鳜鱼外周血细胞显微和亚显微结构的观察

袁仕取[1] 张永安[1,2] 姚卫建[2] 聂 品[2]*

[1] (陕西师范大学，西安 710062)

[2] (中国科学院水生生物研究所，武汉 430072)

摘要 本文报道了鳜鱼外周血细胞的显微和亚显微结构。血涂片经过染色，可鉴别出红细胞、血栓细胞、淋巴细胞、单核细胞和嗜中性粒细胞；还见到幼稚的和正在分裂的红细胞，提示红细胞亦可在外周血液中通过直接分裂产生。白细胞中，血栓细胞体积最小，嗜中性粒细胞体积最大；单核细胞数目最少，血栓细胞数目最多。电镜下，红细胞中可见线粒体和高尔基复合体；淋巴细胞线粒体中可见类似髓样体的板层状结构；血栓细胞和单核细胞与其它鱼类的基本相似；鳜鱼的粒细胞，根据胞质内颗粒及其它细胞器的结构，将其分为I型和II型粒细胞，后者类似于其它鱼类的嗜中性粒细胞，前者属于哪种类型尚待进一步研究。此外，鳜鱼血液中还观察到发育不充分的巨噬细胞和类似浆细胞的细胞。

关键词 鳜鱼，血细胞，显微结构，亚显微结构

鱼类外周血白细胞同高等脊椎动物的一样，是机体免疫的重要成分[1]。上世纪末国外已有了鱼类血细胞形态结构的研究，我国则从本世纪60年代才有报道[2]。到目前为止，这方面的资料虽不少，但还有很多问题仍待澄清。例如鱼类血液中有无浆细胞[3]，颗粒细胞的分类依据和命名原则，以及各种鱼类不同类型颗粒细胞的存在能否反映其种间差异[4]等。这也是鱼类血细胞的研究一直吸引众多学者的兴趣之所在。

近年来，鳜鱼 [*Siniperca chuatsi* (Basilewsky)]已成为我国重要的淡水名优养殖品种，而有关其血细胞形态学的研究尚未报道。本文以鳜鱼外周血细胞为材料，在显微和亚显微水平对其进行观察研究。

1 材料和方法

1.1 材料来源 实验用15尾鳜鱼(体重350—510g)，其中10尾购自湖北省嘉鱼县三湖连江水库的养殖网箱，另外5尾购自武昌水果湖市场。活体运回实验室，暂养于水族箱直到采样。

1.2 光镜样品制备 尾静脉采血，一部分用0.6%NaCl溶液稀释，光镜下进行红细胞计

本研究得到中国科学院、武汉市科学技术委员会"晨光计划"和淡水生态及生物技术国家重点实验室的资助。
电镜样品在中国科学院水生生物研究所中心实验室孙晓白同志帮助下制备，特此致谢。

* 通信作者。

1997-05-16收到。1997-09-25修回。

数[5]，其余制成血涂片，Wright 氏液和 Giemsa 氏液复染，油镜下观察、测量，并对 20 张血涂片上的 2404 个白细胞进行分类计数(differential leucocyte count, DLC)。

1.3 电镜样品制备 尾静脉采血，经 15000rpm 离心 10min，除去血清，3% 戊二醛固定，挑取白细胞层，1% 锇酸后固定，常规脱水，Epon812 包埋，Super Nova 机超薄切片，醋酸双氧铀-柠檬酸铅双重染色，H-7000FA 型透射电镜观察并摄影。

2 结果

2.1 光镜观察

2.1.1 红细胞计数、白细胞分类计数和各类血细胞大小测定(表 1)

表1 红细胞计数、白细胞分类计数和各类血细胞大小

Tab.1 The erythrocyte number, differential leucocyte counts (DLC) and sizes of all types of blood cells

参数 Parameters		红细胞 Erythrocyte	白细胞 Leucocytes			
			血栓细胞 Thrombocyte	淋巴细胞 Lymphocyte	单核细胞 Monocyte	嗜中性粒细胞 Neutrophil
红细胞计数 Number	(10^4/μl)	248.43±68.00				
白细胞分类计数 DLC	(%)		72.13	20.21	2.29	5.37
细胞大小 Cell size	(μm)	(10.51±0.89)×(8.14±0.65)	(6.22±1.15)×(4.62±0.74)	(7.21±1.24)×(6.41±1.04)	(10.94±1.41)×(8.89±1.64)	(11.83±1.53)×(10.77±9.35)
胞核大小 Nucleus size	(μm)	(4.14±0.36)×(3.20±0.30)	(4.87±0.69)×(3.71±0.66)	(5.98±0.86)×(4.97±0.83)	(7.57±1.17)×(5.08±0.91)	(6.73±0.72)×(4.88±0.64)

注：表中除白细胞分类计数值以外其余数据皆为平均值±标准差(S.D.)。

Note: Data in the table are all shown as means±S.D. except the differential leucocyte counts.

