

一、动物血液一瞥

动物体内的液态环境

只要是活着的动物，必然表现出新陈代谢、生长、生殖、遗传等一系列生命活动。生命活动的最重要条件是动物体内必须具有呈液体状态的内部环境，如果体内液态环境出现异常或者遭到破坏，生命活动就会发生障碍甚至停止，导致动物体死亡。从我们日常见到的动物因干枯而死亡现象，可以领会到液态环境对生命的重要。

动物体内的液态环境是由动物体所含有的全部液体构成的，这些液体是一种溶解着多种无机物和有机物的水溶液，通常称为体液。任何动物体内的体液都占有相当大的比重，就人体来说，人的体液约占体重的 60%。

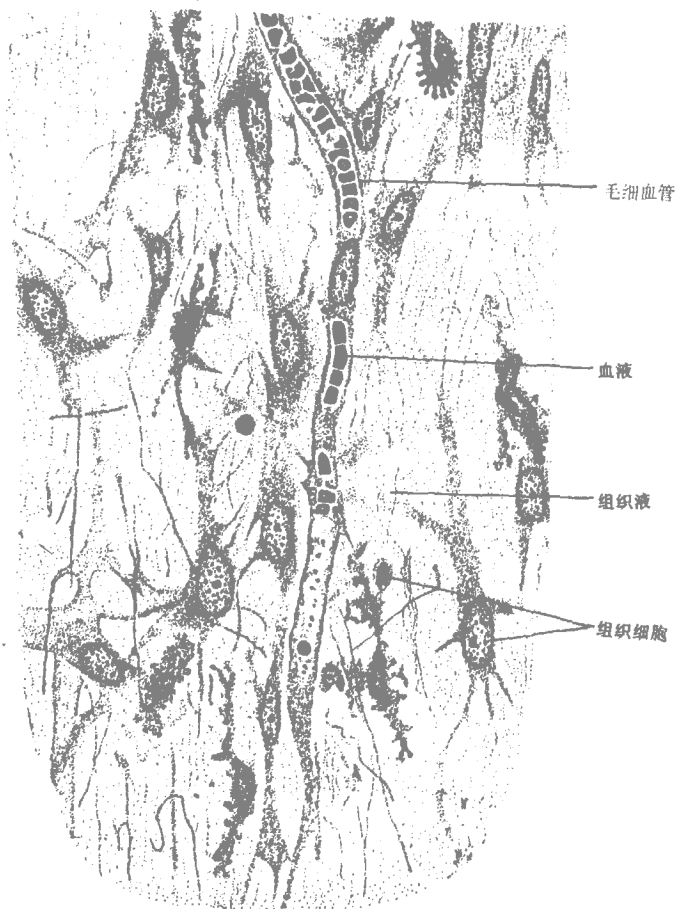


图 1 血液与组织液示意图

体液大部分存在于细胞内，小部分存在于细胞外，存在细胞内的液体叫做细胞内液，存在细胞外

的液体叫做细胞外液。细胞外液又分两种，一种是存在于组织细胞之间的组织间液（简称组织液）另一种是流动在心脏和血管中的血浆，即血液中的液体部分（图 1）。细胞外液构成了动物体内细胞生活的液态环境，也叫动物的内环境，以区别动物体所生存的外界环境。

动物体需要不断地从外界摄取各种营养物质，同时也需要及时地把代谢产物排向外界以进行物质交换，这样动物体才能执行正常的机能。单细胞动物（如变形虫）仅由一个细胞构成，因此它只有细胞内液。它的直接生活环境是外界，它的体表就是这个细胞的细胞膜，所以细胞膜就成了这个动物体与外界进行物质交换的界面。它的外界环境或是海水，或是淡水，或是含有水分的土壤，或是它所寄生的寄主组织液。

多细胞动物的细胞几乎全部与外界隔开，而且细胞内液和组织液之间隔有细胞膜，血浆和组织液之间隔有血管壁，但细胞内液和组织液之间、血浆和组织液之间是可以透过细胞膜或毛细血管壁交换物质的，因此多细胞动物体内的细胞可以通过体内的细胞外液与外界进行物质交换。这就是说，多细胞动物体从外界摄取各种营养物质先进入细胞外液，才能与体内的细胞进行物质交换，同时身体内的细胞所产生的代谢产物也必须先进入细胞外液，

最后才能排出体外。

细胞外液的化学成分和理化特性包括温度、渗透压、酸碱度等是经常变动的，但这种变动一般不超出一定范围，这说明内环境具有相对恒定性。内环境的相对恒定是细胞进行正常新陈代谢，维持正常生命活动的必要条件。

