

实验用猫繁育与应用相关数据的检测分析

吴贤生, 黄 威, 梁勇芬, 邓 卉, 翟永欢, 杨嘉俊, 黄甘泉, 王 刚

(广东省医学实验动物中心, 佛山 528248)

[摘要] **目的** 在普通环境实验动物设施中培养和繁育实验用猫, 收集实验用猫的背景数据并与外购家猫进行比较, 评估繁育实验用猫的可行性。**方法** 引进本土猫种进行普通环境实验条件下的繁殖和种群扩大培养, 记录仔猫存活率和生长曲线。检测F1代20只实验用猫(雌雄各半)的血常规、血生化、脏器质量、脏器系数、心率和血压等指标, 并进行雌雄性别间比较; 按《中华人民共和国药典》2020年版第四部中降压物质检查法测量实验用猫的血压值及对组胺的灵敏度, 并与同期使用的173只外购家猫进行比较分析。**结果** 实验用猫对普通环境实验设施适应良好, 仔猫8周龄存活率为77.08%。雄性实验用猫的血液红细胞计数、血红蛋白含量、平均红细胞血红蛋白浓度和血细胞比容均显著高于雌性 ($P<0.01$), 平均红细胞体积显著低于雌性 ($P<0.01$)。雄性实验用猫的血清丙氨酸转氨酶、总胆红素、肌酐、三酰甘油、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇水平和白蛋白/球蛋白比值显著高于雌性 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$), 胆固醇、球蛋白和总蛋白显著低于雌性 ($P<0.01$)。雄性实验用猫的肝脏系数显著低于雌性 ($P<0.05$), 肾脏系数显著高于雌性 ($P<0.05$); 脾脏和肾脏的脏脑比显著高于雌性 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。实验用猫的心律、收缩压、舒张压、平均压及对组胺的灵敏度在不同性别间未见明显差异 ($P>0.05$); 与实验用猫比较, 外购家猫的心律、收缩压和平均压均显著升高 ($P<0.01$), 中、高剂量组胺所致血压变化幅度明显降低 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。**结论** 在普通环境实验动物设施条件下培育实验用猫具有可行性, 使用背景数据清晰且标准化的实验用猫进行科学研究可提高实验结果的准确性。

[关键词] 实验用猫; 繁育; 应用; 背景数据

[中图分类号] Q95-33; R-332 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2024)04-0428-08



Analysis of Breeding and Application Data for Laboratory Cats

WU Xiansheng, HUANG Wei, LIANG Yongfen, DENG Hui, ZHAI Yonghuan, YANG Jiajun, HUANG Ganquan, WANG Gang

(Guangdong Medical Laboratory Animal Center, Foshan 528248, China)

Correspondence to: WANG Gang (ORCID: 0009-0008-4218-3067), E-mail: 1129702021@qq.com

[ABSTRACT] **Objective** To cultivate and breed laboratory cats in conventional laboratory animal facilities, collect background data on laboratory cats, and compare them with purchased domestic cats to assess the feasibility of breeding laboratory cats. **Methods** Indigenous cat breeds were introduced for reproduction and population expansion under conventional laboratory environment, with recording of kitten survival rates and growth curves. Indicators of 20 laboratory cats of F1 generation (half male and half female), including complete blood count, blood biochemistry, organ mass, organ coefficient, heart rate, and blood pressure, were detected and comparisons between sexes were made. Blood pressure values and sensitivity to histamine of these cats were measured using depressor substance detection method in the *Pharmacopoeia of the People's Republic of China-Four Parts: 2020*, and were compared with the data from 173 concurrently purchased domestic cats. **Results** Laboratory cats adapted well to the environment of conventional laboratory facilities, with a survival rate of 77.08% of kittens at 8 weeks of age. Red blood cell count, hemoglobin content, mean corpuscular hemoglobin concentration, and hematocrit in male laboratory cats were significantly higher than those in females ($P<0.01$), while the mean corpuscular volume in males was significantly lower than that in females ($P<0.01$). The levels of serum alanine aminotransferase,

[基金项目] 广东省科技计划项目“实验用猫繁育研究”(2019A030317016)

[第一作者] 吴贤生(1987—),男,硕士,主管药师,研究方向:药效学、毒理学。E-mail: 649096064@qq.com

[通信作者] 王 刚(1966—),男,硕士,正高级兽医师,研究方向:实验动物与比较医学。E-mail: 1129702021@qq.com。ORCID: 0009-0008-4218-3067

total bilirubin, creatinine, triacylglycerol, high-density lipoprotein cholesterol, and low-density lipoprotein cholesterol in male laboratory cats were significantly higher than those in females ($P<0.05$ or $P<0.01$), while cholesterol, globulin, total protein, and the albumin-globulin ratio were significantly lower in males ($P<0.01$). The liver coefficient in male laboratory cats was significantly lower than that in female cats ($P<0.05$), while the kidney coefficient was significantly higher ($P<0.05$). The spleen-brain and kidney-brain ratios were significantly higher in males compared to females ($P<0.05$ or $P<0.01$). No significant differences were found in heart rate, systolic pressure, diastolic pressure, mean blood pressure, or sensitivity to histamine between male and female laboratory cats ($P>0.05$). Compared to laboratory cats, purchased domestic cats had significantly higher heart rate, systolic pressure, and mean blood pressure ($P<0.01$), and the magnitude of blood pressure changes induced by medium and high doses of histamine was significantly reduced ($P<0.05$ or $P<0.01$). **Conclusion** It is feasible to breed laboratory cats in conventional laboratory animal facilities. The accuracy of experimental results can be improved by using laboratory cats with clear and standardized background data.

