

# 血液和血液循环

蔡景峰

科学技术出版社

# 血液和血液循环

蔡景峰

科学技术出版社

1959年·北京

## 本書提要

本書用了許多實驗例子，生動地描述了有關血液的生理現象，它解決了我們對血液很多的疑問，如血液都含有什么、有什么功能、為什麼會凝固、血型是怎麼回事，以及與血液有關的病理問題等等。同時也全面地介紹了心臟、血管的生理功能和血液循環的現象；最後還談到怎樣保護心臟和血管、預防疾病。

本書寫得通俗生動，可供一般幹部、中學生、小學教師、中初級醫務人員閱讀。

總號：1819

### 血液和血液循環

著者：蔡景

出版者：科學技術出版社

(北京市西四門外大街)

北京市書刊出版業營業許可證出字第001號

發行者：新華書店

印刷者：北京市通州區印刷廠

(北京市通州區羅營大街40號)

開本：787×1092 1/32 印張：2-2

1959年5月第1版 字數：49,500

1959年5月第1次印刷 印數：10,060

統一書號：14051·147

定價：(9) 2角3分

## 目 次

宝贵的液体	1
当血液放入試管以后	4
1. 辛勤的搬运者	6
2. 身体的国防軍	15
3. 当河流决堤的时候	20
4. 无形的战綫	25
5. 一把鎖配一把鑰匙	28
6. 疾病的鏡子	33
7. 是搬运者也是調节者	36
永不休止地流动着	40
1. 不知疲劳的工作者	41
2. 最完善的运输路綫	53
3. 用三个指头帮忙看病	57
4. 循环系統的物理学	58
5. 特殊装置和特殊需要	65
保获心脏血管、預防疾病	67

## 宝 貴 的 液 体

石油被認為是工业上最宝贵的液体，由于它的宝贵，人們把它叫做“工业的血液”。血液，的确是很宝贵的液体，人們把它看做是人体最宝贵的东西，因此我們常常把它拿来形容事物的可贵和高尚。比如說：“为祖國献出最后一滴血”。我們的国旗是紅色的，它象征着是无数烈士的鮮血所換取来的。給病人献血，特别是給伤病員献血，被認為是最高尚的道德品質的表现。沒有血液，人是活不了的。那么，血液究竟怎样宝贵呢？它究竟在身体里負担些什么任务呢？这些問題恐怕不是每一个人都了解的，而这些正是血液之所以宝贵的理由。

总的說来，血液之所以宝贵，在于它負担着一些极其重要的生理活动，沒有这些生理活动，人的生命是不可能存在的。血液所負担的任务，可以說是在身体里負担得最多的組織之一。譬如肌肉的功能，仅仅是使人体获得动作，骨骼的用处，是給肌肉附着、支持身体的重量以及保护內脏。而血液呢，它的功能可以数出十来項。

从动物进化的观点来看，人类的祖先是猿猴，而猿猴等陆棲动物則都是由海棲动物进化而来的；海棲动物的細胞，終日浸泡在液体里面，拿单細胞动物阿米巴、或低等动物水螅來說吧，它們的里里外外全是液体，而人类的細胞到現在也仍然生活在和海水成分相似的液体里面，同时，人体每一个細胞的内部也是含有大量液体的。我們身体里面的水分很

多，大約占全部體重的70—75%左右，我們把這些液體叫“體液”。沒有體液，干癟癟的細胞，是無法生活下去的。

十九世紀中葉，法國的一位有名的生理學家叫伯爾納，他把細胞這種被液體包圍的情況叫做有機體的內環境，它的重要性甚至比有機體的外環境更重要。因為細胞的每一項生理活動，如吸取養料，排泄廢料……等等，全靠它來進行。

體液的種類有好幾種，由於存在於不同的部位而得到不同的命名，如：在淋巴管里有淋巴液，在細胞里有細胞內液，在血管里有血液，在組織之間有組織液等等。如果從量的方面去看，血液在體液里所占的分量很小，僅僅占6%左右，但是它的重要性卻遠遠地超過其他體液，這是因為它負有特殊的使命，它是細胞與外界發生連系的橋樑。因此，它比身體其他體液如腦脊髓液、淋巴液流通的範圍要廣得多，流動的速度也要快得多了。細胞通過它周圍的組織液，再經過血液和外界環境發生極其密切的聯繫。

