

# 圈养婆罗洲猩猩部分血液参数值测定

袁耀华 王瑛莹 刘群秀\*

上海动物园 上海 200335

**摘要:** 采集 6 家动物园 18 只健康婆罗洲猩猩 (*Pongo pygmaeus*) 的 24 份血液样本, 进行血液常规及生化参数检测。依据性别 (雄性 14 份, 雌性 10 份) 和年龄 (幼龄个体 7 份, 亚成体 6 份, 成体 11 份) 对研究对象进行分组, 分别统计不同组别样本的血液参数值, 并进行组间比较。研究表明, 雌、雄两组之间血液参数没有显著差异 (One Way ANOVA test,  $P > 0.05$ )。淋巴细胞 (LYM) 比率随着年龄的增长而降低 (One Way ANOVA test,  $F = 5.200, P < 0.05$ )。雄性成年个体血液中的谷丙转氨酶 (ALT) 浓度显著高于雌性个体 (One Way ANOVA test,  $F = 4.911, P < 0.05$ ), 其他参数未呈现性别间差异 (One Way ANOVA test,  $P > 0.05$ )。总蛋白 (TP) 呈现年龄组间的差异 (One Way ANOVA test,  $F = 4.715, P < 0.05$ )。所检测圈养婆罗洲猩猩血液中葡萄糖含量较高, 应在饲养过程中给予关注。

**关键词:** 婆罗洲猩猩; 血液; 常规; 生化

中图分类号: Q955 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2020) 05-574-09

## Determination of Blood Physiology and Chemistry Parameters in Captive Bornean Orangutans (*Pongo pygmaeus*)

YUAN Yao-Hua WANG Ying-Ying LIU Qun-Xiu\*

Shanghai Zoo, Shanghai 200335, China

**Abstract:** To promote the health assessment and medical care of captive Bornean Orangutans (*Pongo pygmaeus*) and provide basic parameters for supplementing the hematological database, a total of 24 blood samples from 18 healthy orangutans were collected from 6 zoos and routine and biochemistry parameters of these samples were analyzed. The subjects were divided into different groups based on sex (14 male, 10 female) and age (7 infants, 6 subadults, 11 adults), and blood parameters of different groups were compared. The results showed that the blood routine parameters of male and female orangutans were not significantly different with each other (Table 2). The lymphocyte (LYM) density decreased with age (One Way ANOVA test,  $F = 5.200, P < 0.05$ ) (Table 3). Male individuals showed higher alanine aminotransferase (ALT) density than that of female (One Way ANOVA test,  $F = 4.911, P < 0.05$ ), while other parameters showed no sexual difference (One Way ANOVA test,  $P > 0.05$ ) (Table 4). Total protein (TP) showed significant differences

**基金项目** 上海市绿化和市容管理局资助项目 (No. G19405) ;

\* 通讯作者, E-mail: liuqunxiu@126.com;

**第一作者简介** 袁耀华, 男, 高级工程师; 研究方向: 野生动物疾病防控与繁育; E-mail: yuanyahua2020@qq.com。

收稿日期: 2020-03-11, 修回日期: 2020-08-03 DOI: 10.13859/j.cjz.202005005

among age groups (One Way ANOVA test,  $F = 4.715$ ,  $P < 0.05$ ) (Table 5). There was a high glucose (GLU) content in the blood of orangutans in Chinese zoos, which should be paid attention in daily husbandry.

**Key words:** Bornean Orangutans, *Pongo pygmaeus*; Blood; Physiology; Biochemistry

血液参数值的测定有助于对动物机体开展临床检查与诊断, 解读动物的生理、营养和病理状态 (Etim et al. 2014), 是及时判断动物健康状况的重要手段 (Alemede et al. 2010)。动物血液学指标的研究有助于理解其血液参数与所处环境的关系, 也有助于对动物机体的抗病力进行评估 (Ovuru et al. 2004)。在动物园中, 有关野生动物血液参数的相关信息十分匮乏。一方面, 圈养珍稀物种的饲养种群较小, 能够收集到的血液参数信息十分有限, 加之不能进行严格的对比实验, 在复杂变量的影响下, 少量的数据缺乏参考性; 另一方面, 不同物种之间在生物学、生理学等方面存在很大差异, 彼此之间可借鉴程度很低。因此, 动物园日常体检及疾病诊疗中往往缺少有效的对照和参考, 非常有必要建立珍稀濒危物种的血液参数参考值体系, 同时结合物种自身特征及生产实践, 深入分析血液参数发生变化的原因, 从而为珍稀物种的饲养实践提供科学有效的指导和干预 (韩志强等 2019)。