2.1.2 血细胞的显微结构 鳜鱼外周血涂片中椭圆形的红细胞占绝大多数，少数单个或三五成堆的白细胞分散于密集的红细胞之间。

红细胞(图版 I: 1) 细胞椭圆形，表面光滑，核卵圆形或圆形，一般位于细胞中央。核内含有致密的染色质团块，染成紫红色。胞质内充满血红蛋白，染成浅淡均一的橙黄色，颜色由质膜到核膜逐渐过渡为无色。较幼稚的红细胞(图版 I: 2)圆形或梭形，易于被压挤变形。其核较大，染色质结构疏松，着色较浅。胞质中血红蛋白含量较少，染成灰蓝色。血涂片中偶尔可以见到直接分裂的红细胞(图版I: 3)。

血栓细胞 (图版 I: 4—6) 在血涂片上往往数个聚集在一起。细胞呈泪滴状、纺锤状、星状、卵圆形、长杆形或裸核形。核卵圆形，有的有切迹。核质比例大，致密的染色质染成深紫红色。胞质结构疏松，边界模糊，染成淡灰蓝色，在核外向一极、两极或多极呈放射状分布或围成极薄的一圈，有时甚至看不清。图版 I: 5 显示的可能是一例正在分裂的血栓细胞。

淋巴细胞 (图版 I: 6) 仅比血栓细胞略大。细胞圆形或不规则圆形。核所占比例大，位于细胞中央或与质膜相切，圆形、肾形、马蹄形、蝶形或不规则形状。核中染色质浓密，

着色较深。胞质染成淡蓝色或天蓝色，在核外围成窄环或仅在胞核凹陷处可见，胞质总是向外伸出伪足样突起，胞突内有时可见蓝紫色嗜天青颗粒。

单核细胞（图版 I: 7, 8）　细胞圆形或卵圆形。核卵圆形或肾形，较大，占整个细胞的 1 / 3—1 / 2，稍偏心位。染色质疏网状，红紫色，比淋巴细胞的浅。胞质丰富，染成蓝色，近核膜处较淡，其中有许多大小不等的空泡，空泡间有蓝紫色颗粒散布。这类细胞一般有伪足样胞质突起。单核细胞与较大的淋巴细胞较相似，但前者体积较大，核质比例较小，胞质更丰富，空泡较多，核形状较不规则。

嗜中性粒细胞（图版 I: 9, 10）　细胞圆形或卵圆形，边缘较平整，或有小突起。核圆形、椭圆形、半圆形或肾形，偶见分叶核，较小，占整个细胞的 1 / 4—1 / 3，偏居于细胞的一侧，常与质膜相切。染色质着色与单核细胞的相仿。毛玻璃状的胞质几乎不着色或弱嗜酸性，其中有淡蓝色丝状或颗粒状结构不均匀分布在外周远离核膜处。血涂片上，嗜中性粒细胞有时与单核细胞难以区分，但前者胞体较圆，胞核较小，胞质染色较淡。

2.2　透射电镜观察

红细胞（图版 II: 11）　细胞表面较光滑，椭圆形。胞核卵圆形，核膜明显，核孔可见，宽阔的核周池中有丝状结构，异染色质在核膜内侧成带状分布，在核中央成片状分布。胞质均一，电子密度较低，有 2—5 个小的椭圆形线粒体和一个发达的高尔基复合体。电镜样品中见到一例特殊的红细胞，其大小与正常红细胞相当，但核小而圆，几乎被电子密度极高的异染色质所充满，核膜不清晰。胞质中充满中等电子密度的雪花样结构，未见任何细胞器，可能是行将解体的衰老红细胞（图版 II: 12）。

血栓细胞（图版 II: 13）　呈纺锤形，质膜表面大部分较平滑，个别部位有缺刻或突起。核大，椭圆形，位于细胞中央，一侧一至数处有较深的凹陷。核膜清晰，核周隙明显，核孔数目少且宽大。异染色质丰富，电子密度比所有其它血细胞的都大，占据核周边及中央的大部分区域，往往横贯胞核。胞质中有数个球状或棒状线粒体，板状全嵴，一些管泡状的滑面内质网沿核周分布，游离核糖体不多，胞质外围有很多小泡，个别细胞有数个致密小颗粒（即血栓粒）。超薄切片中有时也可见到聚集成群的血栓细胞，这时其胞质极度空泡化，似有物质分泌到胞外，且各细胞间的胞质扭曲变形交联在一起，形成网状（图版 II: 14）。作者还观察到血栓细胞以其胞质突起抱裹巨噬细胞伪足的现象（图版 II: 15）。

淋巴细胞（图版 II: 16）　呈不规则的圆形，表面伸出许多细小的指状突起。核较大，因切面位置不同而呈肾形、马蹄形或二分叶，染色质成片分布且与基质比例相当。胞质在核周围成一薄层，在核膜凹陷的一侧集中分布有数个线粒体，个别线粒体内含有一种类似髓样体（myeloid body）的板层状结构。胞质中还有一些游离核糖体和小囊泡，少量粗面内质网片断和电子致密颗粒，高尔基复合体有时可见。鳜鱼外周血中还观察到一类细胞，其形态特征与浆细胞有某些相似之处，如胞质中可见成层的粗面内质网池包绕在核周围（图版 II: 12）。这类细胞与典型的淋巴细胞相比，体积较大，核质比例较小，双层核膜清晰，异染色质较少，核中央有一明显的核仁。胞质中除丰富的粗面内质网外还有少量致密小颗粒。

单核细胞（图版 III: 17）　细胞椭圆形，表面有少量细长或粗短的突起。核肾形或马蹄形，稍偏位，双层核膜清晰，核周隙狭窄，核孔多，核内异染色质少，主要沿核膜内缘呈薄

