

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

看不见的生物世界


内部资料 非卖品

市政厅的看门人

300 多年以前，荷兰阿姆斯特丹市有一个看门人，他在我们人类历史上第一次发现了一个神秘的世界，在这个世界里，生活着千百种我们肉眼看不见的小生物，其中有些给我们以帮助，是人类的好朋友；有些则在吞噬着我们的生命，是人类危险的敌人。这个看门人的名字叫列文虎克。

1632 年，列文虎克出生在荷兰一个叫德尔夫特的城市里，那是一个风车漆成蓝色、河面比街道高的奇妙地方。列文虎克的父亲去世很早，母亲送他进学校，希望他将来能在政府部门里谋个差事，可是列文虎克对当职员不感兴趣。他 16 岁就离开学校，到阿姆斯特丹的一家布匹店里当学徒，后来，他成了德尔夫特市政厅的看门人。

看门人的工作，收入很低，但是比较清闲。每天，列文虎克只需定时到钟楼上敲钟，按时开闭市政厅的大门就行了。这样，他就有了很多空余的时间。

不过，列文虎克并没有闲着，相反，他倒很忙，忙什么呢？他在起劲地磨制镜片。

在古代，曾有人发现，透过几块弧面玻璃片，可以看到放大的物体。后来有一些科学家就利用这种弧面玻璃把物体放大，进行观察和研究。他们把这种弧面玻璃片称作“透镜”。以后，又有人发现，如果将几片透镜组合到一起，可以把物体放得更大。他们把这几片透镜固定在一根金属管上，通过螺旋可以调节它们之间的距离，这个管型装置就叫做显微镜。

列文虎克磨制透镜入了迷，甚至夜里还嚓嚓地磨个不停，吵得他的家人睡不好觉。他一心想磨出当时世界上最好的透镜，玻璃表面要非常光滑均匀，里面不含一点儿气泡。磨制每一片透镜都需要花费很多时间，幸运的是，列文虎克活了 90 岁，一生都在从事磨镜工作，他总共制造了 419 个显微镜。

现在，这个自得其乐的看门人开始使用他的显微镜了，只要是能弄到手的東西，他都要放到显微镜下观察一番。他观察过植物的叶片、鱼的肌肉纤维、蜜蜂的刺和人的胡须。显微镜把这些东西放大了几百倍，比如说，一根人的胡须显微镜下就变得像一段粗大的圆木，上面每一块凹凸不平的地方都看得清清楚楚。

列文虎克惊讶极了，嘴里自言自语着：“不可思议，不可思议。”这更激发起他的好奇心。他心里总是在想：还有什么东西没有放到我的显微镜下看过呢？

我们的故事就从这里开始。

肉眼看不见的小生物

1671年的一天，列文虎克从他家附近的一个水塘里吸上一滴水，放到显微镜下进行观察。

突然，他大叫起来：

“天哪，我看见了什么？活的小生物！瞧，它们在游泳哪，它们玩得多欢呀！”

列文虎克把脑袋紧紧贴在显微镜上，看了又看，一直看到脖子发酸，眼睛流泪。他有点不相信自己的眼睛，世界上难道还有这样小的小生物？别是我看花眼了吧。他使劲地揉眼睛，可是当他再一次探头到显微镜跟前时，他又看到那些不可思议的小生物。它们有的拖着细得出奇的小尾巴，就像一个小蝌蚪；有的一圈一圈，活像开瓶塞的螺旋钻；有的是一串一串，仿佛贵妇人脖子上挂着的项链；还有的笔直细长，如同一根细棍……

列文虎克一连观察了三四天，确信他没有看花眼，于是他给英国皇家学院写了一封信，信中写道：

“你们可以把 100 万个这样的小生物放到一粒沙子里；在一滴水珠里，可以容纳 270 万个这样的小东西。”

皇家学院轰动了，人们议论纷纷：“什么，这个荷兰人竟说他发现了那么小的小生物，在一滴水珠里竟然能够放下同他本国人口一样多的这种小生物，真是荒唐之极，这个列文虎克八成是在骗人吧。”

可是也有一些人没有嘲笑列文虎克，他们坚持说：

“我们了解那个看门人，他为人虽然有些古板，但做事一向很认真，最好还是让我们检查一下，看看究竟有没有他所说的那种小生物。”

于是皇家学会派出两名最有威望的科学家——物理学家虎克和植物学家格鲁出马，去弄一台质量最好的显微镜来。

结果怎么着？他们也看见了那些小得难以想像的小生物！它们有的像梭鱼，游得那么灵活，还时不时地翻个跟头；有的懒洋洋的，形状像个钩子；还有的头尖尾粗，像一柄纳鞋的锥子……人们围着显微镜，边看边嚷，仿佛是一群淘气的孩子，欢呼雀跃。

不久，一张装在银盒子里的华丽的会员证书，寄给了看门人列文虎克，还附带着一封信，信中写道：

“皇家学会郑重邀请阁下加入学会。”

列文虎克的大名开始传遍欧洲，俄国彼得大帝前来向他表示敬意，英国女皇驾临德尔夫特，只是为了想从他的显微镜里看看那些神奇的小生物。

不过列文虎克仍然保持着 he 原来的习惯，他除了尽心尽力地把看门人的工作做好之外，余下的时间，仍然是俯在他的显微镜上进行观察。他是第一个在动物血液中观察到红血球并且把它们画成图的人。他在观察从牙缝中刮下来的碎屑时，发现了一种像小蛇一样运动的小生物，这种小生物直到 200 年以后才被人们所认识，它们就是细菌。

1723 年，列文虎克去世了，他没有留下什么遗产，只有柜子里那一排排放置得十分整齐的显微镜。

列文虎克是有史以来第一个发现微生物的人，由于他的发现，开辟了人类征服传染病的新纪元。

两个神父的争论

自从列文虎克发现微生物以后，有一个问题一直在困扰着人们——这些小生物究竟是自发产生的呢，还是必须来自母体，换句话说就是：生命是可以无中生有呢，还是必须来自生命。对于一般比较大的动物和植物来说，这不成问题，动物怀胎生子或产卵繁殖，植物从种子开始发芽生长，任何一种动物或植物都必须来自它的同类，这是尽人皆知的常识。

可是，微生物是不是也是这样的呢？人们的看法就不一样了。有一些人认为，这些微生物的身体构造是那么简单，也许它们可以从无生命体中直接繁衍出来。

在英国，有一个叫尼达姆的神父做了一个实验，他把一些羊肉汤灌进一个瓶子里，然后给瓶子加热半小时。”毫无疑问，”他说：“这样就可以把瓶子里的小生物和它们的卵统统杀死。”几天以后，他拨开瓶塞，用显微镜检查瓶子里的肉汤——你说奇怪不奇怪——肉汤里的小生物竟然是密密麻麻。

尼达姆把他的实验结果写信报告皇家学会，他宣称：“我已经证明，生命确实能够从没有生命的东西里自发地产生出来。”

尼达姆的实验唬住了许多人，有人甚至说蜜蜂是从死牛的尸体里产生出来的；还有人说，把一块肮脏的抹布放在盛有小麦颗粒或干奶酪的容器中，过三个星期，就会繁殖出成年的雌鼠和雄鼠。

然而从遥远的意大利却传来另一个声音。有一个叫斯巴兰扎尼的人——巧得很，他也是一位神父——在读到尼达姆在羊肉汤里制造小生物的新闻时，愤怒地喊道：

“这是骗人的鬼话！小生物决不会从羊肉汤或其他任何东西里自生自长，我一定要戳穿这个把戏！”

斯巴兰扎尼决定向他的同行宣战，不过他懂得必须先准备好炮弹。他钻进实验室，动手做实验。他割破了手指头，打碎了贵重的燃烧瓶，忘记擦干净显微镜，不过他虽然有些毛手毛脚，但他的整个实验计划倒是订得十分严密。他想，为什么在加热过的羊肉汤中会出现那么多的小生物呢？一定是尼达姆把羊肉汤加热得还不够，或者是没有把瓶塞塞紧。于是他拿起几个玻璃烧瓶，把它们涮干净，灌进肉汤。

“现在我不是只把它们加热一小会儿，”他大声说，“而是把它们煮沸一小时。”他生好火，又叫起来：“可是我怎样封瓶口呢？软木塞很可能不够紧密，会让那些小生物钻进去。”他转念一想：“有了，我把瓶颈加热熔合，用玻璃封口，不管多么小的小生物也休想钻透玻璃。”

斯巴兰扎尼拿起亮晶晶的瓶子，一个一个在火焰上慢慢转动，直到每一个瓶口完全熔合为止。然后他开始给瓶子加热。有一组瓶子，他只把它们放在沸水里煮上几分钟；而另一组瓶子，他却足足煮了一个多小时。还有一组瓶子他也在沸水里煮了一个小时，所不同的是这组瓶子是用软木塞封塞瓶口，没有用火熔合。

做完这一切工作之后，斯巴兰扎尼已经累得几乎直不起腰来了。他把那些瓶子小心翼翼地放好，然后去休息。有好几天，他去郊游、钓鱼，到图书馆翻阅图书资料，去为学生讲课——他是一所大学的教授。他似乎已经忘记

了那些烧瓶，但是几天之后，他又回到他的烧瓶那里。

斯巴兰扎尼先取出瓶口熔合的那组烧瓶，一个一个敲开瓶颈，用一支细管子吸出一点儿汤汁，滴到显微镜下的玻璃片上，他俯下身子仔细察看，脖子都酸痛了，可是什么也没有看见。他急忙又取出只煮过几分钟的那组烧瓶，照样敲开瓶颈，把汤汁滴到显微镜下。

“这是什么？”他喊起来，在显微镜的灰色视野里，他看到一些小家伙在自由嬉戏。最后，他取出那些虽然煮过一小时，但却是用软木塞塞口的瓶子——同他的对手尼达姆的作法一样——他拔掉瓶塞，开始用显微镜观察，他又看到了那些小生物，它们小得就像是深海里的小鱼。

“我明白了，”斯巴兰扎尼叫道：“小生物是从空气中进入尼达姆的瓶子里的，而且我还发现了一个新事实，有些小生物可以在经受高温后仍然活下来，你必须把它们煮沸一小时，才能杀死它们。”

斯巴兰扎尼立刻向世人公布他的实验结果，他大声宣布：

“生命只能来自生命，每一种生命都必须来自它的母体，哪怕是最简单的生命也是这样。在火焰中熔合你的烧瓶，外面的东西就进不去；把它们加热足够的时间，那么即使再顽强的小生物也会死掉。照这样做，你在任何汤汁里也找不到活的东西，即便把汤汁放置一百年，也产生不出生命来。”

斯巴兰扎尼的实验，对微生物可以自然产生的观点是一次有力的打击，可是他还没有说服所有的人。有些生物学家争辩说，自然界里不存在煮沸现象，自然生殖有可能是借助空气中的某种化学物质完成的，不然的话，为什么经过煮沸的汤一接触到新鲜空气，就会产生出微生物呢？斯巴兰扎尼把他的汤煮沸得时间太长了，破坏了瓶子里的气体和化学物质，所以汤里面就再也产生不了小生物了。

这个问题最后是由法国微生物学家巴斯德解决的。

酵母液为什么变质？

巴斯德从小怀有大志，不过他的志向不是研究微生物，而是做一名化学家。他生活的那个时代，正是化学研究的黄金时期，化学家们好像魔术师一般，他们揭开了燃烧的秘密，寻找出一个又一个新元素，把一种物质化为另一种物质。巴斯德模仿他们的样子，为他的实验室弄来了好多玻璃管、燃烧瓶、煤气灯、蒸馏器，然后就动手大做实验。

