

濒危鱼类稀有白甲鱼外周血细胞特征

代应贵 岳晓炯 尹邦一

贵州大学动物科学学院 贵阳 550025

摘要: 为了研究濒危鱼类稀有白甲鱼 (*Onychostoma rara*) 外周血细胞的特征, 以采自长江中游沅江水系清水江共计 20 尾稀有白甲鱼的血液为材料, 采用常规方法对稀有白甲鱼外周血细胞的组成、形态、大小和数量进行了观测。结果显示, 稀有白甲鱼红细胞数量为 $(1.75 \pm 0.43) \times 10^{12}$ 个/L, 白细胞数量为 $(5.26 \pm 2.09) \times 10^{11}$ 个/L。在血涂片上共计观察到了 5 种白细胞, 包括淋巴细胞、血栓细胞、单核细胞、嗜中性粒细胞和嗜酸性粒细胞, 没有发现嗜碱性粒细胞。这 5 种白细胞各自数量占白细胞总数的百分比差异较大, 其相对数量比例关系为: 淋巴细胞 > 血栓细胞 > 嗜中性粒细胞 > 单核细胞 > 嗜酸性粒细胞。这 5 种白细胞的大小也有所不同, 其大小关系为: 单核细胞 > 嗜中性粒细胞 > 嗜酸性粒细胞 > 淋巴细胞 > 血栓细胞。稀有白甲鱼雌、雄个体之间血细胞 (含红细胞、白细胞) 数量的差异不显著。与已报道的鱼类相比, 稀有白甲鱼白细胞的数量明显较高, 红细胞数量较多、体积相对较小, 这可能与其自然流水生活相关。

关键词: 稀有白甲鱼; 血细胞; 特征

中图分类号: Q952 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2014)06-875-11

Characteristics of Peripheral Hematocytes in Endangered Fish *Onychostoma rara*

DAI Ying-Gui YUE Xiao-Tong YIN Bang-Yi

College of Animal Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China

Abstract: *Onychostoma rara*, which belongs to Cypriniformes, Cyprinidae and Barbinae, is an endangered fish species distributed only in the Yuanjiang River of the Yangtze River system and the Xijiang River of the Pearl River system, China. To study the characteristics of the peripheral hematocytes in *O. rara*, the hematocytes of the species were examined, classified, counted and photographed under the light microscope using Wright-Giemsa's stained smears of peripheral blood from 20 individuals collected in June 2012 from the Qingshui River (in the Yuanjiang River system located in the middle Yangtze River), Guizhou, China. The short and long diameters of the hematocytes as well as their nuclei were measured using routine methods, and the experimental data were analyzed with SPSS 17.0. The results showed that the erythrocytes as well as five types of leukocytes, including lymphocytes, thrombocyte, monocytes, neutrophils and eosinophils, were detected in the Wright-Giemsa's stained smears of peripheral blood in this species. Each of the erythrocytes or leukocytes always had a nucleus, and the erythrocyte and the five types of leukocytes each had different microscopic characteristics. The counts of erythrocyte and leukocyte in the blood of *O. rara* were $(1.75 \pm 0.43) \times 10^{12}$ cells/L and $(5.26 \pm$

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 30960297), 贵州省留学人员科技活动项目 [黔人项目资助合同 (2013) 10];

第一作者介绍 代应贵, 男, 教授; 研究方向: 鱼类学、渔业资源与环境; E-mail: daiyingui@163.com。

收稿日期: 2013-12-01, **修回日期:** 2014-06-20

$2.09) \times 10^{11}$ cells/L respectively. Also, the percentage of each type of the leukocytes in total leukocytes was calculated. The five types of leukocytes were much different from one another in quantity proportion and cell size. The percentages of the five types of leukocytes in the blood were: lymphocytes > thrombocyte > neutrophils > monocytes > eosinophils, and the sizes of them were: monocytes > neutrophils > eosinophils > lymphocytes > thrombocyte. There was no significant difference in hematocyte (including erythrocyte and leukocyte) counts between male and female individuals. The leukocyte count of the species was much more than that of most of the other fishes studied, and its erythrocyte was also abundant in quantity but small in size, which hinted that *O. rara* had a strong swimming ability and adapted to living in the torrential river.

Key words: *Onychostoma rara*; Hematocyte; Characteristics

血细胞在动物体内具有运输氧、 CO_2 分子和机体免疫等重要功能(陈刚等 2006, 廖光勇等 2011)。不同脊椎动物种类甚至不同鱼类种类之间存在着血细胞特征上的差异, 并与其进化水平相适应(颜桂利等 1996)。鱼类血细胞对自身生理状况的变化和外界环境因子的刺激极为敏感, 开展鱼类血细胞的研究可以为判断其健康状况及生活水域的环境特征提供参考依据(Blaxhall 1972, 周玉等 2001a)。稀有白甲鱼(*Onychostoma rara*)隶属于鲤形目鲤科鲃亚科白甲鱼属, 是一种仅分布于我国长江中游沅江水系和西江水系的野生经济鱼类(单向红等 2000)。近年来, 随着河流环境破坏日益严重, 稀有白甲鱼野生资源正濒临枯竭, 残存的分布区域日趋缩小, 现已被《中国物种红色名录》列为濒危鱼类(汪松等 2004)。目前, 有关稀有白甲鱼的研究报道较少, 主要集中在其生物学特性(王晓辉 2006)、肉质营养(代应贵等 2007)及种群遗传多样性等方面(彭珊等 2009)。本文通过对稀有白甲鱼血细胞显微结构进行观察, 并对血细胞进行分类、计数, 系统阐述其外周血细胞的特征, 以期对稀有白甲鱼血液学、疾病诊断、环境适应性、致危机理及种质特性的研究提供参考资料。

1 材料与方法

1.1 实验材料 用于研究的稀有白甲鱼个体, 于 2012 年 6 月采自贵州境内清水江河段(沅江水系)。晚上用拦网采集实验鱼活体, 将捕获的实验鱼装于网兜并就近置于河流中暂养达

