

不同周龄和性别的 SPF 级 SD 大鼠血液生理生化指标的测定与比较分析

王婧荃*, 郭学莉, 郭婷婷, 郭剑平, 李曙芳

(中国辐射防护研究院, 太原 030000)

摘要: **目的** 探讨分析不同周龄和性别的 SPF 级 SD 大鼠血液生理生化指标。**方法** 研究对象为 SPF 级 SD 大鼠 80 只, 并随机将其分为 4、12、24、48 周龄 4 个实验组, 每组内雌雄比例为 1:1, 所有 SD 大鼠均应用 XFA6030 型动物血液细胞分析仪对其血液生理指标展开分析, 应用 Beckman Coulter AU5800 全自动生化分析仪对其血液生化指标展开分析。**结果** 与 12、24、48 周龄 SD 大鼠相比较, 4 周龄的 SD 大鼠在 WBC、RBC、HGB、HCT、MCV、MCH、MCHC、PLT、PCT、BA#、BA% 几方面具有较大差异, $P < 0.05$, 且各项指标达到峰值的时间均为 24 周, 在雌雄的性别差异中, 4 周龄 SD 大鼠 BA% 具有差异; 12、24 周龄 SD 大鼠 WBC、RBC 具有差异; 24 周龄 SD 大鼠 BA% 具有差异; 48 周龄 SD 大鼠 MCH、PCT 具有差异, 且所有差异 P 值均 < 0.05 ; 与 12、24、48 周龄 SD 大鼠相比较, 4 周龄的 SD 大鼠在 AST、CHOL、TP、GLU、CRE、ALT、ALP、BUN、TG 几方面具有较大差异, $P < 0.05$, 在雌雄的性别差异中, 4 周龄 SD 大鼠 CRE、ALP 具有差异; 12 周龄 SD 大鼠 AST、CHOL、BUN 具有差异; 12 周龄以及 24 周龄 SD 大鼠 ALP 具有差异, 且所有差异 P 值均 < 0.05 。**结论** 在性别相同但周龄不同的 SD 大鼠中, 其血液生理生化指标存在统计学差异, 同样的, 在同周龄但不同性别的 SD 大鼠中亦存在差异。

关键词 SPF 级 SD 大鼠; 血液; 生理指标; 生化指标; 周龄; 雌雄

Measurement and comparative analysis of blood physiological and biochemical indicators in SPF grade SD rats of different ages and genders

WANG Jing-Quan*, GUO Xue-Li, GUO Ting-Ting, GUO Jian-Ping, LI Shu-Fang

(China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030000, China)

ABSTRACT: Objective To explore and analyze the blood physiological and biochemical indicators of SPF grade SD rats of different ages and genders. **Method** 80 SPF grade SD rats were studied and randomly divided into four experimental groups at 4, 12, 24, and 48 weeks of age. The male to female ratio in each group was 1:1. All SD rats were analyzed for their blood physiological indicators using the XFA6030 animal blood cell analyzer; apply the Beckman Coulter AU5800 fully automated biochemical analyzer to analyze its blood biochemical indicators. **Result** Compared with SD rats aged 12, 24, and 48 weeks, SD rats aged 4 weeks showed significant differences in WBC, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT, PCT, BA #, and BA% ($P < 0.05$), and all

*通信作者: 王婧荃, 硕士, 研究实习生, 主要研究方向为药物安全性评价。E-mail: 359458012@qq.com

*Corresponding author: WANG Jing-Quan, Master, China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030000, China. E-mail: 359458012@qq.com

indicators reached their peak at 24 weeks. Among the gender differences between male and female, SD rats aged 4 weeks showed differences in BA%; 12. There were differences in WBC and RBC between 24 week old SD rats; 24 week old SD rats showed differences in BA%; 48 week old SD rats showed differences in MCH and PCT, and all differences had P values<0.05; Compared with 12, 24, and 48 week old SD rats, 4-week old SD rats showed significant differences in AST, CHOL, TP, GLU, CRE, ALT, ALP, BUN, and TG (P<0.05). Among the gender differences between male and female, 4-week old SD rats showed significant differences in CRE and ALP; There were differences in AST, CHOL, and BUN among 12 week old SD rats; There were differences in ALP between 12 week old and 24 week old SD rats, and all P values of the differences were<0.05. **Conclusion** There are statistical differences in blood physiological and biochemical indicators among SD rats of the same gender but different age groups. Similarly, there are also differences in blood physiological and biochemical indicators among SD rats of the same age group but different genders.