他研究酒石酸结晶，发现两个新品种，他把生物放在巨大的磁石中间，想改变它们的化学性质，结果却毫无所得……总之，他的实验失败的时候多，成功的时候少。但是巴斯德仍然劲头十足，毫不气馁。就在这时候，他的机遇来了。

有一个酒精酿造厂主找上门来。

“巴斯德先生，求您帮帮忙吧，我的酵母液不知出了什么毛病，颜色发浑，味道不对，使我每天都要损失好几千法郎。”

巴斯德慨然应允。他来到酿造坊，从正常的酵母液和颜色发浑的酵母液中各取出一小份样品，分装在两个瓶子里，带回他的实验室。

他先取出一滴好的酵母液放到显微镜下面观察，看到酵母液中充满着一些淡黄色的小球，小球里面有一些跳动的小颗粒。

“哦，我知道，这些小颗粒就是人们所说的酵母的分子，在用甜菜汁发酵酒精时，酵母就死了，发酵是死酵母的分子在振动，引起甜菜汁分子分解的结果。”

然后，巴斯德又取出一滴散发着酸味的变质酵母液放到显微镜下进行观察。

“咦，这一滴里怎么没有酵母？它们躲到哪儿去了？”他把眼睛紧紧贴在显微镜上，嘴里自言自语着：“且慢，这是什么？好像细杆子似的小东西，在刚才那一滴酵母液中我可没有看到它们。”

那一天夜里，巴斯德躺在床上，怎么也睡不着。第二天一早，他又扑到显微镜上继续观看。他又看到那些好像细杆子似的小东西，它们纠缠在一起，还在不停地颤动。

突然，一个思想像一道闪电掠过巴斯德的脑海：

“我明白了，这些小杆子是活的，那些酵母中的小颗粒也是活的，小杆子大概是在同小颗粒的战斗中占了上风，它们产生酸，使甜菜汁变质。我一定要证明这一点。”

巴斯德立刻动手干起来。他将一些酵母液过滤，在过滤液中加了一些糖和白灰，再用细针在变质的甜菜汤中挑出一星点儿浑点，小心翼翼地将它散布在纯净无渣的酵母液中，然后将酵母液放进培养箱里。

巴斯德等待着，如同热锅上的蚂蚁——小生物必须有时间生长，而他又是一个性急的人。他照料他的酵母液如同慈父一般，每天晚上7时，当别人都在吃晚饭的时候，他却俯在显微镜上观察他的酵母液，几小时过去了，对他说来好像只不过是几分钟……

有一天，巴斯德在显微镜下滴了一滴酵母液，然后俯下身去观察。在显微镜的视野里，蜂拥着数不清的小杆子。“它们繁殖了，它们的确是活的！”他跳起来，碰歪了眼镜。

以后几天，巴斯德反复做着同样的实验，他在杆子成群的酵母液中取出一小滴液体，滴入新鲜纯净的酵母液中，这些酵母液里原来一只杆子也没有，可是过了几天，总是出现无数的杆子。现在他终于可以向世人宣布：甜菜汁发酵成为酒精，并不是因为什么分子的振动，而是微生物活动的结果。要想使你的酵母液不变质，就必须彻底清除它里面的那些形状像小杆子的微生物，而只保留小颗粒状的微生物。

就这样，巴斯德抛开了那些酒石酸结晶，迷上了肉眼看不见的小生物。现在他精神焕发，劲头十足，准备揭开微生物世界中更大的奥秘。

出色的实验

巴斯德真的遇到一个十分重大的问题。有些人质问他说：

“既然甜菜汁发酵和变酸都是由微生物引起的，那么请问，巴斯德先生，这些微生物是从哪儿来的呢？”

斯巴兰扎尼曾经证明，微生物只能来自它们的母体，肉汤里不会无缘无故地长出微生物来。

可是有些人仍然不相信，他们争辩说，空气中有一种神秘的生长力，是这种生长力生出微生物，斯巴兰扎尼的实验破坏了瓶内空气的生长力，所以也就生不出微生物来。

科学要战胜迷信和偏见并不是一件容易的事情。巴斯德也加入到这场战斗里来了。

巴斯德把肉汤倒进烧瓶里，给微生物提供一个生长繁殖的好地方，然后在瓶口塞上棉花，最后把肉汤煮沸。结果，肉汤里没有微生物，因为空气中的微生物被棉花挡住了，把瓶口的棉花拿去，肉汤里马上就出现了微生物。

可是有人说，肉汤里的微生物是棉花变出来的。

于是巴斯德把棉花改成石棉。石棉是没有生命的矿物质，样子像棉花，实验的结果还是一样。可是有人又说，微生物是肉汤自己长出来的。

巴斯德不再用棉花和石棉，他把瓶口熔合，然后把肉汤煮沸——重复斯巴兰扎尼做过的实验。但是反对他的人又说，肉汤不通气，所以生不出微生物。

这一回，巴斯德又设计了一个新的实验，一个非常有名的实验。他把肉汤灌进瓶子里，然后在火焰上熔化瓶颈，不是将它熔合，而是把它拉长，弯曲成一个天鹅颈的形状，管口垂直向上接触空气，管身先向下弯曲再往上弯曲通向瓶体。

巴斯德把肉汤煮沸，然后让它冷却。他没有用塞子去塞瓶口，让长颈瓶的瓶口敞开着，凉爽新鲜的空气可以畅通无阻地同瓶内肉汤的表面接触。他将瓶子放置一旁，不去理它。过了三天，他取出瓶子，检查瓶内的肉汤，肉汤纯净无比，里面一个微生物也没有。然后他敲断瓶颈，只消一夜工夫，微生物就在肉汤里骤然而生。

这是怎么回事呢？原来，当巴斯德煮沸肉汤时，高温杀死了瓶内原有的微生物，同时空气膨胀，把瓶颈中的空气排出去。等到冷却以后，空气虽然又回到瓶中，但是由于微生物是附着在空气中的尘埃上面，它们随同尘埃一起落到瓶管弯曲部分的底部，无法再向上升，所以，尽管新鲜空气能够接触到汤的表面，但是那些带着微生物的尘埃却触及不到汤面，这样微生物也就无法在肉汤里繁殖了。

接着，巴斯德又做了一个实验，他带着几十瓶经过消毒的密封汤液，不辞辛苦，上了征途。最后来到巴黎天文台阴暗的地下室。他对助手们说：“这儿的空气里几乎没有尘埃，所以微生物很少。”说完，他就指挥助手，用先在火焰中消过毒的钳子，小心翼翼地夹断10个瓶颈。每当瓶颈断掉时，都有大量空气涌进瓶去的滋滋声。接着他们立刻用火焰熔合瓶口。然后他们又来到院子里，巴斯德说：“这里人来人往，空气污浊，所以微生物也多。”他们又夹断11个瓶颈，等空气大量涌入瓶内之后，再熔合瓶口。最后，他把这

些瓶子又带回实验室去。

几天以后，巴斯德一个一个敲开瓶颈，在他的实验记录里是这样写的：

“我们在地下室里开封的 10 个瓶子，有 9 个完全清澄纯净，没有一个微生物；而在院子里开封的 11 个瓶子却全部变得浑浊了，里面的微生物成群结队。这说明光是空气绝对不能产生微生物，微生物是粘附在尘埃上面的。”

自然发生论经过这致命的一击，倒下了，从此再也爬不起来。

天才的预见

巴斯德成了一个大忙人，他刚刚揭开甜菜汁发酵的秘密，证明了一切微生物都必须来自它们的母体，南方的养蚕人又找上门来。

“巴斯德先生，请您帮帮我们吧，我们的蚕宝宝得了一种奇怪的病，它们不再吃食，也不再吐丝，都快死光了。”

于是巴斯德又踏上征程。他来到法国南部的阿莱省，装好显微镜，开始检查病蚕，同时向养蚕人学习有关蚕的知识。他知道了蚕绕着自身作茧，在茧内化为蛹，蛹又化为蛾，蛾从茧里爬出来产卵，到第二年春天卵就孵化为新蚕。他发现每只病蚕体内都布满了一种非常奇特的小球，小得只有用显微镜才能看出来。

巴斯德确信，这种小球就是病症。他把养蚕人召集起来，对他们说：“当蛾快产卵的时候，你们要把每对公蛾和母蛾都隔离开，在它们产卵以后，你们必须剖开蛾的肚子，用显微镜检查它们体内有没有一种小球，如果没有的话，它产的就是无病的卵，到明年春天，就可以孵出健康的新蚕。”

可是到了第二年，可怕的蚕病又开始流行，蚕儿萎靡不振，不吃桑叶，瘦得可怜，当然也不吐丝。养蚕人火儿了，他们给巴斯德写信，抱怨说：“我们按你教的选种方法行事，可是无济于事！”

巴斯德重新开始做实验，这是他的本能，是他克敌制胜的法宝。这段时期对他来说真是祸不单行，就在他每天从早晨5点干到晚上11点，一天工作18个小时，为寻找蚕儿致病原因的时候，他的一个孩子死了，接着是第二个，第三个。他自己得了中风，肢体瘫痪，医生认为他再难以痊愈。但是他终于恢复了健康，那些病蚕牵着他的心，他还不能彻底撒手。

后来他到底有了一点儿线索。他用病蚕从未吃过的好桑叶，饲养了40来只健康的蚕，这些蚕作成了20几个好茧，破茧出来的蛾体内没有小球。然后他把病蚕捣烂，涂抹在另外一些桑叶上。他拿这些桑叶去喂养一些刚孵出来的健康新蚕，不出几天，这些新蚕都慢慢死去，身上布满黑点，体内挤满肉眼看不见的小球。他又拿被病蚕污染过的桑叶去饲养一些正要作茧的老蚕。老蚕作了茧，但破茧出来的蛾子身上却有着小球，它们产的卵孵化出来的蚕都是病蚕。

巴斯德恍然大悟，原来小球不但是病症，也是病原。这些小球是活的，它们来自蚕体之外，在蚕体内繁殖，侵入蚕体内的各个部分。它们不但可以通过有病的蚕卵，一代一代的遗传下去，而且可以通过被病蚕污染过的桑叶，传染给健康的蚕。因此，要防止这种可恶的蚕病，不但要消灭有病的蚕卵，而且要使好蚕不与被病蚕污染了的桑叶接触。

现在巴斯德的研究终于有了成果，养蚕人接受了他的方案，无不取得丰收，他们感谢他，为他竖立了一座雕像。

但是巴斯德已经在思考新的问题了。他发现蚕病、发酵液变质都是由于微生物引起的，那么，人类的疾病是否也是微生物捣的鬼呢？他走上讲堂，用幻灯片给听众展示一二十种微生物；他高声呼唤：“在这个讲堂的空气中飘浮着成千上万我们肉眼看不见的微生物，你们千万不要轻视这些微不足道的小东西，因为正是它们给我们带来了疾病和死亡。”但是巴斯德给人们描绘的并不是一幅悲惨的、毫无希望的画面，他已经从解决蚕病和发酵液变质中得到了启示，他满怀信心地宣布：“我相信这一天一定会到来，到那时候，

人类可以用一些简单的预防方法来控制住各种疾病。”

这是一个天才的猜想，一个大胆的预言，因为在巴斯德讲这番话的时候，他还从来没有在一个病人身上发现一个微生物。直到十几年以后，微生物学家们才证实我们所患的疾病，有许多确实是由微生物引起的，正像巴斯德预言过的那样。

不过，让我们暂时离开巴斯德，先讲一讲匈牙利微生物学家塞麦尔威斯的故事，因为在人类同微生物传染病作斗争的历史上，塞麦尔威斯是最早的先驱者之一。

洗掉死亡

1846年夏天，维也纳总医院第一产科区新来了一位年轻的医师，名字叫塞麦尔威斯。

塞麦尔威斯是一个勤奋的青年，每天清晨，医院里的炉子还没有生着，他已经出现在病房中；晚上下班的时间过去很久了，他还留在停尸间里，弯着腰检查那些死于产褥热的产妇们的尸体。

