

科学魅力
ke xue mei li

人体内的 血 河

RENTINEIDEXUEHE



黄勇◎主编

- ▶ 你会发现原来有趣的科学原理就在身边
- ▶ 学习科学、汲取知识原来也可以这样轻松

轻松阅读的科普读物 / 探索科学奥秘的知识文库

兵器工业出版社



RenTiNeiDe
XueHe

科学魅力

人体内的血河

黄勇◎主编

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书把内容集中在探究人体内部血液方面,介绍相关背景,普及相关知识,分为:血液家族、血液循环、血型与输血造血、血液与疾病、人类探索血液学之路等几章,所选内容精当,文字简明,内文配图别具一格,形象生动,非常适合广大少年儿童阅读和课外学习。

图书在版编目(CIP)数据

人体内的血河 / 黄勇主编. —北京:兵器工业出版社, 2012.10 (2013.1重印)

ISBN 978-7-80248-779-6

I. ①人… II. ①黄… III. ①血液—青年读物②血液—少年读物 IV. ①R331.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第200883号

人体内的血河

出版发行:兵器工业出版社

责任编辑:许 晶

发行电话:010-57286172, 68962591

封面设计:钟灵工作室

邮 编:100089

责任印制:王京华

社 址:北京市海淀区车道沟10号

开 本:720×1000 1/16

经 销:各地新华书店

印 张:10

印 刷:北京一鑫印务有限公司

字 数:175千字

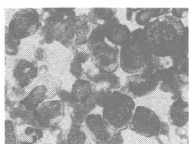
版 次:2013年1月第1版第2次印刷

定 价:19.80元

印 数:5001-10000

80103800

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)



目录

人体内的血河

第①章

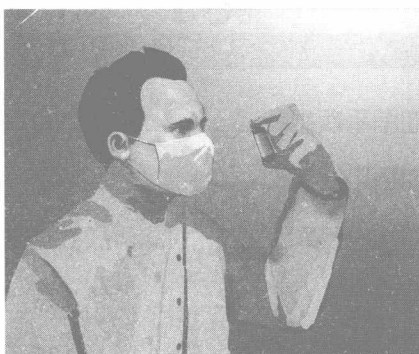
血液家族及其机能

“红色河流”的家庭成员.....	001
血液家族成员及分工	003
人体造血器官	020
了解血量	022
血浆	023
血小板	024
红细胞	026
白细胞	032

第②章

血液循环

“红色河流”的运输线	035
周而复始的体循环	037
吐故纳新的肺循环	039
星罗棋布的微循环	041
增强免疫的淋巴循环	043
守护心脏的冠脉循环	044



心输出量	046
心率	049
血压	051
血管	053
心脏	057

第③章

血型与输血造血

血型	062
ABO 血型的发现历程	065
Rh 血型	068
血型与气质	070

血型与疾病.....	071
亲权鉴定	072
输血	074
输液	082
造血	083

第4章

血液与疾病

血脂与疾病.....	090
血糖与疾病.....	093
血栓性疾病.....	097
贫血	100
再生障碍性贫血	105
恶生贫血与 B ₁₂	110
白血病.....	112
血液检验知多少	116

传染病与血液	126
人类免疫缺陷病毒与血液	129
白血病会不会遗传.....	131
白血病的保健与治疗	133
古老的放血疗法	134
血清疗法	136

第5章

人类探索血液学之路

早期人类血液的崇拜	141
古希腊古罗马对血液的认识	142
血液化学的研究	145
血液形态学的发展.....	148
血液仅仅是红色的水吗	151
献血不会影响身体健康	152
保护血液健康.....	154



