



SPF级新西兰兔脏器参数、血液指标、心率、 颈动脉血压、心室压的测定与比较

张晓玉, 张修彦, 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 准确测定 SPF 新西兰兔生物学特性尤其是疾病相关的指标, 并进行性别间比较。方法 取 70~80 日龄左右 SPF 新西兰兔 30 只, 饲养 1 周后, 精确称量体重及主要脏器重量; 采集动脉血测定血液生理、生化、血气指标; 颈动脉插管测定动脉压, 呼吸支持情况下进行开胸测定心室压。结果 雄性与雌性新西兰兔比较: 甲状腺、肾上腺、肝的质量差异有显著性意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 脑、脑垂体、甲状腺的脏器系数差异有显著性意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 甲状腺、肾上腺、肝的脏脑比系数差异有显著性意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。红细胞平均体积、平均血红蛋白量的差异有显著性意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 谷氨酰转肽酶、淀粉酶的差异有显著性意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 血气分析、心率、颈动脉收缩/舒张压, 左心室收缩/舒张压, 右心室收缩/舒张压不存在性别间差异。结论 性别对新西兰兔脏器重量及血液生理生化指标有一定影响, 而血气、血压、心率及心室压指标不存在性别间差异。

【关键词】 SPF 级新西兰兔; 脏器参数; 血液指标; 动脉压; 心室压

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2015) 08-0037-07

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2015.008.008

Determination and comparison of organ parameter, blood index, carotid artery blood pressure, heart rate and ventricular pressure in the specific pathogen free New Zealand rabbits

ZHANG Xiao-yu, ZHANG Xiu-yan, ZHAN Chun-lie

(Animal Experiment Centery, Guangzhou, General Hospital of Guangzhou Military Command of PLA, Guangzhou 510010, China)

【Abstract】 Objective To accurately determine the biological characteristics, especially the disease-related indexes of SPF rabbits, and their gender differences. **Methods** A total of thirty 70-80 day old SPF New Zealand rabbits (male : female = 1:1) were fed for a week, and then we weighed the body weight and main organs, determined the blood physiological and biochemical indexes, blood gas and arterial pressure, and measured the ventricular pressure by thoracotomy under respiratory support. **Results** Comparison of the male and female SPF New Zealand rabbits showed that there were significant differences in the mass of thyroid, adrenal gland, and liver ($P < 0.05$ or $P < 0.01$); the brain, pituitary gland, thyroid gland organ coefficients ($P < 0.05$ or $P < 0.01$); the thyroid/brain, adrenal/brain, and liver/brain ratios ($P < 0.05$ or $P < 0.01$); the mean erythrocyte volume and mean hemoglobin content ($P < 0.05$ or $P < 0.01$); and in glutamyl transpetidase and amylase ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), but no significant differences in blood gas analysis,

[基金项目] 广东省科技计划项目 (编号: 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。Email: 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。Email: 1513508151@qq.com。

heart rate and carotid artery systolic and diastolic blood pressure, left ventricular systolic and diastolic blood pressure, and right ventricular systolic and diastolic blood pressure. **Conclusions** The gender has an impact on organ weight and blood physiological and biochemical indexes in New Zealand rabbits, but no significant influence on blood gas, blood pressure, heart rate and ventricular pressure in the rabbits.

【Key words】 SPF New Zealand rabbit; Organ parameter; Blood index; Heart rate; Arterial pressure; Ventricular pressure

SPF 级新西兰兔不携带特定病原微生物,具有特定的生物学特性,在生物制品及药品的检定实验中敏感性和准确性较高,广泛应用于生物及医学领域^[1,2],基础生理数据的测定是 SPF 级新西兰兔标准化的重要内容^[3]。目前,国内仅见有不同微生物级别和或品种兔的生长发育、脏器重量、脏器系数、组织学、血液生理生化指标、尿液分析、心电图、脑电波、体温、呼吸及心率等指标中的一项或几项进行测定和比较;不同营养成分饲料对普通级新西兰兔血液指标的影响以及肺动脉高压模型兔中肺动脉压及心室压变化的分析等研究报道,国外仅见有不同品种兔血液生理生化的全面比较分析,以及 SPF 级新西兰兔在微生物学^[4]、转基因动物净化^[5]、毒理学^[6]、免疫学^[7]等领域的应用研究。本实验全面测定了 SPF 级新西兰兔的脏器重量、血液生理生化、心率、动脉压及心室压的生物学特性进行性别间的比较分析,为 SPF 级新西兰兔的使用推广提供详实的基础数据,补充和纠正以往文献及教材中过时的数据和结论。