在那个时候，生孩子比染上最严重的肺炎好不了多少，产妇们进入医院，就如同进入了鬼门关，她们往往一屋子一屋子的死去——全是死于产褥热！那些身穿白大褂的医学教授和他们的助手，对这种惨不忍睹的现象已经是司空见惯了，谁不愿意年轻的妈妈们能够健康地活下去，同她们的孩子幸福地在一起，可是有什么办法呢？

只有塞麦尔威斯接受不了这种残酷的现实。他问他的上司克莱因教授：

“是什么夺去了这些年轻母亲的生命？”

克莱因教授告诉他说：

“这是一种弥漫在空气中的毒气，它们钻进产妇的身体里，使她们中毒身亡。”

这个解释没有说服塞麦尔威斯，因为他发现，就在第一产科区的产妇们大批死亡的同时，相邻的第二产科区的死亡人数却要少得多。如果说杀害产妇的是一种毒气，那么这种毒气为什么没有渗透进第二产科区呢？

塞麦尔威斯又去请教克莱因教授，可是教授撇撇嘴，扭过头去，他不屑回答这种冒着傻气的问题。毒气就是毒气，医学课本上都是这么写的。

塞麦尔威斯只好自己想办法。他像第二产科区那样，让产妇们在生孩子的时候改仰卧为侧卧，他更加频繁地为产妇们诊脉，努力对她们作出笑脸，说些鼓励的话，以减轻产妇们的恐慌……

然而产妇们仍然大批大批地死亡。

有一天，塞麦尔威斯照常来到班上，听见同事们正在谈论一桩新闻：医院里的柯勒施茨大夫在做解剖手术时不小心被手术刀划破了手，得败血症去世了。

塞麦尔威斯的心猛烈地跳动起来：解剖的时候……刀子划破了手……败血症！是的，每个产妇在生孩子的时候，子宫内部都有伤口，于是尸毒就乘虚而入。

原来产褥热就是败血症！

突然之间，一切都变得明明白白：他和他的同事们总是在停尸间做完解剖手术后就直接进入产房，然后用那还散发着尸体气味的手为产妇们做检查，“尸毒”正是从他们手上钻进产妇体内的，而他们还把那种气味当成是勤奋的象征，并为此感到骄傲哩！第二产科区为什么比较安全呢？因为那里的助产士从不做解剖手术。

塞麦尔威斯没有浪费时间去搞学究式的研究，他从实际出发，立刻着手寻求解决方法。从第二天起，他就定下一条制度：做完解剖手术后必须认真洗手，先用肥皂洗一遍，然后再用消毒水洗第二遍。尽管他的同事们都嘲笑他，说俏皮话，然而在他负责的病房里却出现了奇迹：在他开始坚持洗手制度后的三个月里，他所接生的100个产妇中，只死了一个人，而原来至少要

死 15 个人。

死亡真的被他洗掉了！

塞麦尔威斯是最早发现病菌如何从外界钻入人体内部的人，尽管他当时对这种病菌的性质了解得还不多，他把这种病菌称作“尸毒”，而我们现在称之为“溶血性病原菌”，但是他却找到一个既方便又有效的防止外界病菌侵入人体内部的方法，这就是坚持严格的消毒制度。

1865 年，塞麦尔威斯去世了，他是在做一次手术时不小心划破了一个口子，他所发现的“尸毒”也侵入到他的体内。在他逝世 11 年之后，德国微生物学家科赫最终证明了他所谓的“尸毒”其实就是病原微生物。

罪犯原来是杆菌

罗伯特·科赫年轻时的理想是做一名探险家，他总是幻想着到非洲的原始森林里去猎捕狮子和大象。可是长大以后，他却成了一个叫沃尔斯顿的小镇上的医生，为了拴住他那颗不肯安分的心，在他 30 岁生日那天，他的妻子爱米给他买了一台显微镜供他消遣。

就是这台显微镜改变了科赫的一生。

科赫开始摆弄起显微镜来，起初多少有些像列文虎克那样漫无目标，碰到什么就观察什么，直到有一天，他取回一些死于炭疽病的牛羊的血液……

炭疽病是一种可怕的瘟疫，它能如同风卷残叶一般，一夜之间就夺走成百上千只牛羊的生命。这些牛羊白天还在欢蹦乱跳，追逐打闹，到了晚上却突然变得无精打采，不吃东西。第二天早晨牧人们会发现它们已经四肢僵硬，血液发黑，直挺挺地躺在地上死去了。甚至连牧人们也会染上这种恐怖的疾病，浑身长满脓包，直至咽下最后一口气。

科赫取出一滴发黑的血液放到显微镜下，然后俯下身子观察，他发现在发黑的血液中漂浮着一些很细很细的“杆子”。

“这是什么，是微生物吗？过去我在健康动物的血液中可从来没有见过这些小东西，难道那些可怜的牛羊就是它们害死的？我一定要弄清楚。”

科赫说干就干，他先将一块薄木片放在火焰上消毒，把木片上的微生物杀死，然后又弄来一只豚鼠，他在豚鼠的尾巴根部切开一个小口，用木片沾上一点儿病死动物的发黑的血液，小心翼翼地刮进豚鼠的伤口中，最后，他将豚鼠关进一个笼子里。

第二天一早，科赫打开笼子，看到豚鼠已经死了。他将豚鼠解剖，取出一小片发黑的脾脏放到显微镜下，于是他又看到那些很细很细的“杆子”，就如同他在死于炭疽病的牛羊的血液里看到的一样。

整整 30 天，科赫日复一日地重复着同样的实验，不嫌麻烦，也不觉得枯燥。豚鼠无一幸免，而且全都是死于可怕的炭疽病。

如果换一个人，可能早就把这个不同寻常的发现公布出来了，但是对于科赫来说，证据还远远不够，他的脑子里总是冒出许多新问题，只有最富于独创性的科学家才会这样考虑问题。

“我现在还不能肯定，究竟是不是这些‘杆子’制造了炭疽病，也许还有别的更小的微生物我还没有发现呢，我必须培养出不含任何杂质的最纯净的杆菌，如果它们仍然能让动物染上炭疽病，那就证明了它们确实是病原。”

科赫想出一个很巧妙的方法，他将一块薄玻璃片加热灭菌后，滴上一滴用来培养细菌的营养液——牛眼分泌液，再将一小片刚刚死于炭疽病的豚鼠的脾脏放在牛眼液里。然后，他将一块有凹槽的厚玻璃片覆在上面，凹槽部分刚好罩住牛眼液。他在玻璃片四周涂上凡士林，使它密封。最后，他将玻璃片翻转过来，放在显微镜下仔细观察。

开始的时候，杆菌只是在牛眼液中懒洋洋地漂浮着，可是过了不久，怪事发生了，它的身子竟然从中间断开，一个杆菌变成两个，两个杆菌又变成四个……到了晚上，牛眼液里已经挤满了数不清的杆菌。

科赫把这个实验一连做了 8 天，每一次，他都是取出一星点儿自己培养的杆菌，滴到新鲜纯净的牛眼分泌液中，而到第二天，这些少量的杆菌总是繁殖成千千万万。

到了第九天，科赫又取出一点儿自己培养的杆菌，把它们注射进豚鼠的体内。

“我已经使这些杆菌繁殖了8代，”他自言自语地说，“现在它们绝对不会再含有任何杂质，我倒要看一看，它们现在还能不能使豚鼠染上炭疽病？”

第二天，那些被注射过杆菌培养体的豚鼠全都停止了呼吸。科赫把它们的尸体解剖，在它们发黑的血液里，他又看到了那些他早已熟悉的“杆子”。

现在，科赫已经可以肯定，那些杀死牛羊和牧人的罪犯，原来就是这些肉眼看不见的杆菌。

发亮的“珠子”

科赫证明了制造炭疽病的罪魁祸首是炭疽杆菌，可是问题还没有完全解决，他问自己：“这些杆菌是怎样在条件恶劣的大自然中生存下来的呢？”

科赫把一小片布满杆菌的豚鼠脾脏抹在一片干净的玻璃片上，放在显微镜下观察。这些细小的杆菌越来越模糊，过了两天，它们竟然消失了。科赫把牛眼液滴在玻璃片上，杆菌不再繁殖。当他把干燥了的病血重新溶解后注射进豚鼠体内时，豚鼠继续在笼子里欢蹦乱跳，仿佛什么事情也没有发生过一样。

为什么杆菌能够经受住严寒酷暑，在露天里生存下来，而在干净的玻璃片上，两天之内就会死掉呢？

有一天，科赫在他那密封的玻璃槽中，放进一滴牛眼液，使牛眼液保持动物的体温，过了一会儿，他用显微镜检查里面的杆菌，发现每个杆菌身上都结了一层厚厚的膜，这些膜透明发亮，就好像是一粒一粒的玻璃珠子。

科赫把这滴牛眼液收藏起来，过了一个月，他取出来观察，牛眼液已经干枯了，杆菌也不见了，剩下的只有那些发亮的“珠子”。突然，科赫灵机一动，他把一滴新鲜的牛眼液滴在珠子上，到了晚上，他发现那些珠子全都还原成杆菌。

“原来是这样，”科赫情不自禁地嚷出来，“这些珠子一定就是杆菌的孢子，它能够经受住严寒酷暑的考验，杆菌正是借助这种形式，才能够在条件恶劣的大自然中生存下来。”

为了证实这个想法，科赫做了一个实验，他将两小片布满杆菌的豚鼠脾脏，一片放在温暖的牛眼液中，另一片放在冷冻箱里。第二天，牛眼液中的杆菌全都变成发亮的孢子，而冷冻箱里的杆菌却没有一个能够变成孢子。

1876年4月，科赫走上布雷斯顿植物学会的讲台，向当时世界最著名的生物学家们宣布他的发现。他告诉他们，炭疽病是由一种肉眼看不见的微生物——炭疽杆菌引起的。炭疽杆菌只有转化为孢子，才能在野外生存下来。因此，有一个办法可以消灭这种可怕的疾病，就是当牲畜因炭疽病死去之时，立刻把它们的尸体毁掉，使它们体内的杆菌不能在适宜的环境下，转变为顽强长寿的孢子。

科赫不但发现了炭疽病的产生原因和防治方法，更重要的是，他为人类开辟了一条同疾病作斗争的新途径：他证明许多种疾病大都是由某一种特定的病原微生物引起的，把它们从藏身之处揪出来，你就可以战胜这种疾病。

血清冻

自从科赫发现了炭疽杆菌以后，世界各地的微生物学家和医生们都纷纷拿起显微镜去寻找细菌。有一个叫费莱申的医生发现了一种球形微生物，他给它们起名叫链球菌；还有一个叫加雷的微生物学家，把整整一试管另一种微生物——葡萄球菌注射到自己体内，结果他病倒了，身上长了一个大疔，可是他却兴高采烈地说：“我知道了，原来葡萄球菌就是疔的真正病原。”

在这些微生物探索者中间，干得最出色的仍然是科赫——他发现了结核杆菌。

同炭疽杆菌相比，发现结核杆菌要困难得多，因为在细菌中，炭疽杆菌就是巨人，而且在患炭疽病的动物将死时，它们的体内总是充满了无数的病菌，而结核杆菌的身体却要小得多，即使你已经找到了它，在已有的培养液中也很难使它生长。

科赫来到医院，从结核患者的尸体上取下一小块肺片，放在显微镜下察看，肺片上布满了令人毛骨悚然的结核节，但是在显微镜的视野里却看不到任何微生物的踪影。

“它们也许隐藏得很深，但是我一定要把它们找出来。”

