

第七章 循环系统

讲授重点：

- 1、板鳃鱼类与真骨鱼类在心脏构造上的差异
- 2、真骨鱼类主要动、静脉在鱼体的分布

一、循环系统的功能

- 1、运输：把呼吸器官进行气体交换获得的氧气，消化器官吸收的营养物质以及内分泌腺所产生的激素运送到体内各组织器官中，同时，将体内新陈代谢所产生的废物，如二氧化碳、尿酸、尿素、肌酸等，从全身各处运送到呼吸和排泄器官，而排出体外。
- 2、保护、防御：白血细胞能消灭进入机体的细菌等异物，患过某些传染病之后所产生的抗体也在血液中，可以防止重患之种疾病。
- 3、调节内环境：机体内的组织细胞要有效地执行其功能，必须在相对恒定的环境条件下才能实现。一般要求内环境中的渗透压，氢离子浓度，盐类含量等都不宜变动太大。循环系统在神经、呼吸和排泄各系统的共同作用下，能使内环境基本保持恒定，不至发生显著变化。

二、鱼类循环系统的特点

鱼类的循环系统是闭锁式的单循环（肺鱼除外），即血管分支到最细的毛细血管，末端也无开口，液体在管道中循一定的方向流动，周而复始，循环不已，血液在循环中不离开血管系统，同时，血流从心脏发出，经腹侧主动脉入鳃毛细血管进行气体交换，出鳃后汇集成背大动脉，再分支直至全身各处毛细血管，再复集成静脉，从身体各处回到心脏，故鱼类是只有体循环，无肺循环的单循环。

血液：心脏？鳃？背大动脉？分支成毛细血管？静脉？心脏。

三、循环系统的组成（概况）

管道系统：血管系统、淋巴管道系统

液体部分：血液、淋巴液

第一节 鱼类的血液

血液是有机体联系各部分，运送营养和废物及调节新陈代谢的重要体液。

鱼类的血量比一般脊椎动物为低，一般鱼类血液量仅为体重的 1.5-3% ，如鲤鱼（ 700 克重时）的血量为体重的 2% ，大麻哈鱼总血量占体重 1.63% ，个别如角鲨可达到 5% ，而哺乳动物一般都在 6% 以上。

血液一般由液体的血浆及悬浮其中的有形成分血球组成。

一、血浆

血浆略呈黄色，含有大量的水分，约占 76-90% ，其中溶有多种物质：

- 1 、水份：约占 76-90%
- 2 、蛋白质：有白蛋白、球蛋白、纤维蛋白元三种，将血浆中的纤维蛋白元除去，残留的液体即为血清。
- 3 、各种营养物质：糖类、氨基酸、脂肪酸等及氧气。
- 4 、各种无机盐类：钠、钙、镁的氯化物，酸性碳酸盐、磷酸盐等。
- 5 、各种代谢产物：二氧化碳、尿素、尿酸、肌酸酐等。
- 6 、各种内分泌激素和酶类。

二、血细胞

鱼类血液中的有形成分包括红细胞、白细胞、血栓细胞。

1 、红细胞 鱼类的红细胞大多为椭圆形或扁平状，其中心凸出，有圆形的细胞核。细胞质内含铁质的血红蛋白，所以血液均为鲜红色。在气体交换中，血红蛋白与氧结合，将氧通过血液循环带到身体各部。高速游泳的鱼的血液中含有较多的血红蛋白，底层鱼类的血红蛋白含量贫乏。红细胞是各种血细胞数量最多的一种。软骨鱼类红细胞体积大，数目少，平均为 20.6 ' 14 微米，每立方毫米血液中红细胞数目为 30.3 万；真骨鱼类红细胞体积小，数目多，平均为 11.3 ' 7.7 微米，每立方毫米血液中红细胞数目是 330 万，如二年白鲢每毫升血液的红细胞为 250 万。