婆罗洲猩猩 (*Pongo pygmaeus*) 隶属于人科 (Hominidae) 猩猩属, 主要分布于印度尼西亚的加里曼丹和马来西亚的沙巴及砂拉越区域, 主要栖息于低地森林生境中 (Ancrenaz et al. 2016)。由于野外生境的破碎化及人类的猎杀, 猩猩种群在 1950 至 2010 年间急剧下降 60% (Gaveau et al. 2014), 并且 Wich 等 (2012) 预计该物种的野生种群在 2010 至 2025 年间还将进一步下降 22%。IUCN 将其评估为极危级 (critically endangered, CE) (Ancrenaz et al. 2016)。截止至 2019 年 11 月, 我国动物园中饲养的猩猩共 37 只 (袁梨 2019)。然而, 由于饲养经验缺乏、技术不成熟等因素, 猩猩的饲养工作存在诸多不足, 如饲料配比不够科学、部分个体存在繁殖障碍、疾病诊疗缺少案例对照

等, 亟待提升饲养管理能力。本研究选取圈养猩猩为研究对象, 尝试测定其血常规和生化参数的参考值, 这些数据有助于评估动物机体肝、肾、心等机能, 同时有助于评估动物的健康状况。另一方面, 本研究将为建立濒危物种的血液参数参考体系提供数据, 同时为动物园行业濒危物种的饲养繁育及保护提供必要的技术支持。

## 1 研究方法

### 1.1 血液样品

选择国内 6 家动物园饲养的共 22 只临床健康婆罗洲猩猩, 共采集血液样本 24 份 (表 1)。空腹 (禁食 1 d) 后采用化学麻醉 (氯胺酮, 按照体重用量: 3 ~ 5 mg/kg; 赛拉嗪, 按照体重用量: 2 mg/kg) 的方法对猩猩进行保定。集中采集贵要静脉部位 (上肢浅静脉), 静脉抽血 2 ~ 4 ml, 分装至有 EDTA-K2 抗凝剂和肝素-Li 抗凝剂的抗凝管中, 手动摇匀。采集的血液样品置 4 °C 冷藏备用。

### 1.2 血常规及生化参数的检测

所有血液样本的处理与分析均在上海动物园完成, 血常规及生化指标的测定参照胡翊群 (2004) 进行。

**1.2.1 血常规参数测定** 将血液样本室温放置 30 min, 手动摇匀后, 利用兽用全自动血液细胞分析仪 (迈瑞, BC-5000 Vet, 深圳) 测定血液样本的血常规指标。包括白细胞 (white blood cell, WBC) 密度、红细胞 (red blood cell, RBC) 密度、血红蛋白 (hemoglobin, HGB) 含量、淋巴细胞 (lymphocyte, LYM) 比率、单核细胞 (monocyte, MONO) 比率、中性粒细胞 (neutrophil, NEU) 比率、嗜酸性粒细胞 (eosinophil, EOS) 比率和嗜碱性粒细胞 (basophil, BASO) 比率及血小板 (platelet,

表 1 圈养猩猩血液样本来源信息

Table 1 Information of blood samples taken from captive Orangutans

采集地 Sampling sites	动物个体数 (ind) Individuals	性别 Gender	采样时间 Sampling time	血液样本量 Blood samples
杭州野生动物园 Hangzhou Safari Park	2	1♂1♀	2018, 2019	1♂1♀
南京红山森林动物园 Nanjing Hongshan Forest Zoo	1	1♀	2018, 2019	1♀
重庆动物园 Chongqing Zoo	2	1♂1♀	2018, 2019	1♂1♀
中南百草园 ZhongnanBaicao Garden	2	1♂1♀	2018, 2019	1♂1♀
济南野生动物世界 Jinan Wildlife World	1	1♂	2018, 2019	1♂
上海动物园 Shanghai Zoo	7	4♂3♀	2018, 2019	4♂3♀
*上海动物园记录数据 Data recorded by Shanghai Zoo	3	2♂1♀	2015 ~ 2018	6♂3♀
合计 Total	18	10♂8♀		14♂10♀

\*为上海动物园记录的 2015 至 2018 年 3 只婆罗洲猩猩常规体检的血液参数数据。

\* represents the blood parameter data of 3 healthy Bornean orangutans based on routine physical examination from 2015 to 2018.

PLT) 含量共 9 项。

**1.2.2 血液生化参数值测定** 将血液样本室温放置 30 min, 3 000 r/min 离心 10 min, 分离血浆, 应用生化分析仪 (爱德士 VetTest, 美国) 测定血液样本的生化指标。包括白蛋白 (albumin, ALB)、碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、谷丙转氨酶 (alanine aminotransferase, ALT)、淀粉酶 (amylase, AMY)、尿素 (urea, UREA)、钙 (calcium, CA)、胆固醇 (cholesterol, CHOL)、肌酐 (creatinine, CREA)、球蛋白 (globulin, GLOB)、葡萄糖 (glucose, GLU)、血清无机磷 (phosphorus, PHOS)、胆红素 (total bilirubin, TBIL) 和总蛋白 (total protein, TP) 共计 13 项。