科赫想出一个绝妙的主意——给病肺染色。他把一小片病肺浸在蓝色染料里，一放几小时。第二天早晨，他把染料中的病肺片取出来，放到显微镜下，调好显微镜的焦点，一幅奇特的画面出现了：在病肺的细胞中间，蜂拥着无数小得不能再小的杆菌，它们有的纠结在一起，好像一团团烟丝，有的形单影只，好像是一个幽灵。

科赫把病肺捣碎，溶解在水里，然后给豚鼠、兔子、狗、猫、鸡和鸽子注射，它们全都一个接一个地死去，把它们的尸体解剖，可以看到它们体内全都布满了可怕的结核节，好像一粒粒灰黄色的小米粒。

“这些杆菌很可能就是结核病的病原，”科赫喃喃地说：“现在我要把它们放到培养液里，让它们繁殖出纯净的培养体，然后用培养体给动物接种，如果它们能使动物感染上结核病，就可以证实我的猜想。”

可是不行，杆菌不生长。科赫把它们放在新鲜味美的肉汤里，放在他新发明的牛肉冻胶上，放在他精心制作的几十种各式各样的培养基上，可是杆菌对这一切美味佳肴全不感兴趣，它们在人畜体内，就像热带园林中的野草那样蓬勃蔓生，可是一到培养基上，却渐渐消失了。

有一天，科赫突然明白了他失败的原因——这些杆菌是一种寄生物，它们只能在活的有机体里生长，因此，必须为它们准备一种近似于活的有机体的食品。

科赫就这样发明了他的著名食品——血清冻。他到屠宰场去，要来一些刚刚屠宰的健康牛的新鲜血清，然后加热消毒，盛进试管里。他把试管倾斜放置，使血清有一个长平面，最后将血清凝结成美丽的胶冻。

现在，科赫从一片病肺上取下几个小米粒般的结核节，用白金丝涂抹在血清冻的光滑表面上，他把试管口用棉花堵严，放进培养箱。

一天又一天过去了，每一天对于科赫来说都好像是一整年那么漫长。直到第15天早晨，当科赫取出那些试管时，发现血清冻的表面布满了亮晶晶的细小斑点。科赫拔掉棉花塞，取出一星点儿菌苔，放到显微镜下，他又看到

那些细小的杆菌，尾巴有一点小小的弯曲……

1882年3月24日，科赫在柏林举行的生理学会会议上，宣读了他的发现。他介绍了结核杆菌是如何杀害人畜的，详细讲述了这个阴险的“杀人犯”的习性和弱点，告诉人们应该怎样和它作斗争。

列文虎克最先发现了微生物，巴斯德曾经预言微生物是一切传染疾病的元凶，但是第一个用精确的实验证明了某些微生物可以杀死比它们大几百万倍的人畜的，却是科赫。但是现在我们应该回过头来讲讲巴斯德的故事了，因为他竟然发现了微生物不单是残害人类的刽子手，而且也可以保护我们避开死亡。

琴纳与牛痘

在叙述巴斯德的发现之前，我们需要先讲一讲琴纳和牛痘的故事，因为这件事情同巴斯德的发现有密切的关系。

琴纳是 18 世纪英国一个叫伯克利的小镇上的医生。在他生活的那个时期，欧洲大陆流行着一种非常可怕的疾病名叫“天花”，它如同死神的阴影，出现在哪里，哪里就要遭殃，即使是侥幸活下来的人，满身满脸也会布满由天花的水泡留下的难看疤痕，变成令人可憎的丑八怪。

当时预防天花的唯一办法是把天花患者身上水泡中的脓液，接种到健康人身上，叫做种“人痘”。种人痘的手术非常复杂，首先要给被接种的人频繁地放血，故意削弱他的抵抗力，然后让他服用一种特制的汤药。为了有利于汤药的吸收，在服药期间，这个被接种的人每天只能吃很少量的食物，最后才能给他接种人痘，整个手术要持续 6 个星期。即使是这样，许多人后来仍然染上天花，送了性命。

琴纳想：能不能找到一种更为安全可靠的方法来预防天花呢？

有一天，琴纳偶然听人谈起，牧场里的挤奶女工因为得过“牛痘”，终身不会传染上天花。他作了调查，证实情况果然是这样。这是什么缘故呢？琴纳去请教一些著名的医学专家，可是他们却勃然大怒：“岂有此理，牲畜身上长的玩意儿怎么能够接种到人身上！”

于是琴纳打起行装，到乡下去，年复一年蹲在牛棚里面观察奶牛出痘的情况。原来，牛痘是发生在奶牛和其他牲畜身上的一种疾病，症状很像天花，当牲畜发病的时候，身上也会长出许多充满脓液的水泡。女工人在挤奶的时候，手上沾上牛痘的脓液，就会感染上牛痘病。不过，得牛痘病并没有危险，只不过发几天低烧，长一两个小水泡罢了，而且复原以后，可以终身对天花免疫。

经过多年研究，琴纳做了一次决定性的实验。1796 年 5 月 14 日，琴纳找到一个正在患牛痘病的挤奶女工，他把一根细针刺进这个女工手臂上的水泡里，沾了一点脓液，然后用这个针划破了一个从未出过牛痘也没染过天花的小男孩的皮肤。

从第二天开始，小男孩开始发低烧，胖乎乎的胳膊上生出一个小小水泡，但是到了第 8 天，他的烧开始减退，水泡也逐渐消失，只是在原来生水泡的地方，留下一个小小的疤痕。

6 个星期以后，琴纳冒着极大的风险，又用一根刺过天花水泡的针划破这个男孩子的皮肤。他辗转反侧，夜不成眠，提心吊胆地注意着这个男孩子的每一点变化。但是几个星期过去了，小男孩安然无恙，他对天花免疫了。

琴纳把他的实验结果写成报告送交皇家学会，可是那些高贵的医学权威们对他的报告却嗤之以鼻。他们发出可怕的预言，说那个接种了牛痘的孩子咳嗽的声音已经像牛叫的声音，脸上已经长出牛毛，眼睛已经像公牛一样看人，变成了一个牛面孩。还有，凡是接种牛痘的人都要染上牛狂症，长出牛角和牛尾巴。

但是接种牛痘的方法却在不断地传播。后来，当天花再次流行的时候，许多人都跑去找琴纳接种牛痘，他们从此再没有传染上天花。直到 1874 年，也就是在琴纳第一次做牛痘接种实验 78 年之后，德国才作为世界上第一个国家在法律上规定种牛痘预防天花。这个方法逐渐推行到其他国家去。现在，

每当孩子出生以后，他们的父母就会自觉地带他们到医院或卫生站去接种牛痘。如果我们看看自己的胳膊，那上面总有几个疤，那就是种过牛痘的痕迹。

1823年，74岁的琴纳去世了。为了纪念这位平凡、伟大的乡村医生，人们给他竖立了一座雕像——一位聚精会神的医生，正在为他抱着的婴儿接种牛痘。雕像下面写着这样一句话：“向母亲、孩子、人民的英雄致敬！”

琴纳生前写过一本书，书名叫《接种牛痘的原因和效果的调查》。在这本书中，琴纳非常详细地描绘了牛痘病的症状和接种方法，介绍了23个或因接种牛痘，或因自然感染牛痘，从而对天花免疫的病例。但是，牛痘为什么能预防天花？它究竟是什么？琴纳当时还无法解答。这里面的秘密后来是由巴斯德揭开的。

意外的发现

1880年，巴斯德开始摆弄一种新的微生物——霍乱弧菌。这种微生物小得即使是在最好的显微镜下也只是一个稍微弯曲的点，好像一个逗号。巴斯德按老规矩行事，他把霍乱弧菌放到鸡肉汤里培养，等到它们繁殖出纯净的培养体之后，再给健康的鸡注射，看看这些鸡会不会染上同样的病。

这是一件相当繁琐的工作，每天要把弧菌放到培养液里培养，让它们繁殖。第二天又要把刚繁殖出来的弧菌放入新的培养液中，让它们再繁殖。第三天、第四天也是如此。那些用过的烧瓶、试管，还有各式各样的培养液，都堆放在小小的实验室里，乱七八糟的像个杂货店。在这样的环境中工作，出现一点儿小小的疏忽，自然是可以理解的。有一天，巴斯德——我们知道他是个性急的人——就出现了一个这样的小疏忽：他把一瓶放置很久的已经陈旧了的霍乱弧菌培养液拿来给鸡注射。

第二天一早，巴斯德打开鸡笼，发现那几只他昨天注射过霍乱弧菌的鸡拍着翅膀，咯咯叫得正欢，仿佛在欢迎他。

“咦，它们怎么没有死？过去我注射了霍乱弧菌的鸡，可全都死绝了。”

他把昨天用的那瓶培养液拿出来，瞧瞧上面贴的标签。“噢，这是一瓶过期的，也许里面的弧菌已经死光了。”他自言自语地说。

巴斯德没有再往下想。他收拾行装，出去度假。过了一个月，他回到实验室，想把实验继续做下去。可是不巧，女儿派人来，说是婚礼即将举行，催促老头子赶快回去。于是他把助手张伯伦和鲁唤到跟前，叮嘱他们俩把实验做完。

“可是，备用的鸡已经剩下不多了。”

“没关系，有多少算多少。噢，对了，上次还有几只没死的，也全都拿出来。”

张伯伦和鲁按照老师的指示，把充满了大量霍乱弧菌的培养液注射到鸡的皮下——有新的鸡，也有上次注射过“过期”培养液的鸡。

第二天一清早，巴斯德从家里匆匆赶回来，比鲁和张伯伦还提前来到实验室。他打开鸡笼，发现大部分鸡已经停止呼吸，但是那几只曾经注射过“过期”培养液的鸡，却仍然健康地活着。

“奇怪，这几只鸡怎么还没死？”

他把张伯伦和鲁找来：

“这是怎么回事？”

他们也莫名其妙。昨天，他们明明给这些鸡注射了同样剂量的霍乱弧菌培养液，别的鸡全都死了，可是这几只鸡却若无其事，仿佛它们生就的是金刚不坏身。

巴斯德两眼直直地盯着那些鸡，愣愣地出神，突然，他大叫起来：

“我明白了！上次我们给这些鸡注射的那瓶过期培养液里，是一些老化的霍乱弧菌，它们的毒性已经减弱，所以只能让鸡染上一点儿病，而杀不死它们，等到这些鸡复原以后，它们体内就会产生免疫力，可以经受住这种毒性细菌的侵害！”

巴斯德就像一个在战场上乘胜追击的将军，立刻动手证实他的猜想。他让霍乱菌在鸡汤瓶里老化，给健康的鸡接种。鸡得了病，但是很快就复原了。

然后，巴斯德把大量毒菌注射到鸡的皮下，这些毒菌本来可以将几百只健康的鸡致于死地，但是这几只接种过的鸡却毫不在乎，就好像什么事情也没有发生过一样。

巴斯德就这样使原来危害人类的微生物开始转而为人类服务，他同时也揭开了牛痘预防天花的秘密：

“牛痘其实就是老化的、毒性已经减弱的天花病微生物，其对人体的作用正如同老化的鸡霍乱菌对鸡的作用一样。”

这些老化的、毒性减弱了的、能够使人畜对疾病产生免疫力的毒菌，我们现在叫它“疫苗”。

完美的实验

但是，反对者大有人在，就好像当初有人反对琴纳的牛痘一样，他们说：“如果巴斯德的疫苗就能够使人畜防止传染病，那还要医生和兽医干吗？”

有一个叫罗西诺尔的兽医公开说：

“巴斯德不是宣称他已经研制出炭疽病的疫苗，可以保护牛羊不再传染上炭疽病了吗？那么，最好请他当众表演一次给我们大家看看。”