层分布。胞质丰富，线粒体数量多，个体大，长棒状或圆形，板状嵴横列；粗面内质网较多，一般成段散布；游离核糖体与α-糖原颗粒丰富；胞质中还有一些膜包颗粒，有的电子稠密均一，似淋巴细胞中的嗜天青颗粒，有的电子密度不匀，大小不等，似溶酶体；此外胞质中尤其是靠近胞膜的外质中有许多囊泡，有些含有吞噬物，有些较透明。电镜样品中还可见到一类细胞，其胞体及胞核形状都不规则，有粗长的伪足，糖原颗粒丰富，具有较多的膜包颗粒。它们可能是由血液中的单核细胞发育而来的巨噬细胞(图版 III: 18)。

I 型粒细胞 (图版 III: 19, 20) 细胞椭圆形，表面较平整。胞核稍偏位，圆形，一侧略凹陷，双层核膜清晰，异染色质极少，沿核膜内缘分布。胞质中仅有一种特殊颗粒，电子致密，大小不等，圆形或椭圆形，最大的为 10.00 × 0.68μm，胞质中还有少量的短管状或泡状内质网，糖原颗粒较多，囊泡很少。

II 型粒细胞 (图版 III: 21, 22) 比 I 型粒细胞大，细胞椭圆形，表面伸出细长或粗钝的伪足。胞核很小，椭圆形，偏居于细胞的一侧，双层核膜清晰，异染色质极少，沿核膜内缘分布，核仁 1—2 个，边集。胞质丰富，大量的粗面内质网有时成层排列；糖原颗粒及游离核糖体较多；线粒体小，数量不多；高尔基体发达，扁平囊泡状；胞质边周有数个空洞的囊泡；特殊颗粒较多，有两种类型，一种似 I 型粒细胞中的特殊颗粒，最大的为 0.96 × 0.56μm，长椭圆形、圆形或半圆形；另一种颗粒电子密度不均，有的较透明，有的具有泡状、丝状或团块状内涵物，最大的为 0.90 × 0.68μm，两种颗粒都有单位膜包被。

3 讨论

3.1 血细胞的组成与大小

鳜鱼血液白细胞中血栓细胞最多，这与鲽[6]、斑鲆[7]、小点猫鲨[8]相同；单核细胞最少，这与鳙鱼[4]、斑鲆[7]、日本白鲫[9]一致。各类白细胞所占比例，不同文献报道极不一致，主要反映在淋巴细胞(74%—9%)和血栓细胞(5%—72%)所占的比例上，至于其它白细胞则因数量较少而所占比例相差不甚明显。造成淋巴细胞和血栓细胞比例相差悬殊的原因主要有三个方面：有的学者[2]在计数时没有把血栓细胞算在内，因而淋巴细胞比例显著提高并成为最丰富的白细胞；血涂片上血栓细胞易与淋巴细胞混淆，因而计数时可能造成误差；淋巴细胞对外界环境的变化比较敏感，因而采血时鱼体所处的状态不同，就有可能造成种间或个体间的差异。至于各类细胞大小，报道基本一致，即血栓细胞和小淋巴细胞较小，单核细胞和粒细胞较大。

3.2 血细胞形态

鱼类外周血红细胞与哺乳动物的相比，体积大，数量少，具有细胞核，胞质中还有少量细胞器[4, 10, 11]，表明其代谢活跃。然而鲫鱼[3]和鲤鱼[12]红细胞胞质中未见到任何细胞器。朱洪文等[3]认为电镜样品用戊二醛和锇酸双重固定使血红蛋白完整保存下来而掩盖了细胞器，这与本文结果不符，这种不同可能显示了种间差异而与固定方式无关。鳜鱼外周血中所见到的较幼稚和正在分裂的红细胞，在某些鱼类[2—4, 10, 11]也有报道，表明鱼类红细胞除了在造血器官中产生外，还可在外周血中通过直接分裂而产生。

血栓细胞是鱼类中具有凝血作用的细胞[13]，在外周血中一般成群分布。Rowley 等[14]解释这是由于涂片过慢或在此之前血样已有部分凝固所致。尽管大多数学者分别在不同

鱼类血涂片中只观察到一至三种形态的血栓细胞，但鳜鱼中却存在鲽[6]和日本白鲫[9]中所有四种形态的血栓细胞。Ellis[6]认为这四种形态只有在不使用抗凝剂的情况下才出现，是采血时鱼体受到不同程度刺激的应激反应。Rowley 等[14]认为若使用合适的抗凝剂，血栓细胞即为卵圆——纺锤形，推测这可能是其活体中的正常形态。本研究使用了抗凝效果较好的肝素钠，但结果却与此不符。因此作者更赞同 Barber 等[15]的一种推测，即这种形态的不同显示了发育时期或者功能状态的不同。这里需要指出，前期工作者[2]曾描述的纺锤细胞即为最常见的纺锤形血栓细胞。

电镜样品中，血栓细胞一般含有电子致密颗粒，但鲽[16]中却没有，而小点猫鲨[8]和鲤鱼[12]中的比较特殊。鳜鱼和其它一些鱼类[7,8,10,13,15,17]血栓细胞外质中均有空泡，它们类似于血小板中的表面连接系统[16]，可能与血小板中的小泡具有同样功能，即增加血浆凝血因子附着的表面积[17]。Rowley 等[14]认为颗粒和空泡化程度不同代表了同一类细胞的不同成熟时期或具有不同功能的血栓细胞亚类。Barber 等[15]和周炳升等[17]认为血栓细胞中外质小泡、溶酶体和微管等结构与其吞噬作用有关。Ferguson[16]曾在鲽血栓细胞中观察到吞噬的碳颗粒。鳜鱼中发现血栓细胞有抱裹巨噬细胞伪足的现象，这也显示了其吞噬作用的可能性。但是 Ellis[6]和 Morrow 等[13]认为血栓细胞不可能具有吞噬特性，它们通过质膜上的小孔机械摄入胞外物质而与环境进行交流。

