

军曹鱼血液指标及血细胞发生的观察

陈刚 周晖 张健东 吴灶和

(湛江海洋大学 水产学院, 湛江 254025)

摘要:测定军曹鱼的血液指标,红细胞密度为 $2.69 \pm 0.86 \times 10^6$ 个/ mm^3 ,白细胞密度为 $1.50 \pm 0.09 \times 10^4$ 个/ mm^3 ;血红蛋白含量为 $7.42 \pm 0.22 \text{ g/L}$,红细胞渗透脆性为 $0.43 \pm 0.07 \text{ g\%}$,红细胞沉降速率为 $1.18 \pm 0.46 \text{ mm/h}$ 。观察军曹鱼外周血液涂片,可区分出红细胞、血栓细胞、淋巴细胞、嗜中性粒细胞和单核细胞,但没有发现嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞。在外周血液涂片观察中还发现了较多未成熟的红细胞和嗜中性粒细胞以及少量正在分裂的红细胞。血栓细胞、淋巴细胞、嗜中性粒细胞和单核细胞在白细胞中所占比例分别为 $61.20 \pm 6.30\%$, $16.60 \pm 3.28\%$, $16.00 \pm 3.61\%$ 和 $6.20 \pm 3.90\%$ 。对肝脏、脾脏、头肾和中肾等四种造血组织进行了涂片观察,军曹鱼的血细胞主要在头肾和肾脏产生;脾脏是军曹鱼粒细胞发生的另一个场所,而肝脏也具有产生粒细胞和淋巴细胞的作用。

关键词: 军曹鱼;血液指标;血细胞发生;血细胞

中图分类号: Q172 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2005)05-0564-07

鱼类血液中的白细胞直接参与免疫应答及其相关过程,肩负着机体非特异性免疫和特异性免疫的机能,在鱼类疾病的发生和防治中发挥着重要作用。鱼类的血细胞对于自身生理状态的变化以及外界环境因子的刺激十分敏感,通过对鱼类血液指标的检测,可以初步了解鱼类的健康状况及其生活水域环境的质量。鱼类的血液指标在国内外已经有许多的研究^[1],但关于鱼类血细胞形态结构以及血细胞的发生方面的报道较少^[2-18]。

军曹鱼(*Rachycentron canadum* Linnaeus)又称海鲷、海龙,属鲈形目(Perciformes)、军曹鱼科(Rachycentridae)、军曹鱼属(*Rachycentron*)^[19],近年来已成为南方主要的名优海水养殖品种,是目前海水网箱养殖中生长速度最快,个体最大,最有推广前景的鱼类。作者以网箱养殖的1冬龄军曹鱼为材料,首次测定其血液指标,并对军曹鱼肝脏、脾脏、头肾及中肾内血细胞的发生进行观察和测定,以期军曹鱼的血液学研究提供一些基础资料。

1 材料和方法

1.1 材料 试验于2002—2003年进行,试验用军曹鱼取自湛江海洋大学海水鱼类养殖基地网箱,共

10尾,体重675—1650g。体表无损伤,体色正常,健康活泼。活体运回实验室,置于水温为24—27℃的玻璃钢水族箱($100\text{cm}^3 \times 100\text{cm}^3 \times 70\text{cm}^3$)中暂养,暂养用水为经沉淀、砂滤及300目网滤之天然海水,盐度27‰—32‰。

1.2 采血方法 按邱郁春^[20]提供的方法,活体尾静脉采血5—10mL。

1.3 血液学指标测定 红细胞计数、白细胞计数以及白细胞分类计数;测定血红蛋白含量、红细胞渗透脆性和红细胞沉降率,按照陈其才等^[21]提供的血液指标测定方法进行。

1.4 血细胞染色观察 解剖取出肝脏、脾脏、头肾及中肾,横切,以切面涂片,干燥后用Wright's染液染色。每种组织制作5张涂片。在每张涂片上随机取5个视野,对其中各种细胞都分为成熟型和未成熟型进行计数,并分别计算其在全部细胞中所占的百分比。

测量涂片上不同发育阶段各种细胞的大小,每个阶段的不同细胞分别测量50个,取平均值。

1.5 不同发育阶段血细胞的划分及命名 在军曹鱼血细胞发生的研究中,采用哺乳动物血细胞发生的三阶段命名法,将军曹鱼血细胞的发生过程分为

收稿日期:2004-11-19;修订日期:2005-05-20

基金项目:国家海洋863计划“海水养殖种子工程”重大专项(2002AA603012);广东省海洋与渔业局重大科技兴海项目(A200099A01);广东省科技厅重大攻关项目(2003A2010502)资助