鱼类红细胞的数量和血红蛋白的含量，往往与鱼的种类、生活地区、季节、昼夜变化、性别、年龄、生理状况、营养条件、环境条件等有关。

如镜鲤、红血球的数目在生长最盛的当年鱼，达到最高峰，而后随年龄而降低，当进入性成熟时，代谢又增强了，红细胞数量又复上升，一般雌鱼的红细胞和血红蛋白含量比雄鱼低。

红细胞的主要功能是运输氧气和二氧化碳，以及对血液酸碱度起平衡缓冲作用。

2、白细胞

白细胞是血液中有核无色的细胞，通常是圆形，其体积比红细胞大，由于不含有血红蛋白，所以比重较小，白细胞的种类很多，根据核的形状，细胞质染色及细胞中颗粒的分布情况，可分为两大类：

（1）颗粒性白细胞（多形核白细胞）：细胞质中有颗粒，核通常是不规则的分叶状，具有变形虫运动能力。根据它们对染料的亲和力和形状不同，又可分为嗜中性球，嗜碱性球，嗜酸性球。

（2）无颗粒白细胞：细胞质内不含特殊的颗粒，细胞核不分叶，又可分为淋巴球和单核球，淋巴球是一类最普通的白细胞，依其直径大小又可分为大、中、小淋巴球。

白细胞在血液中比红细胞的数目要少得多，一般鱼类白细胞数为每立方毫米1-15万，血液中各种白细胞数量比例（白细胞血式）与鱼的性腺发育成熟状况，年龄及生理状况有关。

并不是每一种鱼都食所有类型的白细胞，据报道，比目鱼血液中只有无颗粒白细胞，缺颗粒白细胞。

大多数白细胞具有独立运动的能力，能穿越血管壁进入组织，吞噬侵入体内的细菌、微粒等有害物，起保护、防御作用；白细胞还能吸收脂肪、吞食死细胞等功能，因而白细胞在吸收和运输养料，清除衰老细胞，重建组织等方面有重要作用。

3、血栓细胞

血栓细胞又称血栓细胞或血小板，细胞呈现纺锤形，显著小于红细胞，相当于红细胞核的大小，其数量少于红细胞但多于白细胞，血栓细胞很易被破坏，并在破坏过程中释放出凝血物质，可使血液凝固，具有封闭伤口的功能。

第三节 血管系

血管系包括心脏、动脉、静脉、微血管网。

一、心脏

心脏是血液循环的中枢，心脏有节律的搏动，将血液输送到身体各部分，身体各处的血液也回收到心脏。

心脏一般位于体腔最前端和最后一对鳃弓的后下方，包围在围心腔中，围心腔与腹腔间有结缔组织的心腹隔膜分隔。心脏有围心膜（心包）包在外面，围心膜与心脏之间的空腔称围心腔，除去围心膜，可看到鱼类心脏由三分部构成，由后向前为静脉窦、心耳、心室。

（一）静脉窦

静脉窦位于心脏后背侧，近似三角形，壁甚薄，接受身体前后各部分回心脏的静脉血，其背后方连接两根粗大的脉管，叫总主静脉，也即古维尔氏管（Cuvier's duct）。

（二）心耳

心耳位于静脉窦的腹下方，心耳腔较大，壁薄。心耳与静脉窦之间有两个瓣膜，称窦耳瓣，可以防止血液倒流。

（三）心室

心室位于心耳的腹前方，呈圆球状，壁厚。心室搏动力最强，为心脏主要的搏动中心，心室与心耳间也有两个袋状瓣膜，称耳室瓣，也是防止血液倒流之用。

在心室前方有一圆球状构造，为动脉球，壁也厚，不能搏动，其实系腹侧动脉基部扩大而成，因此不认为是心脏的一部分。

（四）动脉圆锥

在软骨鱼类及硬骨鱼类的总鳍类、肺鱼类、软骨硬鳞类和全骨类，心室前方为动脉圆锥。这部分的壁由横纹肌构成，能自动地随心室收缩而有节律地搏动，为心脏的一部分。心室与动脉圆锥之间有半月瓣，防止血液倒流，其数目各类间有差异，板鳃类有 3 纵列，2-7 横列，鲟科鱼类有 4 行。真骨鱼类的动脉圆锥退化。只留一行 2 个半月瓣，并为动脉球代替。鲱形目一些鱼还残留动脉圆锥，具两行瓣膜，同时又有动脉球。