12 h 以上, 期间网兜内外水流相通, 溶氧充足, 鱼体不进食。为避免因运输引起鱼体产生应激反应, 于次日携带采血装备于暂养河段岸边就地取血。共计捕获了 20 尾稀有白甲鱼鲜活个体进行了血液样品采集。实验鱼均达性成熟, 生长良好, 健康活泼, 无畸形。其中, 雄鱼 11 尾, 体长 138 ~ 250 mm, 体重 51.4 ~ 451.8 g; 雌鱼 9 尾, 体长 141 ~ 286 mm, 体重 54.6 ~ 527.5 g。

1.2 方法 采血时, 将鱼体平放, 用湿毛巾遮蔽鱼眼, 以免产生应激反应。然后用经 0.1% 肝素钠浸润过的 2.5 ml 一次性注射器自尾柄侧线鳞稍下方的尾静脉处抽取静脉血 2 ml, 整个过程不超过 1 min。按陈其才等(1995)的方法进行红细胞、白细胞计数。采用常规方法制作血涂片, 每尾鱼 2 ~ 3 张, 经 Giemsa 和 Wright 染液联合染色后, 在油镜下进行血细胞的观察、测量、拍照, 并对白细胞进行分类计数。用 Photoshop CS 8.01 软件对照片进行后期处理, 同比例缩放图像与标尺。实验数据用 Excel 软件与 SPSS17.0 软件进行统计分析。

2 结果

2.1 稀有白甲鱼外周血细胞的显微形态结构及分类 稀有白甲鱼外周血涂片由红细胞和白细胞组成。其中白细胞又分为淋巴细胞、血栓细胞、单核细胞、嗜中性粒细胞、嗜酸性粒细胞, 未观察到嗜碱性粒细胞、浆细胞、巨噬细胞(图 1)。

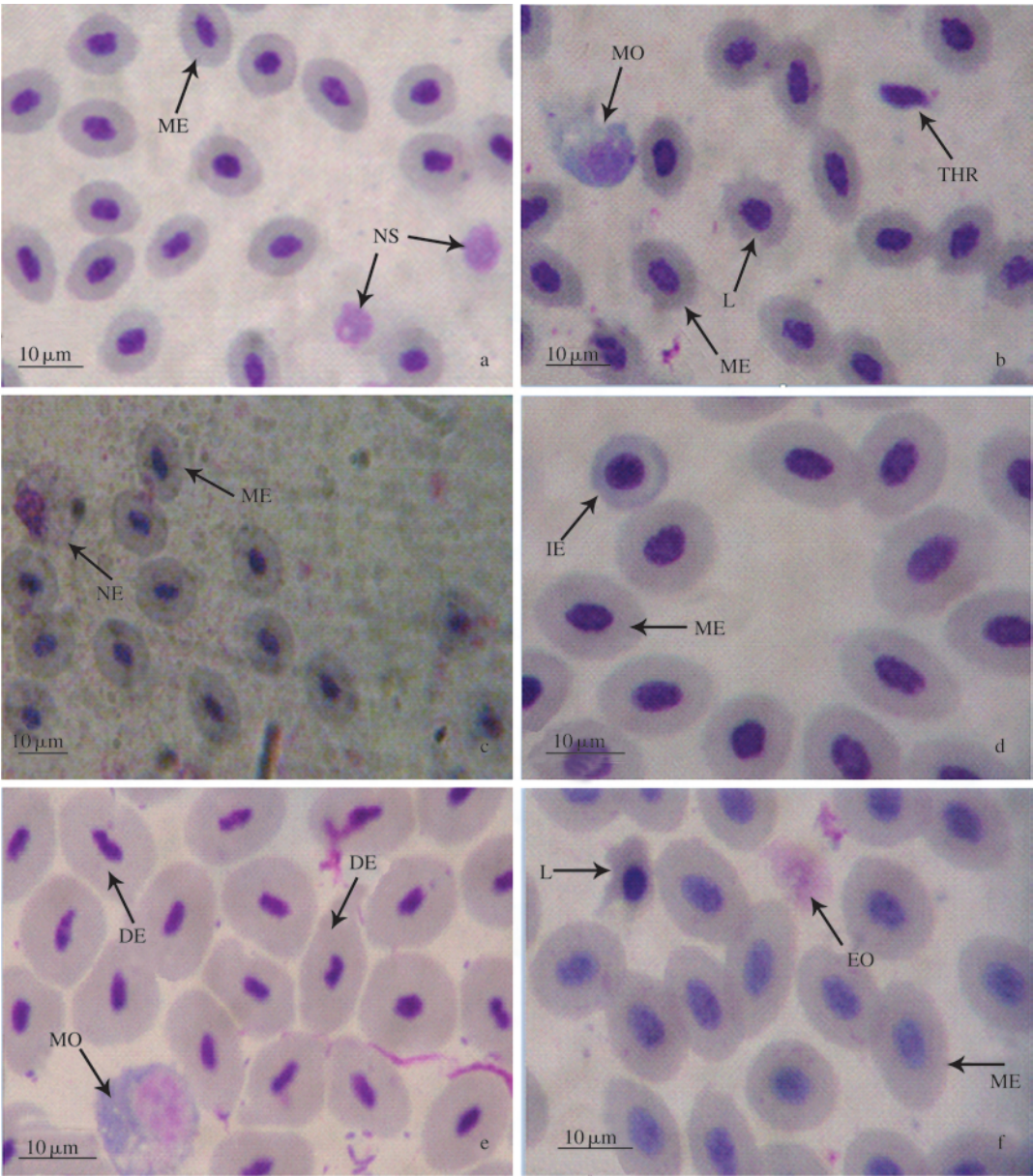


图 1 稀有白甲鱼外周血细胞的显微结构

Fig. 1 Microscopic structure of peripheral haemocytes in *Onychostoma rara*

a. 成熟红细胞(ME)、核影(NS); b. 单核细胞(MO)、血栓细胞(THR); c. 嗜中性粒细胞(NE); d. 未成熟红细胞(IE); e. 分裂中的红细胞(DE); f. 淋巴细胞(L)、嗜酸性粒细胞(EO)。

a. Mature erythrocyte (ME) and nuclear shadow (NS); b. Monocyte (MO) and thrombocyte (THR); c. Neutrophil (NE); d. Immature erythrocyte (IE); e. Dividing erythrocyte (DE); f. Lymphocyte (L) and eosinophil (EO)。