作者简介:陈刚,1961,广东省潮洲人,副教授,主要从事鱼类生物学基础研究, E-mail: zjoug@21cn.com

原始、幼稚和成熟三个阶段。由于粒细胞系幼稚阶段变化比较大,又将其划分为早、中、晚三个时期。血细胞各发育阶段的划分参照陈方平^[22]的标准。

2 结果和分析

2.1 血液指标

军曹鱼的血液指标见表 1、2。在军曹鱼的外周血液中可见红细胞、血栓细胞、淋巴细胞、嗜中性粒细胞和单核细胞,未发现嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞。白细胞分类计数结果及各类血细胞大小统计

结果见表 2。

表 1 军曹鱼的血液指标

Tab.1 The hematological indices of *R. canadum*

血液指标	平均值 ± 标准差
The hematological indices	Means ± SD
血红蛋白(g/L) Hemoglobin content	7.42 ± 0.22
细胞渗透脆性(g%) Erythrocyte osmotic fragility	0.43 ± 0.07
红细胞沉降率(mm/h) Erythrocyte sedimentation rate	1.18 ± 0.46
红细胞数(× 10 ⁶ 个/mm ³) Erythrocyte count	2.69 ± 0.86
白细胞数(× 10 ⁴ 个/mm ³) Leucocyte count	1.50 ± 0.09

表 2 白细胞分类计数和各类血细胞大小

Tab.2 Differential leucocytes counts (DLC) and the sizes of different blood cells

参 数	白细胞分类计数(%)	细胞大小(μm)	核大小(μm)
Parameters	Differential leucocytes counts (DLC)	Cell size	Nucleus size
血栓细胞 Thrombocyte	61.20 ± 6.30	(8.25 ± 1.00) × (4.13 ± 0.62)	(6.31 ± 0.79) × (2.13 ± 0.34)
淋巴细胞 Lymphocyte	16.60 ± 3.28	(6.83 ± 1.04) × (5.50 ± 0.79)	(4.67 ± 0.49) × (3.50 ± 0.71)
嗜中性细胞 Neutrophil	16.00 ± 3.61	(7.80 ± 1.44) × (5.95 ± 1.61)	(5.10 ± 0.79) × (3.80 ± 1.11)
单核细胞 Monocyte	6.20 ± 3.90	(8.67 ± 1.35) × (5.93 ± 1.03)	(5.80 ± 0.77) × (3.93 ± 0.96)
红细胞 Erythrocyte		(8.83 ± 1.42) × (5.50 ± 0.79)	(3.56 ± 0.62) × (2.11 ± 0.32)

注:表中数据皆为平均值 ± 标准差 Note: Data in the table are all shown as means ± S.D. (standard distinction)

2.2 血细胞发生

肾和中肾等 4 种组织涂片中 5 个视野内各种血细胞

2.2.1 4 种组织涂片的血细胞计数 肝脏、脾脏、头

数量及百分比见表 3。

表 3 4 种组织中血细胞分类计数及百分比

Tab.3 The count and percentage of different blood cells in four organs

涂片 Smear	细胞类型 Celltype	红细胞系 Erythrocytes		粒细胞系 Granular cells		单核细胞系 Monocytes		淋巴细胞系 Lymphocytes	
		个数	%	个数	%	个数	%	个数	%
肝 liver	原始 primitive	0	0	20	1.86	0	0	14	1.30
	未成熟 immature	32	2.98	69	6.42	9	0.84	21	1.96
	成熟 mature	683	63.59	31	2.89	35	3.26	160	14.90
脾 spleen	原始 primitive	0	0	10	1.08	0	0	2	0.21
	未成熟 immature	34	3.68	58	6.28	24	2.60	34	3.68
	成熟 mature	645	69.88	6	0.65	64	6.93	46	4.98
头肾 pronephros	原始 primitive	8	0.89	21	2.33	4	0.44	42	4.65
	未成熟 immature	91	10.08	40	4.43	12	1.33	91	10.08
	成熟 mature	420	46.51	27	2.99	25	2.77	122	13.51
中肾 mesonephros kidney	原始 primitive	22	2.36	47	5.04	10	1.07	28	3.00
	未成熟 immature	112	12.00	71	7.61	30	3.22	106	11.36
	成熟 mature	396	42.44	3	0.32	2	0.21	106	11.36

2.2.2 各种血细胞不同发育阶段的形态特征 观察表明,军曹鱼血细胞的发育分化与哺乳动物相似,

血细胞在造血器官内连续变化,定向发育成具有不同功能的各种血细胞。

原红细胞(图版 I : 5) 细胞圆形,长径(11.20 ± 1.64) μm ,短径(10.00 ± 1.84) μm 。胞质较少,浓稠而不均匀,染成深蓝色,胞核周围的细胞质着色较浅,形成核周淡染带,胞质中无颗粒。核圆形,居中或与细胞膜相切,浓密的染色质染成深紫红色,不均匀,呈粗网状,核仁边界不清晰。