1 材料和方法

1.1 实验动物及实验环境

70~80 日龄 SPF 级新西兰兔 30 只,雌雄各半,由南方医科大学实验动物中心提供,生产许可证号:SCXK(粤)2011-0015。实验环境为广州军区广州总医院动物实验中心屏障设施,使用许可证号为:SYXK(粤)2014-0100。饲喂 SPF 级兔配合饲料,动物自由采食和饮水,饲养间内温度控制在(26±1)℃,相对湿度 40%~70%,换气次数 12 次/h,明暗照明周期为 12 h:12 h。

1.2 仪器与试剂

微量天平、日本光电 MEK-7222 型全自动血细胞分析仪、日立 7200 型全自动生化分析仪、GEM premier 3000 全自动血气分析仪、常用手术器械(止血钳、动脉夹、眼科剪)、小动物呼吸机、生物医学信号采集处理系统、血压传感器、BD-24G 静脉留置针、一次性输液连接管、纱布、棉球、3-0(1#)丝线、

注射器、生理盐水、肝素钠注射液(25 000 U/5 mL)。

1.3 动物实验

1.3.1 体重和脏器重量的测定:实验前禁食 12 h,禁水 1 h,称取 70~80 日龄新西兰兔体重,耳缘静脉采血以及动脉血压、心室压测定后放血处死,立即剖取脑、脑垂体、甲状腺、胸腺、心、肺、肝、胃、脾、左肾、右肾、肾上腺、睾丸、附睾等,并用滤纸吸干组织表面的水分,称取重量,记录数据,计算脏器系数,即:(脏器重量/体重)×100%。脏脑比系数即(脏器重量/脑重量)×100%。

1.3.2 血液样品检测:兔购入后适应饲养(5~7)d,消除运输等因素导致的应激反应干扰。隔离观察无异样后,于实验前禁食 12 h,禁水 1 h。耳缘动脉采血(5~10)mL,分别注入 EDTA 二钾抗凝管、肝素抗凝管和普通采血管中送检。22 项血常规指标为:白细胞(WBC)、中性粒细胞(NEUT)、淋巴细胞(LYMPH)、单核细胞(MONO)、嗜酸性粒细胞(EO)、嗜碱性粒细胞(BASO)、中性细胞百分率(NEUT%)、淋巴细胞百分率(LYMPH%)、单核细胞百分率(MONO%)、嗜酸细胞百分率(EO%)、嗜碱细胞百分率(BASO%)、红细胞(RBC)、血红蛋白(HGB)、红细胞压积(HCT)、红细胞平均体积(MCV)、平均血红蛋白量(MCH)、平均血红蛋白浓度(MCHC)、红细胞分布宽度(RDW-CV)、血小板计数(PLT)、血小板压积(PCT)、平均血小板(MPV)、血小板分布宽度(PDW)。22 项血生化指标为:谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)、谷氨酰转氨酶(GGT)、总胆红素(TBIL)、肌酐(CREA)、尿酸(UA)、尿素氮(BUN)、血糖(GLU)、甘油三酯(TG)、胆固醇(CHOI)、血清白/球蛋白(A/G)、淀粉酶(AMY)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLOB)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、乳酸脱氢酶(LDH)、免疫球蛋白 G(IgG)、补体 C3、补体 C4。25 项血气指标为:pH 值(pH)、动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、pH 温度校正(pHT)、氧分压温度校正(PO₂T)、二氧化碳分压

温度校正 (PCO₂T)、二氧化碳总量(TCO₂)、红细胞外液剩余碱 (BE_{ecf})、全血剩余碱 (BE(B))、葡萄糖 (Glu)、实际碳酸氢根 (HCO₃⁻)、标准碳酸氢根 (HCO₃⁻ std)、呼吸指数 (RI)、肺动脉氧分压比率 (paO₂/pAO₂)、钾 (K⁺)、钠 (Na⁺)、钙离子 (Ca²⁺)、乳酸 (Lac)、钙离子 PH 校正 (Ca²⁺_{PH7.4})、红细胞压积 (Hct)、血氧饱和度 (SaO₂)、总血红蛋白 (THbc)、肺泡气氧分压 (pAO₂)、肺泡气-动脉血氧分压差 (A-aDO₂)、氧合指数 (OI)。

1.3.3 颈动脉血压测定:新西兰兔称重后耳缘静脉注射戊巴比妥钠(体积分数 3%, 1 mL/kg),麻醉后固定,沿喉头下方作 3~5 cm 的皮肤切口,用弯头止血钳分离动脉约 2 cm 长,穿双股线备用。远心端结扎,近心端处用动脉夹夹住。用锐利的眼科剪在动脉上沿向心方向作一斜形切口,取连接压力换能器的静脉留置针,针尖抽回软管内,将软管插入 0.5 cm 后即抽出针尖,缓慢送入动脉内,结扎切口处血