**1.2.3 上海动物园 2015 至 2018 年记录数据统计** 使用上海动物园 2015 至 2018 年记录的 3 只健康婆罗洲猩猩 (2♂1♀) 的 9 份血液参数记录, 血液测定方法同 1.2。

### 1.3 数据处理

婆罗洲猩猩血常规及生化参数测定值用平均值  $\pm$  标准差 (Mean  $\pm$  SD) 和变动范围 (Range) 来表示。对比不同性别的成年婆罗洲猩猩血液参数的差异性。参照 McClure 等 (1972), 将猩猩划分为三个年龄组: 幼龄组 (infants) 0 ~ 4.9 岁; 亚成体组 (subadults) 5 ~

9.9 岁; 成年组 (adults) 10 岁及以上。分别统计各年龄组的血液指标参数值。对不同年龄组的血液参数进行差异性比较。对血液参数数据进行正态分布检验 (样本量不足 50, 采用 Shapiro-Wilk test) (薛薇 2016), 符合正态分布的数据应用 One Way ANOVA 进行检验, 不符合正态分布的数据应用 Mann-Whitney *U* (不同性别之间比较) 和 Kruskal Wallis (不同年龄组之间比较) 检验。所有数理统计应用 SPSS Statistics 20.0 软件完成, 统计的显著性水平设定为 0.05。

## 2 研究结果

婆罗洲猩猩血细胞显微形态见图 1。猩猩的血常规参数中, 所有参数均未呈现性别间的显著差异 (One Way ANOVA test,  $P > 0.05$ ) (表 2)。在不同年龄分组中, 除淋巴细胞 (LYM) 外, 其他参数未呈现差异 (One Way ANOVA test,  $P > 0.05$ )。淋巴细胞浓度随着年龄的增长而降低, 幼龄组最高 (55.70%,  $n = 7$ ), 亚成体组居中 (45.55%,  $n = 6$ ), 成年组最低 (32.95%,  $n = 11$ ) (One Way ANOVA test,  $F = 5.200$ ,  $P < 0.05$ ) (表 3)。

血液生化参数中, 雄性婆罗洲猩猩的谷丙转氨酶 (ALT) 值显著高于雌性个体 (One Way

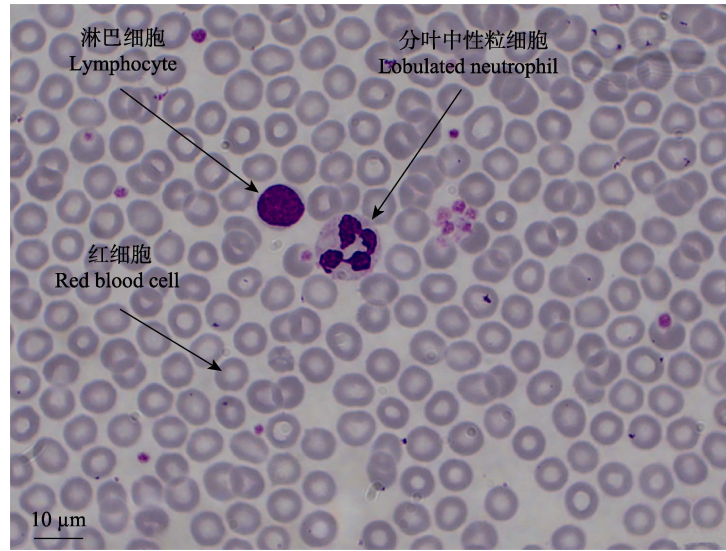


图 1 婆罗洲猩猩血细胞显微形态（截取显微镜下部分视野，放大倍数 1 000）

Fig. 1 Micrograph picture of *Pongo pygmaeus* blood cells (Partial field of view under microscope, 1 000 ×)

表 2 不同性别成年婆罗洲猩猩的血常规指标参考值

Table 2 Blood physiological parameters of captive adult Bornean Orangutans classified by sex

参数 Parameters	雄性 Male ( $n = 14$ )		雌性 Female ( $n = 10$ )		F 值 F value	P 值 P value
	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range		
白细胞 White blood cell, WBC ( $10^9/L$ )	9.95 ± 4.72	4.70 ~ 17.20	11.40 ± 2.58	8.30 ~ 15.14	0.419	0.534
红细胞 Red blood cell, RBC ( $10^{12}/L$ )	4.86 ± 1.00	4.12 ~ 6.62	4.63 ± 0.87	4.39 ~ 6.84	1.848	0.207
血红蛋白 Hemoglobin, HGB (g/L)	117.95 ± 12.64	98.75 ~ 132.00	116.92 ± 11.16	109.00 ~ 138.00	0.021	0.889
淋巴细胞 Lymphocyte, LYM (%)	36.64 ± 18.26	13.00 ~ 52.70	29.26 ± 13.64	13.20 ~ 51.00	0.524	0.490
单核细胞 Monocyte, MONO (%)	2.80 ± 0.98	2.00 ~ 3.90	2.38 ± 1.52	1.00 ~ 4.40	0.177	0.689
中性细胞 Neutrophil, NEU (%)	56.17 ± 17.99	39.70 ~ 82.00	48.35 ± 14.56	27.00 ~ 66.60	0.637	0.445
嗜酸性粒细胞 Eosinophil, EOS (%)	3.34 ± 2.43	1.00 ~ 6.50	4.56 ± 3.11	0.80 ~ 9.00	0.477	0.509
嗜碱性粒细胞 Basophil, BASO (%)	0.53 ± 0.42	0.20 ~ 1.00	1.25 ± 0.35	1.00 ~ 1.50	3.920	0.142
血小板 Platelet, PLT ( $10^9/L$ )	137.50 ± 33.23	114.00 ~ 161.00	212.00 ± 4.24	209.00 ~ 215.00	9.889	0.088