[Key words] Laboratory cats; Breeding; Application; Background data

猫作为重要的实验动物资源，主要用于生理学、药理学、免疫学和神经科学等领域的研究，也是《中华人民共和国药典》2020年版第四部中降压物质检查法指定用的实验动物^[1]。但与实验动物需求相矛盾的是，中国目前尚未建立实验猫的国家质量标准和微生物检测标准，仅有少数省份出台了地方标准^[2]。目前，国内使用猫开展的研究中仍以非标准化猫为主，这些猫通常携带病原微生物，对实验人员造成潜在威胁，同时也给实验设施的生物安全带来极大风险^[3-5]。同时，猫的遗传背景复杂，健康状态不明，难以真实反映药物的特性，可能对实验结果的准确性造成不良影响。

本研究在普通环境实验动物设施中繁育实验用猫，并对其脏器重量、血常规、血生化、血压及组胺灵敏度进行检测和分析，还将这些数据与本实验室同期获得的外购家猫进行比较，以期为实验用猫的使用和推广提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 实验动物

本研究所用实验用猫是从广州引进的同窝本土家猫繁育而成，采用全同胞兄妹近亲繁殖的方式获得F1代，再采用全同胞兄妹或半同胞兄妹近亲繁殖的方式获得F2代，并进行繁育扩大种群。本研究中用于背景数据测量的20只F1代实验用猫为12~24月龄，雌雄各半；其中，雄性体质量为 (3.42 ± 0.34) kg，雌性体质量为 (3.04 ± 0.13) kg，雌雄均为棕黑色虎斑，短毛，身体匀称，四肢健壮。本研究所用外购家猫为8月龄以上，雄性，共计173只，体质量为 (3.62 ± 0.34) kg，

均从广州市周边的农村购入，以棕黑色虎斑和橘色虎斑猫为主，短毛，身体匀称，四肢健壮。本研究涉及的动物实验方案通过广东省医学实验动物中心伦理委员会的伦理审查批准（A202301-13），并在广东省医学实验动物中心[SYXK（粤）2022-0002]开展所有实验操作。

1.2 实验试剂与仪器

磷酸组胺标准品（批号150510-201313）购自中国食品药品检定研究院；肝素钠注射液（批号200830）购自成都市海通药业有限公司；盐酸赛拉嗪注射液（批号20221001）购自吉林省敦化市圣达动物药品有限公司；舒泰50（批号8G4VA、95ZEA）购自法国Virbac公司；妙三多+狂犬疫苗（批号D117440A、E022860A）购自美国Elanco公司。

BL-420S生物机能实验系统购自成都泰盟科技有限公司；JSB6-02电子天平购自上海蒲春计量仪器有限公司；BS224S电子天平购自德国Sartorius公司；BC-5000全自动血液细胞分析仪购自深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司；JCA-BM6010/C全自动生化分析仪购自日本电子株式会社；AC9903电解质分析仪购自江苏奥迪康医学科技有限公司。

1.3 饲料和猫砂

最宠品牌全期猫粮的营养成分包括粗蛋白质（ $\geq 31\%$ ）、粗脂肪（ $\geq 17\%$ ）、粗纤维（ $\leq 5\%$ ）、粗灰分（ $\leq 10\%$ ）、水分（ $\leq 10\%$ ）、牛磺酸（ $\geq 0.2\%$ ）、钙（ $\geq 1\%$ ）、总磷（ $\geq 0.8\%$ ）和水溶性氯化物（以Cl计， $\geq 0.6\%$ ），购自杭州昌久宠物用品有限公司。网易严选品牌幼猫猫粮的营养成分包括粗蛋白质（ $\geq 42\%$ ）、粗脂肪（ $\geq 18\%$ ）、粗纤维（ $\leq 5\%$ ）、粗灰分（ $\leq 8\%$ ）、水分

($\leq 10\%$)、牛磺酸 ($\geq 0.3\%$)、钙 ($\geq 1\%$)、总磷 ($\geq 0.8\%$) 和水溶性氯化物 (以 Cl^- 计, $\geq 0.3\%$), 购自山东汉欧生物科技有限公司。狮子医生品牌豆腐猫砂的主要成分包括豆腐渣、淀粉和高吸水性树脂聚合物, 购自新乡市悟空渔科技有限公司。

1.4 实验用猫的饲养管理

实验用猫饲养在普通环境实验动物设施中, 环境温度 $18\sim 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $40\%\sim 70\%$, 并采用 12 h : 12 h 昼夜交替的方式照明。使用不锈钢猫笼进行饲养, 每笼饲养 $2\sim 3$ 只 (8 周龄以上)。幼猫阶段以幼猫猫粮喂养, 其他阶段以全期猫粮喂养。幼猫自由进食, 成年猫按需喂食, 均自由饮水 (饮用水经过滤、煮沸、放凉处理)。豆腐猫砂用来供猫排便和消除异味。

1.5 实验用猫的繁育和管理

用于繁殖的成年雄性和雌性猫按 $1:1$ 合笼, 确认母猫怀孕后, 在临产前将其转移至专门产房进行单笼饲养, 哺乳期间在猫粮中添加适量冻干鸡胸肉以增强营养。仔猫出生后由母猫哺乳喂养, 并自然离乳和采食。当仔猫生长至 8 周龄后与母猫分笼, 并在注射妙三多+狂犬疫苗后转移至常规饲养间。称量并记录仔猫出生后不同时间点的体质量, 以绘制仔猫的生长曲线。