管进行固定。慢慢放松动脉夹,缓慢注入肝素(1000 U/kg 体重)。观察压力信号采集系统,动脉波形稳定后,记录心率、动脉血压等数值。

1.3.4 左右心室压测定:劲动脉压测定结束后,进行气管插管,打开小动物呼吸机进行辅助呼吸。做开胸手术,进入胸腔后调整人工呼吸机的潮气量到双侧肺脏膨起适度为止。打开心包膜,将与压力换能器连接好的留置针直接插入心尖处,并立即收回针尖,将套管部分继续插入左心室内,观察套管中血液颜色和泵出节奏,记录左心室压。调整套管针针尖,穿过心室隔到达右心室,收回针尖,将套管部分继续插入右心室,观察套管中血液颜色和泵出节奏,记录右心室压。

1.3.5 结果处理:数据处理采用 SPSS 19.0 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 为差异有显著意义, *P* < 0.01 为差异有极显著性。

表 1 雄性 & 雌性 SPF 级新西兰兔主要脏器参数测定结果及比较

Tab. 1 Comparison of main organ weights between male and female SPF New Zealand rabbits (unit : g)

指标 Indexes	雄性 Male (n = 30)			雌性 Female (n = 30)			全部 Total (n = 60)		
	脏器重量 g Organ weight	脏器系数% Organ coefficient	脏脑比% Organ/brain ratio	脏器重量 g Organ weight	脏器系数% Organ coefficient	脏脑比% Organ/brain ratio	脏器重量 g Organ weight	脏器系数% Organ coefficient	脏脑比% Organ/brain ratio
体重 kg Body weight	2.23 ± 0.23	100	—	2.37 ± 0.22	100	—	2.30 ± 0.23	100	—
脑 Brain	9.07 ± 0.42	0.41 ± 0.03	100	8.83 ± 0.99	0.38 ± 0.06 *	100	8.95 ± 0.76	0.39 ± 0.05	100
脑垂体 Pituitary	0.05 ± 0.02	0.0021 ± 0.00	0.52 ± 0.23	0.04 ± 0.01	0.0015 ± 0.00 *	0.41 ± 0.11	0.04 ± 0.02	0.0018 ± 0.00	0.47 ± 0.19
甲状腺 Thyroid	0.26 ± 0.08	0.01 ± 0.00	2.89 ± 0.83	0.20 ± 0.07 *	0.01 ± 0.00 **	2.24 ± 0.85 *	0.23 ± 0.08	0.01 ± 0.00	2.57 ± 0.89
胸腺 Thymus	3.20 ± 0.75	0.14 ± 0.03	35.37 ± 8.39	3.81 ± 1.10	0.16 ± 0.05	44.05 ± 14.73	3.51 ± 0.97	0.15 ± 0.04	39.71 ± 12.58
心 Heart	4.38 ± 0.40	0.20 ± 0.02	48.34 ± 4.20	4.54 ± 0.40	0.19 ± 0.01	52.00 ± 7.40	4.46 ± 0.40	0.19 ± 0.02	50.17 ± 6.20
肺 Lung	8.78 ± 1.05	0.40 ± 0.06	96.99 ± 13.14	8.70 ± 1.12	0.37 ± 0.05	100.03 ± 20.41	8.74 ± 1.07	0.38 ± 0.05	98.51 ± 16.94
肝 Liver	57.10 ± 4.21	2.59 ± 0.35	631.14 ± 61.20	65.26 ± 6.50 **	2.76 ± 0.29	747.09 ± 110.29 **	61.18 ± 6.79	2.68 ± 0.33	689.12 ± 105.63
胃 Stomach	25.03 ± 1.83	1.13 ± 0.13	276.26 ± 22.96	25.39 ± 1.95	1.08 ± 0.12	292.37 ± 52.19	25.21 ± 1.87	1.11 ± 0.13	284.32 ± 40.45
脾 Spleen	0.93 ± 0.50	0.04 ± 0.02	10.21 ± 5.45	0.83 ± 0.47	0.04 ± 0.02	9.72 ± 6.58	0.88 ± 0.48	0.04 ± 0.02	9.97 ± 5.94
左肾 Left Kidney	6.01 ± 0.79	0.27 ± 0.04	66.25 ± 8.45	6.34 ± 1.16	0.27 ± 0.03	72.77 ± 16.32	6.17 ± 0.99	0.27 ± 0.03	69.51 ± 13.19
右肾 Right Kidney	6.09 ± 0.84	0.27 ± 0.04	67.10 ± 8.55	6.32 ± 0.79	0.27 ± 0.03	72.74 ± 14.62	6.21 ± 0.81	0.27 ± 0.03	69.92 ± 12.11
肾上腺 Adrenal glands	0.18 ± 0.04	0.01 ± 0.00	2.04 ± 0.43	0.21 ± 0.02 *	0.01 ± 0.00	2.40 ± 0.41 *	0.20 ± 0.03	0.01 ± 0.00	2.22 ± 0.45
睾丸/子宫 Testis/Uterus	0.50 ± 0.33	0.02 ± 0.02	5.58 ± 3.78	0.47 ± 0.32	0.02 ± 0.01	5.49 ± 4.24	0.48 ± 0.32	0.02 ± 0.01	5.54 ± 3.95
附睾/卵巢 Epididymis/Ovary	0.40 ± 0.40	0.02 ± 0.02	4.40 ± 4.39	0.27 ± 0.07	0.02 ± 0.04	3.06 ± 0.77	0.34 ± 0.29	0.02 ± 0.03	3.73 ± 3.17