ANOVA,  $F = 4.911$ ,  $P < 0.05$ ), 其他参数未呈现性别间差异 ( $P > 0.05$ ) (表 4)。总蛋白 (TP) 含量在不同年龄组间呈现显著差异, 幼龄组最低 (65.60 g/L,  $n = 7$ ), 亚成体 (83.60 g/L,  $n = 6$ ) 和成体 (78.57 g/L,  $n = 11$ ) 较高 (One Way ANOVA test,  $F = 4.693$ ,  $P < 0.05$ , 表 5)。

### 3 讨论

血液学参数与生物机体血液和造血器官紧

密相关 (Bamishaiye et al. 2009), 是反应动物生理状况的重要指标 (Khan et al. 2005)。血液学参数能够提供反应动物机体的营养、生理和健康状况的基础信息 (Daramola et al. 2005), 从而有助于诊断和监测动物的健康状况 (Togun et al. 2007)。目前, 关于家畜已经有大量对于血液参数指标的研究, 而野生动物血液学的研究则非常有限 (万蒙 2016)。本研究选取的婆罗洲猩猩均为例行常规检查的健康个

表 3 不同年龄组猩猩的血常规指标参考值

Table 3 Blood physiological parameters of captive Bornean Orangutans classified by age

血常规参数 Parameters	幼龄 Infant (n = 7)			亚成体 Subadult (n = 6)			成体 Adult (n = 11)			F 值 F value	P 值 P value
	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range			
白细胞 White blood cell, WBC (10 <sup>9</sup> /L)	10.13 ± 2.87	6.84 ~ 14.95	11.43 ± 4.22	7.40 ~ 18.50	10.74 ± 3.58	4.70 ~ 17.20			0.216	0.808	
红细胞 Red blood cell, RBC (10 <sup>12</sup> /L)	4.82 ± 0.95	3.11 ~ 6.33	4.23 ± 1.66	1.48 ~ 6.62	5.28 ± 0.97	4.12 ~ 6.84			1.574	0.231	
血红蛋白 Hemoglobin, HGB (g/L)	116.54 ± 14.69	92.75 ~ 134.00	106.80 ± 24.95	63.00 ~ 126.00	117.39 ± 11.25	98.75 ~ 138.00			0.821	0.454	
淋巴细胞 Lymphocyte, LYM (%)	55.70 ± 11.76	39.50 ~ 72.40	45.55 ± 15.12	26.20 ~ 60.80	32.95 ± 15.69	13.00 ~ 52.70			5.200	0.015	
单核细胞 Monocyte, MONO (%)	2.74 ± 0.99	1.70 ~ 4.70	3.03 ± 1.82	1.00 ~ 5.40	2.54 ± 1.29	1.00 ~ 4.40			0.188	0.831	
中性细胞 Neutrophil, NEU (%)	37.61 ± 13.79	21.00 ~ 59.00	40.25 ± 19.22	15.00 ~ 71.00	51.90 ± 15.88	27.00 ~ 82.00			1.983	0.163	
嗜酸性粒细胞 Eosinophil, EOS (%)	3.43 ± 2.02	1.50 ~ 6.30	2.65 ± 2.33	1.00 ~ 4.30	3.15 ± 2.71	0.80 ~ 9.00			0.259	0.775	
嗜碱性粒细胞 Basophil, BASO (%)	1.25 ± 0.71	0.40 ~ 2.40	1.10 ± 0.66	0.50 ~ 1.80	0.82 ± 0.52	0.20 ~ 1.50			0.630	0.551	
血小板 Platelet, PLT (10 <sup>9</sup> /L)	242.67 ± 33.67	182.00 ~ 273.00	179.00 ± 93.47	102.00 ~ 283.00	174.75 ± 47.16	114.00 ~ 215.00			2.372	0.144	

表 4 不同性别成年婆罗洲猩猩的血液生化指标参考值

Table 4 Blood biochemical parameters of captive adult Bornean Orangutans classified by sex