动脉圆锥与动脉球的功能在于使血液均匀地流入腹大动脉，它们能够减轻由于心室的强烈搏动而对鳃血管所产生的压力。

二、动脉系（白鲢）

所有引导血液离开心脏的血管为动脉，动脉管壁较厚，具有弹性纤维，能而受心搏的压力，当心脏舒张时，动脉仍可继续以其弹性推动血液的流动。

（一）鳃区动脉

1、动脉球：动脉的开始，有缓冲血压的作用。

2、腹侧主动脉：由动脉球向前发生，位于四对鳃弓的腹面，是一条相当粗大的血管。向着四对鳃弓伸展，在鳃弓下发出数对分支进入鳃弓。腹侧主动脉内全是浊血。

3、入鳃动脉：由腹侧主动脉向左右鳃弓发出四对分支，此即入鳃动脉。

- 4 、入鳃丝动脉：每一入鳃动脉向鳃丝分支，即为入鳃丝动脉。
- 5 、入鳃小片动脉：每一入鳃丝动脉分支入鳃小片，即入鳃小片动脉，在鳃小片上散成微血管网，在此进行气体交换。
- 6 、出鳃小片动脉：进行气体交换后，微血管网汇成出鳃小片动脉。出鳃小片动脉收集的是经气体交换后的净血。
- 7 、出鳃丝动脉：是鳃小片动脉进一步汇成出鳃丝动脉。
- 8 、出鳃动脉：每一条鳃弓上的出鳃丝动脉汇集成一条出鳃动脉。
- 9 、鳃上动脉：出鳃动脉离开鳃丝的血管，前后共有四对，第一、二对出鳃动脉在鳃弓背面合并成第一鳃上动脉，第三、四对鳃上动脉也在鳃弓背面合并成第二鳃上动脉。前后两对鳃上动脉在背部中央会后而成一条背主动脉（背大动脉）。
- 10 、鳃下动脉：由第二、三对出鳃动脉的基部发出沿腹侧主动脉腹面向后伸展，供应鳃弓和鳃下部肌肉的血液。
- 11 、冠动脉：鳃下动脉的主支一直分布到心脏上方，先达到动脉球，再到心室、心耳等部位，这条血管称冠动脉，是供给心脏本身的一条血管。
- 12 、伪鳃动脉：由第一出鳃动脉腹面基部发生，沿着鳃条骨的内缘后行，在眼眶的后缘折向上方，沿舌颌骨的内侧上行，最后达到伪鳃，在此血管分散成许多毛细血管，伪鳃幼脉在眼后下角发生鳃盖动脉到鳃盖部分。

（二）头部动脉

- 1 、颈总动脉：由第一对出鳃动脉的背部前方发出，最初分出的一段即颈总动脉（颈动脉），向前伸展，很快就分为两支，即内颈动脉和外颈动脉。
- 2 、内颈动脉：由颈总动脉发出不远后即穿过翼蝶骨的小孔而进入脑匣中，左右内颈动脉在前脑区域的底部相互连接形成环状，称为头动脉环（头环），是硬骨鱼类特有的构造，头环的形成在不同的鱼类不同，有简有繁。内颈动脉还继续向前方发出许多细血管，分部到 部、鼻部、眼肌等部位。
- 3 、外颈动脉：外颈动脉沿着头部两侧向腹下方分布，它沿着舌凳骨向下延伸，经过眼眶后缘折向眼眶腹缘，在口角后方分成上颌动脉和下颌动脉两支。外颈动脉在延伸途中还发出一些细支，分布到舌弓、鳃盖、口腔底部、口盖粘膜、眼眶上壁、眼球附近等部位。