注:新西兰兔雄性 & 雌性之间比较 * *P* < 0.05, ** *P* < 0.01。

Note. Comparison of the male and female rabbits in the same age * *P* < 0.05, ** *P* < 0.01.

表 2 雄性 & 雌性 SPF 级新西兰兔血常规测定结果及比较
Tab.2 Comparison of hematological parameters between the male and female rabbits

项目 Items	雄性 Male (n=30)	雌性 Female (n=30)	全部 Total (n=60)
白细胞 WBC 10 ⁹ /L	6.33 ± 1.44	5.78 ± 1.75	6.06 ± 1.60
中性粒细胞 NEUT 10 ⁹ /L	2.05 ± 1.31	1.66 ± 1.12	1.85 ± 1.21
淋巴细胞 LYMPH 10 ⁹ /L	4.19 ± 1.21	4.01 ± 1.37	4.10 ± 1.27
单核细胞 MONO 10 ⁹ /L	0.05 ± 0.07	0.05 ± 0.05	0.05 ± 0.06
嗜酸性粒细胞 EO 10 ⁹ /L	0.05 ± 0.05	0.06 ± 0.06	0.06 ± 0.06
嗜碱性粒细胞 BASO 10 ⁹ /L	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
中性细胞百分率 NEUT %	31.89 ± 16.51	28.41 ± 14.95	30.15 ± 15.58
淋巴细胞百分率 LYMPH %	65.99 ± 16.49	69.47 ± 14.91	67.73 ± 15.54
单核细胞百分率 MONO %	1.04 ± 0.93	0.99 ± 0.64	1.02 ± 0.78
嗜酸细胞百分率 EO %	1.09 ± 0.53	1.13 ± 0.57	1.11 ± 0.54
嗜碱细胞百分率 BASO %	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
红细胞 RBC 10 ¹² /L	5.44 ± 0.38	5.50 ± 0.45	5.47 ± 0.41
血红蛋白 HGB g/L	129.80 ± 10.80	136.07 ± 9.55	132.93 ± 10.51
红细胞压积 HCT %	34.11 ± 2.53	35.45 ± 2.34	34.78 ± 2.49
红细胞平均体积 MCV fL	62.69 ± 1.62	64.51 ± 2.16*	63.60 ± 2.09
平均血红蛋白量 MCH pg	23.85 ± 0.73	24.75 ± 0.83**	24.30 ± 0.89
平均血红蛋白浓度 MCHC g/L	380.47 ± 6.30	383.87 ± 6.16	382.17 ± 6.36
红细胞分布宽度 RDW-CV %	11.47 ± 0.48	11.25 ± 0.50	11.36 ± 0.49
血小板计数 PLT 10 ⁹ /L	319.20 ± 73.68	301.27 ± 85.54	310.23 ± 78.97
血小板压积 PCT %	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.03	0.10 ± 0.03
平均血小板 MPV fL	3.35 ± 0.64	3.39 ± 0.62	3.37 ± 0.62
血小板分布宽度 PDW %	18.88 ± 0.79	18.69 ± 0.76	18.78 ± 0.77

注:新西兰兔雄性 & 雌性之间比较 * P < 0.05, ** P < 0.01。

Note. Comparison of the male and female rabbits in the same age. * P < 0.05, ** P < 0.01.

表 3 雄性 & 雌性 SPF 级新西兰兔血生化测定结果及比较
Tab.3 Comparison of hematological and biochemical parameters between the male and female rabbits