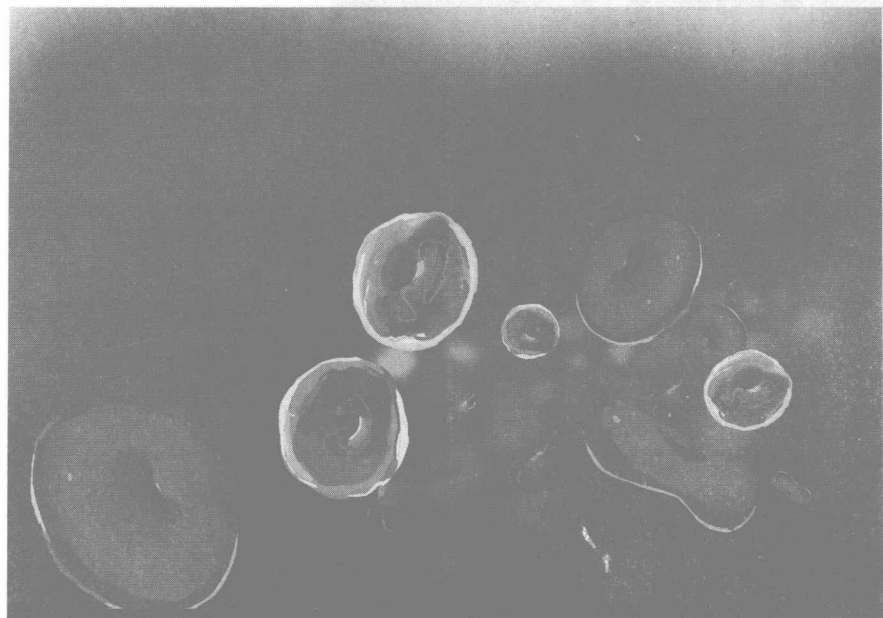
第1章

血液家族 及其机能

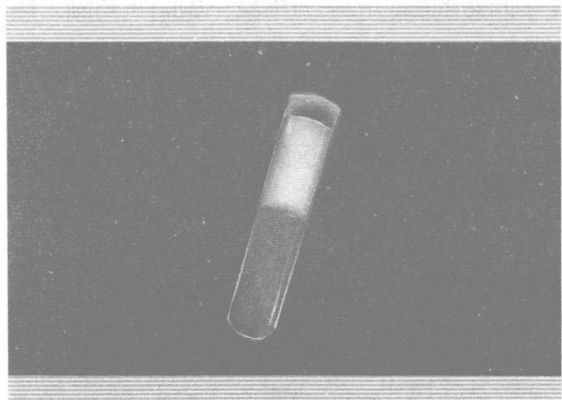
“红色河流”的家庭成员 >>>

“HongSeHeLiu” DeJiaTingChengYuan

人类很早就知道血是红色的，也知道血对人的重要，如果血流尽了，人就会死去。对于人类生命来说血液是如此之重要，所以，在人类的语言中，关于血液的词汇也十分丰富，如血气方刚、热血沸腾、呕心沥血等。那么，血液为什么是红色的呢？一般我们用肉眼看见的血液是红色的，然而，如果用显微镜看，血的颜色似乎变了，不再是鲜红的，而呈淡黄色。为什么？这就得从这条奔流在人体内的红色河流的家庭成员谈起了。



红色河流的家庭成员分为两类：一类是在显微镜下能看得见的，称为“有形成分”，它们主要包括红细胞、白细胞和血小板，这三类细胞合称为血细胞。第二类是看不见的成员——血浆，称为“无形成分”，属于非细胞成分。血浆中包括各种矿物质，如钠、钾、钙、镁、铜等；能源物质，如葡萄糖、乳糖等；脂类，如胆固醇、磷脂、甘油三酯等；激素，如胰岛素、甲状腺素等；蛋白质类物质，如白蛋白、球蛋白等；此外还有各种各样的酶、维生素以及少量的氧和二氧化碳。在显微镜下，血液中的血细胞不像肉眼看见的那么密集，淡黄色的血浆因而成为我们视界的底色。



如果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。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。