参数 Parameters	雄性 Male (n = 14)			雌性 Female (n = 10)			F 值或 Z 值 F/Z value	P 值 P value
	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range		
白蛋白 Albumin, ALB (g/L)	43.60 ± 9.20	35.00 ~ 55.60	34.00 ± 4.24	31.00 ~ 37.00			1.806	0.251
碱性磷酸酶 Alkaline phosphatase, ALP (U/L) *	179.75 ± 149.83	60.00 ~ 390.00	90.00 ± 5.66	86.00 ~ 94.00			0.638	0.469
谷丙转氨酶 Alanine aminotransferase, ALT (U/L)	19.26 ± 10.71	7.90 ~ 40.50	10.29 ± 6.77	3.50 ~ 24.50			4.911	0.038
淀粉酶 Amylase, AMY (U/L)	102.75 ± 35.97	59.00 ~ 145.00	86.50 ± 13.44	77.00 ~ 96.00			0.347	0.588
尿素 Urea, UREA (mmol/L)	2.88 ± 0.56	2.10 ~ 3.40	1.80 ± 0.42	1.50 ~ 2.10			5.565	0.078
钙 Calcium, CA (mmol/L)	2.45 ± 0.19	2.25 ~ 2.72	2.42 ± 0.18	2.29 ~ 2.55			0.044	0.841
胆固醇 Cholesterol, CHOL (mmol/L)	4.80 ± 0.84	4.01 ~ 5.98	5.18 ± 1.26	4.29 ~ 6.07			0.211	0.670
肌酐 Creatinine, CREA (μmol/L)	112.14 ± 69.22	17.68 ~ 184.00	73.42 ± 55.29	13.26 ~ 122.00			0.667	0.445
球蛋白 Globulin, GLOB (g/L)	35.25 ± 8.61	22.90 ~ 42.10	44.00 ± 2.83	42.00 ~ 46.00			1.771	0.254
葡萄糖 Glucose, GLU (mmol/L)	5.94 ± 2.27	2.94 ~ 9.98	6.27 ± 1.14	3.26 ~ 6.28			0.039	0.848
血清无机磷 Phosphorus, PHOS (mmol/L) *	2.06 ± 1.31	0.96 ~ 3.78	1.26 ± 0.04	1.23 ~ 1.78			0.677	0.442
胆红素 Total bilirubin, TBIL (μmol/L)	12.73 ± 13.59	1.00 ~ 31.70	8.00 ± 5.66	4.30 ~ 12.00			0.203	0.676
总蛋白 Total protein, TP (g/L)	78.85 ± 12.87	68.70 ~ 97.70	78.00 ± 9.99	67.00 ~ 79.23			0.008	0.934

\* 数据呈非正态分布。 \* indicates data was abnormally distributed.

表 5 不同年龄组猩猩的血液生化指标参考值

Table 5 Blood biochemical parameters of captive Bornean Orangutans classified by age