项目 Items	雄性 Male (n=30)	雌性 Female (n=30)	全部 Total (n=60)
谷丙转氨酶 ALT U/L	51.27 ± 21.50	47.53 ± 20.80	49.40 ± 20.87
谷草转氨酶 AST U/L	18.53 ± 9.75	15.67 ± 8.56	17.10 ± 9.13
碱性磷酸酶 ALP U/L	88.60 ± 51.07	86.27 ± 19.75	87.43 ± 38.06
谷氨酰转肽酶 GGT U/L	5.47 ± 0.83	6.40 ± 1.06*	5.93 ± 1.05
淀粉酶 AMY U/L	14.21 ± 2.49	11.93 ± 2.01**	13.07 ± 2.51
总蛋白 TP g/L	49.98 ± 5.50	48.75 ± 5.69	49.36 ± 5.54
白蛋白 ALB g/L	33.26 ± 2.73	33.19 ± 2.90	33.22 ± 2.77
球蛋白 GLOB g/L	16.72 ± 3.59	15.56 ± 3.72	16.14 ± 3.64
血清白/球蛋白 A/G g	2.05 ± 0.33	2.21 ± 0.37	2.13 ± 0.36
总胆红素 TBIL μmol/L	1.01 ± 0.13	0.87 ± 0.27	0.94 ± 0.22
尿素氮 BUN mmol/L	5.27 ± 0.64	5.31 ± 0.37	5.29 ± 0.51
血糖 GLU mmol/L	4.86 ± 0.91	5.02 ± 0.91	4.94 ± 0.89
肌酐 CREA μmol/L	93.24 ± 13.76	87.27 ± 13.08	90.25 ± 13.54
胆固醇 CHOI mmol/L	2.54 ± 0.84	2.93 ± 1.03	2.74 ± 0.94
甘油三酯 TG mmol/L	0.55 ± 0.32	0.42 ± 0.08	0.49 ± 0.24
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C mmol/L	1.24 ± 0.33	1.38 ± 0.19	1.31 ± 0.28
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C mmol/L	1.18 ± 0.56	1.48 ± 0.77	1.33 ± 0.68
尿酸 UA μmol/L	10.53 ± 1.25	11.47 ± 3.09	11.00 ± 2.36
乳酸脱氢酶 LDH U/L	96.27 ± 30.61	82.60 ± 29.79	89.43 ± 30.48
免疫球蛋白 G IgG mg/mL	1.04 ± 0.10	1.07 ± 0.17	1.05 ± 0.14
补体 C3 g/L	0.19 ± 0.04	0.18 ± 0.04	0.18 ± 0.04
补体 C4 g/L	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.01

注:新西兰兔雄性 & 雌性之间比较 * P < 0.05, ** P < 0.01。

Note. Comparison of the male and female rabbits in the same age. * P < 0.05, ** P < 0.01.

表 4 雄性 & 雌性 SPF 级新西兰兔血气分析结果及比较
Tab. 4 Comparison of blood gas analysis between the male and female rabbits

项目 Items	雄性 Male (n=30)	雌性 Female (n=30)	全部 Total (n=60)
PH 值 pH	7.25 ± 0.08	7.23 ± 0.08	7.24 ± 0.08
动脉血氧分压 PaO ₂ mmHg	95.47 ± 23.86	91.67 ± 18.76	93.57 ± 21.18
动脉血二氧化碳分压 PaCO ₂ mmHg	38.20 ± 5.40	37.87 ± 4.73	38.03 ± 4.99
PH 温度校正 pHT	7.25 ± 0.08	7.23 ± 0.08	7.24 ± 0.08
氧分压温度校正 PO ₂ T mmHg	95.47 ± 23.86	91.67 ± 18.76	93.57 ± 21.18
二氧化碳分压温度校正 PCO ₂ T mmHg	38.20 ± 5.40	37.87 ± 4.73	38.03 ± 4.99
二氧化碳总量 TCO ₂ mmol/L	17.91 ± 3.25	17.15 ± 3.51	17.53 ± 3.35
红细胞外液剩余碱 BE _{ecf} mmol/L	-10.58 ± 4.20	-11.62 ± 4.53	-11.10 ± 4.33
全血剩余碱 BE(B) mmol/L	-9.93 ± 4.01	-10.97 ± 4.32	-10.45 ± 4.13
实际碳酸氢根 HCO ₃ ⁻ mmol/L	16.80 ± 3.22	16.00 ± 3.41	16.40 ± 3.29
标准碳酸氢根 HCO ₃ ⁻ std mmol/L	17.12 ± 3.17	27.10 ± 42.43	22.11 ± 30.00
呼吸指数 RI	0.12 ± 0.18	0.18 ± 0.17	0.15 ± 0.18
肺动脉氧分压比率 paO ₂ /pAO ₂	0.93 ± 0.20	0.90 ± 0.17	0.92 ± 0.18
钾 K ⁺ mmol/L	2.86 ± 0.30	2.72 ± 0.33	2.79 ± 0.32
钠 Na ⁺ mmol/L	140.93 ± 2.55	141.60 ± 1.55	141.27 ± 2.10
钙 Ca ²⁺ mmol/L	1.74 ± 0.80	1.57 ± 0.05	1.65 ± 0.56
葡萄糖 Glu mmol/L	4.31 ± 0.58	4.38 ± 0.77	4.34 ± 0.67
乳酸 Lac mmol/L	10.49 ± 2.46	10.02 ± 2.92	10.25 ± 2.66
钙离子 Ca ²⁺ _{PH7.4} mmol/L	1.45 ± 0.05	1.46 ± 0.07	1.45 ± 0.06
红细胞压积 Hct %	38.67 ± 2.44	39.80 ± 2.73	39.23 ± 2.61
血氧饱和度 SaO ₂ %	94.67 ± 3.20	94.27 ± 2.91	94.47 ± 3.01
总血红蛋白 THbc g/L	131.33 ± 8.42	135.00 ± 9.44	133.17 ± 8.99
肺泡气氧分压 pAO ₂ mmHg	101.80 ± 6.81	102.20 ± 5.87	102.00 ± 6.25
肺泡气-动脉血氧分压差 A-aDO ₂ mmHg	6.27 ± 20.77	10.47 ± 18.49	8.37 ± 19.43
氧合指数 OI mmHg	454.60 ± 113.65	430.53 ± 87.07	442.57 ± 100.23