一個人究竟有多少血液呢？我們可以按照體重來計算。血液的量大約相當於一個人的體重的8%，比如說，你的體重是60公斤，那麼，你就有4.8公斤的血液，這些血液大約合5,000c.c.左右。也許你會有疑問：人的血液總量是怎樣計算出來的呢？是不是把血液都放出來量一量呢？當然不會的，我們不會那麼做。人們是這樣測定血量的，比如：向血液里注入一種對人體沒有毒性、帶顏色的顏料溶液，由於顏料原來的濃度及數量是可知的，因此，在一定時間內再抽點血液測定一下，看看這些顏料被稀釋了多少倍，就可以算出血量來了。

用這種測定方法，有些科學家研究了我國青年男女的血量是：男青年每公斤體重有82.6c.c.，女青年每公斤體重有

正常情况下，血液的总量是恒定的，很少变化。血量的突然减少，常常可以使人体产生一些变化，有时甚至引起生命的危险。比如：一个人如果失去血液总量的20%时，生命就感到很难维持，如果突然失血达总量的30%时，生命就会发生危险了。

血量是不是一点也不许有改变呢？也不是的。血量在一定范围里是允许变动的，如上面所说的性别就是一个例子，男性的血量比女性稍多一些。瘦弱的人比强壮者的血量少一些，但瘦弱的人的血量却反而比肥胖人多。此外，还应该说明一个问题，就是人的血量可不可以减去若干量而不发生不良后果呢？答案是肯定的，根据研究，一个人在一时失去500 c.c. 以内的血液，对身体是毫无影响的，这是因为当身体失去这些血液时，血液即刻从组织里吸入等量的组织液，补充血量，因此，在失血一、二小时以后，血量就恢复到原来的量了。再说，平时身体里的全部血液也不是全部在执行它的任务的，有相当一部分的血液是作为“后备军”的形式储藏在某些地方的（如肝脏及脾脏），当身体需要时，这些后备力量就会出来帮忙了。由于这个理由，人们才有可能进行输血的工作，也正是这样，每次输血 200—400c.c.，作为舍己救人的高尚表现，是有一定的科学根据而不会发生什么危险的。

血液是一种稠粘的液体，它的比重一定会比水大，这是毫无疑问的。经过测定，血液的比重是1.050—1.060，比水重得多。有一种简便而准确的测定方法：把硫酸铜配成各种不同的浓度，然后各以一滴血液滴入各种浓度的硫酸铜溶液里面，看它在哪一浓度的溶液里能作到不浮不沉，这个溶液的比重就是血液的比重。

## 当血液放入試管以后

从上面的叙述里，我們对于血液，还仅仅是看到它的輪廓，只說到它的重要性，可是，这些皮毛的了解还远远不能滿足我們的需要，現在，我們必需深入血液的内部去游覽一下，才能得到深刻的了解。

血液是不停地在体内流动着的，如果我們不采取一些方法，是很难观察到它的奇妙的。現在，讓我們用一个空針，抽取几c.c. 的血液，放在試管里面，再从从容容地来研究血液的秘密，那就要方便得多了(图1)。

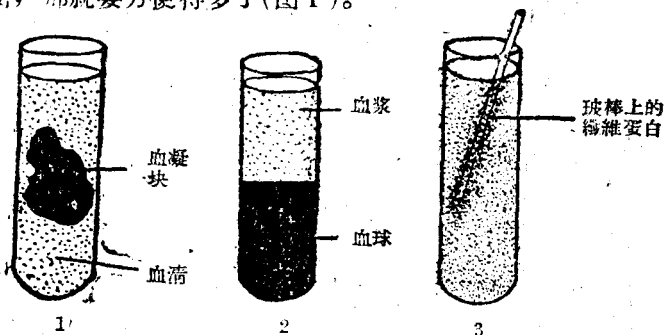


图1 三个試管

1. 血清与血凝块；

2. 血浆与血球；

3. 去掉纖維蛋白的血

这里三个試管：第一个試管是很干净的，没有加入任何外加的物质，血液放入这个試管以后，经过四、五分钟，血液就会渐渐凝固，就象是用面粉加水以后，打出来的浆糊那样凝固起来，变成半固体，最后就不流动了。如果你还想知道它会有什么变化的話，那么，等第二天你再去看看这管血液吧，現在和昨天簡直是两样了，在一些黄綠色的液体里