KEY WORDS: SPF grade SD rats; blood; physiological indicators; biochemical indicators; week age; male and female

0 引言

远交群大鼠 (Sprague Dawley, SD) 为小鼠 (*rattus norvegicus*) 的一个品系, 1925 年, 美国斯泼累格·多雷 (Sprague Dawley) 农场用 Wistar 大鼠培育而成。其毛色白化, 广泛用于药理、毒理、药效及优良实验室规范 (Good Laboratory Practice, GLP) 实验。其头部狭长, 尾长接近于体长, 产仔多, 生长发育较 Wistar 快^[1-2]; 抗病能力强, 尤其对呼吸道疾病的抵抗力强; 自发肿瘤发生率低; 对性激素敏感性高。而不同周龄的 SD 大鼠其机体组织以及脏器发育情况均存在差异, 同时存在差异的还有其对于外界的应激反应, 其中 SD 大鼠血液的生理生化值不仅受到其自身遗传因素的控制, 还与大鼠本身的性别、年龄、生存环境等因素息息相关^[3-4]。而试验动物的血液标本属于动物实验中最基本、最精确的指标, 属于实验的基础数据, 可依照其血液指标监测动物的机体生理状况^[5-6]。临床相关研究指出, 随着年龄的增长, 大鼠的红细胞计数、血红蛋白和血小板可能会发生变化, 但尚未进一步明晰。而通过比较不同周龄和性别的 SD 大鼠血液生理生化指标, 可以深入探讨性别和年龄对大鼠生理功能的影响, 有助于理解生物生长发育的机制。因此, 本文对 4~48 周龄 SPF 级雌雄 SD 大鼠的血液生理生化指标展开检测分析, 旨在为今后从事动物实验或者培育实验动物提供确定的血液生理生化标准值, 并获得客观的实验数据参考。

1 材料与方法

1.1 实验动物

研究对象为 SPF 级 SD 大鼠 80 只, 并随机将其分为 4、12、24、48 周龄 4 个实验组, 每组内雌雄比例为 1:1。SD 大鼠来源为湖北省实验动物研究中心 [SCXK (鄂) 2008-0005], 将所有 SD 大鼠置于屏障环境内, 饲养方式为常规饲养, 饮水及进食均参照自由原则, 但均需先经 ⁶⁰Co 照射消毒, 所有实验的开展均于实验动物中心完成^[7-8]。

本次研究中对所有 SD 大鼠的处理方式均符合我国国家科技部颁发的《关于善待实验动物的指导性意见》内相关规定。

1.2 仪器与试剂

仪器: XFA6030 型动物血液细胞分析仪及配套试剂 (南京普朗医用设备有限公司); 常温离心机 (FQRCE1418, Labnet); 电子天平 (德国 Sartorius 公司); Beckman Coulter AU5800 全自动生化分析仪。

试剂: 溶血剂以及实验仪器配套试剂 (杭州康树生物技术有限公司)。所有投入使用的研究试剂以及标准品生产厂家均为 Beckman, 实验耗材生产厂家为美国 QSP 公司。

1.3 血样采集及分离

所有 SD 大鼠均于采血前禁食 12 h, 腹主动脉采血 2 mL, 注入 EDTA-Na₂ 抗凝管中充分摇匀, 用于血液生理指标检测; 采混合血 3 mL, 注入一次性离心管中, 经 4000 r/min 离心 10 min, 取上清液用于生化指标的检测。每个样本至少需取 500 μl 生物量, 准确记录并进行编

号。血样在室温放置不超过3个小时,4℃保存不应超过24小时,以防止血液中的代谢物发生变化。注意采血时,如果用麻醉剂,建议用异氟醚,防止在NMR血清谱图中出现干扰峰。