2.1.1 红细胞(erythrocyte) 稀有白甲鱼外周血涂片中以成熟红细胞数量最多。细胞呈椭圆形或卵圆形,有时也有不规则形,可能因推片过程中细胞被挤压所致。细胞表面光滑无突起,由于细胞质中富含血红蛋白,故而被染成

浅灰蓝色。细胞核呈圆形或椭圆形,与细胞形状相似,位于细胞中央,核内染色质致密,被染成深紫色,无核仁。在个别血涂片中还发现了一些幼稚红细胞和衰老红细胞,这两种细胞的核质比都高于正常红细胞。在血涂片中还观

察到了由红细胞裂解形成的浅紫红色和粉红色斑点,即“核影”,这是一种人为假象,并非鱼类血液的正常成分。此外,还见到一些正处于分裂期的红细胞,多见细胞核开始分裂,细胞质还是一个整体。

2.1.2 白细胞(leukocyte)

(1)淋巴细胞(lymphocyte) 稀有白甲鱼淋巴细胞呈圆形、椭圆形或不规则形,有的伸出明显的伪足。体积较小,核被染成深紫色,呈椭圆形,位于细胞中央或稍偏于细胞一侧。有时细胞核占据整个细胞空间,胞质很少,甚至近似裸核。

(2)血栓细胞(thrombocyte) 细胞呈细长椭圆形、长杆形或纺锤形,细胞长、短径之比大于2,表面光滑。细胞核与细胞形状相似,核质比较大,有的甚至裸核,细胞质极少,呈一薄层,环绕在细胞核的四周。细胞质结构疏松,边界模糊,染色较浅。细胞核被染成深紫色或黑紫红色。

(3)单核细胞(monocyte) 单核细胞体积较大,是外周血白细胞中最大的一类。细胞呈球形、圆形或卵圆形。细胞表面粗糙。细胞质染色较浅,呈淡蓝色或天蓝色,着色不均匀,有的可在细胞质中看见不均匀的且大小不一的空泡。细胞核一般比较大,呈卵圆形或肾形,核常偏于细胞一侧或与细胞质膜相切。染色质疏松,染成蓝紫色或粉紫色。

(4)嗜中性粒细胞(neutrophil) 细胞较大,仅次于单核细胞。细胞呈圆形或卵圆形,边缘圆滑,细胞质染色较浅,甚至不着色。细胞核呈半圆形、肾形或马蹄形,常偏于细胞一侧,与质膜相连,染成深紫色。光镜下,在血涂片上嗜中性粒细胞与单核细胞极其相似,有时不易区分,相比之下,后者细胞质染色较深,胞体较圆而大,边缘粗糙,偶见伪足。

(5)嗜酸性粒细胞(eosinophil) 稀有白甲鱼外周血中可见少量嗜酸性粒细胞,细胞呈椭圆形或卵圆形,细胞质染色较浅,呈粉红色,胞质中散布着一些淡粉色嗜酸性的颗粒。细胞核居中或稍偏位,被染成玫瑰红或紫红色,形态多

样,有半月形、马蹄形、肾形或分叶形。有的核不明显甚至看不到细胞核,可能被染色颗粒所覆盖。

2.2 稀有白甲鱼外周血细胞的数量及大小

2.2.1 红细胞数量及大小 稀有白甲鱼血液中红细胞的数量为 $(1.75 \pm 0.43) \times 10^{12}$ 个/L,变异系数为24.72%(表1)。从变异程度上看,稀有白甲鱼红细胞数量与红细胞核短径具有较大的变异系数,而红细胞大小的变异程度则较低。从形态上看,稀有白甲鱼红细胞的细胞核较细胞更为狭长,红细胞核长、短径之比达1.62。

2.2.2 白细胞数量、大小及分类计数 稀有白甲鱼的白细胞数量为 $(5.26 \pm 2.09) \times 10^{11}$ 个/L,变异系数较大,达39.70%(表1)。可见,白细胞数量在该种鱼不同个体间具有较大的变化幅度。在血涂片中,稀有白甲鱼这5类白细胞各自数量占白细胞总数的百分比差异较大,其相对数量比例关系为:淋巴细胞>血栓细胞>嗜中性粒细胞>单核细胞>嗜酸性粒细胞(表1)。同时,这5类白细胞的大小也有所不同,其大小关系为:单核细胞>嗜中性粒细胞>嗜酸性粒细胞>淋巴细胞>血栓细胞。在5类白细胞中,单核细胞与嗜酸性粒细胞数量百分比变异系数较大,分别达20.50%和28.05%,说明这两种白细胞在不同稀有白甲鱼个体之间的数量比例较不稳定。

稀有白甲鱼雌、雄个体红细胞数量、白细胞数量以及各类白细胞占白细胞总数的百分比差异均不显著($P > 0.10$)(表2)。

本研究中,淋巴细胞长、短径散点图(图2)显示,稀有白甲鱼淋巴细胞长径、短径长度各自呈连续变化,无明显的等级差异。

3 讨论

3.1 稀有白甲鱼与其他鱼类外周血细胞数量、大小的比较 稀有白甲鱼红细胞数量较常见淡水鱼类鲤(*Cyprinus carpio*)、异育银鲫(*Carassius auratus gibelio*)和鳙(*Aristichthys nobilis*)(杨严鸥等2006)以及湘云鲫(*C. auratus*)(刘巧

