

普通级豚鼠 250 ~ 350 g,雌雄各 15 只,购于广州花东信华实验动物养殖场【SCXK(粤)2014 - 0023】,饲养于广州军区广州总医院动物实验中心普通环境【SYXK(粤)2014 - 0100】,适应性饲养 1 周后用于实验,实验前禁食 12 h,禁水 1 h。

1.2 主要仪器及试剂

德国赛多利斯 BSA124S 型电子天平(0.1 mg ~ 120 g)、日本光电 MEK-7222 型全自动血细胞分析仪、美国 IL GEM premier 3000 型全自动血气分析仪、日本日立 7020 型全自动生化分析仪、上海奥尔科特 ALC-V8 型小动物呼吸机、北京微信斯达 Pclab-430C 型生物医学信号采集处理系统及 PY-2 型血压传感器、BD-24G 静脉留置针、体积分数 2 % 戊巴比妥钠注射液、500 U/mL 肝素钠生理盐水注射液。

1.3 实验方法

1.3.1 血液样品检测

取普通级豚鼠雌雄各 15 只,固定后心脏采血约 4 mL,分别注入 EDTA-2K⁺ 抗凝管、肝素抗凝管、普通采血管,用于检测血常规指标、血气指标及血生化指标。

1.3.2 心率及颈总动脉血压测定

采血后,为避免心脏采血操作对血压、心室压测定的影响,上述雌雄各 15 只普通级豚鼠,需观察饲养一周待状态恢复良好后,称量体重,腹腔注射戊巴比妥钠(2 mL/kg),待麻醉后固定,分离颈总动脉后,结扎远心端,动脉夹固定近心端。静脉留置针与生理信号采集系统相连接,进行动脉穿刺,成功后抽回针头将软管送入,注入肝素(1000 U/kg),观察显示器中血压波形稳定后,记录数值。

1.3.3 左右心室压测定

结扎颈总动脉后,钝性剥离气管,使用小动物呼吸机进行插管辅助呼吸。开胸进入胸腔,打开心包膜,将留置针针尖插入心尖处立即收回,并将套

管部分继续插入左心室内,观察泵出血液颜色鲜红,节奏有力,显示数值稳定后记录左心室压。后继续将留置针穿过心室隔到达右心室,泵出血液颜色深红,观察并记录右心室压。

1.3.4 脏器重量的测定

上述测定完成后,对豚鼠实施安乐死,并立即剖取脑、脑垂体、甲状腺、胸腺、心、肺、肝、胃、脾、肾、肾上腺、睾丸/子宫、附睾/卵巢,滤纸吸干组织表面水分后,称重记数,计算脏器系数 = [(脏器重量/体质量) × 100%]。

1.4 统计方法

数据处理采用 SPSS19.0 统计软件进行,性别间比较采用 *t* 检验,数据以平均数 ± 标准差($\bar{X} \pm s$)表示, *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 血常规

实验结果表明:普通级雌、雄豚鼠仅 PLT 1 项指标差异显著(表 1)。

表 1 雄性与雌性普通级 FMMU 白化豚鼠血常规测定及比较

Tab.1 Comparison of blood cell analysis between male and female FMMU albino guinea-pig