幼红细胞(图版 I : 1.9) 细胞圆形或椭圆形,长径(8.20 ± 0.95) μm ,短径(6.75 ± 0.91) μm 。胞质较原红细胞多,染成蓝色至灰蓝色,血红蛋白开始出现,随着细胞发育,胞浆染色逐渐与成熟红细胞相似。核圆形,居中或稍偏,部分深紫红色染色质凝集成小块状,间隙清晰,随着细胞成熟染色质凝集加强,颜色也变为黑褐色,核仁变小,并逐渐消失。

红细胞(图版 I : 1) 细胞长椭圆形或椭圆形,表面光滑,长径(10.05 ± 1.00) μm ,短径(6.45 ± 1.10) μm 。胞质内充满血红蛋白,染成橘黄色,颜色均匀。胞核圆形或椭圆形,居中,紫红色染色质浓密,无核仁。

原淋巴细胞(图版 I : 6) 细胞圆形或卵圆形,长径(8.90 ± 1.33) μm ,短径(7.90 ± 1.07) μm 。胞质染成天蓝色,量较少,有环核淡染带。核圆形或椭圆形,多偏于一侧,深紫红色染色质呈粗网状,核仁可见,其周围常有明显的染色质堤。

幼淋巴细胞(图版 I : 5, 11) 细胞圆形或卵圆形,长径(6.80 ± 0.95) μm ,短径(5.95 ± 1.47) μm 。胞质淡蓝色,量稍多,偶有伪足,胞质中偶见嗜天青颗粒。核圆形或椭圆形,深紫红色染色质排列紧密,核仁模糊不清。

淋巴细胞 根据淋巴细胞的大小及核内染色质结构特征,可将其分为小淋巴细胞和大淋巴细胞两类,在外周血和四种组织中,小淋巴细胞都远多于大淋巴细胞。

小淋巴细胞圆形或椭圆形,长径(6.65 ± 0.75) μm ,短径(5.70 ± 0.80) μm 。胞质浅蓝色,量极少,有时不可见,常有较短胞突。核多为近圆形或不规则形,暗紫黑色的染色质致密呈团状,无核仁(图版 I : 2, 11, 13)。

大淋巴细胞圆形或椭圆形,长径(9.88 ± 0.44) μm ,短径(7.95 ± 0.50) μm 。胞质比小淋巴细胞多,淡蓝色,常有伪足。核染色稍浅,紫色染色质呈粗网状(图版 I : 13)。

原单核细胞(图版 I : 11) 细胞圆形或不规则形,长径(10.55 ± 1.05) μm ,短径(9.10 ± 0.85) μm ,是体积最大的白细胞。胞质较丰富,灰蓝色,如毛玻璃

状,偶有钝伪足突出。核不规则圆形或肾形,紫红色染色质呈细网状,分布不均,核仁明显。

幼单核细胞(图版 I : 12) 细胞椭圆或不规则形,长径(9.65 ± 1.69) μm ,短径(8.10 ± 1.45) μm 。胞质丰富,灰蓝色,有少量液泡出现,常有伪足状突起(图版 11),胞浆内有时可见细小颗粒。核圆形或不规则形,紫红色染色质开始凝聚,呈细网状,核仁不明显。

单核细胞(图版 I : 4) 细胞圆形或不规则形,长径(9.80 ± 1.15) μm ,短径(8.50 ± 1.32) μm 。胞质蓝色,可见空泡,常有少量伪足伸出,胞浆内可见细微紫红色嗜天青颗粒。细胞核形态多样,多为肾形或卵圆形,偏于细胞一侧,紫红色染色质呈疏松粗网状,无核仁。

原粒细胞(图版 I : 6) 细胞圆形或卵圆形,长径(9.55 ± 1.32) μm ,短径(8.20 ± 1.51) μm 。胞质较少,灰蓝色,着色均匀,偶有钝伪足,胞质中无可见颗粒,核椭圆形或圆形,居中或稍偏,紫红色染色质呈细沙状,分布均匀,核仁边界明显,外凸。

早幼粒细胞(图版 I : 7, 15) 细胞圆形或卵圆形,长径(11.00 ± 1.41) μm ,短径(8.90 ± 1.41) μm 。胞质较原粒细胞丰富,蓝色,可见暗紫红色嗜天青颗粒。核卵圆形,偏于一侧,紫红色染色质呈粗粒网状,核仁不明显。

嗜中性中幼粒细胞(图版 I : 8) 细胞椭圆形或卵圆形,长径(10.45 ± 1.50) μm ,短径(8.20 ± 1.01) μm 。胞质较早幼粒细胞丰富,淡蓝色,可见橘红色的中性颗粒,亦有少量嗜天青颗粒。核椭圆,偏于一侧,紫红色染色质呈粗粒网状或有小的凝集,无核仁。

嗜中性晚幼粒细胞(图版 I : 9) 细胞圆形或卵圆形,长径(9.30 ± 1.26) μm ,短径(7.55 ± 1.15) μm 。胞质较多,浅红色,含有大量细小的嗜中性颗粒。核肾形,圆形或粗杆状,紫红色染色质呈粗网状,排列更紧密,无核仁。