动物的血液

流动在心脏和血管中的细胞外液叫做血浆，血浆中浮游着的各种细胞叫做血细胞，这样，血浆和血细胞便组成了血液。换句话说，血液包括血浆和血细胞两部分，血浆是血液的液体部分，血细胞是浮游在血浆中的多种细胞。

是不是所有动物都有血液呢？不是。低等的无脊椎动物，例如原生动物、海绵动物、腔肠动物、扁形动物及线形动物等就没有血液。在稍高等的环节动物中（如蚯蚓），才开始有血液的存在，不过它们的血液构成十分简单，血细胞只是一些具有变形虫样的无颜色细胞，而且仅有一种类型，可以说它们的血液是处于血液发生的萌芽阶段。再高等一些的软体动物、节肢动物、棘皮动物等的血液构成也是

处于低级阶段，血细胞仍是变形虫样的无色细胞。直到脊椎动物中的圆口类动物，血液的构成才开始发生明显分化，血细胞有了白细胞和红细胞的区别，鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类的血液则渐渐达到更高的分化程度。哺乳动物的血液包括液体状态的血浆和具有细胞结构的红细胞、白细胞和血小板两大部分。

动物有了血液，也就有了心脏，而且靠心脏的搏动，血液在血管中不停地作循环流动。这样，心脏、血管和血液便构成了循环系统。可以这样说：没有血液的动物就没有循环系统，没有循环系统的动物决不会有血液。

血浆中含量最多的是水，约占血浆总量的90%，其余为固体成分。固体成分主要有两大类，一类是血浆蛋白，其中以白蛋白含量最多，球蛋白次之，纤维蛋白原最少；另一类是蛋白质以外的含氮化合物，主要是尿素、尿酸、肌酸、肌酐以及氨等。此外，血浆中还有一些糖类、脂类及无机物等。

红细胞也叫红血球，它的形状、大小和数量因动物种类的不同而有很大差别。例如在脊椎动物中，除哺乳类的红细胞呈圆盘形、没有细胞核以外，其他类动物的红细胞呈椭圆形，并具有细胞核。红细胞中含有能携带并释放氧和二氧化碳的血红蛋白。

白细胞也叫白血球，是有细胞核的无色细胞，静

止时呈球形，活动时常变形，在同一类动物中白细胞大小和数量的差异也很大。依照细胞质内有没有特殊颗粒，白细胞分为两类，一类是有粒白细胞，简称粒细胞；另一类是无粒白细胞，简称无粒细胞。粒细胞又分中性粒细胞、嗜酸粒细胞和嗜碱粒细胞；无粒细胞又分为单核细胞和淋巴细胞。正常情况下，各种白细胞在血液中的数量及各类白细胞所占比例都有一定范围。

在哺乳类以外的一切脊椎动物中，与血小板相应的细胞叫血栓细胞，它是一种有核的纺锤状细胞。哺乳类的血小板不是完整的细胞，而是一种更小的无细胞核的细胞质块。

血浆、红血球、白血球和血小板各有各的功能，流动着的血液把它们带到机体的各个组织，对机体起着多方面的特殊重要作用。

开放式血液循环和闭管式血液循环

我们知道，有血液的动物一定有循环系统，循环系统是由心脏、血管和血液共同构成的。在循环系统中，依靠心脏的搏动，血液被推入动脉并经动脉的各级分支输送到全身的器官和组织，然后血液

又经静脉回流到心脏，血液在心血管中的这种周而复始流动，便是血液循环。血液循环起着运输物质等多种作用。

血液循环有两种类型，一种是开放式循环，另一种是闭管式循环。大多数无脊椎动物是开放式的，即使是闭管式的，结构也很简单。随着动物向高级发展，才逐渐出现完善的闭管式循环系统。

开放式血液循环系统的特点是，血液自心脏流入动脉后，动脉末端开放，血液流出血管而进入组织之间，然后血液再从组织之间流回心脏。开放式循环系统见于环节动物的蚂蟥、大多数软体动物和节肢动物等。

闭管式循环系统是血液始终在血管内流动，从一条血管流到与它相连的另一条血管。尽管在一条血管到另一条血管之间要经过微小血管构成的微血管网，但血液始终不流出血管之外。闭管式血液循环系统见于大部分环节动物及某些软体动物（如乌贼）及所有脊椎动物。