项目 Items	雄性 Male (n = 15)	雌性 Female (n = 15)
白细胞 WBC 10 ⁹ /L	4.46 ± 1.82	5.52 ± 3.054
中性粒细胞 NEUT 10 ⁹ /L	1.92 ± 0.80	2.42 ± 1.75
淋巴细胞 LYMPH 10 ⁹ /L	1.92 ± 1.18	2.41 ± 1.63
单核细胞 MONO 10 ⁹ /L	0.38 ± 0.20	0.57 ± 0.39
嗜酸性粒细胞 EO 10 ⁹ /L	0.08 ± 0.08	0.10 ± 0.12
嗜碱性粒细胞 BASO 10 ⁹ /L	0.17 ± 0.49	0.38 ± 0.68
中性粒细胞百分率 NEUT %	44.43 ± 15.91	45.43 ± 13.51
淋巴细胞百分率 LYMPH %	42.09 ± 13.00	45.62 ± 17.79
单核细胞百分率 MONO %	8.30 ± 2.60	10.42 ± 4.30
嗜酸性粒细胞百分率 EO %	1.39 ± 1.22	1.50 ± 1.34
嗜碱性粒细胞百分率 BASO %	0.38 ± 0.15	0.77 ± 0.92
红细胞 RBC 10 ¹² /L	5.32 ± 0.65	5.29 ± 0.46
血红蛋白 HGB g/L	134.90 ± 1.53	137.40 ± 1.10
红细胞压积 HCT %	0.391 ± 0.0466	0.392 ± 0.0307
红细胞平均体积 MCV fL	73.67 ± 3.12	74.19 ± 2.75
平均血红蛋白量 MCH pg	25.39 ± 0.94	26.00 ± 0.97
平均血红蛋白浓度 MCHC g/L	344.93 ± 7.47	350.38 ± 6.65
红细胞分布宽度 RDW-CV %	15.21 ± 2.36	14.57 ± 2.04
血小板计数 PLT 10 ⁹ /L	411.14 ± 76.86	485.90 ± 142.03 *
血小板压积 PCT %	0.17 ± 0.06	0.19 ± 0.11
血小板平均体积 MPV fL	8.16 ± 1.05	8.11 ± 0.71
血小板分布宽度 PDW %	17.81 ± 1.99	17.51 ± 0.87

注:普通级豚鼠雌、雄间比较, * *P* < 0.05, ** *P* < 0.01。
Note: Comparison of the male and female FMMU albino guinea-pig, * *P* < 0.05, ** *P* < 0.01.

2.2 血液生化

实验结果表明,普通级雌、雄豚鼠 ALT、TBIL 2 项指标差异显著(表 2)。

2.3 血气分析

实验结果表明,普通级雌、雄豚鼠 Lac 指标差异显著(表 3)。

2.4 心率、颈总动脉压、心室压

实验结果表明,普通级雌、雄豚鼠的颈总动脉

舒张压、颈总动脉平均压以及 LVMP 3 项指标差异显著, LVSP 差异极显著(表 4)。

2.5 主要脏器参数

实验结果表明,普通级 FMMU 白化豚鼠雌、雄之间脏器重量和脏器系数无显著性差异(表 5)。

表 2 雄性与雌性普通级 FMMU 白化豚鼠血液生化

Tab. 2 Comparison of blood biochemistry between male and female FMMU albino guinea-pig

项目 Items	雄性 Male (n = 15)	雌性 Female (n = 15)
谷丙转氨酶 ALT U/L	80.20 ± 30.15	59.73 ± 13.88 *
谷草转氨酶 AST U/L	95.93 ± 57.12	96.00 ± 49.43
碱性磷酸酶 ALP U/L	135.00 ± 52.28	152.33 ± 37.19
谷氨酰转肽酶 GGT U/L	36.07 ± 24.92	41.73 ± 23.77
淀粉酶 AMY U/L	135.89 ± 22.48	132.13 ± 14.03
总蛋白 TP g/L	54.48 ± 3.68	53.51 ± 5.14
白蛋白 ALB g/L	30.01 ± 2.05	28.45 ± 2.75
球蛋白 GLOB g/L	24.47 ± 2.48	25.05 ± 3.34
血清白/球蛋白 A/G	1.23 ± 0.11	1.149 ± 0.14
总胆红素 TBIL μmol/L	1.13 ± 0.03	1.11 ± 0.023 *
血糖 GLU mmol/L	6.06 ± 2.35	6.81 ± 3.06
尿素氮 BUN mmol/L	13.59 ± 3.48	13.12 ± 4.34
肌酐 CREA μmol/L	49.81 ± 7.56	49.83 ± 9.09
胆固醇 CHOL mmol/L	1.77 ± 3.23	1.167 ± 0.25
甘油三酯 TG mmol/L	0.43 ± 0.30	0.47 ± 0.10
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C mmol/L	0.20 ± 0.067	0.19 ± 0.057
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C mmol/L	0.64 ± 0.26	0.80 ± 0.23
尿酸 UA μmol/L	130.93 ± 43.14	136.33 ± 91.29
乳酸脱氢酶 LDH U/L	210.53 ± 158.91	210.07 ± 90.017
免疫球蛋白 G IgG mg/mL	1.33 ± 0.11	1.40 ± 0.12
补体 C3 g/L	0.24 ± 0.015	0.23 ± 0.034
补体 C4 g/L	0.021 ± 0.0035	0.021 ± 0.0046