虽然有些学者[15]是将鱼类淋巴细胞分为大、小两类分别描述的，但是 Barber 等[15]也承认许多淋巴细胞的体积是连续变化的，不能用"大"和"小"来界定。Ellis[6]指出，将淋巴细胞分为大、小两类是武断的，因为它们可能代表了同一种细胞的不同功能状态，而不大可能是具有不同功能的两种细胞。因此一些学者[6,18]包括作者将其归为一类进行描述，它们的体积变化范围较宽。

淋巴细胞在大多数鱼类中形态结构基本相似，但其细胞器种类、结构和数量不同鱼类稍有差异。小点猫鲨[8]中几乎没有线粒体等细胞器；鳜鱼淋巴细胞线粒体中类似髓样体的板层状结构未在其它鱼类的淋巴细胞中发现。鲫鱼[19]淋巴细胞中的致密体(颗粒)成簇分布或散布。鳜鱼和有些鱼类[10,13,14,20]淋巴细胞核中有时可见明显的核仁。这些细胞器的多少与取材时鱼体本身是否处于免疫应答高峰有关[1]。鱼类淋巴细胞与其它脊椎动物的具有相似的形态特征，因此可以说淋巴细胞作为免疫防御的基础，其结构在物种的系统发生过程中改变不大[13]。

浆细胞在一些鱼类[13,15]外周血中出现，但其数量极少，这正反映了它们从淋巴样或淋巴髓样组织中的有限释放[14]。Ellis[6]认为鱼类中所报道的浆细胞更像是较大的淋巴细胞，因为高等脊椎动物淋巴细胞在分化成浆细胞之前就能分泌抗体。至于鳜鱼外周血中观察到的类似浆细胞的细胞，是否属于特化的淋巴细胞，或是完全分化的浆细胞，或是二者的过渡类型，尚需进一步研究。

单核细胞存在于所有脊椎动物中，担负着非特异性免疫的重要作用[13]。鱼类血液中有没有单核细胞及其命名问题，早期的报道中存在分歧，但被后来的研究[2,6,7,16]所肯定并统一了名称。与哺乳动物的相似，鱼类单核细胞也有较多的胞质突起，胞质中含有较多的液泡和吞噬物，从而说明它们也可进行活跃的变形运动，具有吞噬功能，这在多种鱼类[6,13,16,17,21,22]得到直接的证实。

目前，各研究者对鱼类颗粒白细胞的认识并未统一，特别是因分类依据不同而造成命名各异，即使同种鱼形态相似的细胞也有可能被不同研究者解释为不同性质的细胞[19]。因此，作者建议，在没有对粒细胞的功能进行深入研究的情况下，光镜水平可根据它们对Romanowsky stain的亲和性结合其形态特征，将其分为嗜酸性、嗜中性和嗜碱性粒细胞；电镜水平可根据粒细胞内颗粒形态以及其它细胞结构，暂且将其分为I型、II型和III型粒细胞。电镜下，鳜鱼颗粒细胞仅能区分出I型和II型两类。

鳜鱼I型粒细胞超微结构与尼罗罗非鱼[22]嗜酸性粒细胞、南极冰鱼[15]肾部造血组织中II型粒细胞以及小点猫鲨[13]I型粒细胞相似，后两种细胞都被认为与其它鱼类嗜酸性粒细胞相似。它们的共同特点是胞质内大小不等基本呈圆形的电子致密颗粒质地较均匀。但这还不足以说明鳜鱼I型粒细胞与哺乳动物嗜酸性粒细胞功能相当，因为前者胞质颗粒中没有后者的致密类晶体等亚结构，至于这类亚结构在鱼类嗜酸性粒细胞的鉴定上是否必要，大家观点并不一致；而且鳜鱼血涂片上也未看到具有嗜酸性颗粒的白细胞；更有意思的是，鳜鱼I型粒细胞与鲤鱼[12]嗜碱性粒细胞在胞核及颗粒形态上相似。Rombout等[23]推测嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞可能代表同一细胞系的不同发育时期，因为它们在形态、组织分布和功能上都相似，而且它们之间存在过渡类型。因而鳜鱼I型粒细胞属于哪种类型尚待深入研究。

鳜鱼II型粒细胞超微结构与鲫鱼[3]、鲤鱼[12]嗜中性粒细胞极相似，只是前者电子致密颗粒数量较少，但其质地都较均匀。至于晶体或纤丝等亚结构，一些硬骨鱼类[3,12,15,18]嗜中性粒细胞或类似细胞颗粒内并不存在，而多数硬骨鱼类相应细胞颗粒内却有描述，因此可以说，纤丝等亚结构并非所有硬骨鱼类嗜中性粒细胞颗粒中的典型结构[18]。电镜照片显示鳜鱼II型粒细胞具有吞噬活性，这与一些鱼类[8,13,15,21]嗜中性粒细胞或类似细胞具有活跃的吞噬功能是一致的，与哺乳动物嗜中性粒细胞功能相当。嗜中性粒细胞是硬骨鱼类外周血中最常见的粒细胞。鳜鱼II型粒细胞比I型粒细胞丰富，且在血涂片上没有见到嗜酸性和嗜碱性粒细胞，因此由以上几点可以断定鳜鱼II型粒细胞属于嗜中性粒细胞。