1.6 血液标本采集和检测

肌内注射盐酸赛拉嗪注射液 0.1 mL/kg 和舒泰 50 mg/kg 联合麻醉实验用猫后, 颈动脉插管并采集 0.5 mL 抗凝全血 (EDTA-K_2 抗凝), 进行 23 项血常规指标检查: 白细胞 (white blood cell, WBC)、中性粒细胞 (neutrophilic granulocyte, NEU)、淋巴细胞 (lymphocyte, LYM)、单核细胞 (monocyte, MON)、嗜酸性粒细胞 (eosinophilic granulocyte, EOS)、嗜碱性粒细胞 (basophilic granulocyte, BAS)、中性粒细胞百分比 (neutrophilic granulocyte percentage, NEU%)、淋巴细胞百分比 (lymphocyte percentage, LYM%)、单核细胞百分比 (monocyte percentage, MON%)、嗜酸性粒细胞百分比 (eosinophilic granulocyte percentage, EOS%)、嗜碱性粒细胞百分比 (basophilic granulocyte percentage, BAS%)、红细胞 (red blood cell, RBC)、血红蛋白 (hemoglobin, HGB)、平均红细胞体积 (mean corpuscular volume, MCV)、平均红细胞血红蛋白 (mean corpuscular hemoglobin, MCH)、平均红细胞血红蛋白浓度 (mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC)、红细胞分布宽度标准差 (red cell distribution width-standard deviation, RDW-SD)、红细胞分布宽度变异系数 (red cell distribution width-

coefficient of variation, RDW-CV)、红细胞比容 (hematocrit, HCT)、血小板 (blood platelet, PLT)、平均血小板体积 (mean platelet volume, MPV)、血小板分布宽度 (platelet distribution width, PDW) 和血小板压积 (plateletcrit, PCT)。

同时采集 2 mL 非抗凝全血并分离血清, 进行 21 项生化指标检查: 丙氨酸转氨酶 (alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸转氨酶 (aspartate aminotransferase, AST)、碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、总胆红素 (total bilirubin, TBil)、肌酐激酶 (creatinine kinase, CK)、肌酐 (creatinine, Cr)、尿酸 (uric acid, UA)、尿素氮 (urea nitrogen, BUN)、血糖 (blood glucose, GLU)、三酰甘油 (triacylglycerol, TAG)、胆固醇 (cholesterol, Ch)、高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、白蛋白 (albumin, ALB)、球蛋白 (globulin, GLOB)、总蛋白 (total protein, TP)、白蛋白/球蛋白比值 (albumin to globulin ratio, A/G)、钾 (potassium, K)、钠 (sodium, Na)、氯 (chlorine, Cl) 和钙 (calcium, Ca)。

1.7 血压测量

20 只实验用猫和 173 只外购家猫均在麻醉 (同 1.6 节) 状态下, 行颈动脉插管并连接生物机能实验系统, 测量猫的心率、收缩压、舒张压和平均压。

1.8 组胺灵敏度检查

依照《中华人民共和国药典》2020 年版第四部“1145 降压物质检查法”^[1] 进行组胺灵敏度检查。分别测量猫对 $0.05\text{ }\mu\text{g/kg}$ 、 $0.10\text{ }\mu\text{g/kg}$ 和 $0.15\text{ }\mu\text{g/kg}$ 组胺的血压反应值, 以 $0.10\text{ }\mu\text{g/kg}$ 组胺所致反应值大于 20 mmHg 且两轮低、中、高剂量组胺所致血压反应值的均值有显著差异, 判定为灵敏度检查符合要求。计算各剂量组胺所致血压变化幅度: 变化幅度=血压变化值/血压基础值 $\times 100\%$ 。

1.9 脏器系数测量

采用麻醉状态下放血法安乐死实验用猫, 剖取心、肝、脾、肺、肾、肾上腺、脑、睾丸、子宫和卵巢并称重, 计算脏器系数和脏脑比。脏器系数=脏器质量/体质量 $\times 100\%$; 脏脑比=脏器质量/脑质量 $\times 100\%$ 。

1.10 统计学方法

应用 SPSS 21.0 软件对数据进行统计分析, 采用 Sigmaplot 15.0 软件进行绘图, 数据以平均数 $\pm$ 标准差表示。采用双尾 t 检验进行组间比较, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 繁育统计及仔猫的存活率、生长曲线

本研究中共记录12窝实验用猫的繁育情况，其中F1代8窝，F2代4窝，共计48只，每窝产仔数为(4.00±1.65)只。仔猫从出生至分笼饲养(8周)期间的存活率为77.08%。仔猫从出生至24周龄的生长曲线见图1。20周龄时雄性实验用猫和部分雌性实验用猫的体重可达2 kg，满足降压物质检查的使用需求。

2.2 实验用猫的血常规检测结果及不同性别之间比较

雄性实验用猫的红细胞(RBC)、HGB、MCHC和HCT水平均显著高于雌性(P<0.01)，MCV水平显著低于雌性(P<0.01)，提示实验用猫的部分血常规指标在不同性别间存在差异(表1)。