（三）躯干部、尾部动脉

- 1 、背主动脉：左右出鳃动脉经两对鳃上动脉在鳃弓背面正中线上合成一条粗大的血管，即背主动脉。背主动脉向后穿过基枕骨的大孔进入腹腔，紧贴脊椎下方

向尾部延伸，最后进入尾椎的脉弓中，成为尾动脉。背大动脉在头部及躯干部发出许多分支，分布到内脏及体壁肌肉等处。

2、枕动脉：在第3出鳃动脉前方的背主动脉部分发出分布到基枕骨附近，咽骨及其附近，口盖粘膜上。

3、锁骨下动脉：约在第1、2脊椎处，由背主动脉发出，斜向后外方，沿膜腔前壁分布到胸鳍各部分。

4、腹腔动脉：由背主动脉在心腹隔膜稍后的部位发出一支较粗大的动脉，沿食道向下延伸，到内脏器官上。它分支很多，主要分支到肝（胰）脏、胆囊肠、脾脏、气鳔、头骨、生殖腺等器官上。

5、节间动脉：即背主动脉在头后按体节向背面，腹面分别发生成对的动脉，分布到体壁及背部肌肉中。其中分布到背鳍基部肌肉中的称为背鳍动脉。分布到背面的为椎肌的动脉，到腹面的为肋间动脉。在低等鱼中，体节动脉的数目与体节的数目一致，而在高等的鱼类中，体节动脉常常少于肌节数目。

6、肾动脉：在体腔中有几对体带动脉发出血管到肾脏上，即形成肾动脉，共有四到五对。

7、髂动脉：在第8脊椎处由背主动脉发出后沿腹腔壁向下分布到腹鳍肌肉。

8、臀鳍动脉：在第21脊椎处，由背主动脉发出，沿体壁最后部分的内壁向下延伸，分布到臀鳍肌肉。

9、尾动脉：背主动脉向后延伸进入尾部的部分，实为背主动脉的延续，它一直分布到尾鳍基部，尾动脉是穿过尾椎的脉与中。

躯干部、尾部动脉分布情况基本如上所述，但在不同的鱼类自然会有不少的变异，其中分布到肾脏、生殖腺、鳔动脉的数目和来源尤其如此。

三、静脉系（白鲢）

凡引导身体各部分毛细血管中的血液回心脏的心管称为静脉。大多数的静脉都和相对的动脉平行分布。静脉管壁不及动脉管壁厚，也缺乏弹性。

头部回心的血液都汇集在前主静脉、颈下静脉等主要血管内，然后注入古维尔氏导管，再入静脉窦。躯干部及尾部的回心血液，则主要汇集在尾静脉，后主静脉、肝静脉等主要血管，而后再直接地或间接地注入古维尔氏导管，进入静脉窦。静脉的分支极多，现分述如下：