注:普通级豚鼠雌、雄之间比较 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

Note: Comparison of the male and female FMMU albino guinea-pig, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

表 3 雄性与雌性普通级 FMMU 白化豚鼠血气分析

Tab. 3 Comparison of blood gas analysis between male and female FMMU albino guinea-pig

项目 Items	雄性 Male (n = 15)	雌性 Female (n = 15)
pH 值 pH	7.16 ± 0.11	7.22 ± 0.14
动脉血氧分压 PaO ₂ mmHg	92.93 ± 27.20	86.00 ± 22.95
动脉血二氧化碳分压 PaCO ₂ mmHg	35.80 ± 13.61	34.40 ± 11.24
PH 温度校正 pHT	7.16 ± 0.11	7.22 ± 0.14
氧分压温度校正 PO ₂ T mmHg	92.93 ± 27.20	86.00 ± 22.95
二氧化碳分压温度校正 PCO ₂ T mmHg	35.80 ± 13.61	34.40 ± 11.24
二氧化碳总量 TCO ₂ mmol/L	13.37 ± 3.48	15.50 ± 5.99
红细胞外液剩余碱 BE _{ecf} mmol/L	-16.43 ± 3.55	-13.31 ± 7.65
全血剩余碱 BE(B) mmol/L	-15.42 ± 3.46	-12.35 ± 7.26
实际碳酸氢根 HCO ₃ ⁻ mmol/L	12.28 ± 3.19	14.46 ± 5.82
标准碳酸氢根 HCO ₃ ⁻ std mmol/L	12.69 ± 2.80	15.09 ± 5.77
呼吸指数 RI	0.25 ± 0.15	0.34 ± 0.24
肺动脉氧分压比率 paO ₂ /pAO ₂	0.88 ± 0.17	0.80 ± 0.14
钾 K ⁺ mmol/L	4.34 ± 0.93	4.36 ± 1.23
钠 Na ⁺ mmol/L	134.13 ± 5.30	134.27 ± 4.88
钙 Ca ²⁺ mmol/L	1.26 ± 0.12	1.26 ± 0.09
乳酸 Lac mmol/L	13.23 ± 2.24	10.99 ± 2.91 *
钙离子 Ca _{pH 7.4} ²⁺ mmol/L	1.14 ± 0.09	1.17 ± 0.10
血氧饱和度 SaO ₂ %	90.27 ± 11.39	89.47 ± 14.68
总血红蛋白 THbc g/L	149.07 ± 11.64	137.60 ± 21.76
肺泡气氧分压 pAO ₂ mmHg	104.87 ± 16.97	106.67 ± 14.07
肺泡气 - 动脉血氧分压差 A-aDO ₂ mmHg	12.73 ± 17.33	20.67 ± 13.22
氧合指数 OI mmHg	442.60 ± 129.36	409.53 ± 109.35

注:普通级豚鼠雌、雄之间比较 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

Note: Comparison of the male and female FMMU albino guinea-pig, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

表 4 雄性与雌性普通级 FMMU 白化豚鼠心率、颈总动脉压、心室压

Tab. 4 Comparison of heart rate, carotid artery pressure and ventricular pressure between male and female FMMU albino guinea-pig