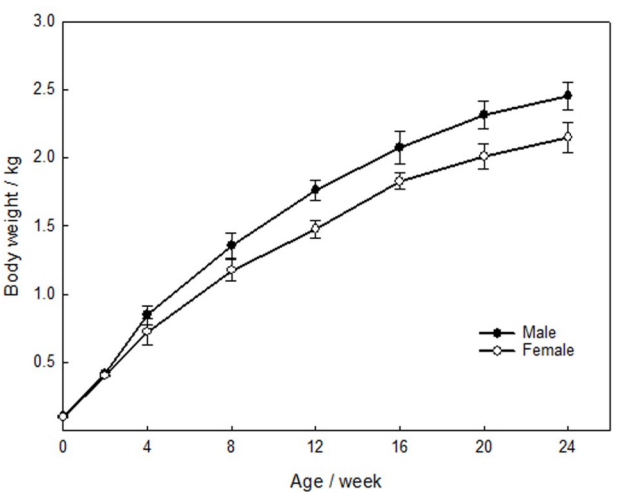


图1 实验用猫的生长曲线
Figure 1 Growth curves of laboratory cats

表1 实验用猫血常规指标测量结果和不同性别比较分析

Table 1 Measurement results of complete blood count indicators in laboratory cats and comparative analysis between sexes

指标 Indicators	雄性 Male (n = 10)	雌性 Female (n = 10)	全部 Total (n = 20)
WBC / (10 ⁹ ·L ⁻¹)	14.05±4.03	17.04±7.32	15.62±5.95
LYM / (10 ⁹ ·L ⁻¹)	3.23±0.65	3.50±0.95	3.37±0.80
MON / (10 ⁹ ·L ⁻¹)	0.02±0.02	0.03±0.02	0.02±0.02
NEU / (10 ⁹ ·L ⁻¹)	10.28±3.27	12.96±6.36	11.68±5.11
EOS / (10 ⁹ ·L ⁻¹)	0.53±0.21	0.55±0.26	0.54±0.23
BAS / (10 ⁹ ·L ⁻¹)	0.00±0.00	00.00±0.00	0.00±0.00
LYM%	24.01±4.98	23.89±9.09	23.95±7.14
MON%	0.09±0.12	0.15±0.11	0.12±0.12
NEU%	72.23±4.70	72.72±9.19	72.49±7.11
EOS%	3.67±0.82	3.24±0.60	3.44±0.73
BAS%	0.00±0.00	00.00±0.00	0.00±0.00
RBC / (10 ¹² ·L ⁻¹)	8.41±0.71	6.43±0.86**	7.37±1.28
HGB ρ/(g·dL ⁻¹)	111.00±9.82	86.40±9.77**	98.11±15.82
MCV / fL	44.74±2.18	47.76±1.91**	46.32±2.53
MCH / Pg	13.19±0.55	13.51±0.70	13.36±0.63
MCHC ρ/(g·dL ⁻¹)	295.20±8.63	282.80±5.01**	288.70±9.36
RDW-CV%	20.24±1.68	20.03±0.84	20.13±1.29
RDW-SD / fL	36.70±2.48	38.42±0.91	37.60±2.02
HCT%	37.58±3.17	30.56±3.35**	33.90±4.80
PLT / (10 ⁹ ·L ⁻¹)	47.40±10.00	46.50±11.16	46.93±10.32
MPV / fL	8.87±0.14	8.93±0.35	8.90±0.26
PDW / fL	12.93±0.28	12.91±0.82	12.92±0.60
PCT%	0.04±0.01	0.04±0.02	0.04±0.01

注：WBC，白细胞；NEU，中性粒细胞；LYM，淋巴细胞；MON，单核细胞；EOS，嗜酸性粒细胞；BAS，嗜碱性粒细胞；NEU%，中性粒细胞百分比；LYM%，淋巴细胞百分比；MON%，单核细胞百分比；EOS%，嗜酸性粒细胞百分比；BAS%，嗜碱性粒细胞百分比；RBC，红细胞；HGB，血红蛋白；MCV，平均红细胞体积；MCH，平均红细胞血红蛋白；MCHC，平均红细胞血红蛋白浓度；RDW-SD，红细胞分布宽度标准差；RDW-CV，红细胞分布宽度变异系数；HCT，红细胞比容；PLT，血小板；MPV，平均血小板体积；PDW，血小板分布宽度；PCT，血小板压积。与雄性实验用猫比较，**P<0.01。
Note: WBC, white blood cell; NEU, neutrophilic granulocyte; LYM, lymphocyte; MON, monocyte; EOS, eosinophilic granulocyte; BAS, basophilic granulocyte; NEU%, neutrophilic granulocyte percentage; LYM%, lymphocyte percentage; MON%, monocyte percentage; EOS%, eosinophilic granulocyte percentage; BAS%, basophilic granulocyte percentage; RBC, red blood cell; HGB, hemoglobin; MCV, mean corpuscular volume; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW-SD, red cell distribution width-standard deviation; RDW-CV, red cell distribution-width coefficient of variation; HCT, hematocrit; PLT, blood platelet; MPV, mean platelet volume; PDW, platelet distribution width; PCT, plateletcrit. Compared with male laboratory cats, **P<0.01.