面，有一块紧紧收缩着的血块，浮在这些液体中间，我们给这些黄绿色的液体起名叫“血清”，那中间的块状物是血凝块。

再来看看第二个试管吧！在这个试管里，我们先放入一点点叫枸橼酸钠（或柠檬酸钠）的东西，再加进血液。那么，这些血液无论放多长的时间，它也不会象第一个试管的血液那样凝固了。不但不凝固，还会发生另一种现象，有些“沉渣”一样的东西，开始下沉，就象一杯刚泡的咖啡茶，放久了就有渣子沉下来一样。这时候，上面黄绿色的液体我们把它叫“血浆”，下面一些“沉渣”，是血液里的固体部分，也就是细胞部分。

最后，看看第三管吧！当我们把血液放入试管时，就不时地用一根玻璃棒搅动血液，过几分钟，玻璃棒上面将搅上一团有弹性的丝状物，象是一团蚕丝似的，而血液则会象第二管那样，永不凝固，也同样地析出黄绿色的液体和细胞部分来。

现在，让我们把注意力集中到第二个试管上面，因为这一问题需要先来解决，而第二、三管我们当然也要解决，将在后面的几节里慢慢再谈。

第二个试管已经分出血浆和细胞部分了。血浆部分看去是一些黄绿色的水，但却包含有丰富的内容。当然，它的绝大部分还是水分，但也包含一些固体物溶解在水里面，如蛋白质、磷脂……等等。有形部分则是一些细胞，最下面那一部分是红色的，它包含无数的红血球，在红血球上面有一层很薄的、白色的东西，里面包含白血球和血小板（大约占血液的0.5%左右）。

在正常情况下，血球部分和血浆部分在血液的量方面是各占一半的，但是，一般的比量也可以是45—50：50—55，

也就是說，血漿可以占比較多的量。

血漿的成分，並不完全是水；我們已經提過了。血漿的成分是這樣的：

水分	91—93%
固體物：	8—9%
血漿蛋白質	6.5—7.5%
磷脂、膽固醇、脂肪	0.7%
無機鹽（主要是氯化鈉）	0.75%
其他有機物（葡萄糖、尿素、氨基酸）	0.15%

這些成分也不是絕對不能變動的，它主要地是受人體營養情況的影響，換句話說，在一定程度上，血漿的成分代表一個人的營養狀況，特別是血漿蛋白、脂肪及葡萄糖等，所以我們在測定一個人的營養狀況的好壞時，常常測定其中的血漿蛋白量的多少。一般說，血漿蛋白越多，則營養狀況越好。

### 1. 辛勤的搬運者

紅血球是血液細胞中數目最多的一種。有時我們在醫院里看病，化驗員在我們耳朵上取一小滴血，就是要數數血球的數目。紅血球的數目，每一立方毫米（約相當於一粒芝麻的大小），就有500萬個。女子的紅血球比較少一點，約為450萬。這麼多的紅血球是怎麼數出來的呢？他們當然不是一個個地數，而是用科學的方法把血液稀釋幾百倍，再數其中的一小部分，就可以很容易地計算出來了。

我們身體里總共有多少紅血球呢？

如果你的體重是55公斤的話，那麼你全身的血量大概有4,400 c.c.，1 c.c. 是1,000立方毫米，這樣你的全身的红血球的數目應該是：

$$4,400 \times 1,000 \times 5,000,000 = 22,000,000,000 \text{ 個。}$$

全身有22万亿个紅血球，是个多么大的数目，虽然女子的紅血球数目要少一些，但也是相当可观的！

根据用显微方法测量的结果，一个紅血球的直径，平均大约是7.6微米（1毫米=1,000微米），依照这个数目来计算，如果把身体里所有的紅血球一个挨一个地排列起来，这条“球繩”能围绕地球的赤道三圈半，你看长不长？