血液生化参数 Parameters	幼龄 Infant (n = 7)		亚成体 Subadult (n = 6)		成体 Adult (n = 11)		F 值或 $\chi^2$ 值 F/ $\chi^2$ value	P 值 P value
	平均值 $\pm$ 标准差 Mean $\pm$ SD	范围 Range	平均值 $\pm$ 标准差 Mean $\pm$ SD	范围 Range	平均值 $\pm$ 标准差 Mean $\pm$ SD	范围 Range		
白蛋白 Albumin, ALB (g/L)	34.80 $\pm$ 3.70	29.00 ~ 39.00	44.10 $\pm$ 6.13	41.00 ~ 55.60	40.40 $\pm$ 8.89	31.00 ~ 55.60	3.586	0.060
碱性磷酸酶 Alkaline phosphatase, ALP (U/L)*	499.80 $\pm$ 348.80	258.00 ~ 978.00	375.50 $\pm$ 287.96	86.00 ~ 669.00	149.83 $\pm$ 124.99	60.00 ~ 390.00	2.854	0.240
谷丙转氨酶 Alanine aminotransferase, ALT (U/L)*	16.60 $\pm$ 10.26	9.00 ~ 31.00	11.58 $\pm$ 5.83	3.50 ~ 17.50	18.69 $\pm$ 11.74	7.90 ~ 40.50	0.988	0.610
淀粉酶 Amylase, AMY (U/L)	119.40 $\pm$ 35.40	76.00 ~ 173.00	100.50 $\pm$ 29.33	74.00 ~ 136.00	97.33 $\pm$ 29.71	59.00 ~ 145.00	0.733	0.501
尿素 Urea, UREA (mmol/L)	4.16 $\pm$ 1.47	2.60 ~ 6.10	4.22 $\pm$ 1.72	2.60 ~ 5.90	2.52 $\pm$ 0.73	1.50 ~ 3.40	3.001	0.088
钙 Calcium, CA (mmol/L)*	2.11 $\pm$ 0.67	0.96 ~ 2.69	2.42 $\pm$ 0.20	2.29 ~ 2.72	2.33 $\pm$ 0.20	2.08 ~ 2.72	0.968	0.616
胆固醇 Cholesterol, CHOL (mmol/L)	4.67 $\pm$ 1.13	3.04 ~ 5.95	6.05 $\pm$ 1.42	4.50 ~ 7.93	4.93 $\pm$ 0.88	4.01 ~ 6.07	1.874	0.196
肌酐 Creatinine, CREA ( $\mu$ mol/L)	44.00 $\pm$ 31.87	17.00 ~ 95.00	74.85 $\pm$ 66.40	13.26 ~ 184.00	88.15 $\pm$ 65.72	10.61 ~ 184.00	0.894	0.428
球蛋白 Globulin, GLOB (g/L)	37.00 $\pm$ 11.14	26.00 ~ 55.00	36.50 $\pm$ 6.49	29.70 ~ 42.10	38.17 $\pm$ 8.16	22.90 ~ 46.00	0.047	0.954
葡萄糖 Glucose, GLU (mmol/L)	5.32 $\pm$ 2.86	2.42 ~ 8.92	6.91 $\pm$ 4.76	3.07 ~ 14.67	6.37 $\pm$ 2.25	2.94 ~ 9.98	0.345	0.713
血清无机磷 Phosphorus, PHOS (mmol/L)	1.67 $\pm$ 0.13	1.48 ~ 1.83	1.36 $\pm$ 0.06	1.28 ~ 1.42	2.25 $\pm$ 1.37	0.96 ~ 4.60	1.257	0.311
胆红素 Total bilirubin, TBIL ( $\mu$ mol/L)*	22.60 $\pm$ 25.35	1.00 ~ 55.00	12.50 $\pm$ 16.64	2.30 ~ 31.70	11.15 $\pm$ 11.10	1.00 ~ 31.70	0.603	0.740
总蛋白 Total protein, TP (g/L)	65.60 $\pm$ 7.64	55.00 ~ 74.00	83.60 $\pm$ 9.94	75.10 ~ 97.70	78.57 $\pm$ 9.99	68.70 ~ 97.70	4.715	0.031

\* 数据呈非正态分布。 \* indicates data was abnormally distributed.

体, 能够为圈养猩猩血液参数参考体系的构建提供参照, 但相关数据的解释还需要综合参考动物的生活史、发病史, 及潜在疾病等因素。

动物的生理状况、环境特征、饲养管理、食物成分、年龄和性别等因子都会影响其血液学参数值 (Alodan et al. 1999, Vecerek et al. 2002, Addass et al. 2012)。本研究关于猩猩血常规及生化参数值的测定结果范围与 McClure 等 (1972) 对婆罗洲猩猩和 Musrianti 等 (2012) 对苏门答腊猩猩 (*P. abelii*) 的研究结果相似, 部分指标存在差异 (表 6)。本研究中, 嗜碱性粒细胞 (BASO) 浓度与 McClure 等 (1972) 对婆罗洲猩猩的研究结果接近, 但均高于 Musrianti 等 (2012) 对苏门答腊猩猩的研究结果。嗜碱性粒细胞是多种过敏性疾病的重要效应细胞, 在外周血中较为稀有。鉴于本研究中所有样品均来自健康的婆罗洲猩猩个体, 因此推测该差异可能源于物种特异性。此外, 本研究中婆罗洲猩猩的嗜碱性粒细胞浓度随着年龄

生长而降低。同 McClure 等 (1972) 的研究相比 (血糖含量平均值: 4.33 mmol/L), 本研究中婆罗洲猩猩的血糖含量较高 (平均值: 6.24 mmol/L), 推测是因为圈养环境下婆罗洲猩猩的日粮中水果含量较高 (约 2.3 kg) 所致 (王颖等 2019)。Banes 等 (2018) 在《猩猩饲养管理指南》中指出: 栽培的供人类食用的水果比猩猩在野外吃的水果糖分高很多, 且维生素含量低, 同时建议, 水果不应该作为动物园猩猩常规日粮的组分。因此, 应该探寻营养均衡、含糖量低的替代性饲料。本研究中, 部分血液参数值来源于以往的测试结果, 并未呈现出显著差异。另外, 本研究的血液样本来源于不同的饲养机构, 建议在进行猩猩血液参数范围的比较时, 综合考虑动物的饲养环境、遗传背景及实验条件等诸多因素对血液参数值可能产生的影响。