表 1 稀有白甲鱼外周血细胞参数

Table 1 Parameters of peripheral hematocytes in *Onychostoma rara*

		样本量 <i>n</i> Sample size	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	变异系数 (%) Coefficient of variance	μ 的误差估计 Error estimation of μ	μ 的置信区间 Confidence interval of μ	
						95%可信度	99%可信度
红细胞 Erythrocyte	数量 Cell counts (×10 ¹² / L)	20	1.75 ± 0.43	24.72	1.75 ± 0.10	1.55~1.95	1.47~2.02
	细胞长径(μm) Long diameter of cell	315	11.83 ± 1.14	9.64	11.83 ± 0.06	11.65~11.90	11.61~11.94
	细胞短径(μm) Short diameter of cell	315	8.83 ± 0.81	9.17	8.83 ± 0.05	8.69~8.87	8.66~8.89
	细胞长、短径之比 Long diameter of cell / Short diameter of cell	315	1.35 ± 0.13				
	细胞核长径(μm) Long diameter of nucleus	315	4.31 ± 0.63	14.62	4.31 ± 0.04	4.20~4.34	4.18~4.36
	细胞核短径(μm) Short diameter of nucleus	315	2.77 ± 0.68	24.55	2.77 ± 0.04	2.64~2.80	2.63~2.83
	细胞核长、短径之比 Long diameter of nucleus / Short diameter of nucleus	315	1.62 ± 0.33				
白细胞 Leukocyte	数量 Cell counts (×10 ¹¹ / L)	20	5.26 ± 2.09	39.70	5.26 ± 0.47	4.29~6.24	3.93~6.60
淋巴细胞 Lymphocyte	细胞数量占白细胞总数的 百分比(%) Counts percentage of lymphocyte in leukocyte	20	39.30 ± 4.24	10.80	39.30 ± 0.95	37.31~41.29	36.59~42.01
	细胞长径(μm) Long diameter of cell	100	10.41 ± 1.30	12.68	10.41 ± 0.13	10.02~10.54	9.93~10.63
	细胞短径(μm) Short diameter of cell	100	6.55 ± 1.02	15.57	6.55 ± 0.10	6.25~6.65	6.18~6.72
	细胞核长径(μm) Long diameter of nucleus	100	5.09 ± 0.95	18.66	5.09 ± 0.10	4.80~5.18	4.74~5.24
	细胞核短径(μm) Short diameter of nucleus	100	3.30 ± 0.96	29.09	3.30 ± 0.10	3.01~3.39	2.95~3.45
血栓细胞 Thrombocyte	细胞数量占白细胞总数的 百分比(%) Counts percentage of thrombocyte in leukocyte	20	26.55 ± 3.28	12.37	26.55 ± 0.73	25.01~28.09	24.45~28.65
	细胞长径(μm) Long diameter of cell	53	7.30 ± 0.99	13.56	7.30 ± 0.14	6.89~7.44	6.80~7.53
	细胞短径(μm) Short diameter of cell	53	3.34 ± 0.68	20.36	3.34 ± 0.09	3.06~3.44	3.00~3.50
	细胞核长径(μm) Long diameter of nucleus	53	5.45 ± 0.95	17.43	5.45 ± 0.13	5.06~5.59	4.97~5.67
	细胞核短径(μm) Short diameter of nucleus	53	2.30 ± 0.61	26.52	2.30 ± 0.08	2.05~2.39	2.00~2.44

续表 1

		样本量 <i>n</i> Sample size	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	变异系数 (%) Coefficient of variance	μ 的误差估计 Error estimation of μ	μ 的置信区间 Confidence interval of μ	
						95%可信度	99%可信度
单核细胞 Monocyte	细胞数量占白细胞总数的百分比(%) Counts percentage of monocyte in leukocyte	20	12.75 ± 2.61	20.50	12.75 ± 0.58	11.53~13.97	11.08~14.42
	细胞长径(μm) Long diameter of cell	36	13.44 ± 1.05	7.81	13.44 ± 0.18	12.91~13.62	12.79~13.74
	细胞短径(μm) Short diameter of cell	36	10.67 ± 1.17	10.97	10.67 ± 0.20	10.07~10.86	9.94~11.00
	细胞核长径(μm) Long diameter of nucleus	36	7.14 ± 0.80	11.20	7.14 ± 0.13	6.74~7.28	6.65~7.37
	细胞核短径(μm) Short diameter of nucleus	36	5.36 ± 0.54	10.07	5.36 ± 0.09	5.09~5.45	5.02~5.52
嗜中性粒细胞 Neutrophil	细胞数量占白细胞总数的百分比(%) Counts percentage of neutrophil in leukocyte	20	16.85 ± 2.68	15.91	16.85 ± 0.60	15.60~18.10	15.14~18.56
	细胞长径(μm) Long diameter of cell	38	12.21 ± 0.66	5.41	12.21 ± 0.11	11.88~12.32	11.81~12.39
	细胞短径(μm) Short diameter of cell	38	9.84 ± 0.82	8.33	9.84 ± 0.13	9.44~9.98	9.35~10.07
	细胞核长径(μm) Long diameter of nucleus	38	5.53 ± 0.51	9.22	5.53 ± 0.08	5.28~5.61	5.22~5.67
	细胞核短径(μm) Short diameter of nucleus	38	3.42 ± 0.55	16.08	3.42 ± 0.09	3.15~3.51	3.09~3.57
嗜酸性粒细胞 Eosinophil	细胞数量占白细胞总数的百分比(%) Counts percentage of eosinophil in leukocyte	20	4.55 ± 1.28	28.05	4.55 ± 0.29	3.95~5.15	3.73~5.37
	细胞长径(μm) Long diameter of cell	27	11.28 ± 0.96	8.51	11.28 ± 0.18	10.73~11.46	10.60~11.59
	细胞短径(μm) Short diameter of cell	27	8.24 ± 0.87	10.56	8.24 ± 0.16	7.75~8.41	7.63~8.53
	细胞核长径(μm) Long diameter of nucleus	27	5.38 ± 0.62	11.52	5.38 ± 0.12	4.94~5.58	5.02~5.50
	细胞核短径(μm) Short diameter of nucleus	27	3.07 ± 0.37	12.05	3.07 ± 0.07	2.86~3.14	2.81~3.19

μ 为总体平均数。μ represents the population mean.