1.4 观察指标

所有SD大鼠均应用XFA6030型动物血液细胞分析仪对其血液中的白细胞计数(white blood cell count, WBC)、红细胞计数(red blood cell count, RBC)、血红蛋白浓度(hemoglobin concentration, HGB)、红细胞压积(hematocrit, HCT)、平均红细胞体积(mean corpuscular volume, MCV)、平均红细胞血红蛋白含量(Mean Corpuscular hemoglobin, MCH)、平均红细胞血红蛋白浓度(mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC)、血小板计数(platelet count, PLT)、血小板压积(platelet count, PCT)、平均血小板体积(mean platelet volume, MPV)、血小板分布宽度(platelet distribution width, PDW)、红细胞体积分布宽度(red blood cell volume distribution width, RDW)、淋巴细胞计数(lymphocyte count, LY#)、单核细胞计数(monocyte count, MO#)、中性粒细胞计数(neutrophil count, NE#)、嗜酸性粒细胞计数(eosinophil count, EO#)、嗜碱性粒细胞计数(basophil count, BA#)、淋巴细胞百分比(lymphocyte percentage, LY%)、单核细胞百分比(monocyte percentage, MO%)、中性粒细胞百分比(neutrophil percentage, NE%)、嗜酸性粒细胞百分比(eosinophil percentage, EO%)、嗜碱性粒细

胞百分比(basophil percentage, BA%)展开分析检测;应用Beckman Coulter AU5800全自动生化分析仪对其谷草转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)、胆固醇(cholesterol, CHOL)、总蛋白(total protein, TP)、血糖(glucose, GLU)、肌酐(creatinine, CRE)、谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, ALP)、白蛋白(albumin, ALB)、尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、甘油三酯(triglycerides, TG)展开检测。

1.5 数据分析

运用SPSS22.0统计学软件进行统计学分析,计量资料采用($\bar{x} \pm s$)进行表述,两组均数计量值采用 t 值检验, $P < 0.05$ 时为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 不同周龄及不同性别SD大鼠血液生理指标对比

展开检测后,可见与12、24、48周龄SD大鼠相比较,4周龄的SD大鼠在WBC、RBC、HGB、HCT、MCV、MCH、MCHC、PLT、PCT、BA#、BA%几方面具有较大差异, $P < 0.05$,且各项指标达到峰值的时间均为24周,在雌雄的性别差异中,4周龄SD大鼠BA%具有差异;12、24周龄SD大鼠WBC、RBC具有差异;24周龄SD大鼠BA%具有差异;48周龄SD大鼠MCH、PCT具有差异,且所有差异 P 值均 < 0.05 ,见表1。

表1 不同周龄及不同性别SD大鼠血液生理指标对比(n=80)

Table 1 Comparison of blood physiological indexes of SD rats of different ages and genders (n=80)

类别	4周		12周	
	雄	雌	雄	雌
WBC ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	8.39 \pm 1.17	9.00 \pm 3.24	9.23 \pm 1.22	12.91 \pm 3.35
RBC ($\times 10^{12} \cdot L^{-1}$)	6.44 \pm 0.87	7.28 \pm 1.01	6.91 \pm 0.90	8.95 \pm 1.09
HGB/ ($g \cdot L^{-1}$)	134.21 \pm 13.11	141.49 \pm 12.69	147.12 \pm 15.33	158.89 \pm 14.52
HCT/ ($g \cdot L^{-1}$)	34.15 \pm 6.61	36.89 \pm 7.68	40.25 \pm 6.47	42.42 \pm 8.55
MCV/fL	49.33 \pm 3.95	50.05 \pm 3.56	58.20 \pm 3.63	60.15 \pm 3.79
MCH/fL	19.23 \pm 3.03	21.62 \pm 2.63	29.33 \pm 3.15	31.44 \pm 2.50