紅血球的体积为什么要这样小呢？这是因为：①体积越小，它的总面积就越大，因而能更好地完成它的携带氧气及二氧化碳的任务。組織是不停地需要氧气的，因此，血流的速度也很快，紅血球不可能在肺里停留很久来装运氧气，所以，它的体积越小，就越发显得灵巧、輕便；②全身的器官組織很多，非把紅血球变得这么小，数目弄得这么多，就应付不过来；③血液在血管里面流动，最小的毛細血管正好能通过一个紅血球，如果紅血球稍大一些，就会通不过去。据估计，紅血球的总面积为3,800平方米，相当于4—5个篮球場的大小！

其实，人們用紅血球这个名詞，并不十分恰当。因为“球”在我們的印象中，應該是圓的，从球的中心至球壁上任何一点（半径）都應該是等长的。可是，紅血球实际上并不是这样的。如果把它放在显微鏡底下看一看，它的外形是扁的，跟烧餅一样，这个餅的边緣比中心要厚，成一个周围厚，中心薄的圓盘形細胞（图2）。所以，用紅血球这个名字是不恰当的，現在，科学家們已經用“血紅細胞”的名



图2. 紅血球

字了。不过“紅血球”这个名字沿用已久，一时还改不过来，所以讓我們仍然把它叫做紅血球！

顧名思义，紅血球必然是紅的，不錯，紅血球的确是紅顏色的，在上一章我們所見到的第二个試管，血浆是黃綠色的，因此我們就能够很快地想到，血液的顏色，主要是来自紅血球。

什么东西使它获得紅的顏色呢？是包含在紅血球里面的血紅素，使人們的血液有紅色的外觀。血紅素是一种化学物質，它含有鐵和蛋白質。

又黑又硬的鐵，怎么可能裝在这么小的血球里面，而且变成紅顏色呢？这也不难理解，鐵，并不是硬帮帮地裝入紅血球的，而是成为一种化合物存在紅血球里面。鐵的化合物在我們日常生活中也并不少見，比如，切过菜的刀子，如果不擦干，过两天，刀上是不是要生一层棕色的鐵锈，把它溶在水里面，水就成了棕色的，这些“锈”是鐵和氧的化合物。蓝色的墨水也是鐵的化合物（綠矾）做成的。血紅素就是一种鐵和蛋白質在一块儿組成的化合物，根据研究，血紅素里面的鐵，仅占全量的0.366%，而紅血球里面大部分却也是水，它的成分是这样的：

水分	65—88%
固体物：	32—5%
血紅素	3.0—10%
磷脂、胆固醇等	1%
蛋白質	0.5—1%
无机盐（主要是氯化鉀）	0.5—0.6%
其他有机物（葡萄糖、尿素等）	0.2%

以整个血量來說，每100 c.c. 血液，大約含血紅素15公分左右，女子要比男子的略少一点。当紅血球的数目或其体内所含的血紅素因某些原因而减少至一定数值时（如血紅素

少于12公分，紅血球320万以下），我們把这种情况叫做貧血病。

从紅血球的形态来看，我們很难想象它是一种細胞，因为它已經失去細胞的某些特征——它沒有細胞核。可是，如果我們从进化的观点来看，却可以看出它的发展程序来。在低等动物，紅血球并不是餅形的，而是名符其实的球形，或是橢圓形的，而且它的中心还有一个核。我們的远祖，是海棲动物，在水中，它們需要的氧气并不太多，而紅血球的主要任务就是携带氧气，因此，整个細胞被細胞核占去一部分，对于携带氧气來說，关系并不大；可是，当动物渐渐进化，从水里到陆地，它們需要的氧气就多了，因此，旧有的紅血球的形态显然不能滿足需要，于是，在进化的过程中，动物把紅血球的核抛棄了。同时，从形状上加以改进，使它能获得最大的面积来吸取氧气，这就是人体紅血球的形态及內容的成因。从人体紅血球的发育也可以証明这一点，当紅血球的前身剛被制造出来的时候，也是圓形而帶有細胞核的，以后，細胞核渐渐碎裂，变成网状，細胞也渐渐改变形状，等到成熟以后，就成为无核的盘形細胞了。

紅血球在体内究竟做些什么工作呢？刚才已經談了一点：它主要是携带氧气的。不錯，紅血球在身体里面的任务就是搬运“东西”，这些“东西”只有两种，一种是氧气，另一种是二氧化碳。用什么来搬运这些貨物呢？主要工具就是血紅素，当然电解質也参与一部分工作。