血液是人体中最重要的成分之一，占成年人体重的8%左右，相当于每千克体重中有70~80毫升的血液，也就是说一个体重60千克的

成年人，体内约有 4500 毫升的血液。

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%。

血液家族成员及分工

XueYeJiaZuChengYuanJiFenGong

❁ 红细胞运氧

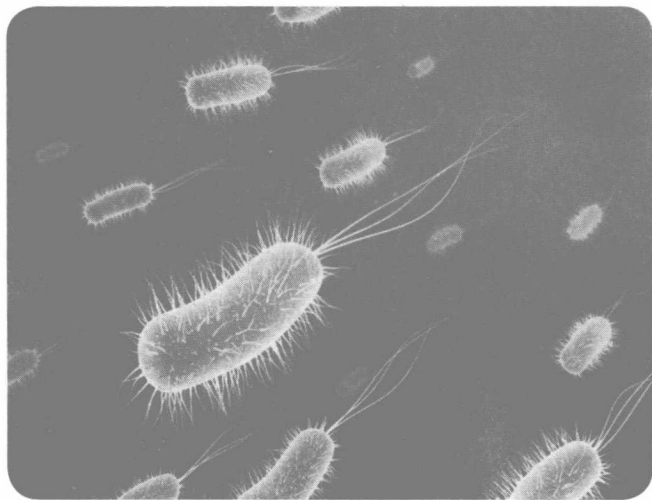
我们知道，人身体内部的组织细胞需要不断地获取氧，并将代谢过程中产生的二氧化碳排出，这样才能维持生命活动。那么，组织细胞是怎样获取氧和怎样排走二氧化碳的呢？

原来，为组织细胞运送氧的是血液中的红细胞。红细胞漂浮于血浆中在血管内流动，周而复始地循环着，从不停顿。以成年人为例，血液在体内运行一周只需要 10 ~ 26 秒钟，它这样快速不停地流动，主要任务之一是为了运送氧到各个组织细胞，同时带走组织细胞所产生的二氧化碳。

红细胞之所以能够携带并运送氧，是因为它含有血红蛋白。血红蛋白既能与氧迅速结合，也能与氧迅速解离，当血液流经肺部的毛细血管时，由于那里的氧分压高，氧与血液中的血红蛋白便结合形成鲜红色的氧合血红蛋白；当血液流经组织中的毛细血管时，由于那里的氧分压低，较多的氧合血红蛋白又迅速离解成为血红蛋白和氧，于是离解出来的氧进入组织，供组织细胞利用。

组织细胞代谢所产生的二氧化碳约有 90% 是通过红细胞运走的。其中 70% 左右的二氧化碳在红细胞内形成碳酸氢盐，其余 20% 左右的

二氧化碳在组织中与还原血红蛋白结合成为氨基甲酸血红蛋白。当血液流经肺部时,由于肺泡中的二氧化碳分压低,血液中的碳酸氢盐变为碳酸而又分解为水和二氧化碳,所生成的二氧化碳随即通过血浆和毛细血管壁向肺泡扩散,然后呼出体外;而经氨基甲酸血红蛋白运输的二氧化碳在肺部氧分压高的情况下,血红蛋白与氧结合促进了二氧化碳的释放,释放出的二氧化碳也经肺泡排出体外。总之,在肺部氧和血红蛋白的结合有利于二氧化碳的释放;在组织内氧合血红蛋白中氧的释放,有利于与二氧化碳结合。



红细胞中血红蛋白与氧结合能力减低时,会导致各种症状。例如,患贫血的人由于血红蛋白减少,红细胞携带氧的能力差,因而造成机体种种缺氧症状;患严重肺部炎症、

肺气肿的人,由于氧与血红蛋白结合的量减少,于是在毛细血管丰富的体表如口唇、指甲等处呈现出紫色而非鲜红色;一氧化碳中毒时,由于一氧化碳与血红蛋白的亲合力比氧与血红蛋白的亲合力大 200 多倍,从而影响了血红蛋白与氧的结合,造成组织缺氧甚至危及生命。一氧化碳与血红蛋白结合后呈桃红色,所以一氧化碳中毒者在毛细血管丰富的体表呈桃红色而不呈鲜红色或紫色。