项目 Items	性别 Sex	$\bar{x} \pm s$	范围 Range
体重 g	♂	311.78 ± 17.594	280.4 ~ 344.4
	♀	311.07 ± 22.997	269.8 ~ 347.3
心跳频率 次/min	♂	208.91 ± 24.52	175 ~ 246
	♀	208.44 ± 16.65	180 ~ 242
颈总动脉收缩压 mmHg	♂	65.71 ± 9.75	44 ~ 88
	♀	68.07 ± 13.20	44 ~ 93
颈总动脉舒张压 mmHg	♂	46.69 ± 6.52	30 ~ 56
	♀	43.36 ± 7.61 *	30 ~ 59
颈总动脉平均压 mmHg	♂	55.02 ± 6.27	40 ~ 68
	♀	51.40 ± 9.21 *	37 ~ 69
左心室收缩压 LVSP mmHg	♂	39.82 ± 7.15	23 ~ 52
	♀	33.13 ± 8.08 **	23 ~ 51
左心室舒张压 LVDP mmHg	♂	9.76 ± 4.74	4 ~ 18
	♀	10.33 ± 5.00	4 ~ 19
左心室平均压 LVMP mmHg	♂	21.24 ± 5.36	12 ~ 31
	♀	17.96 ± 4.87 *	11 ~ 28
右心室收缩压 RVSP mmHg	♂	14.60 ± 4.32	7 ~ 21
	♀	16.29 ± 5.86	6 ~ 29
右心室舒张压 RVDP mmHg	♂	4.13 ± 3.00	0 ~ 9
	♀	4.07 ± 2.28	0 ~ 9
右心室平均压 RVMP mmHg	♂	9.51 ± 3.94	3 ~ 15
	♀	8.58 ± 3.80	3 ~ 18

注:普通级豚鼠雌、雄之间比较 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。
Note: Comparison of the male and female FMMU albino guinea-pig, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

表 5 雄性与雌性普通级 FMMU 白化豚鼠主要脏器参数

Tab. 5 Comparison of main organ weights between male and female FMMU albino guinea-pig

指标 Indexes	雄性 Male (n = 15)		雌性 Female (n = 15)	
	脏器重量 g	脏器系数%	脏器重量 g	脏器系数%
	Organ weight	Organ coefficient	Organ weight	Organ coefficient
脑 Brain	3.687 ± 0.235	1.184 ± 0.0682	3.543 ± 0.176	1.144 ± 0.0938
脑垂体 Pituitary	0.0423 ± 0.0137	0.0136 ± 0.0000434	0.0341 ± 0.0113	0.0111 ± 0.00386
甲状腺 Thyroid	0.060 ± 0.0224	0.192 ± 0.00683	0.0905 ± 0.102	0.291 ± 0.0323
胸腺 Thymus	0.054 ± 0.0231	0.0173 ± 0.00775	0.0416 ± 0.0104	0.0134 ± 0.00388
心 Heart	1.253 ± 0.229	0.402 ± 0.0693	1.144 ± 0.160	0.371 ± 0.0660
肺 Lung	2.731 ± 0.535	0.875 ± 0.161	2.572 ± 0.351	0.833 ± 0.152
肝 Liver	8.294 ± 1.993	2.662 ± 0.617	9.347 ± 1.288	3.020 ± 0.461
胃 Stomach	2.907 ± 0.979	0.925 ± 0.298	2.767 ± 0.538	0.893 ± 0.177
脾 Spleen	0.576 ± 0.296	0.187 ± 0.107	0.518 ± 0.116	0.166 ± 0.0329
左肾 Left Kidney	1.231 ± 0.151	0.395 ± 0.0450	1.191 ± 0.171	0.383 ± 0.0521
右肾 Right Kidney	1.212 ± 0.145	0.389 ± 0.0416	1.192 ± 0.151	0.384 ± 0.0448
肾上腺 Adrenal glands	0.173 ± 0.0413	0.0554 ± 0.0129	0.181 ± 0.030	0.0587 ± 0.0111
睾丸/子宫 Testis/Uterus	1.120 ± 0.328	0.359 ± 0.102	0.959 ± 0.965	0.310 ± 0.321
附睾/卵巢 Epididymis/Ovary	0.205 ± 0.0863	0.0657 ± 0.0261	0.151 ± 0.0173	0.0485 ± 0.00545

注:普通级豚鼠雌、雄间比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。
Note: Comparison of the male and female FMMU albino guinea-pig, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