鱼类外周血中颗粒白细胞的种类、数量及其形态结构存在明显的种间差异。嗜中性粒细胞存在于所有硬骨鱼类血液中。大多数鱼类具有嗜酸性粒细胞。仅少数鱼类[3,10—12]才有嗜碱性粒细胞。徐豪等[10]认为嗜碱性颗粒在制片过程中极易解体，因此很难观察到嗜碱性粒细胞。

参 考 文 献

[1] 李亚南，陈全震，邵健忠等．鱼类免疫学研究进展．动物学研究．1995，**16**：83—94

[2] 赵明蓟，苏泽古，黄文郁等．池养鲤和草鱼血液学指标的研究．水生生物学集刊，1979，**6**：453—464

[3] 朱洪文，王 浩，秦国强．鲫鱼(*Carassius auratus*)外周血细胞显微和亚显微结构的观察．动物学研究，1985，**6**：147—153

[4] 胡成钰．鳙鱼(*Aristichthys nobilis*)外周血细胞的细微结构．江西科学，1990，**8**：20—28

[5] 朱忠勇，陈之航．临床医学检验．上海：上海科学技术出版社．1978

[6] Ellis A E. The leucocytes of fish: A review. *J. Fish Biol.*, 1977, **11**:453—491

[7] Cannon M S, Mollenhauer H H, Eurell T E, et al. An ultrastructural study of the leukocytes of the

channel catfish, *Ictalurus prnctatus*. *J. Morphol.*, 1980, **164:** 1—23

[8] Parish N, et al. The leucocytes of the elasmobranch *Scyliorhinus canicula* L.—a morphological study. *J. Fish Biol.*, 1986, **28:** 545—561

[9] 谢艳霞，林光华. 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，1996，**31**: 12—16

[10] 徐　豪，张志宇. 四种淡水养殖鱼类血细胞的细微结构. 水生生物学集刊，1983，**8**: 85—91

[11] 吴维宁. 团头鲂血细胞细微和亚显微结构的观察. 水产学报，1990，**14**: 328—335

[12] 冯怀亮，李文武，王铁恒等. 鲤鱼血细胞显微和亚显微结构的观察. 水产学报，1991，**15**: 241—244

[13] Morrow W J W. Pulsford A. Identification of peripheral blood leucocytes of the dogfish (*Scyliorhinus canicula* L.) by electron microscopy. *J. Fish Biol.*, 1980, **17:** 461—475

[14] Rowley A F, Hunt T C, Page M, et al. Fish, In Vertebrate Blood Cells. eds. Rowley A F and Ratcliffe N A, pp19—127. Cambridge: Cambridge University Press, 1988

[15] Barber D L, Millis Westermann J E, White M G. The blood cells of the Antarctic icefish *Chaenocephalus aceratus* Lonnberg: light and electron microscopic observations. *J. Fish Biol.*, 1981, **19:** 11—28

[16] Ferguson H W. The ultrastructure of plaice (*Pleuronectes platessa*) leucocytes. *J. Fish Biol.*, 1976, **8:** 139—146

[17] 周炳升，李连祥. 银鲫白细胞及鳃颗粒细胞的超微结构. 水生生物学报，1992，**16**: 81—83

[18] Roubal F R. Blood and other possible inflammatory cells in the sparid *Acanthopagrus australis* (Gunther). *J. Fish Biol.*, 1986, **28:** 573—593

[19] Fujimaki Y, Isoda M. Fine-structural study of leucocytes in the goldfish, *Carassius auratus*. *J. Fish Biol.*, 1990, **36:** 821—831

[20] 卢全章. 草鱼头肾免疫细胞超微结构的观察. 水生生物学报，1997，**21**: 152—156

[21] Doggett T A, Wrathmell A B, Harris J E. A cytochemical and light microscopical study of the peripheral blood leucocytes of *Oreochromis mossambicus*, Cichlidae. *J. Fish Biol.*, 1987, **31:** 147—153

[22] Suzuki K. Morphological and phagocytic characteristics of peritoneal exudate cells in tilapia, *Oreochromis niloticus*, and carp, *Cyprinus carpio* L. *J. Fish Biol.*, 1986, **29:** 349—364

[23] Rombout J H W M, Bot H E, Taverne-Thiele J J. Immunological importance of the second gut segment of carp. II. Characterization of mucosal leucocytes. *J. Fish Biol.*, 1989, **35:** 167—178

MICRO AND ULTRA-STRUCTURE OF PERIPHERAL BLOOD CELLS OF THE MANDARIN FISH, *SINIPERCA CHUATSI* (BASILEWSKY)

Yuan Shiqu[1], Zhang Yong'an[1,2], Yao Weijian[2] and Nie Pin[2]

[1] (*Shanxi Teachers University, Xi'an* 710062)

[2] (*Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan* 430072)

Abstract The peripheral blood cells of the mandarin fish, *Siniperca chuatsi* (Basilewsky) are morphologically described. On the stained smears five major cell types were recognized: erythrocyte, thrombocyte, lymphocyte, monocyte and neutrophil. Among these cells, thrombocyte is the smallest, while neutrophil the biggest; and monocyte is the least encountered leucocyte, while thrombocyte the most abundant. Mitochondria and Golgi complex were found in erythrocyte and structure similar to myeloid body in mitochondria of lymphocyte. The granulocytes were further classified into two types: type I and type II granulocytes based on the structures of intracytoplasmic granules and other organelles. The type II granulocyte is similar to the neutrophil of other fish, but further studies are required to determine the type I granulocyte. The observations of immature and dividing erythrocytes in the blood indicate that peripheral erythrocytes may develop directly in the circulation. In addition, developing macrophages and cells with characteristics of plasma cells were found in the blood.