白细胞与免疫

人体内存在着完善的免疫系统，这个系统在身体内起着重要的防御作用。白细胞是这个系统中的重要成员，是机体进行免疫反应和实现免疫功能所依靠的细胞群体。当白细胞减少或它的机能受阻时，便直接影响机体对病菌以及疾病的抵抗能力。

免疫是有机体识别、破坏和排除一切抗原性异构物质的一种功能。异构物质来源于身体外部的，叫外源性异物，如致病的细菌和病毒等；来源于机体本身的，叫内源性异物，如衰老了的或者变性了的自身细胞以及由自身细胞发生突变而形成的肿瘤细胞等。总的来说，不管外源性异物还是内源性异物，通常都称为抗原。抗原一般是大分子物质，能刺激机体发生免疫反应。免疫反应的作用：一是清除侵入机体的微生物、异体细胞（自身以外的细胞）及大分子物质，对机体起保护作用；二是监视和清除机体受病毒及其他致突变因子作用而产生的突变细胞，使机体得以自身稳定，所以一般也说免疫反应对机体有利。然而，在一定条件下也会对机体不利，例如变态反应及发生自身免疫性疾病等。

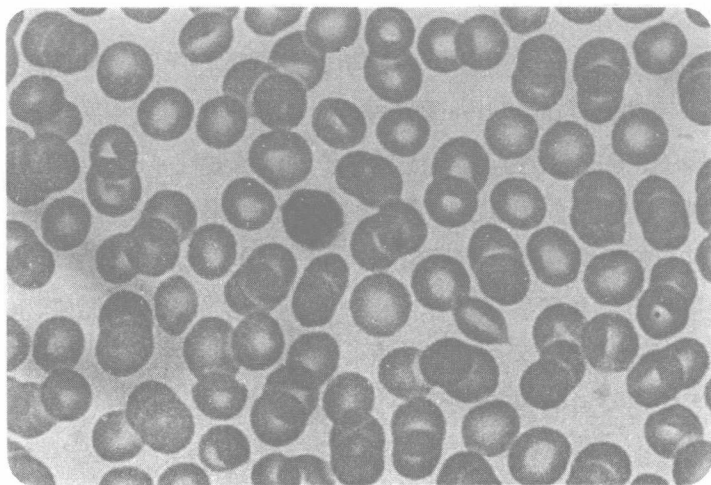
白细胞按形态特点分为五类，即中性粒细胞、嗜酸粒细胞、嗜碱粒细胞、淋巴细胞和单核细胞。从白细胞在免疫反应中所起的作用这个角度来看，主要可归纳为四类：吞噬免疫类；细胞免疫类；抗体免疫类；过敏反应类。

中性粒细胞和单核细胞属第一类，它们都是具有吞噬能力的细胞，在血流中存留不久便穿出血管，广泛分布在全身各个脏器和各处的结缔组织里，可以说无处不到，而且不再返回血流，一直在结缔组织中施展吞噬才能，与病菌做面对面的斗争，直到献出生命。中性粒细胞直径较小，吞噬异物的能力不如单核细胞，称之为小噬细胞；单核细胞与中性粒细胞不同，游出血管后在结缔组织中继续发育成为直径约 20 微米的大型细胞，吞噬能力比中性粒细胞强，所以又叫巨噬细胞。巨噬细胞除

了吞噬一般的异物外，还能参与其他更复杂的免疫过程。

淋巴细胞中的 T 淋巴细胞属第二类，它是细胞免疫的主干细胞。当它与不具有自身抗原的细胞（或称靶细胞）接触后，T 细胞能直接杀伤靶细胞使靶细胞崩解，或者由它产生淋巴因子，扩大杀伤能力，增强免疫效应。