脊椎动物的闭管式血液循环有的属单循环，有的属双循环。

所谓单循环，就是血液的循环途径只有一条，水中生活的鱼类就是这类动物。它的心脏由一个心房和一个心室组成，心房是静脉端，收集身体各处回流入心脏的静脉血；心室是动脉端，由它发出经动脉

并不断分支到身体各处。单循环动物的心房和心室内的血液都是缺少氧的血液（简称缺氧血），只有当心室把这种缺氧血经动脉送到鳃器官内，血管内的缺氧血才能与外界的氧进行气体交换而变成富含氧气的血（简称含氧血）。这些含氧血继续沿动脉分支到达组织，在此把氧气和营养物质分送给身体各处的组织细胞，同时把组织细胞代谢产生的二氧化碳和废物带走。这时血管内的血液又成为缺氧血，再经静脉返回心脏，所以单循环类动物的心脏内完全是缺氧血。它们的心脏很小，推动血液循环的力量很弱，血流速度也很慢。

所谓双循环，就是血液循环存在两条循环路径，一条是肺循环，另一条是体循环，这样的循环见于用肺呼吸的动物。血液在心脏和肺脏之间进行循环流动的肺循环，流程较短，也叫小循环；血液从心脏流到身体各组织器官再流回心脏的体循环，流程较长，也叫大循环。在双循环中又有不完全循环和完全循环两种，两栖类和爬行类的血液循环属不完全的双循环，鸟类和哺乳类的血液循环属完全的双循环。两栖类的心脏特点是：心房已完全分隔为左心房和右心房，而心室没有分隔；爬行类的心脏特点是：心房也分隔为左、右心房，心室虽有分隔但不完全，以致左、右心室依然相通。因为心室既接受由小循环进入左心房的含氧血，又接受由大循环

进入右心房的缺氧血，所以两栖类和爬行类心室内的血液都是半新鲜血。这样的血液含氧量依然很低，所以动物体的能量代谢不够旺盛。到了鸟类和哺乳类，血液循环便属于完全的双循环。它们的心脏已分为四个腔，即左、右两个心房和左、右两个心室，进入右心房和右心室的是缺氧血，进入左心房和左心室的是含氧血，于是缺氧血和含氧血就不再混合，动物体的能量代谢也随之旺盛起来。

脊椎动物血液循环的几种方式见图 2。

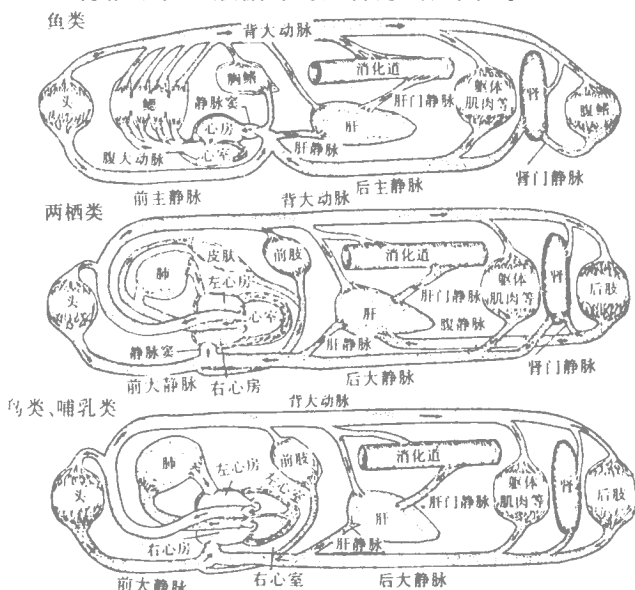


图 2 脊椎动物的血液循环方式

红色的血液和不是红色的血液

一提到血液的颜色，人们便说它是红色的。如果这个回答仅指脊椎动物而言，那就全对；如果指的是所有动物，那就不完全对了。

脊椎动物的血液确实呈红色，这是因为它们血液中含有大量红细胞，而红细胞的主要成分是由血红素和珠蛋白结合而成的血红蛋白，其中的血红素是红颜色的，所以血液才呈红色。血红蛋白的主要功能是输送氧和二氧化碳。

至于血液是鲜红色的，还是暗红色的，或者是紫红色的，则随红细胞内所含氧量的多少而异。一般情况下，含氧量较多、含二氧化碳较少的血呈鲜红色，我们称之为动脉血；含氧较少、含二氧化碳较多的血呈暗红色，我们称之为静脉血。这里要说明的是，动脉血和静脉血并不完全指的是血液流动在动脉内还是静脉内 而是指它们含氧量的多少。比如，流动在肺静脉内的血液含氧量多，是鲜红色的，仍叫做动脉血 流动在肺动脉内的血液含氧量少 是暗红色的，仍叫做静脉血。