本研究中, 雄性猩猩血液中谷丙转氨酶 (ALT) 浓度显著高于雌性个体 ( $P < 0.05$ )。

表 6 圈养猩猩部分血液参数值比较

Table 6 Comparison of some blood parameters of orangutans in captivity

血液指标 Parameters	婆罗洲猩猩 <i>Pongo pygmaeus</i> (n = 24)	婆罗洲猩猩 <i>P. pygmaeus</i> (n = 37)	苏门答腊猩猩 <i>P. abelii</i> (n = 52)
	本研究 Present study	McClure et al. 1972	Musrianti et al. 2012
白细胞 White blood cell, WBC ( $10^9/L$ )	4.70 ~ 18.50	5.6 ~ 32.0	12.25 ~ 19.75
红细胞 Red blood cell, RBC ( $10^{12}/L$ )	1.48 ~ 6.84	3.17 ~ 6.64	4.23 ~ 5.18
血红蛋白 Hemoglobin, HGB (g/L)	63.00 ~ 138.00	85.0 ~ 150.0	105.7 ~ 123.9
淋巴细胞 Lymphocyte, LYM (%)	13.00 ~ 72.40	13.0 ~ 85.0	30.34 ~ 44.23
单核细胞 Monocyte, MONO (%)	1.00 ~ 5.40	0.0 ~ 10.0	5.49 ~ 8.50
中性细胞 Neutrophil, NEU (%)	15.00 ~ 82.00		46.67 ~ 57.90
嗜酸性粒细胞 Eosinophil, EOS (%)	0.80 ~ 9.00	0.0 ~ 10.0	2.97 ~ 9.10
嗜碱性粒细胞 Basophil, BASO (%)	0.20 ~ 2.40	0.0 ~ 2.0	0.47 ~ 0.64
血小板 Platelet, PLT ( $10^9/L$ )	102.00 ~ 283.00	125.0 ~ 508.0	353.62 ~ 506.00
钙 Calcium, CA (mmol/L)	0.96 ~ 2.72	1.35 ~ 3.25	
胆固醇 Cholesterol, CHOL (mmol/L)	3.04 ~ 7.93	2.69 ~ 9.87	
肌酐 Creatinine, CREA ( $\mu\text{mol/L}$ )	10.61 ~ 184.00	35.4 ~ 177	
葡萄糖 Glucose, GLU (mmol/L)	2.42 ~ 14.67	2.44 ~ 8.56	
血清无机磷 Phosphorus, PHOS (mmol/L)	0.96 ~ 4.60	0.36 ~ 2.65	
总蛋白 Total protein, TP (g/L)	55.00 ~ 97.70	55.0 ~ 89.0	

表中数据为统一计量单位并换算的测定值。

Measurement units were unified and data was converted.

对人类的研究表明，谷丙转氨酶活性与运动紧密相关（靳彩虹等 2003），推测雄性个体运动强度大，引起组织负荷加重，进而导致谷丙转氨酶水平升高。总蛋白（TP）浓度在幼龄组最低，亚成体组和成年组显著升高（ $P < 0.05$ ）。这一研究结果与 Herndon 和 Tigges（2001）对黑猩猩（*Pan troglodytes*）的研究结果相似。推测血液中总蛋白浓度升高主要源于球蛋白的增加，即随着时间的推移，动物机体暴露于越来越多的抗原或疾病，从而刺激更多的抗体（球蛋白）进入血液（Dubreuil et al. 2005）。饲养环境及临近其他动物个体（同种或异种）的环境压力是动物血液参数值的另一个重要影响因素（Moberg et al. 2000）。环境压力会影响动物体内类皮质激素的变化，进而引发转氨酶水平的变化（Pearl et al. 2000）。猩猩血液中淋巴细胞浓度未呈现性别间的显著差异，但随着猩猩年龄的增长显著降低（ $P < 0.05$ ），推测是随着猩猩年龄的增长，免疫系统逐渐趋于稳定，淋巴细胞随之降低。本研究总蛋白浓度值与 McClure 等（1972）的研究结果相似，同时发现该指标随着年龄的增长而升高（ $P < 0.05$ ），认为与动物日常饲料中蛋白质的含量有关，同时也受到生活环境的影响。猩猩血液碱性磷酸酶（ALP）的浓度随着年龄增长显著降低（ $P < 0.05$ ），建议同时参考特定同工酶的水平，以更好地了解 and 比较不同年龄阶段猩猩血液中碱性磷酸酶值。需要强调的是，本研究所检测圈养婆罗洲猩猩血液中葡萄糖含量较高，应在饲养过程中给予关注。本研究中，所有猩猩（两只幼龄个体除外）的血液采集均为麻醉完成，氯胺酮的使用会引发血液中总蛋白、淋巴细胞和中性细胞比率（NEU）水平的降低（Loomis et al. 1980），应充分讨论氯胺酮麻醉可能对猩猩血液参数值产生的影响。