嗜中性粒细胞(图版 I : 4, 10) 细胞圆形或卵圆形,长径(9.45 ± 2.28) μm ,短径(7.55 ± 1.36) μm 。胞质较多,灰蓝色,充满细小的嗜中性颗粒。核较小,圆形、椭圆形、半圆形或肾形,偶见分叶核,紫红色染色质浓密,无核仁。

嗜碱性粒细胞(图版 I : 14) 细胞近圆形,长径(8.50 ± 1.40) μm ,短径(7.15 ± 1.09) μm 。胞质较多,微红色,含有大小不等的黑色嗜碱性颗粒,杂乱分布。核肾形,卵圆形或呈粗杆状,偶见分叶核,紫红

色染色质排列紧密。

血栓细胞(图版 I :2) 大部分血栓细胞长杆形或卵圆形,长径(8.25 ± 1.00) μm ,短径(4.13 ± 0.62) μm 。胞质无色,结构疏松,边界较清晰。核长椭圆形或长杆形,紫红色染色质较稠密。部分血栓细胞为裸核形、水滴状或纺锤形,长径(4.20 ± 0.70) μm ;短径(3.55 ± 0.69) μm ;胞质极少,结构疏松,淡红色,边界不清晰;紫红色染色质较稠密。

3 讨论

3.1 军曹鱼血液学指标的特点

一般来说,进化越高等的动物,红血球越小,数量越多,红血球与白血球的比值也越大。硬骨鱼类与软骨鱼类相比,血细胞数量多,体积小。在硬骨鱼类中,运动活泼的鱼类红血球都较小,数量较多,血液携氧能力强,这是与其生活方式相适应的。根据尾崎久雄^[1]提供的数据,军曹鱼血细胞的大小和数量与金枪鱼(*Thunnus thynnus*)、鲭(*Katsuwonus vagans*)和鲈(*Scomber tapeinocephalus*)等典型快速游泳类型的硬骨鱼类相当,属于红细胞数量多,体积小的鱼类,这与军曹鱼作为肉食性大洋洄游硬骨鱼类的进化地位及生态习性相对应。军曹鱼红血球与白血球的比值高达 180,这也表明军曹鱼的进化地位在鱼类中是相当高的。军曹鱼血液的这种特点,满足了军曹鱼代谢活动旺盛,生长迅速的生理需要。

在军曹鱼的外周血液中,红细胞数量最多,其次是白细胞中的血栓细胞;淋巴细胞和嗜中性粒细胞数量也较多,单核细胞最少,没有发现嗜酸性粒细胞和嗜酸性粒细胞,这与大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)^[4]、勒氏笛鲷(*Lutjanus russell*)^[5]、鲈鱼(*Siniperca chuatsi*)^[6]和欧洲鳗鲡(*Anguilla anguilla*)^[13,14]相似。根据其他文献报道,鱼类外周血液中观察到的嗜酸性粒细胞非常少,嗜碱性粒细胞常观察不到^[16,17],只有少数鱼类的外周血液中可以同时观察到嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞^[17],但在造血器官中常可以观察到这两种细胞。在军曹鱼的脾脏涂片和肝脏涂片中都可以观察到少量嗜碱性粒细胞,在脾脏涂片中还可以观察个别嗜酸性粒细胞,军曹鱼造血器官中的嗜碱性粒细胞明显多于嗜酸性粒细胞。在脊椎动物血液研究中发现,嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞在全部血细胞中所占的比例很小,而且嗜碱性粒细胞中的颗粒物质易溶于水,在制作血涂片中细胞易破裂或变形。在军曹鱼的外周血涂片中无法观察到嗜酸性粒细胞可能与其数量太过稀

少有关;而嗜酸性粒细胞虽然稍多,但由于其本身在制作血涂片时容易被破坏,也无法观察到。

在军曹鱼的外周血涂片中可见较多的幼红细胞和少量正在直接分裂的红细胞,中性中幼粒细胞和中性晚幼粒细胞也常可见。这种鱼类外周血涂片中出现未成熟细胞的现象在许多鱼类的血液研究中也报道^[18,2-6,10-14],说明鱼类血细胞分化水平较低,外周血不仅是鱼类血细胞执行功能的场所,也是其发育和增殖的场所。军曹鱼外周血涂片中的幼红细胞多为圆形,形态与朱越雄等描述的鳗鲡外周血涂片中的幼红细胞相似。

3.2 军曹鱼血细胞的发育阶段

鱼类血细胞的发育一般被分为原始、幼稚和成熟 3 个阶段;由于幼粒细胞在成熟过程中形态变化较大,研究者通常将其幼稚阶段再分为早幼、中幼、晚幼 3 个阶段,部分研究者还将红细胞的幼稚阶段分为早幼和晚幼两个阶段。由于作者观察到的幼红细胞没有显著的差异,因此不将其划分为两个阶段。