MCHC/ (g·L ⁻¹)	455.25±49.78	468.19±55.12	497.58±51.11	510.28±55.02
PLT (×10 ⁹ ·L ⁻¹)	810.33±211.74	813.55±233.15	827.48±210.48	848.58±244.31
PCT/%	0.45±0.10	0.46±0.12	0.53±0.11	0.55±0.13
MPV/fL	3.54±1.10	3.74±1.16	4.13±1.11	4.25±1.16
PDW/%	27.31±8.00	28.05±7.03	32.44±7.24	33.41±7.19
RDW/%	15.33±2.31	16.59±1.98	18.27±2.19	20.38±1.90
LY# (×10 ⁹ ·L ⁻¹)	5.11±1.42	5.24±1.77	5.22±1.53	5.37±1.64
MO# (×10 ⁹ ·L ⁻¹)	0.23±0.16	0.28±0.20	0.23±0.17	0.31±0.20
NE# (×10 ⁹ ·L ⁻¹)	0.25±0.10	0.28±0.09	0.26±0.12	0.30±0.11
EO# (×10 ⁹ ·L ⁻¹)	0.05±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01	0.06±0.02
BA# (×10 ⁹ ·L ⁻¹)	0.19±0.12	0.19±0.14	0.27±0.12	0.23±0.13
LY%/%	81.64±7.41	82.64±9.63	83.44±7.50	84.67±9.01
MO%/%	4.28±1.85	4.43±2.18	4.72±1.63	4.87±2.27
NE%/%	7.53±3.29	7.13±5.63	8.00±3.13	7.61±5.42
EO%/%	0.96±0.10	1.25±0.46	1.09±0.20	1.31±0.36
BA%/%	7.52±2.29	4.83±2.77	7.70±2.26	5.99±2.64
		24 周		48 周
类别	雄	雌	雄	雌
WBC (×10 ⁹ ·L ⁻¹)	10.39±1.15	15.79±3.18	9.95±1.10	12.72±3.55
RBC (×10 ¹² ·L ⁻¹)	7.75±0.92	9.69±1.10	6.57±0.75	7.48±1.09
HGB/ (g·L ⁻¹)	167.07±14.51	175.29±15.22	155.56±16.10	168.89±13.06
HCT/ (g·L ⁻¹)	59.46±7.12	61.19±7.59	41.11±7.10	43.77±6.61
MCV/fL	67.31±3.59	65.23±3.73	53.39±3.01	64.65±3.10
MCH/fL	36.44±3.25	37.33±2.59	23.16±3.09	41.39±2.47
MCHC/ (g·L ⁻¹)	551.44±52.39	560.23±54.46	478.48±49.67	488.41±54.63
PLT (×10 ⁹ ·L ⁻¹)	920.18±216.01	933.12±218.80	822.45±210.07	825.69±229.20
PCT/%	0.64±0.12	0.68±0.13	0.48±0.08	0.71±0.13
MPV/fL	4.28±1.10	4.49±1.10	3.68±1.12	4.06±1.14
PDW/%	35.53±7.42	36.05±7.24	31.28±7.36	31.89±7.02

RDW/%	21.74±2.10	22.39±2.18	17.89±2.33	18.51±2.04
LY#/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	5.74±1.40	5.77±1.60	5.20±1.41	5.35±1.72
MO#/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.26±0.13	0.31±0.20	0.24±0.11	0.31±0.14
NE#/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.28±0.11	0.32±0.07	0.25±0.08	0.31±0.07
EO#/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.07±0.03	0.07±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01
BA#/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.39±0.12	0.26±0.12	0.28±0.13	0.24±0.12
LY%/%	86.55±7.01	88.38±9.21	83.09±7.10	84.61±9.21
MO%/%	5.21±1.62	5.32±2.04	4.69±1.71	4.79±2.32
NE%/%	8.42±3.12	8.19±5.27	7.53±3.24	7.43±5.34
EO%/%	1.19±0.18	1.32±0.41	1.17±0.21	1.31±0.28
BA%/%	8.06±2.19	7.05±2.34	7.63±2.40	6.32±2.42

2.2 不同周龄及不同性别 SD 大鼠血液生化指标对比

展开检测后,可见与12、24、48周龄SD大鼠相比较,4周龄的SD大鼠在AST、CHOL、TP、GLU、CRE、ALT、ALP、BUN、TG几方

面具有较大差异, $P < 0.05$,在雌雄的性别差异中,4周龄SD大鼠CRE、ALP见具有差异;12周龄SD大鼠AST、CHOL、BUN具有差异;12周龄以及24周龄SD大鼠ALP具有差异,且所有差异 P 值均 < 0.05 ,见表2。

表2 不同周龄及不同性别 SD 大鼠血液生化指标对比(n=80)

Table 2 Comparison of blood biochemical indexes of SD rats of different ages and genders (n=80)