另外，在某些情况下，由于血液中的红细胞数

量减少，或者是血红蛋白浓度减低，无论动脉血或静脉血，颜色都会变浅。

在有血液的无脊椎动物中，少数环节动物及节肢动物的血液里含有血红蛋白，所以它们的血液也是红的。有些软体动物和大多数节肢动物的血液含有与血红蛋白功能相似的血蓝蛋白，血蓝蛋白是青色的，于是这些动物的血液也是呈青色的。但是绝大多数无脊椎动物血液里的细胞只有一种无色细胞，所以它们的血液只能是透明而无颜色的。

至于那些没有血液的动物，既然它们没有血液，也就谈不上血液是什么样的颜色了。压挤没有血液动物时所流出的液状物，不过是它们的组织液而已。

冷血动物和热血动物

大家知道，两栖类的青蛙和爬行类的蛇属于冷血动物，高等脊椎动物的鸟类、哺乳类属于热血动物。那么，青蛙和蛇的血液是冷的吗？鸟和猫、狗的血是热的吗？显然不是。

所谓冷血动物和热血动物，不是指它们的血液温度高低，而是指它们的体温能否保持恒定来说的。热血动物体内有自身调节体温的机构，天气寒冷时，

可增加体内产热量，外界气温升高时，又可以通过各种解热机制来散发体热，从而使体内产热量和散热量达到动态平衡以维持体温的相对恒定。因为热血动物的体温不受外界环境温度的影响，所以又叫恒温动物。冷血动物则不然，它们体内没有自身调节体温的机构，所以外界环境温度升高时，体内物质代谢率高，体温也随之升高，于是就躲在阴凉的地方，以利体内温度的散发；外界环境温度降低时，物质代谢率低，体温也随之降低，它们就在日光下取暖，或钻进洞穴内进行冬眠。在冬眠期间，动物处在麻痹状态，代谢率降至最低，氧的消耗和二氧化碳排出量均明显减少，呼吸和心率降低，血流缓慢，体温降到最低；当外界气温升高时，体温随之上升，这些动物才苏醒过来逐渐恢复活动。因为冷血动物体温是随着外界环境温度变化而变动的，所以又叫变温动物，除鸟类和哺乳类以外（少数鸟类和低等动物的体温变化情况介于变温动物和恒温动物之间 称为异温动物）大多数动物属于这类动物。

热血和冷血既然指的是体温说的，那么，血液又和体温有什么关系呢？原来，前面所说的高等动物自身调节机构就与血液有着密切关系。血液在体温调节过程中起着两种作用，一是缓冲作用，血液能吸收体内产生的热，使体温不致因体内产热多而有大的变动；二是运输作用，体内产生的余热几乎

全部靠血液送到体表，通过增加皮肤血管的流量散发。此外，血液内有大量的水分，水的比热较大，可以吸收较多的热而使血液本身温度升高很少，从而缓冲了体温的变动。而且，水对热的传导性比其他液体的高，也有利于将体内深部产生的热传到体表。相反，外界温度降低时，只要降低缓冲作用和运输作用，通过调节中枢减少皮肤血流量，便可保持一定的体温。当然，自身调节体温的机制还不止此，这里只谈血液方面的罢了。

二、人血概要

人的血液组成

和其它哺乳动物的一样，人的血液也包括细胞部分和液体部分。细胞部分有红细胞、白细胞和血小板，这三类细胞合称为血细胞；液体部分称为血浆。

将从血管中抽出的血液装入玻璃管内，同时加入适量的抗凝剂防止血液凝固，经过离心沉淀，可以看到玻璃管中的血液明显分为上下两层，上层的淡黄色透明液体是血浆，下层的红色物质是红细胞。红细胞的上面有薄薄一层白色物质是白细胞和血小板（图 3）。由此可见，红细胞的比重比白细胞、血小板的要大，白细胞和血小板的比重比血浆的要大。