3.3 血细胞发生的场所

关于血细胞发生的场所,不同鱼类的研究结果并不相同,甚至会有较大的区别。郭琼林等^[7]的观察表明,草鱼(*Ctenopharyngodon idella*)的脾脏富于血窦,是机体内的主要血库,粒细胞系和单核细胞系的发育主要在肾脏,淋巴细胞系的发育在肾脏和脾脏中都存在。陈晓耘^[10]认为,南方鲇(*Silurus meridionalis*)幼鱼的肝脏和脾脏是红细胞发生的主要场所,白细胞则主要在头肾和肾脏中发生。肖义军等^[18]则认为头肾是泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)最主要的造血器官,脾次之,而肝脏血细胞含量较少,且无原始型血细胞,可能不是泥鳅的造血器官。李长玲等^[3-4]也认为头肾是花尾胡椒鲷(*Plectorhinchus cinctus*)主要的造血器官,脾脏次之,体肾又次之;而大弹涂鱼的红细胞系和单核细胞系的发育主要在肾脏,淋巴细胞系和粒细胞系的发育在肾脏和脾脏中均存在。由此可见,鱼类的造血器官是因鱼种而异的,主要的造血器官通常是肾脏和脾脏。

许多研究结果^[2-6,10-14]表明,在鱼类的外周血液中经常可见幼稚细胞,因此在造血器官涂片中看到的幼稚细胞可能是由流经此处的血液带来的。在判断某一组织是否某种血细胞的产生场所时,应当主要观察该组织中是否具有这种血细胞的原始细胞,因为原始细胞在外周血涂片中看不到,只能是由造血器官产生的。根据作者对军曹鱼四种组织的涂片观察,在头肾涂片和中肾涂片中可见大量各类细

细胞的原始细胞(表3),说明头肾和中肾是军曹鱼血细胞发生的主要场所。在军曹鱼的脾脏涂片上可以看到较多处于不同发育阶段的嗜中性粒细胞和少量的嗜碱性粒细胞以及个别嗜酸性粒细胞,而且涂片中观察到的原始细胞也多是原粒细胞,因此军曹鱼脾脏的造血功能主要是产生粒细胞。在军曹鱼的肝脏涂片上原始细胞主要是原粒细胞和原淋巴细胞,但数量较少,因此军曹鱼的肝脏可以产生粒细胞和淋巴细胞,但能力较弱。

3.4 血细胞的发育过程

从原红细胞经幼红细胞到成熟红细胞的发育过程中,细胞体积由大变小,再变大,这与大弹涂鱼^[4]的情况相同,而与泥鳅相反^[18];细胞核内染色质不断凝集固缩,着色由淡紫红色到深紫红色逐渐加深;胞浆由少变多,着色由蓝色到砖红色,反映了细胞质内血红蛋白的出现和增多。

在中性粒细胞发育过程中,其细胞体积先变大后变小,细胞核由圆形逐渐变为半圆形,直到开始出现分叶核。早幼粒细胞的胞质呈嗜碱性,开始出现嗜天青颗粒;中性中幼粒细胞的胞质嗜酸性增强,并出现许多中性小颗粒;中性晚幼粒细胞的胞质呈嗜酸性,胞质内充满嗜中性颗粒,细胞核变成肾形或马蹄形。

淋巴细胞的发育过程中,细胞体积变小,染色质凝集固缩,染色加深,核仁逐渐消失。在肾涂片上观察到的原淋巴细胞和幼淋巴细胞都有大、小两种形态,可能分别发育成外周血中的大、小淋巴细胞,这与李长玲等^[3,4]和周玉等^[14]的观察结果一致。

单核细胞在发育中,细胞先变小后变大;胞质逐渐增多,染色由淡灰色到灰蓝色,嗜天青颗粒出现并增多;胞核由大变小,染色质由细疏网状到粗疏网状,核仁逐渐消失。

作者在军曹鱼的肝、脾、头肾和中肾涂片中都可以观察到较多血栓细胞,但没有观察到血栓细胞的发生过程。在其他几种鱼类相同器官的血细胞发生研究中,也没有观察到血栓细胞的发生过程。陈晓耘^[10]推测血栓细胞的发生不在普通的造血器官,或者可能是由中性粒细胞在外周血液中转化而来。根据本文的观察结果,军曹鱼的血栓细胞形态多样,且长杆形的血栓细胞在形态上与其他血细胞差异较大,不大可能是由其他细胞转化而来。军曹鱼血栓细胞的发生器官及发生过程有待进一步研究。

参考文献:

[1] Wei Qi Jiu Xiong. Blood and circulation physiology of fish [M].