**致谢** 本研究在样本采集过程中得到杭州野生动物园、南京红山森林动物园、重庆动物园、中南百草园和济南野生动物世界的大力支持，在此一并表示感谢。

## 参 考 文 献

- Addass P A, David D L, Edward A, et al. 2012. Effect of age, sex and management system on some hematological parameters of intensively and semi-intensively kept chicken in Mubi, Adamawa State, Nigeria. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 2(3): 277–282.
- Alemede I C, Adama J Y, Ogunbajo S A, et al. 2010. Hematological parameter of Savanna Brown does fed varying dietary levels of flamboyant tree seed meal. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(2): 167–170.
- Alodan M A, Mashaly M M. 1999. Effect of induced molting in laying hens on production and immune parameters. *Poultry Science*, 78(2): 171–177.
- Ancrenaz M, Gumal M, Marshall A J, et al. 2016. *Pongo pygmaeus* // IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species, e.T17975A123809220. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T17975A17966347.en>.
- Bamishaiye E, Muhammad N, Bamishaiye O. 2009. Hematological parameters of albino rats fed on tiger nuts (*Cyperus esculentus*) tuber oil meat-based diet. *The Internet Journal of Nutrition and Wellness*, 10(1): 1–5.
- Daramola J O, Adeloye A A, Fatoba T A, et al. 2005. Haematological and biochemical parameters of West African Dwarf goats. *Livestock Research for Rural Development*, 17(8): 95.
- Dubreuil P, Arsenault J, Bélanger D. 2005. Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. *Veterinary Record*, 156(20): 636–638.
- Etim N N, William M E, Akpabio U, et al. 2014. Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, 2(1): 37–47.
- Gaveau D L A, Sloan S, Molidena E, et al. 2014. Four decades of forest persistence, clearance and logging on Borneo. *PLoS One*, 9(7): e101654.
- Herndon J G, Tigges J. 2001. Hematologic and blood biochemical variables of captive chimpanzees: cross-sectional and longitudinal analyses. *Comparative Medicine*, 51(1): 60–69.
- Khan T A, Zafar F. 2005. Haematological study in response to varying doses of Estrogen in Broiler Chicken. *International*



- Journal of Poultry Science, 4(10): 748–751.
- Loomis M R, Henrickson R V, Anderson J H. 1980. Effects of ketamine hydrochloride on the hemogram of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Laboratory Animal Science*, 30(5): 851–853.
- McClure H M, Keeling M E, Guilloud N B. 1972. Hematologic and blood chemistry data for the Orangutan (*Pongo pygmaeus*). *Folia Primatologica*, 18(3): 284–299.
- Moberg G P, Mench J A. 2000. *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. Wallingford, UK: CAB International.
- Musrianti M, Lubis T M, Damhoeri A. 2012. Hematology profile of Sumatran Orangutan (*Pongo abelii*) in the Sumatran Orangutan Quarantine Center, Sibolangit, Indonesia. *The Proceedings of the 2nd Annual International Conference Syiahkuala University & The 8th IMT-GT Uninet Biosciences Conference Banda Aceh*, 22–24.
- Ovuru S S, Ekweozor I K E. 2004. Haematological changes associated with crude oil ingestion in experimental rabbits. *African Journal of Biotechnology*, 3(6): 346–348.
- Pearl W, Balazs T, Bayske D A. 2000. The effect of stress on serum transaminase activity in the rat. *Life Sciences*, 5(1): 67–74.
- Togun V A, Oseni B S A, Ogundipe J A, et al. 2007. Effects of chronic lead administration on the hematological parameters of rabbits—a preliminary study. *Proceedings of the 41st Conference of the Agricultural Society of Nigeria*.
- Vecerek V, Strakova E, Suchy P, et al. 2002. Influence of high environmental temperature on production and hematological and biochemical indexes in broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*, 47(5): 176–182.
- Wich S A, Gaveau D, Abram N, et al. 2012. Understanding the impacts of land-use policies on a threatened species: is there a future for the bornean orangutan? *PLoS One*, 7(11): e49142.
- Banes G L, Fox M K, Sodaro C, 等. 2018. 猩猩饲养管理指南. 北京: 中国动物园协会/南京: 南京市红山森林动物园.
- 韩志强, 王海军, 刘存发, 等. 2019. 圈养东北虎血液生理参数的测定. *兽类学报*, 39(5): 590–594.
- 胡翊群. 2004. *临床血液学检验*. 北京: 中国医药科技出版社.
- 靳彩虹, 王采. 2003. 运动引起的血清 ALT 活性变化的观察. *中国医学理论与实践*, 2003(11): 1571–1572
- 万蒙. 2016. 食物组成及其氨基酸平衡对大熊猫血液生化指标的影响研究. 雅安: 四川农业大学硕士学位论文, 1–30.
- 王颖, 倪俊, 张炯华, 等. 2019. 上海动物园猩猩部分指标的表现消化率. *当代畜牧*, (8): 1–4.
- 薛薇. 2016. *SPSS 统计分析方法及应用*. 3 版. 北京: 电子工业出版社, 141–209.
- 袁梨. 2019. 猩猩谱系. 北京: 中国动物园协会.