2005)、怀头鲂 (*Silurus soldatovi*) (周玉等 2001b)、虹鳟 (*Oncorhynchus mykiss*) (张桂兰等 1991) 等多, 但体积相对较小 (表 3)。

稀有白甲鱼白细胞的数量与石鲮 (*Kareius bicoloratus*) (林明敏等 2008) 近似, 但显著多

于已报道的其他鱼类 (表 4)。其中, 又以淋巴细胞和血栓细胞数量所占比例较高。

稀有白甲鱼这 5 类白细胞的大小关系为: 单核细胞 > 嗜中性粒细胞 > 嗜酸性粒细胞 > 淋巴细胞 > 血栓细胞 (表 1)。这与铜鱼 (*Coreius*

表 2 稀有白甲鱼雌、雄个体血细胞数量

Table 2 Counts of hematocytes in male and female individuals of *Onychostoma rara*

	红细胞数量 Erythrocyte counts ($\times 10^{12}$ / L)	白细胞数量 Leukocyte counts ($\times 10^{11}$ / L)	各类白细胞占白细胞总数百分比(%) Counts percentage of different leukocyte type				
			淋巴细胞 Lymphocyte	血栓细胞 Thrombocyte	单核细胞 Monocyte	嗜中性粒细胞 Neutrophil	嗜酸性粒细胞 Eosinophil
雄鱼($n=11$) Male	1.84 $\pm$ 0.51	4.85 $\pm$ 2.23	38.09 $\pm$ 4.32	26.91 $\pm$ 3.56	11.73 $\pm$ 2.28	18.00 $\pm$ 2.57	5.27 $\pm$ 1.19
雌鱼($n=9$) Female	1.64 $\pm$ 0.29	5.77 $\pm$ 1.91	40.78 $\pm$ 3.87	26.11 $\pm$ 3.06	14.00 $\pm$ 2.55	15.44 $\pm$ 2.19	3.67 $\pm$ 0.71
<i>P</i> (T-test)	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10

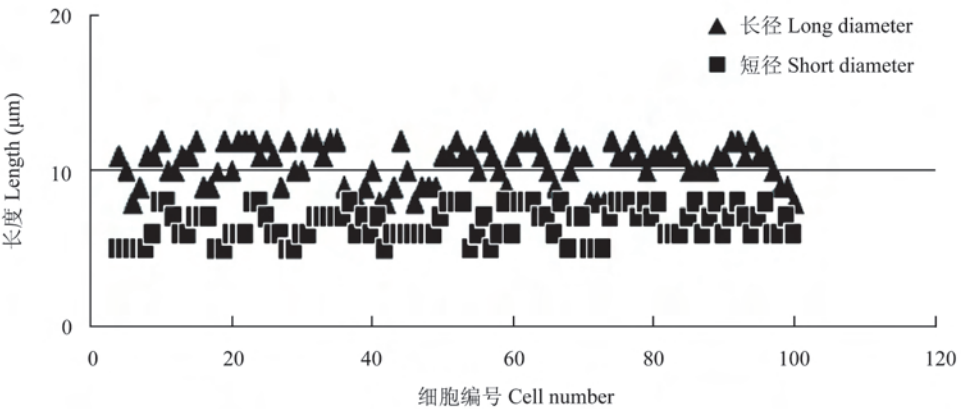


图 2 稀有白甲鱼淋巴细胞长径、短径散点图

Fig. 2 Scatter diagram of long and short diameters of lymphocytes in *Onychostoma rara*

图中以细胞编号为横坐标,以细胞长径、短径长度为纵坐标。横坐标中每一格有 20 个细胞,每个细胞分别以三角形、正方形图形对应的纵坐标表示其长径、短径的长度。从图中可以看出,这 100 个细胞中,无论是长径的长度还是短径的长度均未明显断裂成大、小两个等级,表明这 100 个细胞长径、短径的长度各自均呈连续变化。

The scatter diagram in Fig. 2 is made with the cell number as abscissa and the lengths of long and short diameters as vertical coordinate. Each unit on the abscissa stands for 20 cells. The values of triangle and square signs on the vertical coordinate for each cell represent its lengths of long and short diameters respectively. A total of 100 cells in Fig. 2 show gradual variance in the lengths of whether long or short diameters of lymphocytes in *Onychostoma rara*.

heterodon)、圆口铜鱼(*C. guichenoti*)、长鳍吻鲈(*Rhinogobio ventralis*) (赵海鹏 2008)以及波纹唇鱼(廖光勇等 2011)、鳅(*Siniperca chuatsi*) (袁仕取等 1998)等的白细胞大小顺序相一致。

稀有白甲鱼红细胞、白细胞数量在雌、雄个体之间差异不显著(表 2),这种现象也见于铜鱼、圆口铜鱼、长鳍吻鲈等鱼类(赵海鹏 2008)。

3.2 稀有白甲鱼外周血细胞的特征 稀有白甲鱼外周血中以红细胞数量最多,这与同属鲤科的鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙、草鱼(*Ctenopharynodon idellus*)、异育银鲫、鲤(杨严鸥等 2006)、稀有鲫(邵燕等 2006)等近似。与哺乳动物不同,稀有白甲鱼红细胞具有细胞核,表明其红细胞具有不断进行有丝分裂的能力。