注:新西兰兔雄性 & 雌性之间比较 * P < 0.05, ** P < 0.01。

Note. Comparison of the male and female rabbits in the same age. * P < 0.05, ** P < 0.01.

表 5 雄性 & 雌性 SPF 级新西兰兔心率、动脉压、心室压测定及比较
Tab. 5 Comparison of heart rate, arterial pressure and ventricular pressure between the male and female rabbits

项目 Items	雄性 Male (n=30)	雌性 Female (n=30)	全部 Total (n=60)
心跳频率	245.92 ± 36.08	256.71 ± 30.42	251.20 ± 33.75
劲动脉压收缩压	111.89 ± 11.07	110.62 ± 10.95	111.27 ± 11.00
劲动脉压舒张压	97.30 ± 12.81	97.83 ± 11.17	97.55 ± 12.01
颈动脉压平均压	102.14 ± 11.81	102.08 ± 10.75	102.11 ± 11.27
左心室收缩压	72.96 ± 17.16	73.98 ± 18.97	73.45 ± 17.99
左心室舒张压	21.83 ± 9.54	21.24 ± 11.54	21.54 ± 10.52
左心室平均压	38.78 ± 7.06	38.56 ± 8.25	38.67 ± 7.63
右心室收缩压	17.92 ± 4.77	23.57 ± 26.62	20.88 ± 19.70
右心室舒张压	7.97 ± 3.01	7.78 ± 3.29	7.87 ± 3.14
右心室平均压	11.32 ± 2.87	12.03 ± 6.84	11.69 ± 5.31

注:新西兰兔雄性 & 雌性之间比较 * P < 0.05, ** P < 0.01。

Note. Comparison of the male and female rabbits in the same age. * P < 0.05, ** P < 0.01.

2 结果

2.1 SPF 级新西兰兔主要脏器参数测定结果及比较

实验结果(表 1)表明:(1)雌、雄 SPF 级新西兰兔甲状腺、肾上腺 2 项的重量比较差异显著 (P < 0.05), 肝的差异极显著 (P < 0.01); (2) 雌、雄 SPF

级新西兰兔脑、脑垂体 2 项的脏器系数比较差异显著, 甲状腺的差异极显著 (P < 0.01); (3) 雌、雄 SPF 级新西兰兔甲状腺、肾上腺 2 项的脏脑比系数比较差异显著, 肝的差异极显著 (P < 0.01)。说明性别对 SPF 级新西兰兔小部分脏器比重有影响。