Key words *Siniperca chuatsi*, Blood cell, Microstructure, Ultrastructure

图　版　说　明

图版 I　鳜鱼外周血细胞的光镜照片

1. 红细胞，× 3370；　2. 幼稚红细胞，× 2640；　3.直接分裂的红细胞，× 2640；　4. 血栓细胞聚群，× 2640；5.直接分裂的血栓细胞，× 3370；　6. 淋巴细胞(L)和血栓细胞(T)，× 2110；　7,8. 单核细胞，× 2110；9,10. 嗜中性粒细胞，× 2110

1. Erythrocyte, × 3370;　2. Immature erythrocytes, × 2640;　3.Dividing erythrocyte, × 2640;　4. Group of thrombocytes, × 2640;　5. Dividing thrombocyte, × 3370;　6. Lymphocyte(L) and thrombocyte(T), × 2110;　7,8. Monocytes, × 2110;　9,10. Neutrophils, × 2110

图版 II　鳜鱼外周血细胞的电镜照片

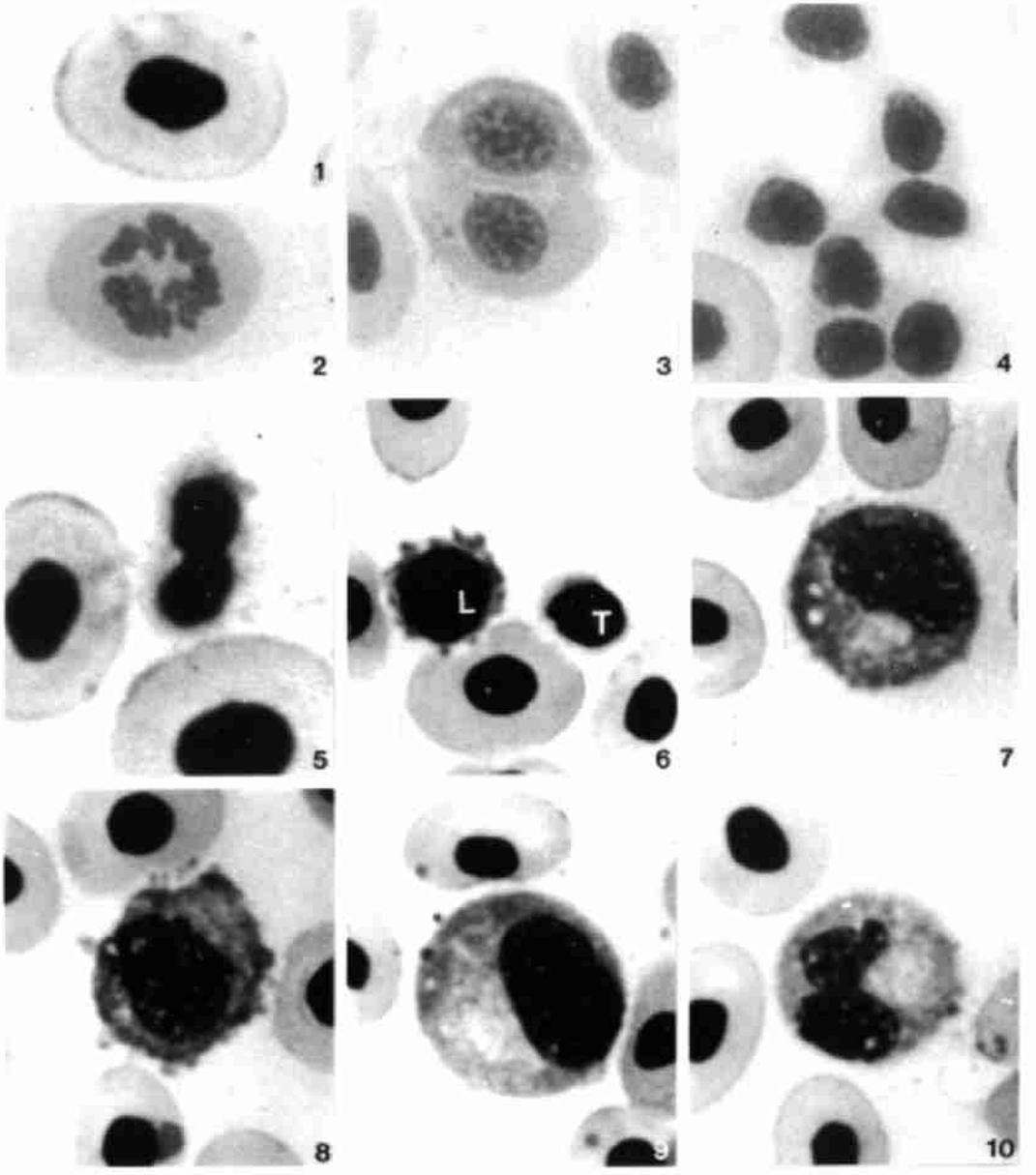
11. 红细胞，示核孔(NP)，线粒体(M)和高尔基体(GC)，× 9050；　12. 可能的衰老红细胞(Ae)和类似浆细胞的细胞(Pc)，示胞核(N)，核仁(n)和粗面内质网(RER)，× 13100；　13. 血栓细胞，示线粒体(M)，滑面内质网(SER)和小囊泡(v)，× 13700；　14. 血栓细胞聚群(其中有一个淋巴细胞，L)，示空泡化的胞质(VC)，× 8920；15.血栓细胞(T)和巨噬细胞(Ma)，示血栓细胞的吞噬活性，× 14700；　16. 淋巴细胞，示肾形核(N)，类似髓样体的板层状结构(MB)和线粒体(M)，× 14800