罗西诺尔说服梅伦的农学会拿出一笔钱，购买了 48 只山羊，供巴斯德实验用，私下里却在盼着巴斯德实验失败，当众出丑。

巴斯德毫不犹豫地接受了这一挑战。

他打电报召回正在乡村度假的助手张伯伦和鲁，开始培养炭疽疫苗。他们小心翼翼地将毒性极强的炭疽杆菌培养液放进培养箱，把温度调整到 42 摄氏度到 45 摄氏度之间——这样炭疽杆菌就不会死掉，也不会转变成孢子——让培养液中的炭疽杆菌老化，然后再分门别类地盛进密封的瓶子里。他们在瓶子外面贴好标签，上面注明 1 号——足以杀死豚鼠但是不足以杀死兔子；2 号——足以杀死兔子但是不足以杀死家犬；还有 3 号、4 号等等。

最后，他们带着这些瓶子，乘火车来到普耶堡农场。那里已经聚集了成百上千的人，有达官显贵、议院议员、科学家、新闻记者、兽医、满怀希望的农民、还有 48 只准备用做实验的山羊。

巴斯德首先指挥鲁和张伯伦给其中的 24 只羊注射 1 号疫苗，每只 5 滴。24 只羊全都泰然接受，像那些没有注射的羊一样跑来跑去。

过了 12 天，巴斯德又给这 24 只羊注射了 2 号疫苗。他让助手每天到羊圈去，为接种过的羊测量体温。24 只羊没有一只出现异常。

1881 年 5 月 31 日，决定成败的一天终于到来了。田间里人头攒动，人数之多好像是在看一场球赛。巴斯德让助手们把 48 只羊全部牵来，其中有 24 只羊是接种过的，另外 24 只羊是没有接种过的。他命令助手们将羊只掀倒，按在地上，然后给每一只羊都注射了足以致命的炭疽杆菌培养液。

仅仅过了两天，24 只没有接种过的羊中，有 22 只横七竖八地倒在地上死了，从它们的嘴巴和鼻孔里淌出可怕的黑血。另外两只也是气息奄奄，眼看就要呜呼哀哉。而接种过的 24 只羊却在吃草，在田间追逐，一点儿生病的样子也没有，好像炭疽杆菌离它们还有十万八千里远似的。

这是微生物科学历史上一次最完美的实验！实验的组织者们本来是想借此打倒巴斯德，可是结果他们却成为巴斯德心悦诚服的信徒。伦敦的报纸刊出大幅标题：实验取得十全十美的成功！那些尝够炭疽病苦头的农民，成群结队，不远千里，来到巴斯德的实验室，恳求得到一点儿疫苗。

然而，巴斯德并没有沉醉在赞扬声中，他的大脑里又开始转动新的念头，他挽起袖子，意气风发，决心征服狂犬病。

隐身刺客

巴斯德决心征服狂犬病的时候，已经是 60 岁了，头发花白，行动不便。

我们现在很难弄清他当时为什么选择了狂犬病作为新的突破口，因为那时候还有十几种更严重的疾病像鼠疫、白喉、梅毒等等，它们对人畜的危害都比狂犬病大得多，而且研究狂犬病也比研究上述几种疾病要危险得多。

也许是狂犬病患者临死前的痛苦景象从小给巴斯德留下了深刻的印象。他曾经说过：

“我总是忘不了我小时候在家乡阿尔布瓦街上见到的那些被疯狗咬了的人。他们四肢抽搐，牙关紧闭，抽风不止，害怕强烈的阳光和响声，到后来总是在可怕的痉挛中死去。”

1882 年——这一年，科赫揭开了结核杆菌的秘密——有一个叫伯累的老兽医给巴斯德牵来几只疯狗。巴斯德把疯狗同几只兔子关在一个笼子里，让疯狗去咬兔子。但疯狗尽管口流涎水，狂噪不止，却怎么也不肯向瑟瑟发抖的兔子发起攻击。于是巴斯德让助手把疯狗牢固地绑在一张桌子上。他嘴里含着一只玻璃管，俯下身去，对着狂怒的疯狗的嘴巴，把有毒的唾液一滴一滴地吸入口中的玻璃管里。这真是千钧一发的时刻，因为巴斯德的头距离疯狗喷着唾液的嘴巴只有几厘米远，如果万一让疯狗咬到，或者他不慎将那些剧毒的唾液吸到肚子里去，那可就……

但是巴斯德却像湖心荡桨一般平静安详。直到摄取了足够的唾液以后，他才直起身来，对那些围在他身边、为他捏着一把汗的助手们若无其事地说：

“好了，各位，咱们开始干吧。”

他们拿这些唾液给 4 只健康的狗和 6 只兔子注射，希望看到这些狗和兔子出现狂犬病的症状。6 个星期过去了，有两只原来健康的狗开始在笼子里乱转，龇牙咧嘴，不停地嚎叫——它们患上了狂犬病，而另外两只却若无其事。兔子也是一样，有两只在痉挛中死去，另外 4 只却安然无恙。

这是怎么回事呢？有一天，巴斯德突然悟出了其中的道理：从狂犬病的症状看，这种微生物进攻的应该是动物的神经系统，它们只有钻进动物脑子和脊髓里以后，才能使动物致病。而过去都是注射动物的皮下，微生物可能还没有到达动物的大脑就散失了。

于是巴斯德让鲁把一只健康的狗麻醉，然后在它头上钻一个小孔。他们拿注射器吸入一点儿刚死于狂犬病的兔子的研碎了的脑子，从这个小孔注射进去。

过了两个星期，这只狗开始嚎叫，乱咬笼子——它患上了狂犬病。

现在，巴斯德有了一个可靠的方法，可以让狗、兔子、豚鼠传染上狂犬病，而且百发百中。唯一的缺憾是，他无法在培养液中培养这种微生物，因为他根本看不见它们。这些狡猾的微生物就好像是专门在黑夜里杀害人畜的刺客，你可以看见在痉挛中死去的人和动物，但是你看不到它们。不管用多么好的显微镜也不行。

不过，这没有难倒巴斯德，他对鲁和张伯伦说：

“我们看不见这种微生物，因为它们太小了，但是我们仍然可以培养它们，就是在动物的脑子里培养。”

这真是天底下最离奇的实验了。他们之所以知道有这样一种微生物存在，只不过是它们在狗、兔子、豚鼠的骨髓和脑子里，使这些动物患上

狂犬病。

现在，巴斯德要驯服这个“隐身刺客”了。他想出一个绝妙的方法，将一小片因患狂犬病而死的兔子的脊髓组织放到玻璃瓶里，让它自然干燥。过了14天，他把这片已经干瘪了的病组织拿出来捣碎，溶解在注射液里给健康的狗注射。这一次，被注射的狗没有患上狂犬病。

“你看，”巴斯德对他的助手说，“这些‘刺客’的毒性已经减弱了，现在它们已经不再能够杀死动物。我们再试试，让病组织干燥12天、10天、8天……看看能不能让狗稍微得一点狂犬病，然后使它们免疫。”

于是他们把自己关在实验室里，一心一意地进行这种没有先例也没有把握的实验。第一天，他们给狗注射干燥14天、几乎是无毒性的病组织，第二天，注射干燥13天、略有一点儿毒性的病组织，然后是干燥12天的、11天的……直到第14天，他们给狗注射了只经过一天干燥的病组织。

决定成败的时刻来到了。他们给4只狗——有两只接种过，另外两只没有接种过——都注射了一剂足以致它们于死地的狂犬病毒溶液。过了一个月，两只没有接种过的狗死了，而另外两只接种过的狗却在笼子里跑来跑去，东闻闻西嗅嗅，没有一点儿病态。

这已经是1885年的事情，经过整整3年的努力，巴斯德和他的助手们终于研制出狂犬疫苗！

1885年7月6日，巴斯德第一次用狂犬疫苗为一个叫迈斯特的孩子治病。这个孩子被疯狗咬了14处伤口，要是在过去，他百分之百地没命了，但是经过巴斯德的治疗，迈斯特竟然奇迹般地恢复了健康。

直到这时候，巴斯德也从没有看见过他所驯服的“刺客”究竟是个什么模样，而且在他逝世以后很长一段时间，医学家和生物学家都找不到这个奇怪的病原体。直到电子显微镜问世以后，科学家们才终于弄清楚，原来它们是一种比细菌还要小得多的微生物，叫“病毒”。它们的个头儿只有0.0000001厘米到0.00001厘米，世界上最好的光学显微镜也看不见它们，只有“电子眼睛”才能将它们的阴险嘴脸暴露于光天化日之下。现在我们知道的病毒已经有400多种，除了天花病毒、狂犬病毒以外，还有流感病毒、麻疹病毒、肝炎病毒和当今令人谈虎色变的艾滋病毒等等。对于其中大部分病毒，人们已经找到了制服它们的方法。

征服狂犬病，是巴斯德一生光辉事业的顶峰，他的名声传遍全世界。许多国家的政府和大公司，都纷纷向他捐钱捐物，资助他建立一个专门研究微生物的机构，这就是著名的巴斯德研究所。后来有许多世界上最优秀的科学家，像我们下面将要讲到的发现“吞噬细胞”的梅契尼科夫和发现“补体”的博尔德特，都曾经在这个研究所里工作过。

勒夫勒的报告

1888年，巴斯德的学生埃米尔·鲁拿起老师放下的显微镜，开始研究白喉。

19世纪的欧洲，白喉特别猖獗，几乎每隔几年就要爆发一次。患这种病的大多是儿童，他们起初是咯咯地咳个不停，然后就感到透不过气来，小脸儿憋得发青，仿佛有一只看不见的手扼住了他们的咽喉。在十个患病的儿童中，总有三个人最后会因窒息而死去。

起初，鲁的工作进展得比较顺利。他到医院去，检查那里的病人，找到白喉杆菌，把它们放到肉汤里培养，然后给豚鼠注射。那些豚鼠也像得了白喉病的儿童一样因窒息而死亡。可是紧接着鲁就遇到了难题：他把豚鼠的尸体解剖开来，检查它们的心肝脾脏，竟然找不到杆菌！杆菌跑到哪里去了？如果不是杆菌，又是什么东西杀死了豚鼠呢？

就在鲁束手无策的时候，他看到了一份报告——德国细菌学家勒夫勒的实验报告。

勒夫勒是德国一家医院的医生，在他工作的那家医院里，有许多患白喉病的孩子，其中有一半孩子最后都因窒息而死。

勒夫勒也像当年的塞麦尔威斯一样，整天呆在停尸间里，仔细检查那些死亡儿童的尸体。他发现，在每具尸体的咽喉部位，总有一些灰白色的粘膜。他用细针将那些灰白色的粘膜挑出一星点儿来，放到显微镜下观察，看到粘膜里面有一些奇怪的杆菌，形状就像一根根细长的棍子。

勒夫勒按照科赫的作法，先把杆菌放在培养液里培养成纯净的杆菌培养体，然后给兔子和豚鼠注射。在兔子和豚鼠死去之后，勒夫勒把它们尸体做了解剖。他发现，杆菌总是集中在死亡动物的咽喉部位，而且数量比原先注射进去的要少得多。至于其他地方，哪怕就是一个杆菌也找不到。

“这么少的杆菌，怎么能够杀死比它们大100万倍的动物呢？”

勒夫勒是一个认真诚实的科学家，他并不匆匆忙忙地做结论，而是把他的发现和疑问都老老实实地写在他的报告里。他写道：

“这种杆菌也许是病原，但是我在几个患白喉病的儿童的咽喉里，并没有找到它们。最令我奇怪的是，我在一个没有丝毫白喉病症状的儿童咽喉里，却发现过这种杆菌。”

这份报告最后写道：

“我猜想这种杆菌可能会制造出一种毒素，这种毒素可以渗入到人体的致命部位。将来，也许有人会在死亡儿童的器官里，在死于这种疾病的动物的尸体中，或者是在这种杆菌繁殖得很好的培养液里发现这种毒素。他们将证实我现在所不能证实的东西。”