淋巴细胞中的 B 淋巴细胞属第三类，它是实现抗体免疫的核心细胞。



当它与抗原物质接触受到刺激后，可引起本身细胞的分裂和增殖，并通过一系列转化过程产生抗体，抗体可以抑制微生物

的增殖和代谢，还可以增强巨噬细胞的吞噬能力，增强免疫反应。

B 淋巴细胞和 T 淋巴细胞与吞噬细胞不同，它们离开血流进入结缔组织以后，特别是接触过抗原的那些淋巴细胞，可以再次返回血流，随血流从一处迁移到另一处，这样周而复始地循环，可以把从某处受到的抗原刺激信号扩散到全身，从而扩大免疫效应。

嗜碱和嗜酸粒细胞属第四类。它们在对过敏原，特别是在对寄生虫抗原引起过敏反应及抗过敏反应中起着重要作用。

上面所谈到的是白细胞的防御功能和免疫反应的正效应。但是，有时机体发生的免疫反应不是保护性的，而是不同形式的免疫病理损伤过程，甚至可以导致疾病的发生，比如常说的过敏反应、自身免疫性疾病等，就属于这种情况。

白细胞的吞噬免疫

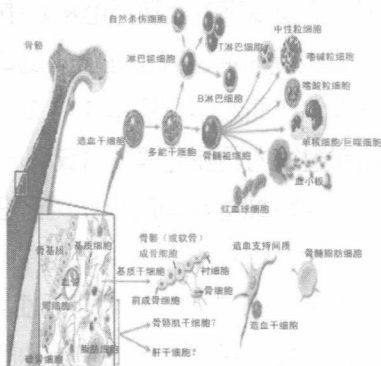
白细胞的吞噬免疫是由中性粒细胞和单核细胞利用它们具有的吞噬本领，把入侵体内的病菌或异物清除掉的一种免疫功能，其结果是控制了病菌的扩散，避免了正常组织遭受病菌感染。这种免疫功能是在生物进化过程中形成的，个体出生时就有，而且对各种病菌的侵袭都能产生一定的抵御，常称之为天然免疫。

白细胞吞噬及清除病菌靠的是什么？简单地说，靠的是先天具有的下列特性：①它们能脱离血流流出血管，定居在结缔组织中从事搜捕异物的活动；②它们对病菌所产生的化学物质能做出定向移动，也即有趋化性；③能伸出伪足将异物包围、捕获并吞入细胞；④胞质中含有杀菌物质和分解异物的多种酶。每当我们身体某处受细菌感染时，这些性能就会充分表现出来。

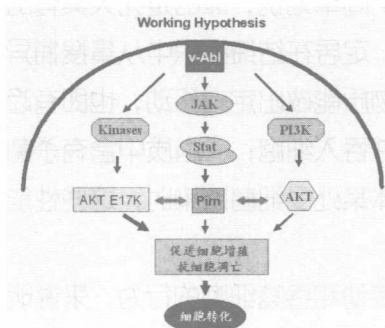
以下列举急性炎症时血细胞成分的变动和吞噬细胞的行为, 来说明吞噬免疫在抗感染中的功能。

在炎症期，血液成分发生的最明显变化是白细胞总数的急剧增加，可从每立方毫米中含数千个猛增到万个甚至数万个。猛增的白细胞是从骨髓里释放出来的，而且随着炎症的发展，白细胞还会不断从骨髓释放并补充到血液中去。这时，中性粒细胞占了白细胞总数的 80% ~ 90%。中性粒细胞好像战斗中的突击队，它们穿出血管奔向炎症区与病菌作战。待炎症逐渐减轻转向恢复期时，血液中的中性粒细胞随之减少，而单核细胞增多，由单核细胞负责清除已经死亡的细胞和破碎了的组织残骸。中性粒细胞和单核细胞这样协同作战，直至病菌消除，组织恢复正常。