（一）古维尔氏管（Cuvier's duct）

在静脉窦的背上方连接的一对大导管即古维尔氏管（总主静脉）。所有身体各部的静脉血都要经过此导管再入心脏。在古维尔氏管前面连接前主静脉，后面连接

了后主静脉，在后主静脉的下方连接了肝静脉，与锁下静脉，在右侧古维尔氏管的下方连接一条颈下静脉。

（二）头部静脉

主要有前主静脉和颈下静脉。

1、前主静脉：共有一对左右对称，沿着脑颅的腹面，鳃弓的背方向后行穿过上匙骨与匙骨内侧连在古维尔氏管上。收集上下颌、吻部、鼻部、眼球区域、脑及鳃盖区回心的血液。

2、颈下静脉：是一单条血管，收集由上下颌及舌弓来的血液，沿着腹侧主动脉向后延伸进入围心腔，然后连于右侧古维尔氏导管的前下方。

前主静脉的位置在硬骨鱼类中无甚变化，有时在进入古维尔氏管以前，有横连血管接左右两支。颈下静脉有时为单一血管，如鲤，有时则成对，如鲈鱼。

（三）躯干部、尾部静脉

躯干部、尾部的静脉主要有尾静脉、肾门静脉、后主静脉、肝门静脉、肝静脉、节间静脉、锁下静脉等。

1、肾门静脉系：门静脉是指某些回到心脏去的静脉在未达心脏之前，中途穿过一种器官，并在此器官中折散成毛细血管，再收集汇入一条总血管，回到心脏。

肾门静脉系由尾静脉及肾门静脉组成。

（1）尾静脉：位于尾动脉的下方，也是包藏在尾椎的脉弓中，收集尾部回心脏的一条血管。在第22节脊椎处进入体腔，入体腔后马上分为二支，右侧一支与右后主静脉直接相通，左侧一支则形成肾门静脉。

（2）肾门静脉：尾静脉进入体腔后左侧的一个分支进入左肾，在肾脏的后1/3部分析散成微血管，这一血管就是肾门静脉，肾门静脉流入肾内的血液最后汇集到左后主静脉。

肾门静脉系在各种硬骨鱼类中大都存在，但在不同鱼类情况不同，复杂多变。鲟鱼和某些硬骨鱼和美洲鲶 *Amiurus catns* 的肾门静脉系与板鳃类的甚类似，即有两条肾门静脉。鳗鲡的尾静脉穿过二肾的愈合后部时，接受一腹壁静脉支，同时也分出一些入肾的肾门静脉。稍向前方，二肾分开，尾静脉也跟着分为左右二肾门静脉，各沿肾的处侧缘而行，每侧的肾门静脉也接受许多腹腔静脉，同时，也向肾腔分支，此外这左右二肾门静脉依靠一连中呈弧形的横连血管的与肝门静脉相通。

上述情况表明，一方面尾静脉与后主静脉脱离直接的联系，另一方面部分的尾静脉血通过肝门静脉而到达肝脏。

2、后主静脉：是在肾组织上面的一对血管，这二条后主静脉情况不同，现分别叙述：

（1）左后主静脉：左肾门静脉折散成毛细血管后，再汇集起来成为左后主静脉，通入左侧古维尔氏管。

（2）右后静脉：白鲢尾静脉进入右肾的一个分支，不形成肾门静脉，而直接与右后主静脉相通。右后主静脉较粗大，直径为左后主静脉的 4-5 倍。左右后主静脉间有少数横的血管相互交通。

后主静脉除收集肾脏的血液外，还收集由体壁、腹鳍、臀鳍等处运输来的血液，最后入古维尔氏管。其主要分支如下：

（1）节间静脉：收集体背部及腹腔壁回来的血液流入后静脉，按节成对排列，与节间动脉并列。收集体背部的称椎肌静脉。在第 10-19 节脊椎间收集由背鳍来的血称为背鳍静脉，收集腹壁血液的是肋间静脉。

（2）髂静脉：位置与髂动脉一致，在第 8 脊椎骨附近通到后主静脉，收集由腹鳍回来的血液。

（3）臀鳍静脉：位置与臀鳍的动脉同，在臀鳍前基沿着体腔最后部分的内壁向上伸展，在第 21 脊椎处连到后主静脉，收集由臀鳍来的血液。

尾部第 22 到 30 脊椎骨处的节间静脉也收集部分由臀鳍基部回来的血液。

（4）生殖腺静脉：是在生殖腺的外表面可以看到一条纵贯生殖腺的静脉，左右各一条，在体腔后部连接到后主静脉上。

在生殖腺前部有少数血液流入肝门静脉。

生殖腺静脉有连在后主静脉上的，如普通鲑鱼，有连在肝门静脉上的，如美洲鲈，亦有左右两生殖腺静脉合并成单独的血管，直接开口于古维尔氏管，如鲤鱼。

3、肝门静脉：由肠静脉、脾静脉、胆囊静脉、鳔静脉汇集进入肝脏折散成毛细血管网，形成肝门静脉，毛细血管网再汇集到肝静脉回心。肝门静脉左右成对。生殖脉也有部分血液流入肝门静脉。