2.2 SPF 级新西兰兔血常规测定结果及比较

实验结果表明:雌、雄 SPF 级新西兰兔 MCV 差

异显著, MCH 差异极显著。说明性别对 SPF 级新西兰兔的血常规部分指标有影响(表 2)。

2.3 SPF 级新西兰兔血生化测定结果及比较

实验结果表明:雌、雄 SPF 级新西兰兔 GGT 差异显著;AMY 差异极显著。说明性别对 SPF 级新西兰兔的血生化部分指标有影响(表 3)。

2.4 SPF 级新西兰兔血气测定结果

实验结果表明:雌、雄 SPF 级新西兰兔不存在显著差异,说明性别对 SPF 级新西兰兔的血气没有影响(表 4)。

2.5 SPF 级新西兰兔心率、血压、心室压测定结果

实验结果表明:雌、雄 SPF 级新西兰兔不存在显著差异,说明性别对 SPF 级新西兰兔的心率、颈动脉压、左右心室收缩压及舒张压没有影响(表 5)。

3 讨论

袁进等^[8]研究结果表明在屏障环境下,不同性别的 SPF 级新西兰兔具有相同而独特的脏器系数特性。雌性新西兰兔较雄性新西兰兔对外界刺激的反应更为敏感,易产生紧张和较强的情绪波动^[2],从肾上腺脏器重量和脏脑比系数的比较可反映这一差异。甲状腺体合成和分泌甲状腺素,促进机体的新陈代谢和生长发育,雄性动物的代谢和生长发育速度比雌性动物快,故成年新西兰兔甲状腺雄性显著重于雌性。肝脏作为最大的腺体,参与糖、脂类、激素和药物等代谢,雌性和雄性在代谢、免疫等各方面都存在差异,这种差异也体现在与代谢和免疫密切相关的脏器重量差异上。我们发现,在 22 项血生化指标中,雌兔 GGT 值显著高于雄兔,谷氨酰转氨酶(GGT)是临床上评估肾脏和肝脏功能的常用指标,而雌兔肝脏和肾上腺脏器重量和脏脑比系数也显著高于雄兔,脏器与血常规比较结果相一致,提示了雌兔在应激反应、免疫调节、代谢合成等生理功能方面与雄兔有显著差异,也说明了动物的脏器重量和脏器系数与相关的生理生化指标都可以用来反映动物的功能状态^[9]。

雌性和雄性 SPF 新西兰兔比较,22 项血常规指标中,雄性的平均红细胞体积(MCV)($P < 0.05$)、平均红细胞血红蛋白量(MCH)($P < 0.01$)明显低于雌性,这与丁雷^[10]、温靖^[11]等测定的新西兰兔雌雄间差异相一致。此外,血生化中淀粉酶含量雄兔显著高于雌兔,说明正常雄兔对淀粉的代谢可能高于雌兔,临床上常用血清淀粉酶作为急性胰腺炎的

诊断指标,肝胆疾病也可引起血清淀粉酶升高^[12]。

心室压测定由孙波法^[13]简化后进行,测定结果与王新^[14]等人的测定的正常值范围相一致;正常 SPF 级新西兰兔颈动脉压的测定值与董浩然^[15]等人的实验结果相近;心率与李英等^[1]人的测定结果相近。这些指标都不存在性别间的显著差异,与文献报道相一致。

比较而言,袁进^[8]、李英^[1]、李增强^[16]等测定了 SPF 级新西兰兔脑、左右颌下腺、心脏、肝脏、脾脏、肺脏、肾脏、肾上腺、胃、胆囊、胰脏、子宫、睾丸、附睾的脏器系数,在此基础上本实验补充了脑垂体、甲状腺、胸腺、附睾、卵巢的脏器系数及脏脑比系数。王刚^[17]、李增强^[16]、李英^[1]、温靖^[11]、杨锋^[18]等仅测定了血常规和血生化的基本指标,本实验补充了淀粉酶、补体 C3/C4 及 25 项血气指标的检测结果。对 SPF 级新西兰兔颈动脉压以及心室压的测定补充了以往文献中基础生理数据测定的空白。

参考文献:

- [1] 李英. SPF 级新西兰实验兔生物学特性的研究 [D]. 广州:第一军医大学,2004,9-42.
- [2] 吴清洪,陈丽,那顺巴亚尔,等. SPF 级新西兰兔用于热原检查的试验探讨 [J]. 实验动物与比较医学,2008,28(3):174-176.
- [3] 张修彦,詹纯列,肖育华,等. SPF 级 Balb/c 小鼠脏器重量、脏器系数、血常规、血生化指标的测定与比较 [J]. 中国组织工程研究与临床康复,2011,15(41):7734-7737.
- [4] Han J, Lei Y, Liu L, et al. SPF rabbits infected with rabbit hepatitis E virus isolate experimentally showing the chronicity of hepatitis [J]. PLoS ONE, 2014, 9(6): e99861.
- [5] Watanabe N, Nakagawa H, Kitajima S, et al. Establishment of a SPF colony of human apo(a) transgenic rabbits by frozen-thawed embryo transfer [J]. Exp Anim, 2005, 54(4): 353-357.
- [6] Jean SM, Sharma P, Taylor D, et al. Cyclosporine-induced gingival overgrowth in New Zealand white rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) [J]. Comp Med, 2009, 59(4): 357-362.
- [7] Yee SB, Dyer DN, Twenhafel NA, et al. Transient lipopolysaccharide-induced resistance to aerosolized *Bacillus anthracis* in New Zealand white rabbits [J]. Comp Med, 2013, 63(3): 252-261.
- [8] 袁进,顾为望,张嘉宁,等. SPF 级和普通级新西兰兔主要脏器系数的比较 [J]. 中国比较医学杂志,2006,16(12):749-751.
- [9] 恽时锋,胡玉红,田小芸. 不同品种实验兔主要脏器重量及脏器系数的研究 [J]. 中国比较医学杂志,2004,14(6):350-354.
- [10] 丁雷. 新西兰兔血液学参数的研究 [D]. 哈尔滨:东北林业