从中性粒细胞与细菌作战的过程



中，看得出它是不惜牺牲自己的。当炎症初起时，在细菌本身或者在细菌产生的毒素的作用下引起邻近组织毛细血管扩张、渗透性增强，导致血浆由血管渗出并造成局部组织充血、水肿而产生某些化学物质。这时，中性粒细胞凭借它具有的很强趋化性，成群结队地穿出血管进入结缔组织，做着像变形虫移动时那样的变形运动，以每分钟 40 微米左右的速度一步一步地朝着炎症区集聚，与病菌展开搏斗。每个中性粒细胞虽然只能吞噬 5 ~ 10 个细菌，但是它们数多势众地连续作战，常以战胜细菌也以自身伤亡的结局而告终。



中性粒细胞接触细菌后，先是由胞质发出伪足将细菌包围，然后才将它们吞入细胞内。这时，中性粒细胞的生物氧化过程增强，产生了大量的过氧化氢。过氧化氢连同胞质中的碘化物受中性粒细胞颗粒中释放出来的髓过氧化物酶的作用，产生了杀菌能力很强的游离碘和活性卤化物将细菌

杀死，继而又从颗粒中释放出各种蛋白水解酶将杀死的细菌分解消化，大量中性粒细胞也随之死亡。死亡的细菌和中性粒细胞以及坏死组织共同形成脓液，死亡的中性粒细胞则是其中的脓细胞。这些脓液如果是在皮肤下面，或者是靠近体内腔隙附近，可经体表或腔隙排出；如果是在深层组织，则要经过“吸收”后才恢复正常。在“吸收”过程中，由单核细胞演变来的巨噬细胞将起重要作用。

巨噬细胞也就是血管外的单核细胞。原来，单核细胞和中性粒细胞一样，在血液中只停留 1 ~ 2 天便穿出血管进入结缔组织。不过，它在结缔组织内还要继续发育成熟后才成为巨噬细胞。

巨噬细胞也有趋化作用。在炎症恢复期，它受炎症区淋巴细胞释放的化学物质吸引而在炎症处停留下来，进行吞噬作用。巨噬细胞的细胞质内含有的过氧化氢酶可促使细胞产生过氧化氢等杀菌力很强的物质，而且巨噬细胞还可借细胞质内的溶酶体和吞噬素杀死病菌。但是，有些

病菌如结核菌被吞入细胞后，有时并没有被杀死而在细胞内成为细胞内病原体，这种含有病原体的巨噬细胞就要靠淋巴细胞的协助才能把这种病原体杀死。此外，巨噬细胞吞噬异物时，并不是将吞噬的物质全部分解掉，而是将一小部分留在细胞膜上作为外来抗原，然后把这种外来抗原介绍给淋巴细胞，引起淋巴细胞的免疫反应，使机体获得更广泛的免疫。具有把抗原介绍给淋巴细胞的这种细胞称为抗原提呈细胞，巨噬细胞便是其中最主要的一种。

实现吞噬免疫的白细胞，只是血液中的过路客，它们出生在骨髓，而战斗和牺牲在结缔组织，在机体抵抗病菌感染中起着终日监视和不断消除的防御作用。



淋巴细胞与免疫

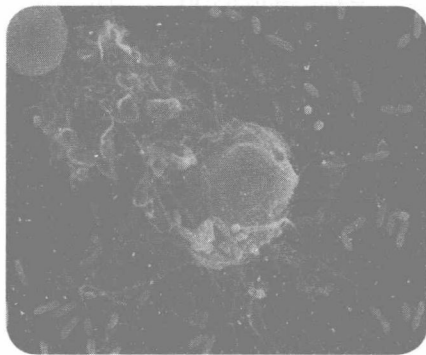
淋巴细胞是无粒白细胞，从形态上看，血液中的所有淋巴细胞均相似，只有直径大小的区别。若是用免疫学方法来鉴别，可发现淋巴细胞是不同功能、不同分化阶段的混合细胞群体。这个群体至少有四类功能不同的细胞，即(1)T淋巴细胞，占血液中淋巴细胞总数的75%左右；(2)B淋巴细胞，占血液中淋巴细胞总数的10%~15%；(3)K细胞，占血液中淋巴细胞总数的5%~7%；(4)NK细胞，占血液中淋巴细胞总数的5%左右。