在离心沉淀之前如果不在血液中加入抗凝剂，几分钟后血液就会凝固成胶冻状血块。这种血块在

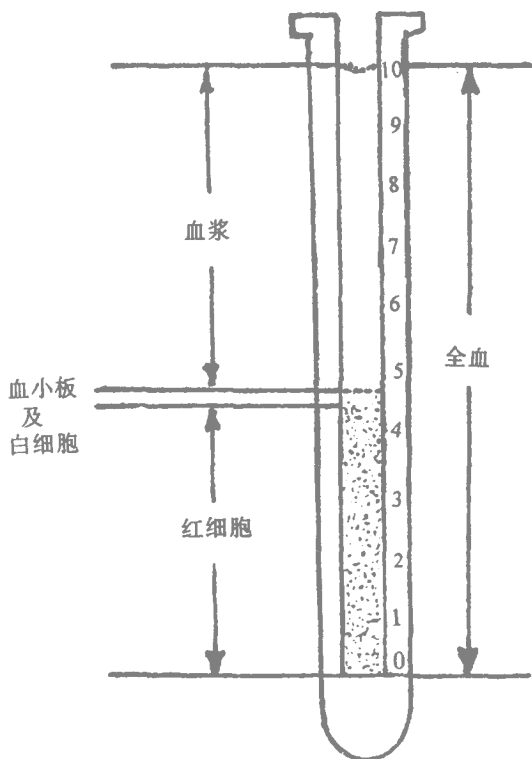


图3 玻璃管中血液分层示意图

室温下搁置 1 小时以后便开始缩小，并在血块周围出现少量黄色澄清液，这种澄清液叫做血清。血浆和血清的区别主要在于：血浆是体内流动着的血液的液体部分，它含有纤维蛋白原；血清是血液流出血管外凝固后从血浆中分离出来的液体部分，它不含纤维蛋白原。也就是说，血清是去除了纤维蛋白原的血浆。

正常情况下，血液中各类成分所占的容积百分比有一定范围，例如血浆占 50%~60% 成年男子的红细胞占 40%~50% 成年女子的红细胞占 37%~48%，白细胞和血小板约占 1%。

1. 血浆

血浆中含量最多的是水，约占血浆总量的 90%~92% 其余 8%~10%是各种溶质。溶质中以血浆蛋白含量最大，占血浆的 6.2%~7.9% 无机盐较少 约占 0.9% ；其余为含氮的和不含氮的非蛋白质有机物以及气体等。

血浆蛋白包括白蛋白和球蛋白两大类，它们的分子量都很大。在 100 毫升血浆中，血浆蛋白总量为 6~8 克，其中白蛋白为 3.5~5.5 克，球蛋白为 2~3 克。血浆中的无机盐包括氯化钠、碳酸氢钠、氯化钾等，它们大多以带电荷的离子状态存在，所以称为电解质，其中以钠离子和氯离子为最多。除此之外，血浆中还含有微量的铁、碘等多种元素。

每 100 毫升血浆中各种物质的含量大致是：水 90~91 克 葡萄糖 80~120 毫克 脂类总量 450~700 毫克 尿素 30 毫克 肌酐 1~2 毫克 尿酸 2~4 毫克 钠 310~330 毫克 钾 16~22 毫克 钙 9~11 毫克 镁 2~3 毫克 氯 370 毫克。血浆中的上述成分有的是从消化道和肺吸收进来的 如葡萄糖和氧 有的是从组织细胞排放出来的 如二氧化碳和尿素 这

些成分的量经常在一定范围内变动着。在疾病情况下，血浆中的某些成分才可能偏离正常范围。

2. 红细胞

红细胞没有细胞核，细胞质内也没有成形的结构。整体呈中央凹陷的扁圆盘状，直径约 7.5 微米。在每立方毫米（即 1 微升）血液中，我国成年男子红细胞数目为 400 万 ~ 550 万个，成年女子为 350 万 ~ 500 万个，新生儿可超过 600 万个。长期居住在高原的人比居住在海平面的人红细胞数目要多，一个人运动时比安静时也多些。

血液中的红细胞有两种，一种是完全成熟的叫成熟红细胞；另一种是接近完全成熟的，叫网织红细胞。网织红细胞比成熟的红细胞直径略大，可达 8~9 微米。正常人的血液中每 100 个红细胞中有 0.5~1.5 个网织红细胞。

红细胞的主要成分是血红蛋白，正常人血液中的血红蛋白与红细胞数量有密切关系。一般地说血液中红细胞多，血红蛋白的含量也较高，健康成年男子每 100 毫升血液中的血红蛋白含量为 12~16 克 成年女子为 11~15 克 新生儿为 17~20 克 高原地区居民成年男子血红蛋白可达 17 克 女子可达 15 克。

红细胞在血液中的平均寿命约 120 天，这期间它一直随着血液循环，执行着输送气体任务，寿命