有些鱼类鳔后壁的血管注到后主静脉。

4、肝静脉：肝内许多毛细血管汇合成一对很粗大的血管，即肝静脉，其位置是埋在左右二侧背面部分的肝脏内。左右肝静脉分别连到左右古维尔氏管的后方，其位置接在后主静脉下方。

5、锁骨下静脉：是运送由肩带及胸鳍来的血液回心，左右成对，沿着肩内面向上延伸，连接到古维尔氏管的后下方，位置居于肝静脉的下方。

四、毛细血管（微血管）

毛细血管内一层边缘不规则的内层细胞构成，因细胞扁平，能增加血管的渗透力，便于血液和组织之间进行物质交换。毛细血管在鱼类分布在：

- 1、连接在动脉与静脉之间，（多数情况，动脉由粗变细，以毛细血管与静脉相连）。
- 2、连接在动脉与动脉之间（在鳃上入鳃小片动脉析散成毛细血管，汇集成出鳃小片动脉）。
- 3、连接在静脉与静脉之间（肾门静脉、肝门静脉）

五、板鳃亚纲血管系不同于真骨类的特点。

（一）心脏

由静脉窦、心耳、心室、动脉圆锥构成，动脉圆锥内壁有多行瓣膜，能自动地随心室收缩而有节奏地搏动，血液在动脉圆锥的流动由若干行瓣膜控制。

板鳃亚纲动脉圆锥内的半月瓣有 3 纵列， 2-7 横列。

（二）动脉

- 1、入鳃动脉五对，其中第一对进入舌弓半鳃，以后四对则各进入四对全鳃中。
- 2、每一鳃具出鳃动脉两条，在鳃上及鳃下均各自相连，成为四个全圈，其上部均以短的鳃上动脉连接于背主动脉，下部亦彼此相连，形成一长的管接鳃下动脉。
- 3、背主动脉的前端向头部延伸，超过第一出鳃动脉，称为椎动脉。椎动脉前端分为二支，每支均与同侧的颈总动脉相连。

（三）静脉

- 1、肾门静脉一对
- 2、具一对腹侧静脉，位于腹壁两侧的腹膜内，由腹部后端腹鳍处起（左右两侧血管在此相连）向胸鳍前行，接受腹鳍静脉，泄殖腔静脉，胸鳍静脉等，以后进入古维尔氏管。

第三节 淋巴系统

淋巴系统是血管的辅助部分，在发生上与静脉有密切关系。淋巴系统包括淋巴液及淋巴管两个部分。

• 淋巴液

淋巴液是流动在淋巴管内的液体,透明无色,以身体各部组织之间汇流到淋巴管,最后集中到静脉系中,参加血液循环。

淋巴液的组成一般与血液相似,由血浆及各种白细胞组成,但无红细胞。淋巴液中含有淋巴球及其他白细胞,至于血浆中所溶解的各种物质,淋巴液中也大多存在,只是数量不同,淋巴液中蛋白质含量较血浆少,但也含有纤维蛋白质,所以当淋巴液流到体外时也能凝固。

淋巴液的主要来源是由组织液渗进淋巴管所形成的,而淋巴液本身在循环中亦进入静脉参加血液组成,所以淋巴液是血液的辅助成分,也是组织液与血液之间的中间物质。

淋巴液能把组织液中多余的营养物质归还血液,组织中的细菌、异物等经淋巴液在通过淋巴组织等器官时加以消灭,此外淋巴液有吸收和运输脂肪的功用。所以淋巴液有供给细胞的营养,清除废物,保护防御的功能。此外淋巴液对修补组织,辅助幼鱼骨骼的发展都有一定的作用,鱼体各处黑色素的形成,多与淋巴活动有关。