- 大学, 2010, 19-31.
- [11] 温靖, 顾为望, 杨海英. SPF 级新西兰兔血液生理生化指标的测定 [J]. 动物医学进展, 2005, 26(1): 81-83.
- [12] 莫重辉, 常建军, 王生伟, 等. 西宁市某地绵羊胰脏功能研究初探 [J]. 动物医学进展, 2005, 26(1): 83-84.
- [13] 孙波, 刘文利. 右心导管法测定大鼠肺动脉高压的实验方法 [J]. 中国医学科学院学报, 1984, 6(6): 465-467.
- [14] 王新. 阿托伐他汀对兔肺动脉高压的作用及对白介素-6 水平的影响 [D]. 石家庄: 河北医科大学, 2009, 13-14.
- [15] 董浩然. 新西兰兔心衰气虚证模型的建立及其基因芯片数据分析 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2013. 17-27.
- [16] 李增强, 孙淑华, 孟金萍, 等. 无菌兔、SPF 兔和普通兔脏器系数的比较 [J]. 中国比较医学杂志, 2009, 19(1): 37-40.
- [17] 王刚, 张富发, 刘科, 等. 离乳一周 SPF 级与普通级新西兰兔血液学参数的比较 [J]. 实验动物科学, 2010, 27(2): 26-29.
- [18] 杨锋, 艾应先, 谢晓娟, 等. 屏障系统大耳白、新西兰兔血液学指标测定分析 [J]. 实验动物科学, 2012, 29(6): 26-29.

[修回日期]2015-06-28

(上接第 30 页)

- [8] Kongsman JP, Parnet P, Dantzer R. Cytokine-induced sickness behaviour: mechanisms and implications [J]. Trends Neurosci. 2002, 25(3): 154-159.
- [9] McDonald DR, Brunden KR, and Landreth GE. Amyloid fibrils activate tyrosine kinase-dependent signaling and superoxide production in microglia [J]. J Neurosci, 1997. 17: 2284-2294.
- [10] Tamagno E, Parola M, Bardini P, et al. Beta-site APP cleaving enzyme up-regulation induced by 4-hydroxynonenal is mediated by stress-activated protein kinases pathways [J]. J Neurochem, 2005. 92(3): 628-636.
- [11] 石森. 2 型糖尿病与阿尔茨海默病相关性探讨 [J]. 继续医学教育, 2012, 26(11): 36-39.
- [12] 周鑫, 韩德五, 许瑞龄, 等. 肠源性内毒素血症在代谢综合征相关疾病发生发展中的作用及其机制 [J]. 中国病理生理杂志, 2012, 28(3): 492-498.

[修回日期]2015-06-17

(上接 36 页)

- [3] Buyalos RP, Agaiwal SK. Endometriosis-associated infertility [J]. Curr Opin Obstet Gynecol, 2000, 12(5): 377-381.
- [4] Bamhart K, Dunsmoor-Su R, Coutifaris C. Effect of endometriosis on in vitro fertilization [J]. Fertil Steril, 2002, 77(6): 1148-1155.
- [5] 李靖, 李炫诚, 吴云霞. 确定小鼠动情周期的三种方法 [J]. 实验动物科学, 2007, 24(3): 63-64, 62.
- [6] 马丽, 谢淑武, 朱焰, 等. 注射法小鼠下下子宫内膜异位症模型及组织学观察 [J]. 中国实验动物学报, 2008, 16(3): 192-195.
- [7] 郭方, 徐丛剑. 腹腔注射甲氨蝶呤对小鼠异位内膜生长的影响 [J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2007, 23(9): 692-693.
- [8] 杨桂云, 刘红林. 补肾活血方对子宫内膜异位症不孕腹腔液微环境改善作用的实验研究 [J]. 中医药学刊, 2003, 21(1): 58-59.
- [9] 具春花, 陈玲. 补肾活血方对内异症伴不孕患者子宫内膜的影响 [J]. 辽宁中医杂志, 2008, 35(5): 722-723.
- [10] 王艳妮, 谈勇. 补肾活血法在子宫内膜异位症不孕患者行试管婴儿术中的应用体会 [J]. 实用中医药杂志, 2010, 26(4): 264.
- [11] 李新玲, 连方, 刘延荷. 祛瘀解毒颗粒治疗子宫内膜异位症患者卵泡液对小鼠胚胎发育的影响 [J]. 中国中西医结合杂志, 2009, 29(11): 1001-1004.
- [12] Tabibzadeh S. Decoding implantation and menstruation: the tale of two opposing signals [J]. Front Bio Sci, 2002, 7: 475-486.
- [13] Wang H, Wen Y, Mooney S, et al. Matrix metalloproteinase and tissue inhibitor of matrix metalloproteinase expression in human preimplantation embryos [J]. Fertil Steril, 2003, 80(Suppl 2): 736-742.

[修回日期]2015-06-13