2.3 实验用猫的血生化检测结果及不同性别之间比较

雄性实验用猫的AST、TBil、Cr、TAG、HDL-C和LDL-C和A/G均显著高于雌性 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$)，Ch、GLOB、TP显著低于雌性 ($P<0.01$)，提示实验用猫的部分血生化指标在不同性别间存在差异 (表2)。

表2 实验用猫血液生化指标测量结果和不同性别比较分析
Table 2 Measurement results of blood biochemical indicators in laboratory cats and comparative analysis between sexes

指标 Indicators	雄性 Male (n = 10)	雌性 Female (n = 10)	全部 Total (n = 20)
ALT z/(U·L ⁻¹)	70.90±16.80	66.80±16.46	68.85±16.32
AST z/(U·L ⁻¹)	47.60±13.44	33.90±6.23**	40.75±12.38
ALP z/(U·L ⁻¹)	40.00±6.75	37.70±12.37	38.85±9.77
TBil c/(μmol·L ⁻¹)	0.26±0.07	0.13±0.12**	0.19±0.12
CK c/(μmol·L ⁻¹)	1 121.20±354.17	1 300.00±437.87	1 210.60±417.37
Cr c/(μmol·L ⁻¹)	105.50±6.17	85.50±10.30**	95.50±13.17
UA c/(μmol·L ⁻¹)	10.10±5.99	6.30±3.86	8.20±5.28
BUN c/(mmol·L ⁻¹)	9.76±0.89	9.71±2.02	9.74±1.52
GLU c/(mmol·L ⁻¹)	5.38±0.47	5.85±1.22	5.62±0.93
TAG c/(mmol·L ⁻¹)	2.59±0.32	2.15±0.25**	2.37±0.36
Ch c/(mmol·L ⁻¹)	0.43±0.09	0.75±0.24**	0.59±0.24
HDL-C c/(mmol·L ⁻¹)	2.00±0.26	1.64±0.18**	1.82±0.29
LDL-C c/(mmol·L ⁻¹)	0.36±0.07	0.27±0.10*	0.32±0.10
ALB ρ/(g·L ⁻¹)	25.54±0.87	25.36±1.96	25.45±1.48
GLOB ρ/(g·L ⁻¹)	28.66±3.27	37.74±3.73**	33.20±5.77
TP ρ/(g·L ⁻¹)	54.20±3.36	63.10±2.13**	58.65±5.32
A/G	0.90±0.10	0.68±0.11**	0.79±0.15
K c/(mmol·L ⁻¹)	3.89±0.38	4.36±0.61	4.13±0.55
Na c/(mmol·L ⁻¹)	143.59±2.53	144.46±3.50	144.03±3.01
Cl c/(mmol·L ⁻¹)	107.69±2.70	109.52±2.66	108.61±2.77
Ga c/(mmol·L ⁻¹)	1.98±0.09	2.03±0.12	2.01±0.11

注：ALT，丙氨酸转氨酶；AST，天冬氨酸转氨酶；ALP，碱性磷酸酶；TBil，总胆红素；CK，肌酐激酶；Cr，肌酐；UA，尿酸；BUN，尿素氮；GLU，血糖；TAG，三酰甘油；Ch，胆固醇；HDL-C，高密度脂蛋白胆固醇；LDL-C，低密度脂蛋白胆固醇；ALB，白蛋白；GLOB，球蛋白；TP，总蛋白；A/G，白蛋白/球蛋白比值；K，钾；Na，钠；Cl，氯；Ca，钙。与雄性实验用猫比较，* $P<0.05$ ，** $P<0.01$ 。
Note: ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate aminotransferase; ALP, alkaline phosphatase; TBil, total bilirubin; CK, creatine kinase; Cr, creatinine; UA, uric acid; BUN, urea nitrogen; GLU, blood glucose; TAG, triacylglycerol; Ch, cholesterol; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low-density lipoprotein cholesterol; ALB, albumin; GLOB, globulin; TP, total protein; A/G, albumin to globulin ratio; K, potassium; Na, sodium; Cl, chlorine; Ca, calcium. Compared with male laboratory cats, * $P<0.05$, ** $P<0.01$.

2.4 实验用猫的脏器参数检测结果及不同性别之间比较

成年雄性实验用猫的体质质量显著高于雌性 ($P<$

0.01)；雄性实验用猫肝脏的脏器系数显著低于雌性 ($P<0.05$)，肾脏的脏器系数显著高于雌性 ($P<0.05$)；雄性实验用猫脾脏和肾脏的脏脑比显著高于雌性 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$)，提示实验用猫体质量及部分脏器的脏器系数、脏脑比在不同性别间存在差异 (表3)。

2.5 实验用猫的心律、血压测量结果及不同性别之间比较

雄性和雌性实验用猫的心率、收缩压、舒张压和平均压均未见明显差异 ($P>0.05$)；雌性实验用猫的收缩压、舒张压和平均压标准差均低于雄性，提示雌性实验用猫个体之间的血压差异小于雄性 (表4)。

2.6 实验用猫对组胺的灵敏度检查结果及不同性别之间比较

雄性和雌性实验用猫均对组胺敏感，降压物质检查中组胺灵敏检查的合格率均为100%。在不同性别之间，各剂量组胺所致血压下降的反应值均未见明显差异 ($P>0.05$)，各剂量组胺所致血压下降幅度也未见明显差异 ($P>0.05$) (表5)。

2.7 实验用猫和外购家猫的心律、血压和组胺灵敏度比较

173只外购家猫中，收缩压高于140 mmHg和150 mmHg的动物数量分别是111只和90只，分别占总数的64.16%和52.02%。与实验用猫比较，外购家猫的心律、收缩压和平均压均显著升高 ($P<0.01$) (表6)。

173只外购家猫中，组胺灵敏度检查符合要求的动物数量为159只，灵敏度检查的合格率为91.91%；实验用猫对组胺灵敏度检查的合格率为100%。对灵敏度检查合格的20只实验用猫和159只外购家猫的血压下降值和下降幅度进行比较，外购家猫的低、中、高剂量组胺所致血压下降值均大于实验用猫 ($P>0.05$)；外购家猫的中、高剂量组胺所致血压下降幅度显著低于实验用猫 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$) (表6)。