淋巴细胞是鱼类血液中数量最多的一类白细胞(林光华等 1996,赵海鹏 2008)。鱼类淋巴细胞常被分为“大、小”两类淋巴细胞(徐钢春

表 3 稀有白甲鱼与其他鱼类红细胞参数的比较

Table 3 Erythrocyte parameters of *Onychostoma rara* and other fishes

物种 Species	红细胞数量 Erythrocyte counts ($\times 10^{12}$ / L)	红细胞大小(μm) Size of erythrocyte	红细胞核大小(μm) Size of erythrocyte nucleus	资料来源 Literature
稀有白甲鱼 <i>Onychostoma rara</i>	1.75 $\pm$ 0.43 n=20	(11.83 $\pm$ 1.14) $\times$ (8.83 $\pm$ 0.81) n=315	(4.31 $\pm$ 0.63) $\times$ (2.77 $\pm$ 0.68) n=315	本文
鲤(n=5) <i>Cyprinus carpio</i>	1.47 $\pm$ 0.24	(14.19 $\pm$ 0.39) $\times$ (9.51 $\pm$ 0.22)		杨严鸥等 2006
异育银鲫(n=5) <i>Carassius auratus gibelio</i>	1.29 $\pm$ 0.12	(17.61 $\pm$ 0.44) $\times$ (10.35 $\pm$ 0.27)		杨严鸥等 2006
湘云鲫(n=24) <i>C. auratus</i>	1.12 $\pm$ 0.10	(16.90 $\pm$ 0.88) $\times$ (10.60 $\pm$ 0.72)	(7.55 $\pm$ 0.33) $\times$ (3.80 $\pm$ 0.14)	刘巧 2005
鳊(n=5) <i>Aristichthys nobilis</i>	1.52 $\pm$ 0.10	(13 .08 $\pm$ 0 .28) $\times$ (9 .45 $\pm$ 0 .39)		杨严鸥等 2006
怀头鲂(n=80) <i>Silurus soldatovi</i>	1.42	(12.38 $\pm$ 1.26) $\times$ (8.09 $\pm$ 0.77)	(3.94 $\pm$ 0.29) $\times$ (3.27 $\pm$ 0.57)	周玉等 2001b
虹鳟(n=24) <i>Oncorhynchus mykiss</i>	1.02	(15.06 $\pm$ 0.64) $\times$ (10.13 $\pm$ 0.55)		张桂兰等 1991
波纹唇鱼 <i>Cheilinus undulatus</i>	3.15 $\pm$ 0.79	(10.53 $\pm$ 0.42) $\times$ (6.67 $\pm$ 0.54)	(5.63 $\pm$ 0.42) $\times$ (4.02 $\pm$ 0.24)	廖光勇等 2011
军曹鱼 <i>Rachycentron canadum</i>	2.69 $\pm$ 0.86 n=20	(8.83 $\pm$ 1.42) $\times$ (5.50 $\pm$ 0.79) n=50	(3.56 $\pm$ 0.62) $\times$ (2.11 $\pm$ 0.32) n=50	陈刚等 2005
美国红鱼 <i>Sciaenops ocellatus</i>	1.95 $\pm$ 0.37 n=8	(10.50 $\pm$ 1.64) $\times$ (6.23 $\pm$ 0.67) n=50	(4.37 $\pm$ 0.75) $\times$ (2.22 $\pm$ 0.41) n=50	陈刚等 2006

等 2008)。然而, 本研究表明, 稀有白甲鱼淋巴细胞长径、短径各自呈连续变化(图 2), 不能明显地区分为“大淋巴细胞”和“小淋巴细胞”。

Ellis(1977)认为鱼类血栓细胞有椭圆形、纺锤形、锥形、卵圆形 4 种形态, 而且这 4 种形态只有在不使用抗凝剂的情况下才会全部出现。本研究中, 稀有白甲鱼血涂片为用经肝素钠抗凝的外周血制备, 故仅观察到了椭圆形、纺锤形两种形态的血栓细胞。血栓细胞在鱼类具有类似哺乳动物血小板的凝血作用, 在鱼类外周血中一般成群分布(高建军 2010)。Rowley 等(1988)研究表明, 这是由于在制作血涂片时推片过慢或者在此之前血样已有部分凝固所致。本研究在制作血涂片时推片较快且

血样为抗凝血, 由此, 在稀有白甲鱼外周血涂片中观察到的血栓细胞很少聚集在一起, 而是单个分散于各种细胞之间。

鱼类外周血中嗜酸性粒细胞很少(赵海鹏等 2005), 然而稀有白甲鱼外周血中嗜酸性粒细胞数量较其他鱼类相对较多(表 4)。这可能是由于鱼类嗜酸性粒细胞数量在夏天较冬天多的缘故(Ellis 1977)。因为本研究中稀有白甲鱼血样采集于夏季 6 月份。嗜碱性粒细胞在鱼类外周血中是否存在仍有很大的争议(Ueda et al. 2001, Beelen et al. 2003)。秉志(1983)的研究表明在鲤外周血中存在着嗜碱性粒细胞, 徐豪等(1983)在对 4 种淡水鱼外周血涂片的观察中也发现了嗜碱性粒细胞。然而, 赵明蓓等(1979)在 288 尾鲤的外周血涂片中却未发现