二、淋巴管

最细的淋巴管成自组织间隙,其发始一端尖细,与外界不通,是盲端,后渐渐汇合,管径越来越粗,最后注入静脉,参加血液循环。

真骨鱼类头部表层皮肤底下的淋巴管很多,躯干部的浅层淋巴干管主要有:

- 1、背干管:位于鱼体背部中线皮肤下,由头部的后面到达尾鳍基部,在上枕骨前端进入头颅。
- 2、腹干管:在躯干部腹面,由头部达尾鳍基部,腹干管在胸鳍附近与头部淋巴管一起注入围心淋巴窦。
- 3、侧干管:是躯干部最大的淋巴管,位于大侧的轴上肌与轴下肌的交接处,它从尾部直到头部愈向前越粗大,在各肌隔处形成分支,在胸鳍内形成淋巴囊,在尾鳍基部分成细支达于鳍条,侧淋巴干管或注入头淋巴窦或注入古维尔氏管。

除了浅层淋巴管外,还有深层淋巴干管,在头部的深层淋巴干管与前主静脉平行,在脑部侧面,鳃部背面及围心腔腹面等处形成淋巴窦,并与躯干部各管相联系,躯干部的深层淋巴干管有:

- 1、椎下淋巴干管:纵行于背主动脉两侧的一对粗大的淋巴干管,从尾部直达头部,并接受肋间分支及体节分支,椎下淋巴干管与头部淋巴管一起注入后主静脉。
- 2、髓上干管:位于脊髓的背面,自颈部至尾部,并有分支向背面延伸,向前与头部各淋巴窦相连通。

3、深腹干管：在腹面体壁肌肉中有一深层腹干管，前方与围心窦相通，后方至尾鳍基部。

板鳃鱼类的淋巴系只有淋巴管，没有淋巴心和淋巴窦，主要淋巴管为椎下淋巴干管及腹淋巴管。

三、淋巴心

真骨鱼类大都在尾区有淋巴心，实系淋巴管扩大形成呈现圆形，能不断地搏动，位于最后一尾椎的下方与尾下骨紧接，左右淋巴心相通，淋巴心内有瓣膜调节本身的搏动，防止淋巴液倒流，淋巴管中也有瓣膜促使淋巴液向静脉方向流动和阻止红细胞由静脉流入淋巴管。

四、造血组织（拟淋巴组织）

鱼类没有淋巴结，淋巴球是由拟淋巴组织中产生，拟淋巴组织还能产生红血球。

拟淋巴组织分布广泛，主要有：

1、脾脏

软骨鱼类及硬骨鱼类都有明显的脾脏，但位置和形状在不同鱼类不完全相同，多数鱼的脾脏位于胃后面，肠前部背面的系膜上，鱼类的脾脏大致可区分为外层红色的皮质区和内层白色的髓质区，皮质区制造红细胞及血栓细胞，髓质区制造淋巴细胞和某些颗粒白细胞，所以，脾脏是制造各种血细胞的中心，也是毁灭陈旧红细胞的场所。

2、头肾

一些硬骨鱼类的肾脏前部有前肾的残余组织，称为头肾，它不起排泄作用，变成一拟淋巴组织，此头肾具有制造白细胞与毁灭陈旧红细胞的功用。

3、赖迪氏器官（Leydig's organ）

板鳃类在食道的粘膜下层与肌肉层之间有扁平的赖迪氏器官，能制造淋巴细胞，在特殊情况下也能制造红细胞。

此外，中肾可以生成血栓细胞，消化道粘膜下层、肝脏、生殖腺及中肾等器官组织可生成白细胞，软骨鱼类和肺鱼类肠道的螺旋瓣能制造各种白细胞。

鱼类血细胞可以在不同的器官内形成，在早期胚胎阶段，血管能形成血细胞，成体阶段除了血管仍能制造血细胞外，已经形成更重要的造血中心，即上述各种拟淋巴组织，在生活过程中担负不断破坏衰老的血细胞和制造新的血细胞的任务。