Shang Hai: Science and Technology Press: 1982: 27—44 [尾崎久雄, 许学龙等译. 鱼类血液与循环生理. 上海: 上海科学技术出版社, 1982: 27—44]

- [2] Xiao Y J, Jin Y P, Zhong C F, et al. Observation on the peripheral blood cells morphology of *Misgurnus anguillicaudatus* [J]. *Journal of Fujian Teachers University (Natural Science)*, 2001, 17(4): 93—96 [肖义军, 金雅平, 郑翠芳等. 泥鳅外周血细胞形态的观察. 福建师范大学学报(自然科学版), 2001, 17(4): 93—96]
- [3] Li C L, Cao F J, Liu C W, et al. Observation on development of blood cell in *Plectorhynchus Cinctus* [J]. *Journal of tropical oceanography*, 2002, 21(3): 7—15 [李长玲, 曹伏君, 刘楚吾, 等. 花尾胡椒鲷中肾和脾脏血细胞发育的研究[J]. 热带海洋学报, 2002, 21(3): 7—15]
- [4] Li C L, Cao F J, Liu C W, et al. Observation on development of haemocytes in *Boleophthalmus pectinirostris* [J]. *Journal of Fisheries Sciences of China*, 2001, 8(1): 10—14 [李长玲, 曹伏君, 刘楚吾, 等. 大弹涂鱼血细胞发生的研究. 中国水产科学, 2001, 8(1): 10—14]
- [5] Li C L, Cao F J, Liu C W, et al. Microstructure of peripheral blood cells in *Lutjanus Russell* [J]. *Journal of Zhanjiang Ocean University*, 2001, 21(3): 5—9 [李长玲, 曹伏君, 刘楚吾, 等. 勒氏笛鲷外周血细胞显微结构的观察. 湛江海洋大学学报, 2001, 21(3): 5—9]
- [6] Yuan S Q, Zhang Y A, Yao W J, et al. Micro and ultra-structure of peripheral blood cells of the mandarin fish, *Siniperca Chuatsi* (Basilawsky) [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1998, 22(1): 39—47 [袁仕取, 张永安, 姚卫建, 等. 鲈鱼外周血细胞显微和亚显微结构的观察. 水生生物学报, 1998, 22(1): 39—47]
- [7] Guo Q L, Lu Q Z. Observation on the development of blood cells in kidney and spleen of grass carp [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1993, 22(1): 40—45 [郭琼林, 卢全章. 草鱼中肾和脾脏血细胞发育过程的观察. 水生生物学报, 1993, 22(1): 40—45]
- [8] Lin G H, Zhang F W, Hong Y Z, et al. Hematological study of two-years old silver carp *Hypophthalmichthys Molitrix* and bighead carp, *Aristichthys Nobilix* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1998, 22(1): 9—16 [林光华, 张丰旺, 洪一江, 等. 二龄鲢和鳙血液的比较研究. 水生生物学报, 1998, 22(1): 9—16]
- [9] Lin G H, Zhang F W, Hong Y Z, et al. Comparative hematological studies in *Megalobrama Amblycephala* and *Carassius Auratus Cavieri* [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 1996, 42(3): 260—268 [林光华, 张丰旺, 洪一江, 等. 团头鲂和日本白鲫血液的比较研究. 动物学报, 1996, 42(3): 260—268]
- [10] Chan X Y. Hemocytogenesis in southern cat fish *Silurus meridionalis* [J]. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science)*, 2000, 25(3): 281—287 [陈晓耘. 南方鲶幼鱼血细胞发生的研究. 西南师范大学学报, 2000, 25(3): 281—287]
- [11] Gu S Y, Yin N, Zhang Q L, et al. Microstructure of peripheral blood cells of the Fugu *Obscurus* [J]. *Reservoir Fisheries*, 2002, 20(6): 1—2 [顾曙余, 殷宁, 赵清良, 等. 暗纹东方鲀外周血细胞的显微结构观察. 水利渔业, 2002, 20(6): 1—2]
- [12] Zhu Y X, Cao G L. A study on the blood cell of *Anquilla japonica* [J]. *Journal of Aquaculture*, 1997, (4): 18—20 [朱越雄, 曹广力.