类别	4周		12周	
	雄	雌	雄	雌
AST/($U \cdot L^{-1}$)	129.27±30.39	125.33±31.47	142.48±30.11	187.23±29.61
CHOL/($mmol \cdot L^{-1}$)	1.23±0.19	1.18±0.27	0.91±0.21	1.23±0.25
TP/($g \cdot L^{-1}$)	57.23±9.16	56.79±8.95	82.15±8.87	78.79±8.24
GLU/($mmol \cdot L^{-1}$)	3.69±1.69	4.10±1.77	5.36±1.27	6.27±1.33
GRE/($mmol \cdot L^{-1}$)	51.49±11.92	22.91±7.04	110.41±10.30	88.53±8.10
ALT/($U \cdot L^{-1}$)	36.79±14.10	41.33±10.78	48.35±13.75	52.54±11.22
ALP/($U \cdot L^{-1}$)	233.18±31.42	315.13±55.35	105.19±21.55	137.27±24.51
ALB/($g \cdot L^{-1}$)	40.45±3.64	42.28±4.05	51.60±4.16	49.59±4.28
BUN/($mmol \cdot L^{-1}$)	6.75±0.51	6.47±1.23	10.57±0.74	8.07±1.33
TG/($mmol \cdot L^{-1}$)	0.49±0.12	0.56±0.18	0.92±0.21	0.81±0.23

类别	24周		48周	
	雄	雌	雄	雌
AST/ (U·L ⁻¹)	163.55±30.51	191.32±31.33	138.09±30.37	142.21±33.58
CHOL/ (mmol·L ⁻¹)	1.25±0.18	1.24±0.20	1.15±0.16	1.23±0.25
TP/ (g·L ⁻¹)	97.10±9.07	99.46±9.13	83.24±8.51	77.59±8.95
GLU/ (mmol·L ⁻¹)	6.27±1.39	6.91±1.45	5.79±1.45	7.99±1.49
GRE/ (mmol·L ⁻¹)	78.25±11.37	75.34±7.48	72.62±12.24	82.23±8.15
ALT/ (U·L ⁻¹)	71.54±13.00	63.27±11.08	64.09±13.49	60.57±12.17
ALP/ (U·L ⁻¹)	88.12±14.31	119.81±19.60	76.18±10.29	89.33±11.65
ALB/ (g·L ⁻¹)	63.64±3.79	57.69±4.59	52.90±3.35	49.82±4.12
BUN/ (mmol·L ⁻¹)	9.25±0.57	7.64±1.15	9.17±0.51	7.35±1.16
TG/ (mmol·L ⁻¹)	0.82±0.13	0.87±0.17	0.61±0.10	0.62±0.14

3 讨论与结论

在医学研究中,许多新型药物以及技术的发现一般都不会在人体上直接实验,而是借助动物,通过对动物进行试验和观察,认识有机界的各种规律,因为从生物学的角度看,人与动物大同小异,能保证动物实验的可靠性^[9-10]。实验动物和动物实验在促进医学科学的发展中起着极其重要的作用。其中最常见的便是鼠,因为老鼠虽小但五脏俱全,且老鼠的生理机能与人类相近,所以极适于代替人体,并且其体积小,微量用药见效快,繁殖快,可以降低实验成本^[11-12]。

在本次研究中,对 SPF 级 SD 大鼠展开血液生理生化指标测定结果表明,与 12、24、48 周龄 SD 大鼠相比较,4 周龄的 SD 大鼠在 WBC、RBC、HGB、HCT、MCV、MCH、MCHC、PLT、PCT、BA#、BA% 几方面具有较大差异, $P < 0.05$,且各项指标达到峰值的时间均为 24 周,雌雄间亦存在差异,且所有差异 P 值均 < 0.05 ; 4 周龄的 SD 大鼠在 AST、CHOL、TP、GLU、CRE、ALT、ALP、BUN、TG 几方面具有较大差异, $P < 0.05$,雌雄间亦存在一定差异,且所有差异 P 值均 < 0.05 。通过本次研究可了解,不同年龄、不同周龄都是使得 SPF 级 SD 大鼠手术血液生理生化指标存在差异的重要原因,究其原因因为不同年龄段以及不同性别的 SD 大鼠的个体代谢能力不同,从外界所

吸收的营养物质也不同,由此可知晓在临床实际展开研究中,应当考虑 SD 大鼠的个体差异因素^[13-14]。其余的外部影响因素还包括实验动物品种、遗传基因、体重、饲养环境等多方面^[15]。但是在不同的动物实验中,上述影响指标尚未有统一的指标以供减少研究变量因素。本次研究在应用于临床动物实验中具有一定参考价值,但笔者认为可进一步扩大研究样本,更全面反应各阶段 SD 大鼠的生理生化指标。