虽然20世纪60年代人们才发现淋巴细胞并非单一的细胞群体，但这个发现无论从理论上还是从实践上，都大大推动了免疫学的发展。科学研究证明，淋巴细胞是构成免疫系统的核心细胞，它不仅随血液和淋巴液周游全身，把全身的免疫系统串连成一个整体，而且遍布全身的淋巴细胞通过许多种方式，直接或间接地杀伤致病微生物、清除异体细胞和突变了自身细胞，在最广范围最大程度上保护了机体免受抗原侵袭。

人体在出生以前，便已经接受了个体遗传下来的自然免疫机能(如白细胞的吞噬免疫等)，但在出生以后，仅靠先天的天然免疫机能是难以

逃脱来自生活环境中那些种类繁多、千变万化的抗原物质伤害的。要战胜这些抗原物质的侵袭，人体还要依靠后天获得的免疫力。

人出生后获得的免疫力分为自动免疫和被动免疫。自动免疫指机体本身受抗原刺激所产生的免疫力，获得这种免疫力有两种方式：一种是人体经自然感染（如得传染病或隐性感染）而获得，称自然自动免疫；另一种是经人工预防接种抗原（如注射疫苗或口服疫苗）而获得，称人工自动免疫。自动免疫产生较慢，一般在传染或注射抗原后1~4周才产生，但维持时间长，可达半年或数年，自然自动免疫甚至可以保持终身。被动免疫指的不是由自己产生，而是由体外的免疫物质（已接触抗原的致敏淋巴细胞、淋巴细胞产生的抗体及淋巴因子等）被动地输入人体而获得的免疫力。输入方式有两种：一种是母体产生的抗体通过胎盘或乳汁传给胎儿或新生儿，致使新生儿在出生后几个月内可以不发生某些传染病（如麻疹、白喉等），此称为自然被动免疫；另一种是给机体注射免疫血清、胎盘球蛋白、转移因子（一种淋巴因子）等，可使机体立即获得免疫力，此称为人工被动免疫。但人工被动免疫只能维持2~3周即行消失，一般用于治疗或应急预防。



后天获得的免疫力具有特异性，例如患过天花的人就产生了对天花病毒的抵抗力，不会发生天花再感染，对其他病原微生物则没有免疫力；进行过伤寒疫苗预防注射的人，在一定时间内对伤寒杆菌有免疫力，而对痢疾杆菌无抵抗力。因此，后天获得的免疫，又称特异性免疫。

淋巴细胞对抗原的反应叫做免疫应答。免疫应答的过程包括淋巴细胞对抗原物质的识别、反应、效应三个阶段，最终导致淋巴细胞产生抗体或淋巴因子，借此清除抗原。

抗原是怎样引起和如何进行免疫应答的？这是一个应该说明的问

题。引起免疫应答的大多数抗原是外源性抗原,如微生物、植物花粉、药物、环境污染物等。它们一般是大分子物质,分子量越大,抗原性就越强,免疫应答也就越加显著。从化学成分看,它们通常都是分子量在1万以上的天然蛋白质、核蛋白及糖蛋白等。这些抗原物质经过皮肤、消化道或呼吸道进入人体后,一般都侵入附近的淋巴组织,随后又通过淋巴管被输送到淋巴结,淋巴结则是进行免疫应答的地方。例如,脚部皮肤被细菌感染时,病菌可沿附近的淋巴管到达腹股沟部的淋巴结,在那里发生免疫应答引起淋巴结肿大。如果抗原进入血液并随血流到达脾脏,脾脏也是进行免疫应答的器官。抗原进入淋巴结或者进入脾脏,只要与淋巴细胞接触,它们的“非己”面貌就可以被识别出来。