鲁看到的就是这样一份报告。

寻找毒素

鲁从勒夫勒的报告中得到启发，他想：杆菌既然能在动物的咽喉里制造毒素，那么它们也应该能在培养液里制造这种毒素。

为了检查这一思想是否正确，鲁设计了一个实验。他将一个大玻璃瓶灌满肉汤，再将纯净的白喉杆菌放进去培养。然后，他制作了一个别致的过滤器，形状像一支蜡烛，里面的筛眼很细，细到任何微小的杆菌也无法通过。过了四天，鲁将肉汤进行过滤，过滤出来的是琥珀色的纯净液体。

“现在肉汤里面一个杆菌也没有，有的应该是毒素。”鲁一边喃喃地说，一边把这种琥珀色的液体注射到豚鼠体内。

每天早晨，鲁一来到实验室，头一句话就是问他的助手：“豚鼠死了没有？”在这段时间里，他好像变成一个铁石心肠的人，巴不得他那些小动物快些死去。

可是，好像是同他开玩笑似的，豚鼠偏偏活得很健康。它们有的在津津有味地吃着蔬菜，有的活蹦乱跳，打闹撒欢，看不出一点儿死亡的征兆。

“可能是剂量不够。”鲁想，于是他给豚鼠注射更多的琥珀色液体。然而小动物还是没有死。

如果换一个人，也许就会放弃这个看起来毫无成功希望的实验，液体里没有毒素，除此之外，难道还能有别的解释吗？可是鲁不相信这一切。他有一种预感，一股热情，一种不达目的决不罢休的精神。历史上许多伟大的科学发现都是凭着这种预感和精神产生出来的。

“毒素应该存在着！”

于是鲁把更多的琥珀色液体注射进豚鼠的体内。他几乎是孤注一掷！最后，他给豚鼠注射的剂量已经超过第一次注射量的30倍——他竟给一只小豚鼠注射了35立方厘米的液体，这样大的数量足可以把这只小小的豚鼠“胀死”。

那些被注射了这么多液体的豚鼠从第二天早上开始就显得萎靡不振，喉咙里发出轻微的咳嗽声。到了第五天，它们全死了，症状就同它们那些注射了白喉杆菌而死的兄弟一样。

鲁就是用这种方法发现了白喉毒素！

这个注射大量液体的实验，就其本身来说，似乎并没有证明任何问题——如果一大瓶白喉杆菌只能产生这么少量的毒素，以致于要用大半瓶液体才能毒死一只小小的豚鼠，那么一个孩子咽喉里的少量微生物，怎么能产生出多得足以致他于死亡的毒素呢？

然而鲁毕竟走对了路，他就好像一个黑暗中的寻路者，经过一番摸索探寻、横冲直撞之后，突然走出暗无天日的密林，来到阳光灿烂的光天化日之下。有一天，鲁突然明白了他那些毒素以前如此之弱的原因——因为他没有将那些杆菌在肉汤里多培养一些日子，以致于它们还没有来得及制造更多的毒素。

这一次，鲁把他的杆菌在肉汤里整整培养了40天，而不是四天，于是他充分领略到他那些琥珀色液体的威力。他给豚鼠注射了少得不能再少的一星点儿液体，豚鼠马上死去；他给家犬注射了一滴肉汤，家犬立刻倒毙。

鲁把这种致命的液体干燥，提取其中的精华，测量它们的化学成分。他

发现，一克纯粹的毒素，足以毒死 21 万只豚鼠，或者 2650 只家犬！

鲁的研究最终证明了白喉杆菌是怎样害死儿童的，从而使勒夫勒的预言变成了现实。他回到医院去，指导医生们怎样取出病人咽喉里的膜，培养纯净的病菌，提炼毒素的精华，但是他却找不到一种有效的方法来制止白喉疾病的肆虐。

于是，科赫的学生，德国细菌学家贝林来到这个战场上，继续干下去。

白喉抗毒素

贝林生着一把奇特的大胡子，当他用显微镜作观察时，总用手按住他的胡子。他的大脑里也有一个奇特的念头，不知为什么，他认定世界上一定有一种化学物质能够制服侵入人畜体内的细菌，但是又不伤害人畜本身。

“我一定要找到一种化学品来治疗白喉。”他对自己说。他让他的助手购进大量豚鼠，然后给它们注射有毒性的白喉杆菌培养体。当豚鼠病得死去活来的时候，他又给它们注射各种化学物质。他试用过昂贵的金盐，试用过萘胺，试用过几十种奇特的或普通的物质。尽管豚鼠还是成批成批的死掉，但是贝林的决心一点儿也没有动摇，他坚信一定会有一种他尚未知晓的物质，能够制服白喉杆菌。

有一天，贝林给几只豚鼠注射了足以使它们丧命的白喉杆菌，当这几只豚鼠纷纷倒下以后，贝林又给它们注射了一些新的化学物质——三氯化碘。

第一天过去了，豚鼠不见好转，第二天又过去了，豚鼠还是躺着不动。“三氯化碘看来也不行。”贝林喃喃地说。可是第三天早上当他来到实验室的时候，突然发现有几只豚鼠竟然又重新开始吃东西。尽管这几只豚鼠瘦得皮包骨头，浑身被三氯化碘烧得大泡连小泡，样子格外难看，但是它们毕竟正在从可怕的白喉病症中恢复过来，而它们那些没有注射过三氯化碘的同伴，早就没气了。

激动万分的贝林开始用三氯化碘在更多的豚鼠身上做实验。这种实验没有任何理论依据，也没有任何规律可寻。有时候，可怜的豚鼠被白喉杆菌杀死了；有时候，它们被三氯化碘烧得奄奄一息。尽管如此，到底还是有几只豚鼠活下来。

“这些从死亡边缘上挣扎过来的豚鼠，现在对白喉是不是免疫了？”贝林问自己。他用巨量白喉杆菌给它们注射。这么多的白喉杆菌本来可以轻而易举地杀死一二十只平常的豚鼠，但是现在那些经过三氯化碘治疗过的豚鼠却连眼睛也不眨一下。它们经受住了考验，它们确实免疫了！

是什么东西使这些豚鼠免疫了呢？贝林把豚鼠解剖，仔细检查它们的器官组织，后来他对在动物体内循环不已的血液发生了兴趣。他用一支细管子，从免疫豚鼠的颈部抽出一些血液来，用离心机分离出橘黄色的血清，然后将血清同白喉杆菌培养体混合。最后，他做了一次决定成败的著名实验。

他将一只非免疫的豚鼠的血清与白喉毒素混合，给一批豚鼠注射，同时又将免疫豚鼠的血清按同样的方法与白喉毒素混合，给另一批豚鼠注射。结果那些注射非免疫豚鼠血清的小动物全都因窒息而死，而那些注射了免疫豚鼠血清的小动物一个个全都活蹦乱跳，健康如常，白喉毒素再也不能伤害它们了。

免疫血清把凶恶的白喉毒素驯服了！

被成功鼓舞起来的贝林，投入了更加紧张的战斗。他用白喉杆菌、三氯化碘、白喉毒素给兔子、羊、狗注射，想把它们有血有肉的身体，改变成为他制造免疫血清的工厂。他把这种血清称为“抗毒素”。不久，他就有了免疫山羊，并且从它身上得到大量免疫血清。

但是，有时候免疫血清的保护作用并不长久。豚鼠受到血清注射后，开始能抗住大量毒素，但是时间一长，这种抵抗力就变得越来越弱。你总不能

跑来跑去，每隔几十天就给所有的儿童都注射一次免疫血清，这不切实际。但是还有更好的方法吗？

贝林想：“三氯化碘几乎同白喉杆菌一样对豚鼠有害，但是抗毒素血清却不伤害动物，既然它能够预防白喉，它也应该能够治疗白喉。”

于是他给一批豚鼠注射大量致命的白喉杆菌。第二天，这些豚鼠全都躺在地上，它们呼吸困难，不时发出咯咯声。这时候，贝林给其中的一半豚鼠注射了大量免疫山羊的抗毒素。奇迹出现了！这些豚鼠的呼吸几乎立刻变得顺畅起来。过了一天，它们全都站起身来。又过了两天，它们已经全都恢复了健康。而它们那些没有注射过抗毒素的同伴，却没有一个能够活下来。

原来抗毒素还有治疗功效！

直到今天，我们在预防和治疗白喉时，基本上用的还是这种抗毒素，不过不是羊的血清，而是更大的动物——马的血清。由于勒夫勒、鲁和贝林的辛勤劳动，白喉这种疾病现在对我们来说，已经一点儿也不可怕了。为此我们应当感谢他们。

但是当抗毒素刚刚问世的时候，在微生物科学家中间曾经发生了一场大的争论。这究竟是怎么回事呢？

吞噬细胞

这场争论的焦点是：保护我们不受微生物侵犯的究竟是血清呢，还是吞噬细胞？那么，这场争论是怎样发生的呢？吞噬细胞又是什么东西呢？

这还要从巴斯德的实验说起。

我们还记得，巴斯德和他的助手在研究狂犬病的时候，曾经用一根玻璃管从疯狗嘴里吸取毒液，然后给四只健康的狗和六只兔子注射，可是后来，只有两只健康的狗和两只兔子得了狂犬病，另外两只狗和四只兔子却安然无恙。

这究竟是怎么回事呢？巴斯德当时正一心一意寻找减弱狂犬病毒毒性的方法，对这个问题没有顾得上研究。后来，有一个叫梅契尼科夫的俄国微生物学家，对这件事情发生了兴趣。

梅契尼科夫想：这些狗和兔子之所以没有染上狂犬病，一定是因为它们身体里面有某种对狂犬病毒的抵抗力。可是，它们并没有接种过，这种抵抗力到底是从哪里来的呢？

梅契尼科夫想出一个绝妙的主意，他用浑身透明的海星幼虫做实验，看看当微生物钻进海星幼虫体内时，会发生什么情况。

好久以前，梅契尼科夫在研究动物是如何消化食物的时候就发现，动物体内有一些奇怪的细胞。这些细胞不是固定在动物身体的某一个部位，而是可以自由地流动，好像是一个个小小的变形虫。

梅契尼科夫首先把一些鲜红色的微粒放进一只海星幼虫体内，然后就用显微镜仔细观察所发生的一切。海星幼虫透明得如同一扇明净的玻璃窗，因此他能够通过显微镜看清楚里面发生的情况。他发现海星幼虫体内的“自由细胞”，开始流向那些鲜红色的微粒，包围住它，并且把它吃掉。

梅契尼科夫看得张大了嘴巴，几乎忘掉了一切。后来，他突然大叫起来：

“我明白了！这些活动细胞既然能够吞下红色微粒，它们也一定能够吞下微生物。正是它们在保护我们不受微生物的侵犯。那几只狗和兔子为什么没有得狂犬病，一定是它们体内的这些活动细胞把狂犬病毒吃掉了。”

为了检验这个想法，梅契尼科夫开始大做实验。他从池塘和养鱼缸里捉来一些水蚤，这种小动物也同海星幼虫一样，通体透明，他可以用显微镜观察它们体内发生的事情。他把水蚤同恶性酵母放在一起，看见有一只水蚤竟然吞下一个恶性酵母的尖利如针的孢子。孢子刺进水蚤微细的食管，穿过胃壁，钻进水蚤的体内。这时候，那些可以自由活动的细胞，就仿佛听到一声号令，从四面八方朝孢子涌来。它们围住这个有害的孢子，吞食它、溶解它、消化它。

这真是一个绝顶聪明的实验，因为有谁能够想到在水蚤这样最低等的动物身上去寻找人类这种最高级动物的免疫原因呢？现在梅契尼科夫已经深信他的推测是正确的：活动细胞吞噬掉侵入动物体内的有害微生物，从而保护动物不受这些微生物的伤害。但是如果侵入动物体内的有害微生物数量太多，力量太强大，活动细胞对付不了它们的时候，这些有害微生物就会在动物体内大量繁殖，分泌毒素，使动物致病，直到死亡。