血紅素很容易和氧气及二氧化碳結合，但結合得并不牢固。現在，讓我們假設，血紅素就象是紅血球身上的衣服口袋一样，当一个个的紅血球从靜脉里流向肺部的时候，在肺部这个“大碼頭”里，每一个紅血球都在“口袋”里装滿了氧

气，由于装有氧气，透过薄透的膜，我們可以看見它的顏色是鮮紅的，这时候，它从肺脏回到心脏，再由心脏涌入全身每一根动脉，因此，当动脉破裂时，流出来的血液是鮮紅色的。现在，紅血球携着满口袋的氧气来到全身各个角落的組織和器官，这里正在渴望氧气的到来，以便进行必要的生理活动，这时候，紅血球把“口袋”里全部的氧气傾倒出来，供給組織，同时，它把器官和組織在工作过程中所产生的废物——二氧化碳又装入“口袋”（这次可不是装得满满的，因为有一部分二氧化碳已經由血浆和紅血球中的电解質携带了，血紅素仅仅分担了这个装运工作的一部分而已），从靜脉里携回心脏去。这时候，由于装的不是氧气，所以它的顏色也变了，透过薄透的“口袋”，可以看出它是紫紅色，而不是鮮紅的，这就是为什么平时从靜脉里抽出来作化驗用的血液不是鮮紅色的原因，同时，靜脉从外表看去不是鮮紅的，而是青兰色的“青筋”。紅血球捎了这些二氧化碳由靜脉回流入心脏，由心脏再进入肺脏，把二氧化碳卸下来，再一次装上氧气，重新踏上它的漫长的旅途。

也許你会产生这样的問題，为什么紅血球在肺部里装的是氧气，不是二氧化碳，而在組織里装的是二氧化碳而不是氧气呢？这个問題也不难解决，这是决定于当时的环境的。我們知道，肺泡里面是充满新鮮空气的，也就是說，氧气很充足，这样，氧的压力很高，而二氧化碳很少，压力当然会低一些（气体的压力或叫张力，是和它的浓度成正比例的），而在这里的紅血球却含很少氧气，大部分是二氧化碳，換句話說，在肺里，紅血球这边的二氧化碳压力高，氧的压力低。正象流体的通性一样，在这里，也有着“水往低处流”的特性，因此氧的压力大，就往紅血球里滲，而二氧化碳又透

过紅血球的膜到肺泡里，就这样进行着气体的交换。由紅血球渗出来的二氧化碳又从肺部呼出体外。而在組織里呢，情况正相反，那里二氧化碳的压力高，紅血球带来的氧气就会往組織里渗，組織里的二氧化碳又会被紅血球带走。怎样証明呢？讓数字的事实来証明这一点吧：

	氧的分压	二氧化碳的分压
	102毫米汞柱高度	40毫米汞柱高度
肺泡里	102	40
静脉里	40	45
动脉里	80—100	40
組織里	35	45—55

事实上，压力的差别仅仅是形成气体交换的先决条件，而具体的交换情况，却是通过一系列的复杂的物理和化学过程来完成的，在这里紅血球在携带氧气中担负了主要任务，而在二氧化碳的携带工作中，則还有血浆的功劳。有关这方面的詳細知識，請参閱“人体的呼吸机能”一書（科学普及出版社出版）。

紅血球的一生和整个人的寿命——几十年或一百多年比起来，显然是很短暂的，现在讓我們来看看紅血球是怎样走过它的这段生命的历程吧！

我們且不从胚胎的极早期去追究紅血球的制造所，因为那时候胚胎还没有形成人样的外形，现在只讓我們从胚胎的第2—5个月来看看。这个时候，紅血球的制造所主要是肝脏，此外，脾脏、胸腺也参与这个工作，到胚胎发育至五个月以后，造血的功能就渐渐由骨髓来代替了，直到胎儿誕生以后的一生中，造血的任务永远是落在骨髓的身上。并不是所有的骨髓都可以制造紅血球的，只有紅骨髓才能制造紅血球。人在初生的时候，全身的骨髓都是紅骨髓，所以，那时候的骨髓都能造紅血球，等到出生5—7年以后，骨髓里面