3 讨论

本研究旨在建立实验用猫的繁育种群并对实验用猫的适用性进行初步探讨。本研究以当地常见的棕色短毛家猫为实验用猫原种，在普通环境实验设施条件中进行培养和繁育。本研究培育的实验用猫对普通环境实验设施的适应性好，成长迅速，幼猫8周龄的成活率为77.08%，与何永平等^[6]同在普通环境动物设施条件下繁育的实验用猫离乳成活率(60.86%)相近。

本研究繁育的实验用猫的多项血常规指标、血生化指标和脏器系数在不同性别间存在差异，即雄性实

表3 实验用猫脏器参数测量结果和不同性别比较分析

Table 3 Measurement results of organ indicators in laboratory cats and comparative analysis between sexes

指标 Indicators	雄性 Male (n = 10)			雌性 Female (n = 10)		
	质量/g	脏器系数/%	脏脑比/%	质量/g	脏器系数/%	脏脑比/%
	Mass/g	Organ coefficient/%	Organ/brain ratio/%	Mass/g	Organ coefficient/%	Organ/brain ratio/%
体重 Body weight	3 420±340	/	/	3040±130**	/	/
脑 Brain	25.18±1.12	0.74±0.07	/	23.89±1.08*	0.79±0.05	/
心 Heart	12.65±1.83	0.37±0.03	50.20±6.59	10.94±0.98*	0.36±0.02	45.79±3.62
肝 Liver	85.19±17.63	2.48±0.37	388.82±74.40	91.88±14.55	3.03±0.50*	384.09±54.67
脾 Spleen	12.41±2.99	0.37±0.10	49.31±11.80	9.14±1.24**	0.30±0.04	38.30±5.47*
肺 Lung	22.41±4.20	0.65±0.10	88.79±14.88	18.61±2.54*	0.61±0.09	78.06±11.42
肾 Kidneys	28.47±4.34	0.83±0.07	112.93±16.29	21.21±2.42**	0.70±0.08*	88.79±9.59**
肾上腺 Adrenal glands	0.71±0.10	0.02±0.00	2.82±0.33	0.61±0.11	0.02±0.00	2.58±0.44
睾丸 Testes	3.67±0.60	0.11±0.01	14.58±2.06	/	/	/
子宫 Uterus	/	/	/	3.98±0.52	0.13±0.01	16.71±2.57
卵巢 Ovaries	/	/	/	0.93±0.11	0.03±0.00	3.90±0.50

注：与雄性实验用猫比较，**P*<0.05，***P*<0.01。

Note: Compared with male laboratory cats, **P*<0.05, ***P*<0.01.

表4 实验用猫心率、血压测量结果和不同性别比较分析

Table 4 Measurement results of heart rate and blood pressure in laboratory cats and comparative analysis between sexes

指标 Indicators	雄性	雌性	全部
	Male	Female	Total
	(n = 10)	(n = 10)	(n = 20)
心律/bpm	79.80±15.26	78.60±15.97	79.20±15.22
Heart rate/bpm			
收缩压/mmHg	121.61±21.71	125.01±18.52	123.31±19.72
Systolic pressure/mmHg			
舒张压/mmHg	96.29±14.61	95.91±11.95	96.10±12.99
Diastolic pressure/mmHg			
平均血压/mmHg	105.28±17.30	105.21±14.89	105.25±15.71
Mean blood pressure/ mmHg			

验用猫的RBC和HGB显著高于雌性；这一结果与胡樱等^[7]报告的11月龄英国短毛实验用猫的血液检查结果一致，而王周祥等^[8]对不同性别的猫血液指标检测结果未见此差异。本研究中，雌性实验用猫的GLOB含量显著高于雄性（*P*<0.01），并直接导致了A/G的同步差异（*P*<0.01）；而胡樱等^[7]和王周祥等^[8]的研究中未见此差异。本研究还发现，雄性实验用猫肾脏的脏器系数大于雌性（*P*<0.05），这与王宇等^[9]和何忠平等^[10]的报告存在一定差异。

目前国内用于研究的猫的遗传背景和健康状态差

异较大，使用的检测仪器和检测方法也不完全相同，这是导致实验用猫背景数据存在差异的重要原因，另外饲养环境和方式的差异也对猫血液指标产生较大影响^[11]。实验用猫的血液生理生化背景数据是其生物学信息的重要组成部分，也是推动实验用猫标准化的重要基础数据。受种群数量和繁育代数的影响，本研究目前仅完成了F1代实验用猫的血液生理生化数据检测，其不同生长阶段的生理值检测工作仍有待推动，以更精确地反映实验用猫不同生长阶段的情况。

猫对组胺类物质的灵敏度高（即组胺类物质所致血压变化大），是《中华人民共和国药典》2020年版第四部“1145降压物质检查法”中唯一指定的实验动物，且难以被替代^[12-13]。用于降压物质检查的猫应满足体重2 kg以上，雌雄均可，雌性动物应无孕^[1]。因麻醉前难以检查猫是否怀孕，实验人员通常选择雄性家猫进行试验，这使得原本紧缺的实验动物资源变得更为紧张。通过对本实验室繁育的雄性和雌性家猫的血压值 and 其对组胺的灵敏度检测，发现性别对实验用猫的血压和组胺灵敏度并无影响，说明雌性与雄性实验用猫具有同样的适用性。实验用猫生长迅速，4月龄时雄性和部分雌性实验用猫的体重均可达到2 kg，能够满足降压物质检查的要求。