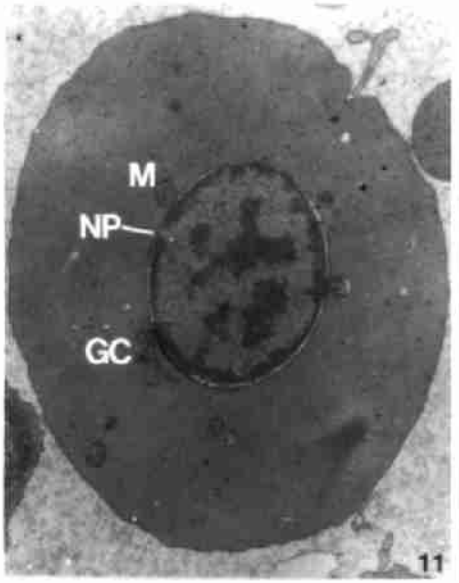
11. Erythrocyte, showing nuclear pore (NP), mitochondria (M) and Golgi complex (GC), × 9050;　12. Putative aged erythrocyte (Ae) and cell with characteristics of plasma cell (Pc), showing nucleus with dense heterochromatin (N), nucleolus(n) and rough endoplasmic reticulum(RER), × 13100;　13.Thrombocyte, showing mitchondria(M), smooth endoplasmic reticulum (SER) and vesicles(v), × 13700;　14. Group of thrombocytes with a lymphocyte (L), showing vaculated and vesiculated cytoplasm (VC), × 8920;　15. A thrombocyte(T) and a macrophage (Ma), demonstrating phagocytic activity of thrombocyte, × 14700;　16. Lymphocyte, showing kidney-shaped nucleus (N), stratified structure similar to myeloid body (MB) in mitochondria (M), × 14800

图版 III　鳜鱼外周血细胞的电镜照片

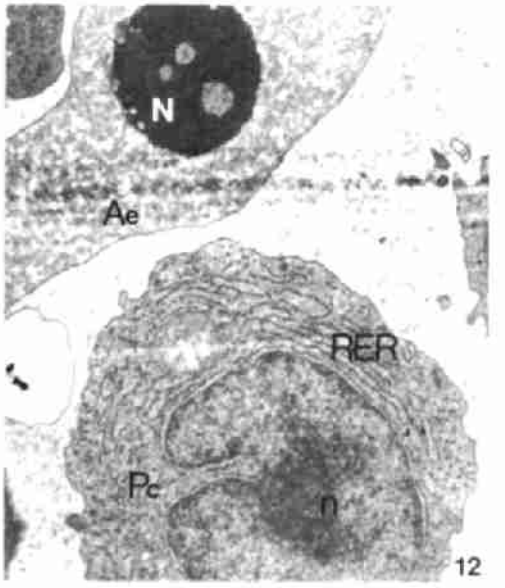
17. 单核细胞，示分叶核(N)，大线粒体(M)，膜包颗粒(G)和吞噬小泡(PV)，× 9050；　18. 巨噬细胞，示伪足(P)，膜包颗粒(G)和糖原颗粒(g)，× 9050；　19. I型粒细胞，× 10000；　20. 图 19 部分放大，示电子致密颗粒(G_1)和糖原颗粒(g)，× 21800；　21. II型粒细胞，示核仁(n)，粗面内质网(RER)，囊泡(V)和伪足(P)，× 10000；　22. 图 21 部分放大，示两种特殊颗粒(G_1, G_2)，高尔基体(GC)和糖原颗粒(g)，× 21800

17. Monocyte, showing lobular nucleus (N), big mitochondria (M), membrane-bound granules (G) and pinocytotic vesicles (PV), × 9050;　18. Macrophage, showing large pseudopodia (P), membrane-bound granules (G) and scattered electron-dense granules of glycogen(g), × 9050;　19. Type I granulocyte, × 10000;　20. Higher magnification of Fig. 19, showing uniformly electron-dense granules (G_1) and glycogen particles(g), × 21800;　21. Type II granulocyte, showing nucleolus (n), rough endoplasmic reticulum (RER), vacuoles(V) and pseudopodia (P), × 10000;　22. Higher magnification of Fig. 21, showing electron-dense granules (G_1), partly electron-lucent granules (G_2), Golgi complex (GC) and glycogen (g), × 21800