开始发现黄骨髓，黄骨髓主要是脂肪組織，它沒有造血的能力。(我們吃猪骨头的时候，可以看到长骨头中間那些骨髓尽是些油質，这就是黄骨髓)。从这时候起，造血的任务，就落在少数骨头的骨髓身上了，它們是：肋骨、鎖骨、脊椎骨、胸骨、头盖骨及髌骨等，因此，当人們吃猪的这些骨头时，从断碎的骨端总可以看出里面是紫紅色的髓，这就是紅骨髓。一个成年人的骨髓大約占全身体重的3.4%—5.9% (即3,000克左右)。

紅骨髓有丰富的血管，初造出来的紅血球都是些有核的，以后，核逐渐消失，只有成熟了的紅血球，骨髓才允許它通行无阻地进入血循环去。在某些情况下，由于身体的需要(例如經常住在缺氧的高山上的人)，骨髓就会加速造血，同时也放出一部分未十分成熟的紅血球来。这样，在血液里也就可以看到带核的紅血球了。

要出产品，就需要原料，造紅血球需要什么原料呢？我們方才不是說过，紅血球里面主要是血紅素嗎，血紅素不是鉄和蛋白質的化合物嗎，那么，要造紅血球，主要就拿鉄和蛋白質不就行了嗎？不錯，鉄和蛋白質我們每天都在吃，但并不是任何蛋白質都可以造血的。据研究，肝类的蛋白質最适于造紅血球，不管是猪肝、牛肝、羊肝、鷄肝，都很有补血功效；腎、胃的补血功效也不錯，普通的魚、肉、蛋类虽然也含有很多蛋白質，但它們的补血功效就远不如肝类。为什么同样是蛋白質，而有这种差別呢？这点到目前还弄不清楚。至于鉄質呢，主要来源除去肝、肉及蛋以外，蔬菜中的菠菜、大豆、豌豆以及水果中的杏、苹果等也含得不少，紅糖里面也有不少鉄質，难怪我国古老的习惯，产妇要吃紅糖和煮鷄蛋，确实有点道理。



把鐵質和蛋白質放在一塊兒，給動物吃，而不吃其他東西，動物還是要發生貧血。這又是怎麼回事呢？真是令人費解。經過很久的研究，才發現：骨髓製造紅血球並不是單純地把鐵和蛋白質放在一塊兒就造出來了。它還需要不少其他輔助因素，如果我們把鐵和蛋白質當成是機器的主件，那麼，這些輔助因素就象螺絲釘一樣，沒有螺絲釘，光有主件，也是枉然。現在讓我們來看看造血時所需要的各式各樣的“零件”吧：

(1) 銅、鈷 科學家發現，沒有銅的存在，雖然吃了許多鐵質，也不能被身體吸收加以利用，而鈷呢，則有增強和促進血紅素的合成作用，它通過刺激骨髓，使鐵和蛋白質合在一起，製成血紅素。這兩種元素身體每日的需要量很少，在每天食物中的量即夠需要。

(2) 維生素 其中以維生素丙及維生素乙複合體最為重要。在這幾種維生素裡面，尤以維生素乙<sub>12</sub>更為重要，科學家們發現，當食物中缺乏維生素乙<sub>12</sub>的時候，紅骨髓就會增生，加速製造紅血球；但所造出來的都是“廢品”，都是一些帶細胞核的紅血球，不能用於運輸氧氣及二氧化碳，如果給他補充維生素乙<sub>12</sub>，這種現象就會消失，顯然，維生素乙<sub>12</sub>象一把鑰匙，沒有它，骨髓中的這道門就無法通過，因而紅血球就無法成熟，因此，我們特地給維生素乙<sub>12</sub>起個名字——生血因子。

(3) 腸胃酵素 上列的因素皆具備以後，還不能製成紅血球，在胃內缺乏某種酶時，雖然把造血所需要的鐵、蛋白質、維生素乙<sub>12</sub>……齊備了，仍然發生貧血。經過研究，才知道胃液裡也有一種造血因子。為了和食物中的維生素乙<sub>12</sub>分別開來，我們把胃腸裡的因子稱為內在因子，而把後者稱