- 鳗鲡血液细胞的研究. 水产养殖, 1997, (4): 18—20]
- [13] Huang J, Yan G L, Jiang J P, *et al.* Observation on the microstructure and ultra-structure of the blood cells of *Anguilla anguilla* [J]. Journal of Fujian Teachers University (Natural Science), 1999, 15(1): 90—94 [黄键, 颜桂利, 江剑平, 等. 欧洲鳗鲡血细胞显微和超微结构的观察福建师范大学学报(自然科学版), 1999, 15(1): 90—94]
- [14] Zhou Y, Guo W C, Yang Z G, *et al.* Microstructure and ultra-structure of the peripheral blood cells of European EEL (*Anguilla Anguilla*) [J]. Acta Zoologica Sinica, 2002, 48(3): 393—401 [周玉, 郭文场, 杨振国, 等. 欧洲鳗鲡外周血细胞的显微和超微结构. 动物学报, 2002, 48(3): 393—401]
- [15] Ehulka J, Adamec V. Red blood cell indices for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) Reared in Cage and Raceway Culture Acta Vet, 2004, 73: 105—114
- [16] Roger B, Bobbie B, Julio C, *et al.* A cytochemical, light and electron microscopic study of the peripheral blood leucocytes of hybrid surubim catfish (*Pseudoplatystoma corruscansx Pseudoplatystoma fasciatum*) [J]. Comp Clin Path, 2003, 12: 61—68
- [17] Ivete K, Mizue I, Wilson da Silva, *et al.* Cytochemical aspects of the peripheral blood cells of *Oreochromis* (*Tilapia*) niloticus. (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei)-Part II [J]. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. 2001, 38(6): 273—277
- [18] Xiao Y J, Jin Y P, Zhong C F, *et al.* Observation on the development of blood cells in head kidney, spleen and liver of *Misgurnus anguillicaudatus* [J]. Journal of Fujian Teachers University (Natural Science), 2001, 17(3): 65—69 [肖义军, 金雅平, 郑翠芳等. 泥鳅头肾、脾脏和肝脏中血细胞发生的观察. 福建师范大学学报(自然科学版), 2001, 17(3): 65—69]
- [19] Chen Q T, Zheng B S. System Searches of Chinese Fish (volume 1) [M]. Beijing: Science Press 1987, 47—316 [成庆泰, 郑葆珊. 中国鱼类系统检索(上册). 北京: 科学出版社, 1987, 47—316]
- [20] Qiu Y C. Fish toxicity experiment methods to detect water pollution [M]. Beijing: China Environmental Science Press: 1992: 100—104 [邱郁春. 水污染鱼类毒性实验方法. 北京: 中国环境科学出版社: 1992: 100—104]
- [21] Chen Q C, Yan D Y, Wu Z X. Laboratory exercises in physiology [M]. Science Press: 1995: 60—68 [陈其才, 严定友, 吴政星. 生理学试验. 北京: 科学出版社: 1995: 60—68]
- [22] Chen F P. Inspection of Haematology [M]. Beijing: people's Medical Publishing House: 2003: 16—22 [陈方平. 血液学检验. 北京: 人民卫生出版社, 2003. 16—22]

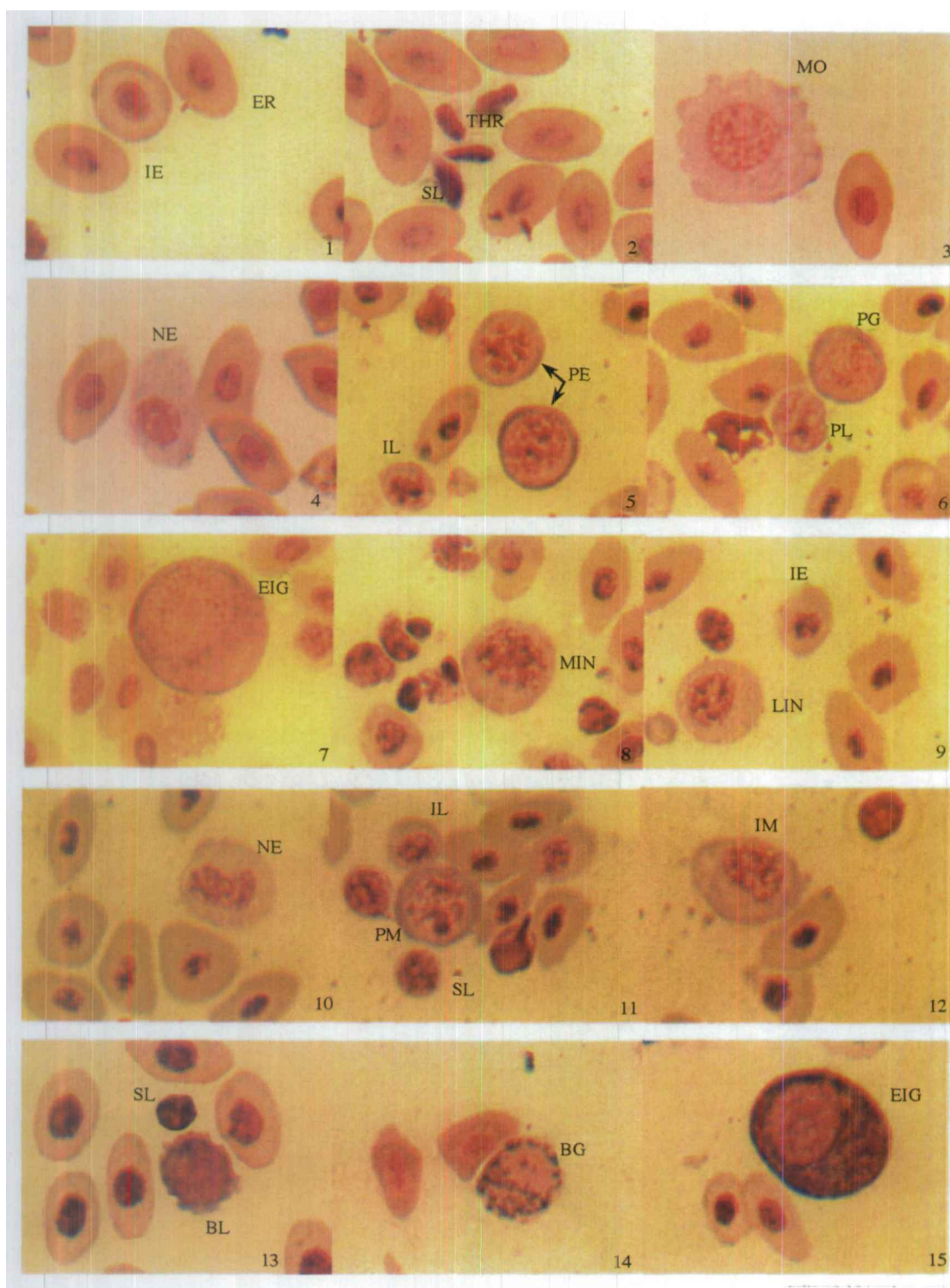
HEMATOLOGICAL STUDY AND OBSERVATION ON DEVELOPMENT OF BLOOD CELLS IN COBIA, *RACHYCENTRON CANADUM*