表 4 稀有白甲鱼与其他鱼类白细胞参数的比较

Table 4 Leukocyte parameters of *Onychostoma rara* and other fishes

物种 Species	白细胞数量 Leukocyte counts ($\times 10^{10}$ / L)	各类白细胞的数量比例 Counts percentage of each type of leukocyte in total leukocyte (%)					资料来源 Literature
		淋巴细胞 Lymphocyte	血栓细胞 Thrombocyte	单核细胞 Monocyte	嗜中性粒 细胞 Neutrophil	嗜酸性粒 细胞 Eosinophil	
稀有白甲鱼($n=20$) <i>Onychostoma rara</i>	52.64 $\pm$ 20.90	39.30 $\pm$ 4.24	26.55 $\pm$ 3.28	12.75 $\pm$ 2.61	16.85 $\pm$ 2.68	4.55 $\pm$ 1.28	本文
泥鳅(二倍体) ($n=10$) <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		20.37 $\pm$ 5.26	35.56 $\pm$ 8.69	5.02 $\pm$ 1.78	37.13 $\pm$ 7.62	1.92 $\pm$ 0.23	高建军 2010
稀有鮡鲫 <i>Gobiocypris rarus</i>	5.25 $\pm$ 0.43 $n=4$	40.42 $\pm$ 20.09 $n=8$		24.82 $\pm$ 14.40 $n=8$	30.57 $\pm$ 10.44 $n=8$	2.97 $\pm$ 1.95 $n=8$	邵燕等 2006
铜鱼($n=85$) <i>Coreius heterodon</i>		5.86 $\pm$ 3.17	53.68 $\pm$ 8.87	1.14 $\pm$ 1.11	38.43 $\pm$ 9.42		赵海鹏 2008
似刺鲃($n=10$) <i>Paracanthobrama guichenoti</i>		11.40	65.50 $\pm$ 10.7	4.50 $\pm$ 1.50	18.60 $\pm$ 5.70		徐钢春等 2008
日本白鲫($n=28$) <i>Carassius auratuscuvieri</i>		74	5	4	17		谢艳霞等 1996
乌鳢 <i>Channa argus</i>	10.14						卓孝磊等 2008
斑鳢 <i>C. maculata</i>	9.21						卓孝磊等 2008
军曹鱼($n=10$) <i>Rachycentron canadum</i>	1.50 $\pm$ 0.09	16.60 $\pm$ 3.28	61.20 $\pm$ 6.30	6.20 $\pm$ 3.90	16.00 $\pm$ 3.61		陈刚等 2005
地图鱼($n=27$) <i>Astronotus ocellatus</i>	3.72 $\pm$ 1.23	26.19 $\pm$ 9.77		6.67 $\pm$ 4.36	66.19 $\pm$ 9.40	1.89 $\pm$ 4.09	魏东等 2010
石鲮($n=5$) <i>Kareius bicoloratus</i>	53.00						林明敏等 2008
塞内加尔鲷($n=60$) <i>Solea senegalensis</i>	1.15 $\pm$ 0.16	22.74 $\pm$ 5.44	48.45 $\pm$ 2.78	4.15 $\pm$ 1.08	24.66 $\pm$ 3.64		韩娜娜 2011
半滑舌鲷($n=60$) <i>Cynoglossus semilaevis</i>	4.51 $\pm$ 0.52	25.63 $\pm$ 3.28	47.77 $\pm$ 4.31	3.48 $\pm$ 1.25	23.17 $\pm$ 5.48		韩娜娜 2011

嗜碱性粒细胞, 徐钢春等(2008)在对似刺鲃的多次重复实验中均未找到嗜碱性粒细胞。同样, 本研究在稀有白甲鱼外周血涂片中, 也未发现嗜碱性粒细胞。嗜中性粒细胞具有吞噬和消化的机能, 能做变形运动(赵海鹏 2008)。该类细胞存在于所有硬骨鱼类中(金丽 2008)。有的研究还表明, 嗜中性粒细胞是鱼类血液中

数量最多的白细胞类型(高建军 2010, 魏东等 2010)。然而, 本研究显示, 与其他多数鱼类一样(表 4), 稀有白甲鱼外周血白细胞中嗜中性粒细胞数量并非最多。

3.3 稀有白甲鱼外周血细胞特征与其生态适应性 包含血细胞在内的血液学指标被广泛地用于评价鱼类的健康状况、营养状况以及对环

境的适应状况,是重要的生理、病理和毒理学指标(李懋等 1992)。红细胞的体积与数量可反映鱼类运动能力的强弱。红细胞体积越小、数量越多,则血液中红细胞总表面积相对越大,进而能提高鱼类的呼吸机能、更好地满足其运动的需要(林浩然 1999)。长期潜伏在水体下层淤泥中生活的鱼类如泥鳅、黄鲢(*Monopterus albus*)等,因活动能力较差、反应迟钝,其红细胞较大,数量较少,而活动量大的鱼类,如黄鳍金枪鱼(*Thunnus albacores*)、鲳(*Katsuwonus pelamis*)、鲐(*Pneumatophorus japonicus*)等,其红细胞较小,但数量较多(尾崎九雄 1982)。与常见淡水鱼类鲤、鲮、异育银鲫、湘云鲫、虹鳟、怀头鲂等相比,稀有白甲鱼红细胞数量较多、体积较小(表 3),表明该种鱼类具有较强的游泳能力,活动量大,适于生活在水流湍急的河流生境。