3 讨论

本文针对毒理药理等实验中常用的 250 ~ 350 g 体重范围内白化豚鼠的生理生化特征进行测定,供相关领域的研究人员参考使用。在相近体重范围

内,雌性与雄性普通级 FMMU 白化豚鼠各主要脏器重量及脏器系数差异不显著,测定数据较之前文献报道^[5]而言,更准确地说明性别对脏器参数没有影响。血液检测结果显示,在 22 项血常规、22 项血生化及 23 项血气指标中,除血小板计数、谷丙转氨酶、

总胆红素、乳酸 4 项指标外不存在性别间差异,与顾为望^[6]关于雌雄间血生理生化差异显著的报道不一致。谷丙转氨酶(ALT)主要存在于肝脏、心脏和骨骼肌中,肝脏发生炎症病变可使血清 ALT 增高。外周血 ALT 水平与缺血性脑卒中患者预后独立相关,外周血 ALT 升高可降低谷氨酸盐对脑细胞的损害^[7]。研究表明高脂血症豚鼠血清 ALT 显著增加^[4],而总胆红素(TBIL)主要用来诊断是否有肝脏疾病或胆道是否发生异常^[8]。实验结果显示,雄性豚鼠 ALT、TBIL 显著高于雌性,因此,在使用白化豚鼠开展相关研究时应注意可能存在的性别差异。此外,在血液生理生化以往研究的基础上^[4,9-10],本实验补充了豚鼠血气分析的测定结果。

豚鼠心功能观察通常采用测定心率、冠脉流量^[3]、心电图^[2]等方法,而少见报道豚鼠颈总动脉压及心室压的测定值,而血压及心室压是评估心血管功能的重要指标^[11-12]。目前,国内外测定豚鼠无创血压的仪器较少,耗材昂贵,使用者少,可供查阅的数据不足。本文采用有创血压测定的结果可供使用白化豚鼠开展心血管方面实验的研究者参考。

参考文献:

- [1] 顾为望,曲莉芝,王万山,等. FMMU 白化豚鼠免疫学特性研究[J]. 中国实验动物学报,2002,10(2):105-107.
- [2] 张嘉宁,顾为望,王洪涛. FMMU 白化豚鼠心电图分析[J]. 上海实验动物科学,1999,19(1):35-37.
- [3] 王燕,赵美咪,闵冬雨,等. 不同缺血时间对豚鼠离体心脏缺血/再灌注损伤的影响[J]. 中国药理学通报,2013,29(1):73-78.
- [4] 罗漪. 豚鼠与 SD 大鼠高脂血症模型的比较研究[D]. 昆明:昆明医学院,2009.
- [5] 詹纯列,王洪涛,李建军,等. 封闭群 FMMU 白化豚鼠主要脏器重量及脏器系数的测定[J]. 中国实验动物学报,1997,5(1):33-36.
- [6] 顾为望,王洪涛,张嘉宁,等. 封闭群 FMMU 白化豚鼠与短毛三色豚鼠血液成分比较[J]. 中国实验动物学报,1997,5(1):23-28.
- [7] 刘佳乐,王雪梅,曹婧,等. 谷草转氨酶和谷丙转氨酶水平与急性期缺血性脑卒中患者短期预后的关系[J]. 中国老年学杂志,2015,35(4):935-937.
- [8] 张小丽,张涛,陈瑞明,等. 草澄茄不同极性提取物对豚鼠胆结石形成及其生化指标的影响[J]. 西北药学杂志,2015,30(4):376-378.
- [9] 张琨,孙淑华,仇慧敏,等. 无菌豚鼠与普通豚鼠血液学参数的比较[J]. 中国实验动物学报,2010,18(2):176-180.
- [10] 李英,郭桂华,顾为望. FMMU 白化豚鼠与花色豚鼠血清 Ig 和补体含量及总补体活性比较[J]. 动物医学进展,2003,24(6):91-92.
- [11] 侯翠红,李亚辉,王文,等. 自发性高血压大鼠右心室压、肺动脉压变化的观察[J]. 中国分子心脏病学杂志,2007,7(1):37-38.
- [12] 胡高频,李旭楠,姜东炬. 心脏磁共振成像评价肺动脉高压患者右心室功能的研究进展[J]. 医学综述,2014,20(19):3585-3587.

[修回日期]2015-09-08