综上所述,不同年龄、不同周龄都是使得 SPF 级 SD 大鼠手术血液生理生化指标存在统计学差异的重要原因,因此可以选用不同周龄、不同性别的 SD 大鼠展开针对性的动物实验。当前临床上可依照统一的实验标准以及不断增加实验动物数量以此确定更为精确的衡量指标,提供严谨的临床参考依据。

参考文献

- [1] 孙娟,陈敬威,杨艺,等. 缺氧预处理通过缺氧诱导因子-1 α /基质细胞衍生因子-1 通路对大鼠血液学相关指标的影响[J]. 解剖学报, 2023, 54(05): 505-511.
- [2] 齐知超. 基于代谢组学探讨致三根偏盛饮食对大鼠血液代谢标志物的影响[D]. 通辽: 内蒙古民族大学, 2023.
- [3] 张超凡,王莉,闻双全,等. 铅对大鼠血液生化指标

- 和脏器病理组织学的影响及 α -硫辛酸的保护作用[J]. 畜牧与兽医, 2023, 55(06): 124-130.
- [4] 宋莹, 张婷婷, 乌凯迪, 等. 益脑通络方对急性血瘀合并MCAO/R大鼠血液流变学及凝血功能的影响[J]. 中华中医药杂志, 2023, 38(06): 2533-2537.
- [5] 张雅伦, 舒相华, 张莹, 等. 伪狂犬病病毒感染对幼鼠血液生理生化指标及生殖器官的影响[J]. 畜牧与兽医, 2022, 54(11): 106-114.
- [6] 张亚男, 肖鹏, 孙瑞, 等. WE43镁合金骨植入对大鼠血液指标、脏器组织学的影响及其体内降解情况[J]. 广西医学, 2022, 44(14): 1624-1628+1635.
- [7] 夏勇, 蔡德雷, 傅剑云, 等. 枸杞多糖对肝内胆汁淤积大鼠血液指标和肝组织形态的影响[J]. 预防医学, 2021, 33(10): 1003-1008.
- [8] 冯天骄. 虾青素与有氧运动干预对衰老大鼠的运动能力及血液生理生化指标的影响[D]. 北京: 中央民族大学, 2021.
- [9] 沙塔娜提. 子午沙鼠血液生理生化指标、骨骼及行为学研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2020.
- [10] 魏杰, 王洪, 刘甦苏, 等. hTIM4-EGFP小鼠血液生理生化指标测定[J]. 中国比较医学杂志, 2020, 30(01): 99-103.
- [11] 刘亚楠, 王宝维, 葛文华, 等. 鸭油甘油二酯与维生素D₃协同对肥胖SD大鼠器官指数、血液25羟维生素D₃含量、胫骨发育指标及肝脏维生素D受体和过氧化酶体增殖物激活受体 α 基因表达量的影响[J]. 动物营养学报, 2020, 32(01): 472-480.
- [12] 孙超, 孙俊梅, 马玉奎, 等. 不同阶段幼龄SD大鼠血液指标差异的探讨[C]//中国毒理学会药物毒理与安全性评价专业委员会. 中国毒理学会药物毒理与安全性评价学术大会(2019年)暨粤港澳大湾区生物医药产业第一届高峰论坛论文集. 中国毒理学会药物毒理与安全性评价学术大会(2019年)暨粤港澳大湾区生物医药产业第一届高峰论坛论文集, 2019: 305-306.
- [13] 热比姑丽·伊斯拉木, 尤力都孜·艾买提, 阿娜古丽·马合木提, 等. 禁食对SPF级SD大鼠血液指标的影响[J]. 国际检验医学杂志, 2022, 34(19): 2507-2510.
- [14] 肖猛, 宋红卫, 孙启亮, 等. SPF级SD大鼠血液学及血清生化指标参考区间的建立[J]. 中兽医医药杂志, 2023, 42(4): 74-77.
- [15] 敬海明, 李红, 杨庆, 等. 氯化锰对大鼠动脉血与静脉血主要血液生化指标的影响与比较[J]. 毒理学杂志, 2023, 37(2): 87-107.

(责任编辑: 吴华)

作者简介



王婧荃, 硕士, 研究实习员, 研究方向为药物安全性评价。

E-mail: 359458012@qq.com