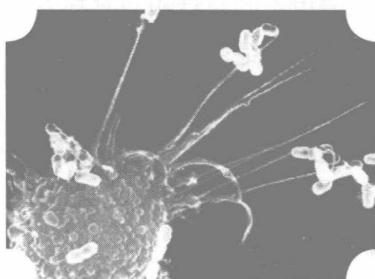
抗原进入人体以前,体内已经存在着与抗原相对应的各种免疫细胞,而且每一种免疫细胞上都具有针对某种抗原的受体。那么,淋巴细胞怎样识别抗原?识别后将产生什么结果呢?

正常情况下,机体内的免疫细胞能识别100万到1亿种不同类别的抗原,相应地身体内也有100万到1亿种免疫细胞克隆。所谓克隆,就是指由单一祖细胞通过无性繁殖所得到的细胞系,因为由此获得的细胞在形态结构上都是一模一样,所以同一细胞克隆也都具有相同的受体,都有识别某一相同的抗原的能力。

当淋巴细胞初次受某抗原刺激后,可使细胞的体积增大、细胞核内的物质合成加快和细胞反复分裂增殖,从而具有相应抗原受体的淋巴细胞数目大量增加。其中,有的变为寿命较短的效应细胞,还有一部分细胞转入静息状态成为体积小而寿命长的记忆细胞。当同种抗原再次侵入机体时,只需很少量的抗原便会迅速唤起记忆细胞转变为效应细胞。有的效应细胞产生淋巴因子参与细胞免疫;有的效应细胞产生抗体参与抗体免疫。

T 淋巴细胞与细胞免疫

T 淋巴细胞简称 T 细胞，在免疫应答中所起的作用是主导细胞免疫。它由胸腺产生，然后进入血液循环。在外周血液中，约 70% 的淋巴细胞是 T 细胞。另外，在脾脏、淋巴结和全身各处的淋巴组织中，也有大量的 T 细胞分布。



T 细胞有三个亚群：一是辅助性 T 细胞，它能协助 T 细胞和 B 细胞识别抗原；二是抑制性 T 细胞，它能抑制免疫应答，调节免疫应答的强弱；三是杀伤 T 细胞，它是直接参与细胞免疫应答的效应细胞。通常提到的 T 细胞指的是杀伤 T 细胞。

杀伤 T 细胞可以直接杀伤带有抗原的靶细胞，如病毒感染细胞、突变了自身细胞、异体细胞等，也就是说，它可杀灭细胞内病毒、抵抗肿瘤及排斥异体移植物，以此维持机体自身稳定。

T 细胞膜上具有特异性的抗原受体，但在未受到相应抗原刺激之前，T 细胞乃处于静息状态，对抗原没有免疫应答能力。T 细胞要发育成为具有杀伤能力的效应细胞，首先需要受相应抗原的刺激，并在辅助 T 细胞和巨噬细胞协助下，通过抗原受体与抗原相互识别，被激活成为致敏 T 细胞后，再经过克隆增殖才能产生大量的效应细胞，从而发挥对抗原的杀伤威力。T 细胞的激活以及增殖主要是在脾脏和淋巴结中进行的。

致敏 T 细胞经过克隆增殖所产生的细胞一模一样，其细胞膜上都带有相同的特异性抗原受体。其中，有一部分已成为效应细胞，不再分裂，能立即对相应抗原产生免疫效应，发挥杀伤功能，但数量很少，寿命很短。还有一部分细胞又转入静息状态，成为记忆细胞。记忆细胞体积小而寿命长，是一种对抗相应抗原的储备力量，在较长时间内，它能使机