CHEN Gang, ZHOU Hui, ZHANG Jian-Dong and WU Zao-He

(Fisheries College, Zhanjiang Ocean University, Zhanjiang 254025)

Abstract: Hematological indices of cobia, *Rachycentron canadum*, were investigated. The erythrocyte counts and leukocyte counts of cobia was $2.69 \pm 0.86 \times 10^6/\text{mm}^3$ and $1.50 \pm 0.09 \times 10^4/\text{mm}^3$ respectively. The hemoglobin content was $7.42 \pm 0.22\text{g/L}$, the erythrocyte osmotic fragility was $0.43 \pm 0.07\text{g}\%$, and the erythrocyte sedimentation rate was $1.18 \pm 0.46\text{mm/h}$. On the stained smears of peripheral blood, erythrocyte and thrombocytes, lymphocytes, neutrophils and monocytes, were recognized, but basophilic granulocytes and eosinophilic granulocytes were not found. Some immature blood cells and direct dividing of erythrocytes could also be observed on the smears. The percentages of thrombocytes, lymphocytes, neutrophils and monocytes in total leucocytes, were $61.20 \pm 6.30\%$, $16.60 \pm 3.28\%$, $16.00 \pm 3.61\%$ and $6.20 \pm 3.90\%$ respectively. The development of blood cells in liver, spleen, pronephros and mesonephros of cobia was studied. The results showed that the blood cells of cobia generates mainly in pronephros and mesonephros; spleen is another tissue for the generation of granulocytes; liver can generate lymphocytes and granulocyte; the generation of thrombocyte had not been observed in these four tissues.

Key words: *Rachycentron canadum*; Hematological indices; Development of blood cells; Blood cells



图版 I

1. 成熟红细胞和幼红细胞; 2. 小淋巴细胞和血栓细胞; 3. 单核细胞; 4. 中性粒细胞; 5. 原红细胞和幼淋巴细胞; 6. 原粒细胞和原淋巴细胞; 7. 早幼粒细胞; 8. 中性中幼粒细胞; 9. 中性晚幼粒细胞和幼红细胞; 10. 中性粒细胞; 11. 原单核细胞、小淋巴细胞和幼淋巴细胞; 12. 幼单核细胞; 13. 大淋巴细胞和小淋巴细胞; 14. 嗜碱性粒细胞; 15. 早幼粒细胞

1. Erythrocyte (ER) and Immature erythrocyte (IE); 2. Small lymphocyte (SL) and Thrombocyte (THR); 3. Monocyte (MO); 4. Neutrophil (NE); 5. Primitive erythrocyte (PE) and Immature lymphocyte (IL); 6. Primitive granulocyte (PG) and Primitive lymphocyte (PL); 7. Early immature granulocyte (EIG); 8. Middle immature neutrophil (MIN); 9. Latter immature neutrophil (LIN) and IE; 10. NE; 11. Primitive monocyte (PM), SL and IL; 12. Immature monocyte (IM); 13. Large (big) lymphocyte (LL \ BL) and SL; 14. Basophilic granulocyte (BG); 15. EIG; $\times 1,500$

血涂片 Blood smear (BS) 肾涂片 Mesonephros smear (MS) 肝涂片 Liver smear (LS)

脾脏涂片 Spleen smear (SS) 头肾涂片 Pronephros smear (PS)