本研究中繁育获得的实验用猫收缩压为（123.31±19.72）mmHg，与Payne等^[14]统计的780只猫的血压结果相近。进一步比较本研究繁育的实验用猫和外购

表5 实验用猫对组胺的灵敏度检查结果和不同性别分析

Table 5 Measurement results of sensitivity to histamine in laboratory cats and comparative analysis between sexes

指标 Indicators	组胺剂量/($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) Dosage/($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	雄性 Male ($n = 10$)	雌性 Female ($n = 10$)	全部 Total ($n = 20$)
血压下降值/mmHg Blood pressure reduction/mmHg	0.05	29.58±5.37	28.47±5.58	29.02±5.36
	0.10	37.72±6.05	38.53±6.22	38.12±5.99
	0.15	41.11±5.94	42.84±6.63	41.97±6.19
血压下降幅度/% Falling range of blood pressure/%	0.05	28.16±3.05	27.24±5.11	27.70±4.13
	0.10	35.86±1.34	36.73±4.10	36.30±3.00
	0.15	39.20±2.23	40.78±3.48	39.99±2.96

表6 实验用猫和外购家猫的心率、血压和组胺灵敏度比较

Table 6 Comparison of heart rate, blood pressure, and sensitivity to histamine between laboratory cats and purchased domestic cats

指标 Indicators	实验用猫 Laboratory cats ($n = 20$)	外购猫 Purchased cats ($n = 173$)
心律/bpm Heart rate/bpm	79.20±15.22	87.94±16.56**
收缩压/mmHg Systolic pressure/mmHg	123.31±19.72	152.51±28.42**
舒张压/mmHg Diastolic pressure/mmHg	96.10±12.99	108.60±22.63
平均血压/mmHg Mean blood pressure/mmHg	105.25±15.71	123.26±4.15**
血压下降值/mmHg Blood pressure reduction/mmHg		
0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ histamine	29.02±5.36	31.39±9.45
0.10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ histamine	38.12±5.99	41.03±10.63
0.15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ histamine	41.97±6.19	45.41±11.30
血压下降幅度/% Falling range of blood pressure/%		
0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ histamine	27.70±4.13	25.11±6.23
0.10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ histamine	36.30±3.00	32.65±5.85*
0.15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ histamine	39.99±2.96	36.10±5.84**

注：与实验用猫比较，* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。
Note: Compared with laboratory cats, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

家猫的血压值和组胺灵敏度时发现，外购家猫的血压值普遍偏高。参考 Acierno 等^[15] 发布的犬和猫高血压评估和管理指南，外购家猫中处于高血压前期（140 ~ 149 mmHg）和高血压风险期（>150 mmHg）的动物分别占总数的 64.16% 和 52.02%，提示其健康状况不容乐观。本研究在比较实验用猫和外购家猫对组胺的灵敏度时，虽然因实验用猫の入组数量受限，检验效能有所下降，但仍可以发现各剂量组胺引起外购家猫的血压下降反应值均略高于实验用猫，血压下降幅度却低

于实验用猫，说明外购家猫对组胺的敏感程度下降，这可能与其本身的健康状态有关。

目前，国内外对于标准化实验用猫背景数据的相关报告较少，仅有的报告也可能因为品系及其检测方法的不同而存在较大差异。因此，建立实验用猫的繁殖、培育和检验相关标准以及标准化实验动物仍需持续推进。

[医学伦理声明 Medical Ethics Statement]

该研究涉及的所有动物实验均已通过广东省医学实验动物中心伦理委员会的伦理审查批准 (No. A202301-13)。所有实验操作均遵照中国实验动物相关法律法规条例要求进行。All animal experiments involved in this study have been reviewed and approved by the Ethics Committee of Guangdong Medical Laboratory Animal Center (No. A202301-13). All experiment procedures were performed in accordance with the requirements of laws and regulations in China related to experimental animals.

[作者贡献 Author Contribution]

吴贤生负责研究项目设计、研究数据汇总和论文撰写；
黄威负责猫生理指标采集和降压物质检查实验；
梁勇芬负责猫生理指标采集和数据统计；
翟永欢负责猫的饲养繁殖和疫苗免疫；
邓卉、杨嘉俊负责猫的饲养繁殖和繁殖数据统计；
黄甘泉负责实验用猫繁育工作的统筹开展及兽医师工作；
王刚负责项目统筹和指导、论文撰写指导。

[利益声明 Declaration of Interest]

所有作者均声明本文不存在利益冲突。

[参考文献 References]

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典·四部: 2020 年版[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China-Four parts: 2020[M]. Beijing: China Medical Science and Press, 2020.