梅契尼科夫给这些活动细胞起了一个希腊文的名字：Phagocytes，意思就是吞噬细胞。我们现在常常说的“白血球”，就是吞噬细胞中的一种。

一场大争论

吞噬细胞理论在现代免疫学中有重要的意义，实际上，它是保护我们人体不受有害微生物侵害的一道坚固防线。可是在当时，许多微生物学家——其中包括科赫和贝林——都觉得这个理论太离奇，简直像天方夜谭，而不像是严肃的科学。特别是当贝林发明了免疫血清之后，他们对吞噬细胞的非议就更加多起来。请听科赫——他在微生物学家中间以严谨认真而闻名——是怎么说的：

“新的事实已经使吞噬细胞的理论失去了基础，因此应该将它的位置让给另一理论，这便是血液决定免疫的理论。”

梅契尼科夫——巴斯德支持他——奋起还击。他做了一个实验：将炭疽杆菌的孢子包在吸水纸——吞噬细胞不能穿透这类障碍物，因此不能杀死里面的孢子——中，移植到青蛙皮下。过了几天，他取出吸水纸，吸水纸已经被青蛙的血液浸透，但是孢子呢？它们不但没有被杀死，反而生成更多的杆菌。

“怎么样？”梅契尼科夫多少有些得意：“血液不但不是杀菌剂，相反的倒正是培养细菌的肥沃土壤。杀死动物体内有害微生物的是我的吞噬细胞。”

有一个叫法伊弗的德国微生物学家接着出场。他把接种过霍乱疫苗的山羊血清注射到一只没有免疫的豚鼠腹内，然后又给这只豚鼠注射了大量的霍乱弧菌。可是这些形状像逗号的微生物进入豚鼠体内后，不但没有杀死豚鼠，反而卷缩成一个个无害小圆点，然后就完全破裂了——它们被杀死了。最重要的是，法伊弗想出了一个非常聪明的办法，证明当那些霍乱弧菌在豚鼠体内破裂的时候，那些吞噬细胞并没有在现场去吞掉那些弧菌。法伊弗宣称，血液杀菌只能在动物腹内进行，因为动物腹内有一种神秘的东西，血液只有同它结合，才能杀死有害的微生物，但是这个神秘的东西决不是吞噬细胞。

梅契尼科夫以实验对实验。他把霍乱菌同对霍乱免疫的山羊血清混合放在一个试管里，什么反应也没有，但是只要往这个混合液中加几个白血球——吞噬细胞，你就会见到那些可恶的霍乱弧菌爆破了，而且是立刻爆破！

但是又有一个微生物学家站出来，他说：“也许梅契尼科夫的吞噬细胞确实可以吞下微生物，不过，它们只吞噬死去的微生物。”

于是梅契尼科夫大声吩咐抓几只免疫豚鼠来，然后在它们腹内注射进大量霍乱弧菌。在以后的几小时里，梅契尼科夫每隔几分钟就拿一支细玻璃管捅进豚鼠的肚子，吸出几滴液体，放在显微镜下，看看免疫豚鼠的吞噬细胞是否在吞噬霍乱弧菌。果然，吞噬细胞中塞满了逗号模样的微生物。

梅契尼科夫喊道：“现在我将证明这些吞噬细胞里的微生物仍然是活的。”

他把这些吞噬细胞弄破，将里面的微生物重新吸入注射器内，然后给未经免疫的豚鼠注射，这些豚鼠最后无一幸免。

总之，这场争论持续了一段很长的时间，双方争得面红耳赤。他们因为自己的理论被对方所轻视而激动万分，以至于不能冷静下来想一想：也许两方面都有某些真理，也许是血液和吞噬细胞在共同保护我们不受细菌的伤害。直到许多年以后，有一个叫赖特的英国微生物学家，发现在血液有一种叫调理素的物质，并且证明了吞噬细胞的作用在血液参与下可以大大加

强。原来，这两种免疫因素是相辅相成的。这场争论才算平息下来。

不过这场争论在那时却引出了几个极有价值的发现。

奇妙的血清

吞噬细胞派同血液派的争论，引起了许多微生物学家的兴趣，他们纷纷动手大做实验，以便检验一下究竟哪一种说法更有道理。

有一个叫博尔德特的比利时微生物学家把大量的霍乱弧菌掺到免疫山羊的血清里制成混合液，他将这种混合液滴了一小滴在玻璃片上，然后每隔几分钟就从显微镜里观察一下混合液的情况。他看到那些霍乱弧菌果然没有死，它们在血清中懒洋洋地浮游着。

“看来，法伊弗是对的，”他喃喃地说，“血清只有在动物体内才能杀死细菌。”

后来，他偶然在混合液里滴了几滴刚刚从一只非免疫豚鼠体内抽出来的新鲜血清。怪事发生了，那些刚才还是自得其乐的霍乱弧菌，突然像肥皂泡一样地破裂了——它们被血清杀死了。

这真是前所未闻的事情：在豚鼠体内能够大量杀死霍乱弧菌的免疫山羊血清，在一小片玻璃片上却对霍乱菌无能为力，但是只要稍微给它加入一点儿正常豚鼠的血清——它们本身对霍乱菌是无害的——就能马上使它恢复杀菌的能力。

这是怎么回事呢？

博尔德特对着免疫山羊血清呆呆地发愣。突然，他脑子一亮，对了！他们实验室里的预防霍乱血清大都是不新鲜的，是几个星期以前从免疫山羊体内取得的，即使是新鲜的，为了不受细菌污染，也曾经过高温消毒。而他所用的豚鼠血清则是新鲜的，是他从一只刚刚杀死的、身体还没有完全变凉的豚鼠体内取得的。

一有了这个念头，博尔德特便一溜烟儿地跑到羊圈里那只免疫山羊那儿，用注射器从羊静脉里抽出一大管新鲜血液，放入离心机中，分离出琥珀色的血清。然后，他把凶残的霍乱弧菌加进去，这一次，免疫山羊的血清立刻就把霍乱弧菌杀死了，根本不用加入豚鼠血清。

一时间，博尔德特竟然对血清的奇妙性质着了迷，就好像一个十来岁的小孩子迷上了爸爸妈妈刚刚从商店里给他买回来的拼装积木。

你看，这支试管里装的是对霍乱免疫的山羊血清，把它同霍乱菌混合起来，它当然是杀不死那些霍乱菌的，博尔德特把它暂时搁在一边。他在肮脏的工作服上擦擦手，去干别的事情，整理一下桌子上那些量杯和烧瓶，再给羊圈里的免疫山羊添一把青草。过了一会儿，他又回到那支试管跟前，俯下身子去观察。

他看到了什么？他看到那些霍乱菌——它们是活的——正在凝集成小团块，这些小团块又漂浮到一起凝集成更大的团块，甚至用肉眼就可以看见，就好像是一片片的小雪花。

现在，博尔德特把一些炭疽杆菌放进对霍乱免疫的山羊血清里，想看一看它们会不会凝集，但是不管他怎样晃动试管，试管里也没有出现团块。

对霍乱免疫的血清只能使霍乱菌凝集，别的细菌则不行。

这是历史上第一次血液检查，是个了不起的发现。现在，这已经是各种检查方法中最常用的一种，用来区别各种不同的细菌。它不需要到人体里去摸索探查，只需借助一支小小的试管便可以达到目的。

补体反应

有一次，博尔德特在做实验的时候，出现了一个偶然的疏忽，他使用了一支没有洗刷干净的试管，那里面刚好还存有少许用兔血接种过的豚鼠血清。

博尔德特往试管里注入一些兔子血液，过了一会儿，试管里的兔血开始改变颜色，从不透明的暗红色转变为清澄透明的粉红色。

博尔德特感到很惊奇。他从试管中吸出一小滴兔血放到显微镜下观察，发现兔子血液中的红血球不见了，它们全都溶解了！

这种现象太奇怪了，一种接种过兔血的豚鼠血清，可以把兔子血液中的红血球全都摧毁，正像一种接种过霍乱疫苗的山羊血清可以把霍乱弧菌全都摧毁一样。这是什么原因呢？

博尔德特整整花了五年时间，进行了无数次实验，才把这个秘密揭开。

原来，任何人和动物的血液里都含有一种神秘的物质，博尔德特称之为“防御素”，而我们现在管它叫“补体”。这种物质可以杀死有害的微生物或溶解另一种无害的红血球。但是，只有当这些微生物或红血球被与它同种的微生物或红血球的动物血清接种——医学上叫做“致敏”——之后，这种物质的威力才能显示出来，否则它就没有丝毫威力。

为了证明这一点，博尔德特做了一个非常出色的实验。他首先将大量的黑鼠疫杆菌同一种兔子的抗黑鼠疫血清混合，再滴入一定量的正常豚鼠的血清，那些黑鼠疫杆菌立刻就像肥皂泡一样地爆破了，它们被正常豚鼠血清中的“补体”杀死了。然后，博尔德特又往里面加入了一些用豚鼠血清接种过的兔子血液，兔血没有变化，仍然是不透明的暗红色。这是因为正常豚鼠血清中的“补体”在爆破黑鼠杆菌时已经消耗光了，因此也就没有剩余的补体再来溶解兔子血液中的红血球了。

接着，博尔德特开始进行这个实验的第二步。他将大量的黑鼠杆菌直接同正常豚鼠的血清混合，豚鼠血清对那些凶恶的杆菌无能为力，因为这些杆菌没有被对它们免疫的动物血清“致敏”过。这时候，博尔德特往里面加入一些用豚鼠血清接种过的兔子血液，兔子血液中的红血球立刻就爆破了，这是正常豚鼠血清中“补体”在显示威力。

这种现象在医学上叫“补体反应”。根据补体的这个性质，人们能够很准确地诊断出某一个人体内是否隐藏着某一种危险微生物。

这个方法很简单，只要将用这个人的血清接种过的可疑微生物同一定量的豚鼠血清混合，然后再加入几滴用同一只豚鼠血清接种过的兔子的红血球。如果这些红血球不溶解，那就说明这个人的血液中确实含有那种可疑微生物。他的血清使那些可疑微生物致敏了，从而消耗掉豚鼠血清中的补体。这样，就没有剩余的补体再来溶解兔子的红血球了。

假如兔子的红血球溶解了呢？那就说明这个人的血液里没有那种可疑的微生物，他的血清不能使那种微生物“致敏”，从而也不能被正常豚鼠血清爆破。这样，豚鼠血清中的“补体”就会保存下来，并把兔血中的红血球溶解。

我们应该感谢博尔德特，因为他最早发现了验血法。当有害微生物侵入到我们体内时，这些方法可以及时地把危险告诉我们，使我们有足够的时间

同我们体内的有害微生物进行斗争。

现在，让我们暂时离开博尔德特的神奇实验室，到北美、非洲、印度和古巴的哈瓦那去进行一次探险，因为在那些地方，有几位微生物学家已经作出几项极为重要的发现，这些发现使我们人类在同有害微生物进行的殊死搏斗中，变得更加有力量。

他们的首领叫西奥博尔德·史密斯。

奇怪的牛瘟

西奥博尔德·史密斯是美国华盛顿畜产局的一名小职员。本来，他也许会默默无闻地度过一生，一辈子同微生物无缘。可是有一天，上司突然把他找去，对他说：

“得克萨斯牛瘟又爆发了，你去查查是怎么回事？”