1
2
3
4
L
T
5
6
7
8
9
10



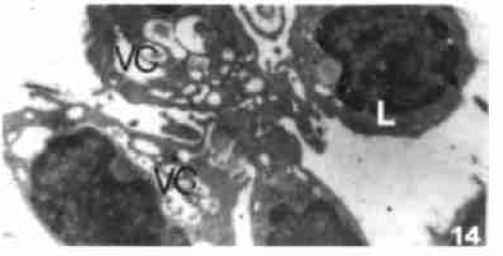
11



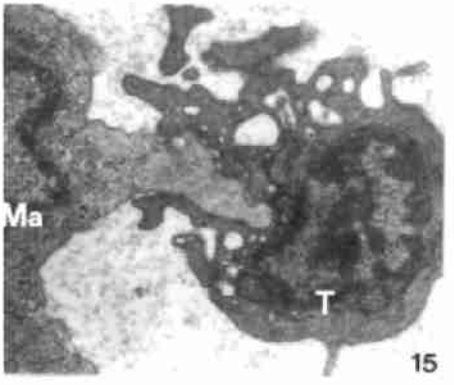
12



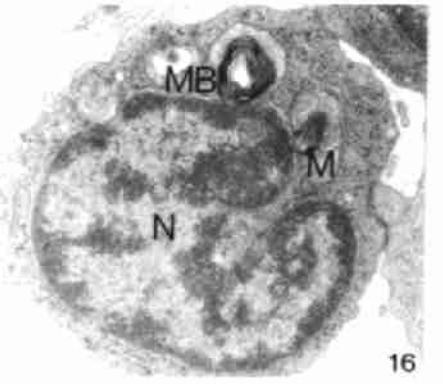
13



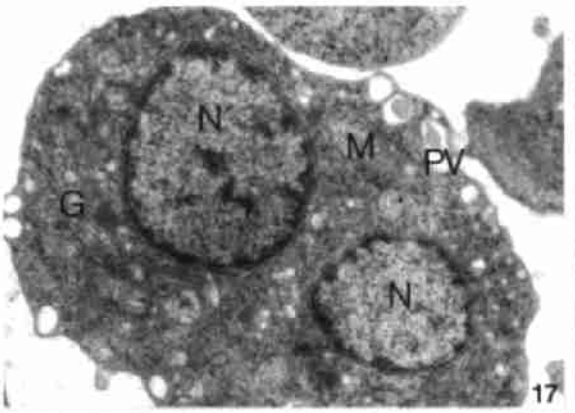
14

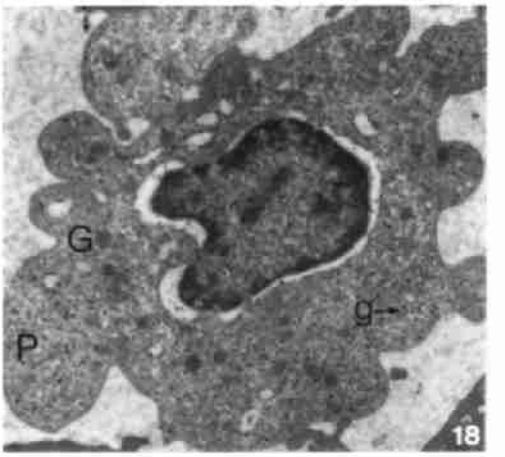


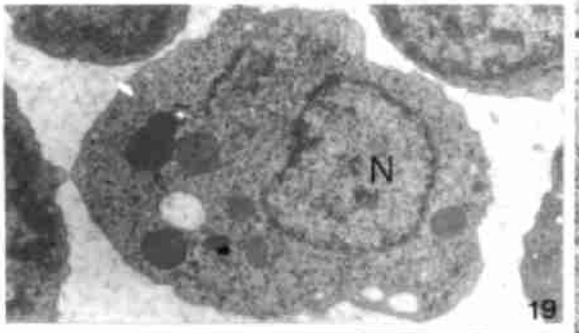
15

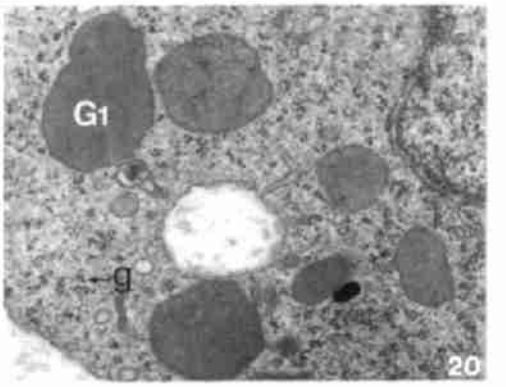


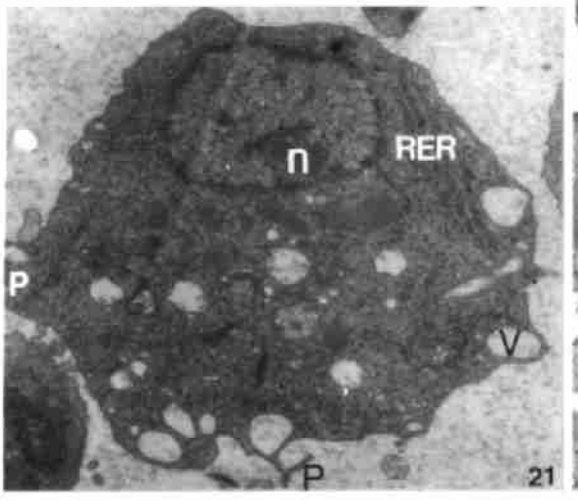
16

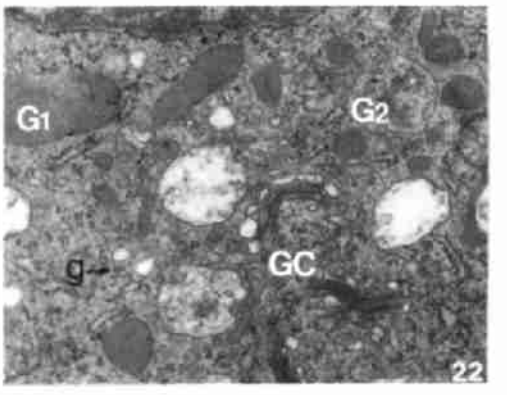

N
M
PV
G
N
17


G
g
P
18


N
19


G1
g
20


n
RER
P
V
P
21


G1
G2
g
GC
22