[2] 陈军, 王亮, 邱泽文, 等. 实验用猫的应用及标准化[J]. 实验动物

- 科学, 2021, 38(6): 80-84. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2021.06.016.
- CHEN J, WANG L, QIU Z W, et al. Application and standardization of laboratory cats[J]. Lab Anim Sci, 2021, 38(6):80-84. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2021.06.016.
- [3] 田格如, 张文启, 孔学礼, 等. 西安地区犬和猫皮肤真菌病的流行情况分析[J]. 动物医学进展, 2023, 44(7):130-135. DOI: 10.16437/j.cnki.1007-5038.2023.07.018.
- TIAN G R, ZHANG W Q, KONG X L, et al. Prevalence analysis of canine and feline dermatophytosis in Xi'an[J]. Prog Vet Med, 2023, 44(7):130-135. DOI: 10.16437/j.cnki.1007-5038.2023.07.018.
- [4] 杜鹃, 李佳, 吴迪, 等. 2022年北京市犬猫刚地弓形虫感染血清流行病学调查[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2023, 41(3):389-392. DOI: 10.12140/j.issn.1000-7423.2023.03.020.
- DU J, LI J, WU D, et al. Seroepidemiological survey of *Toxoplasma gondii* infection in dogs and cats in Beijing 2022[J]. Chin J Parasitol Parasit Dis, 2023, 41(3):389-392. DOI: 10.12140/j.issn.1000-7423.2023.03.020.
- [5] 李丹, 马琳珊, 张芮琪, 等. 西安地区猫弓形虫病的血清学调查[J]. 贵州畜牧兽医, 2023, 47(4):58-60. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1474.2023.04.018.
- LI D, MA L S, ZHANG R Q, et al. Serological investigation of cat toxoplasmosis in Xi'an area[J]. Guizhou J Anim Husband Vet Med, 2023, 47(4): 58-60. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1474.2023.04.018.
- [6] 何永平, 谢美贤, 庞智慧, 等. 实验用猫的驯化及繁殖方法初步研究[J]. 实验动物与比较医学, 2023, 43(1):67-72. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2022.118.
- HE Y P, XIE M X, PANG Z H, et al. A preliminary study on the domestication and breeding methods of experimental cats[J]. Lab Anim Comp Med, 2023, 43(1): 67-72. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2022.118.
- [7] 胡樱, 杨斐, 陈鸿婷. 英国短毛实验猫部分血液生理生化特性分析[J]. 实验动物与比较医学, 2018, 38(6):450-454. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2018.05.009.
- HU Y, YANG F, CHEN H T. Study on hematological and biochemical characteristics in laboratory British-shorthair cats[J]. Lab Anim Comp Med, 2018, 38(6): 450-454. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2018.05.009.
- [8] 王周祥, 胡曼丽, 陈芸, 等. 猫血液生理生化指标正常范围探索与影响因素分析[J]. 实验动物科学, 2022, 39(5):31-36. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2022.05.006.
- WANG Z X, HU M L, CHEN Y, et al. Exploration of normal range of blood physiological and biochemical indexes in cats and analysis of influencing factors[J]. Lab Anim Sci, 2022, 39(5):31-36. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2022.05.006.
- [9] 王宇, 高丹, 彭娜娜, 等. 实验用英国短毛猫的组织结构特征及背景病变[J]. 实验动物与比较医学, 2022, 42(3):229-236. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2021.151.
- WANG Y, GAO D, PENG N N, et al. Anatomical characteristics and background lesions in laboratory British-shorthair cats[J]. Lab Anim Comp Med, 2022, 42(3):229-236. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2021.151.
- [10] 何忠平, 吴韶铭, 朱瑞银, 等. 实验用猫主要脏器系数的测定[J]. 山东畜牧兽医, 2010, 31(2):13. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1733.2010.02.007.
- HE Z P, WU S M, ZHU R Y, et al. Determination of main organ coefficients of experimental cats[J]. Shandong J Anim Sci Vet Med, 2010, 31(2):13. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1733.2010.02.007.
- [11] 陈鸿婷, 杨斐, 胡樱. 环境丰富对英国短毛猫应激相关指标的改善作用[J]. 实验动物与比较医学, 2022, 42(2):152-158. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2021.130.
- CHEN H T, YANG F, HU Y. Improving effect of environmental enrichment on stress-related indicators of British-shorthair cats[J]. Lab Anim Comp Med, 2022, 42(2): 152-158. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2021.130.
- [12] 黎家敏, 马佳丽, 杨春, 等. 实验兔和猫在降压物质检查中的比较研究[J]. 实验动物科学, 2020, 37(5):1-8. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2020.05.001.
- LI J M, MA J L, YANG C, et al. Comparative study on the laboratory rabbits and cats in the test for depressor substances[J]. Lab Anim Sci, 2020, 37(5): 1-8. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2020.05.001.
- [13] 吴贤生, 黄甘泉, 杨嘉俊, 等. 注射用促肝细胞生长素中组胺类物质检查和降压物质检查的比较研究[J]. 实验动物科学, 2019, 36(2):63-68. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2019.02.012.
- WU X S, HUANG G Q, YANG J J, et al. Comparison of test method for histamine-like substance and depressor substance in hepatocyte growth-promoting factors for injection[J]. Lab Anim Sci, 2019, 36(2): 63-68. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2019.02.012.
- [14] PAYNE J R, BRODBELT D C, LUIS FUENTES V. Blood pressure measurements in 780 apparently healthy cats[J]. J Vet Intern Med, 2017, 31(1):15-21. DOI: 10.1111/jvim.14625.
- [15] ACIERNO M J, BROWN S, COLEMAN A E, et al. ACVIM consensus statement: guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats[J]. J Vet Intern Med, 2018, 32(6):1803-1822. DOI: 10.1111/jvim.15331.
- (收稿日期: 2024-02-29 修回日期: 2024-05-28)
(本文编辑: 张俊彦, 翟玉凤, 丁宇菁, 吴昊晟)
- [引用本文]**
吴贤生, 黄威, 梁勇芬, 等. 实验用猫繁育与应用相关数据的检测分析[J]. 实验动物与比较医学, 2024, 44(4): 428-435. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.033.
- WU X S, HUANG W, LIANG Y F, et al. Test and analysis of breeding- and application-related data of laboratory cats[J]. Lab Anim Comp Med, 2024, 44(4): 428-435. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.033.