参 考 文 献

- Beelen R, Boyd B, Garavello J C, et al. 2003. A cytochemical, light and electron microscopic study of the peripheral blood leucocytes of hybrid surubim catfish (*Pseudoplatystoma corruscans* × *Pseudoplatystoma fasciatum*). *Comparative Clinical Pathology*, 12(2): 61–68.
- Blaxhall P C. 1972. The haematological assessment of the health of freshwater fish. *Journal of Fish Biology*, 4(4): 593–604.
- Ellis A E. 1977. The leucocytes of fish: A review. *Journal of Fish Biology*, 11(5): 453–491.
- Rowley A F, Hunt T C, Page M, et al. 1988. *Fish*//Rowley A F, Ratcliffe N A. *Vertebrate Blood Cells*. Cambridge: Cambridge University Press, 19–127.
- Ueda I K, Egami M I, da Silva Sasso W, et al. 2001. Cytochemical aspects of the peripheral blood cells of *Oreochromis* (*Tilapia*) *niloticus*. (Linnaeus 1758) (Cichlidae, Teleostei)—Part II. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 38(6): 273–277.
- 秉志. 1983. 鲤鱼组织. 北京: 科学出版社.
- 陈刚, 周晖, 叶富良, 等. 2006. 美国红鱼血细胞观察. *热带海洋学报*, 25(2): 59–65.
- 陈刚, 周晖, 张健东, 等. 2005. 军曹鱼血液指标及血细胞发生的观察. *水生生物学报*, 29(5): 564–570.
- 陈其才, 严定友, 吴政星. 1995. 生理学实验. 北京: 科学出版社.
- 代应贵, 王晓辉. 2007. 稀有白甲鱼含肉率及肌肉营养成分分析. *水产科学*, 26(1): 7–11.
- 高建军. 2010. 泥鳅的血液学及湖北省泥鳅群体的遗传多样性研究. 武汉: 华中农业大学硕士学位论文.
- 韩娜娜. 2011. 半滑舌鲷和塞内加尔鲷血液生理生化指标的研究. 青岛: 中国海洋大学硕士学位论文.
- 金丽. 2008. 胭脂鱼血细胞发生及饥饿对血液指标和造血的影响. 重庆: 西南大学博士学位论文.
- 李懋, 黄二春, 魏于生, 等. 1992. 淡水鲮六项血液指标的测定及血细胞结构的显微观察. *淡水渔业*, (3): 20–23.
- 廖光勇, 区又君, 李加儿. 2011. 波纹唇鱼血细胞显微结构和血液生化指标. *海洋科学进展*, 29(3): 379–385.
- 林光华, 张丰旺, 洪一江, 等. 1996. 团头鲂和日本白鲫血液的比较研究. *动物学报*, 42(3): 260–268.
- 林浩然. 1999. 鱼类生理学. 广州: 广东高等教育出版社.
- 林明敏, 李美玉, 刘浩民, 等. 2008. 石鲮血液学指标的测定和血细胞特点. *青岛农业大学学报: 自然科学版*, 25(2): 109–112.
- 刘巧. 2005. 不同倍性鱼类血细胞研究. 长沙: 湖南师范大学硕士学位论文.
- 彭珊, 代应贵. 2009. 濒危鱼类稀有白甲鱼清水江种群 mtDNA D-loop 序列多态性. *水产学报*, 33(2): 196–200.
- 单向红, 林人瑞, 乐佩琦, 等. 2000. 白甲鱼属//乐佩琦. 中国动物志: 硬骨鱼纲 鲤形目(下卷). 北京: 科学出版社.
- 邵燕, 吴志强, 王剑伟, 等. 2006. 稀有鮡鲫血液学指标的研究. *水生生物学报*, 30(2): 232–235.
- 汪松, 解焱. 2004. 中国物种红色名录 第一卷: 红色名录. 北京: 高等教育出版社.
- 王晓辉. 2006. 稀有白甲鱼的生物学特性及种质资源评估. 贵阳: 贵州大学硕士学位论文.
- 魏东, 董少杰, 孙向军, 等. 2010. 头洞病地图鱼与正常地图鱼血液生理指标比较研究. *安徽农业科学*, 38(9): 4618–4620.
- 尾崎九雄. 1982. 鱼类血液与循环生理. 上海: 上海科学技术出版社.
- 谢艳霞, 林光华. 1996. 日本白鲫外周血细胞显微及亚显微结构的研究. *动物学杂志*, 31(1): 12–16.
- 徐钢春, 唐雪, 顾若波, 等. 2008. 似刺鲃鮡外周血细胞显微结构和血清生化指标的初步研究. *动物学杂志*, 43(5): 128–133.
- 徐豪, 张志宇. 1983. 四种淡水养殖鱼类血细胞的细微结构. *水生生物学集刊*, 8(1): 85–91.
- 颜桂利, 黄键, 江道提, 等. 1996. 四种脊椎动物血细胞亚显微结构的比较观察. *解剖学报*, 27(1): 100–103.
- 杨严鸥, 余文斌, 姚峰, 等. 2006. 5 种鲤科鱼类血细胞数量、

大小及血清生化成分的比较. 长江大学学报: 自科版, 3 (2): 159 – 160, 164.

袁仕取, 张永安, 姚卫建, 等. 1998. 鳊鱼外周血细胞显微和亚显微结构的观察. 水生生物学报, 22(1): 39 – 47.

张桂兰. 1991. 虹鳟鱼血液学指标的测定. 鲢鳙渔业, 4(2): 80 – 84.

赵海鹏. 2008. 长江中上游几种经济鱼类的血液学研究. 重庆: 西南大学博士学位论文.

赵海鹏, 赵海涛, 金丽, 等. 2005. 华鲮外周血细胞显微结构观察. 水产科学, 24(6): 24 – 27.

赵明蓊, 苏泽古, 黄文郁, 等. 1979. 池养鲤和草鱼血液学指标的研究. 水生生物学集刊, 6(4): 453 – 464.

周玉, 郭文场, 杨振国. 2001a. 鱼类血细胞的研究进展. 动物学杂志, 36(6): 55 – 57.

周玉, 朱世成, 曾青兰, 等. 2001b. 怀头鲃血液学常数值的测定. 湖北农业科学, (4): 77 – 78.

卓孝磊, 梁日深, 梁桂洪, 等. 2008. 月鳢、乌鳢和斑鳢血液指标、血细胞比较分析. 科技导报, 26(13): 84 – 87.

《动物学杂志》第十一届编辑委员会

- 名誉主编: 马 勇

主 编: 宋延龄

副 主 编: 赵 勇 彭景梗 孙悦华 梁 冰(常务)

编 委: (以姓氏笔画为序)

丁长青	马 勇	马志军	马建章	王德华	计 翔	石树群	孙青原	孙悦华
刘迺发	许木启	李 明	李保国	李枢强	李新正	张正旺	张春光	张明海
张树义	张海燕	宋延龄	宋林生	宋昭彬	杨增明	宛新荣	郑光美	赵 勇
费 梁	钟文勤	桂建芳	夏国良	徐存拴	徐宏发	徐延恭	梁 冰	彭贤锦
彭景梗	蒋志刚	戴家银	魏辅文					

编 辑: 梁 冰 尹 航