得克萨斯牛瘟是一种非常奇怪的疾病：南方牧人买来北方的牛，把它们同完全健康的南方牛一起放牧；开始的时候，什么事情也没有，可是过了一个月，突然在北方牛中间开始爆发一场瘟疫，它们不吃不喝，一天天瘦下去，最后死得一个不剩。南方牛到北方后，也会发生同样的事情，它们在哪里放牧，哪里的北方牛就开始遭殃。

有经验的老牧人有一种说法：“得克萨斯牛瘟起因于一种昆虫，它们寄生在牛身上，吸牛的血。”牧人们把这种昆虫叫做扁虱。

可是那些著名的兽医和有经验的大夫对这种见解全都嗤之以鼻，他们宁愿相信传播疾病的是牛粪，或者是牛的口水。

西奥博尔德·史密斯叫人从北卡罗来纳州——那里是牛瘟最猖獗的地方——弄来七只牛，每只牛的背上都爬满了扁虱。然后他把其中的四只圈在一块地里——他称这块地为一号场地，再放六只健康的北方牛同它们在一起。剩下的三只南方牛，他把它们身上的扁虱捉干净，把它们同四只北方牛圈进另一块地里——二号场地里。

每天上午，西奥博尔德·史密斯先到一号场地转一圈，看看扁虱有没有爬到北方牛的身上，再到二号场地转一圈，看看有没有出现新的扁虱，如果有的话，就把它掐掉。余下的时间，他用来研究扁虱的生活习性。他目睹扁虱爬到牛背上，吸血、蜕皮、配偶、再吸血、然后从牛背上落到地上，产下几千个卵，最后干瘪、死掉，前后不过二十来天。

一个多月过去了，一号场地的一只北方牛背上出现了扁虱，它不再吃食。接着，其他五只北方牛身上也出现了扁虱。它们发高烧，瘦得皮包骨头，最后全都死去。但是在没有扁虱的二号场地，四只北方牛却全都长胖了。

西奥博尔德·史密斯用显微镜观察那些死牛的血液。真是好运气，他在第一个样品中就发现了那些小动物，形状像梨子，呆在血球中。它们使牛的血球破裂，坑坑洼洼。但是在健康的北方牛的血液里，他从来没有看到过这种小动物。

现在西奥博尔德·史密斯把目光转向正在二号场地吃草的那四只北方牛身上。它们背上没有扁虱，个个肥壮无比。西奥博尔德把其中的两只北方牛赶进一号场地。过了三个星期，一只牛死了，另一只发起高烧——都是由于得克萨斯牛瘟。

也许你会认为这两个实验已经足以说明问题，但是西奥博尔德还要再做第三个实验，这一点他倒有些像科赫和斯巴兰扎尼。他又圈起一块草地——三号场地，那里从来没有放牧过南方的牛。然后他从北卡罗来纳州弄来许多青草，草里爬满扁虱。他把这些青草撒在三号场地里，又牵来几只北方牛。不出一个月，一只牛死了，另外两只染上严重的牛瘟。

扁虱是罪魁祸首，就像二加二等于四一样明白无误。

但是还有许多问题没有解决。为什么北方牛要经过 30 天以后才会染上

牛瘟？假如让它们同南方牛相处 20 天，然后把它们牵走，它们决不会得病。还有，一只扁虱一辈子只生活在一只牛身上，它不能像苍蝇那样飞来飞去，那么它是怎样把疾病从一只南方牛身上传染到一只北方牛身上的呢？

有一天，西奥博尔德突然冒出一个新念头：“我已经能够将老扁虱的卵在玻璃瓶中孵出干净的小扁虱，它们从没有到过牛背上或野草地上。如果我把这样的扁虱放到牛背上，它们能使牛染上牛瘟吗？”

这个想法似乎有些多此一举，但是西奥博尔德什么都想试一试。他牵来一只肥壮的母牛，然后将几百只人工孵养的小扁虱放到它身上。一天又一天，西奥博尔德把手放在牛背上，看看牛有没有发烧，同时心里默数着天数。

有一天，西奥博尔德照例把手放在牛背上，不好，牛在发烧。他用小刀在牛皮上划开一个口子，取出一点牛血，放在显微镜下观察，在破碎的血细胞中，他又看到那些梨形微生物。

好像一道闪电，西奥博尔德突然明白了一切！

把致病微生物带进北方牛身体里的不是吸血的老扁虱，而是它们的孩子小扁虱。老扁虱从南方牛身上掉下来，它们要过几天才产卵，卵要经过 20 来天才能孵化出小扁虱，小扁虱又要跑来跑去找到牛脚爬到牛身上去，这合起来大约要 30 来天，所以北方牛总要过一个来月才会染上牛瘟。

南方的牛为什么不会得病呢？因为它们祖祖辈辈生活在遍地是扁虱的环境里。它们的身体里已经锻炼出一种抵抗力——它们免疫了，所以尽管它们浑身是扁虱，血液里带着梨形微生物，可是它们满不在乎。

西奥博尔德就这样，在 1893 年揭开了一个人所未知的秘密：疾病可以通过一个新的途径、通过一种昆虫来传播，把这种昆虫消灭掉，你就可以使这种疾病绝迹。

正像巴斯德的减毒疫苗作法为他以后的微生物学家广泛仿效一样，西奥博尔德的研究也为后来者开辟了一条新的道路。在下面的故事里，我们将要看到，这些后来者是怎样沿着这条道路继续走下去的。

可怕的锥体虫

上面我们讲到，西奥博尔德在解决得克萨斯牛瘟的过程中，发现一种疾病可以通过一种昆虫来传播，这给其他微生物学家很大的启发。有一个叫戴维·布鲁斯的英国微生物学家，就是受到这个启发，后来消灭了一度在非洲一些地区流行的昏睡病。

戴维·布鲁斯是英国军队里的一名军医，他对研究微生物有一种天生的兴趣，简直是入了魔，只要一闲下来，他就把自己关在房间里，摆弄那架从不离身的显微镜。可是他的运气不佳，他所在的部队经常要调防，使他不能安心地从事自己喜爱的工作。

有一次，布鲁斯随他所在的部队来到非洲一个叫纳塔尔的地方。在那里他遇到一种奇怪的疾病，当地人管这种疾病叫“纳加纳”，就是“精神萎靡不振”的意思。凡是患上这种病的牲口，都是皮毛脱落，骨瘦如柴，双目失明，浑身长水泡，直到最后死亡。最奇怪的是，这种病只发生在水草茂盛的平原地区，而在荒凉偏僻的高山地带，却从来没有出现过“纳加纳”。

布鲁斯像所有的微生物学家一样，从寻找病原入手。他从一匹病得要死的马的体内，取出一滴血放到显微镜下，然后仔细观察。透过显微镜灰蒙蒙的视野，他看到在成堆的红血球中间，密密麻麻地拥挤着许多小动物，它们的前端又细又尖，像一条鞭子，尾端比较粗，整个形状就像一把锥子。

“这些是——锥体虫。”布鲁斯喊出来。他急急忙忙去检查其他患病的牲口，在它们的血液里，他又看到这些锥体虫，而且牛马病得越是厉害，它们血液中的锥体虫的数量就越多，多到使血液凝集成不停颤动的团块，以致于你可以说这些牲口的血液就是这些锥体虫而不是别的。而在健康牲口的血液中，你连一个锥体虫也找不到。

可是这些锥体虫是怎样从一匹患病马身上传染到一匹健康马身上的呢？布鲁斯遵循西奥博尔德的作法，去请教有经验的当地人。

“引起纳加纳的是舌蝇。”当地的老人说。

“纳加纳是野兽引起的。它们的粪便玷污了水源和草地，使牲口得了纳加纳。”当地的酋长和巫医说。

布鲁斯倾听着，然后着手检验这两种说法。

他挑选了几匹健壮的马，把它们的嘴用厚布袋牢牢地系住，使它们既不能吃也不能喝。每天早晨，他牵着这几匹马到平原草地上去，一呆就是一整天。成群结队的舌蝇飞扑到马身上，大吸它们的血，他在一旁冷眼观看，无动于衷。但是他却时刻小心提防着，不让马儿甩掉布口袋。直到太阳快落山了，他才把马赶回山上的营地。

这样过了半个多月，有一匹马出现了病状。接下来是第二匹、第三匹……在它们的血液中，出现了形状如同锥子一样的锥体虫。

这些可怜的被用作实验的马匹，尽管没有吃过一片草，没有喝过一口水，却全都死于纳加纳。

“很好，我已经证明纳加纳不是由于水草传染的，但是我还不能肯定这种疾病就一定是舌蝇传染的，也许，马儿会从空气中吸进锥体虫。”

于是布鲁斯又着手做第二个实验。这一回，他把马儿留在高山上安全的地方，他独自下山去，在湖边捉了几百只舌蝇，放到纱布笼子里带上山来。

他把这些笼子放在马背上，让它们透过纱布大喝马血。不到一个月，这些从未吃过也未喝过，甚至连平原上的空气也未呼吸过的马匹，照样死于纳加纳。

现在布鲁斯只剩下最后一个疑问：这些舌蝇是从哪儿获得这些锥体虫的呢？但是他已经没有时间来做研究了，他所在的部队要到一个新的地方去驻防——那儿没有纳加纳，所以布鲁斯只好告别——暂时地——他的这些舌蝇和锥体虫。

追寻舌蝇的踪迹

1896年，英国殖民部收到一份报告，报告说，在非洲乌干达（当时是英国的殖民地）的一些地区，开始流行一种可怕的疾病。凡是得了这种疾病的人，开始是发烧，精神萎靡不振，然后就进入昏睡状态，一直睡到周身变凉，再也醒不过来。有一个叫卡斯特拉尼的英国微生物学家，被派去调查这种疾病的发生原因。卡斯特拉尼认为引起这种昏睡病的一定是某种链球菌。他从病人的脊骨里抽出一些脊髓放到离心机中，想利用离心器的急速旋转使可能存在的微生物落到试管底部，以便找到这种病菌。可是结果他连一个链球菌也没找到，倒是发现了布鲁斯的那些老朋友——锥体虫。

于是英国皇家学会决定派布鲁斯出马，到乌干达去捉拿凶犯。

布鲁斯来到乌干达，和卡斯特拉尼会合，他们打开行李包，装好显微镜，立刻开始检查病人。第一天，他们一共检查了40个人，在每个人的骨髓里都发现了锥体虫。

可是健康的人呢？健康人的骨髓里没有锥体虫。无论他们怎样仔细查找，到头来总是一无所获。

现在布鲁斯已经可以肯定，锥体虫就是昏睡病的病因。他想起纳加纳，想起了舌蝇。

这里应该有舌蝇。

于是布鲁斯开始忙起来。他逢人便问：

“你们这里有没有舌蝇？”

他们告诉他：

“我们这里有一种吸血蝇，叫基伍，但是没有舌蝇。”

“不！舌蝇一定会有的。”布鲁斯对这一点坚信不疑。他亲自到树阴下面，到荒草地里，到河边湖畔去寻找。他没有白忙，舌蝇终于给他找到了。他把它们捉住，装进一个用纱布缝制的口袋里，带回他的实验室。

布鲁斯让舌蝇去吸昏睡病人的血液，当它们吸得半饱不饱的时候，布鲁斯就把它拿开，放到猴子背上。过了不久，实验有了结果，那些被舌蝇叮咬过的猴子，张着嘴巴入睡了，从此再也醒不过来。

于是布鲁斯信心百倍地去见乌干达的首相阿波罗，对他说：

“昏睡病的病因我已经查清了，是舌蝇，就是你们唤作基伍的那种吸血蝇，是这种蝇把病菌从一个病人身上带给一个健康的人……”

阿波罗打断他的话，说：

“基伍在我们这里向来就有，但是我的臣民死于昏睡病，却是近几年的事。”

但是布鲁斯的决心像铁一样坚定。他说：

“如果大人不信的话，我可以证明给您看。”

他重做猴子的实验，让阿波罗看得心服口服。

“那我该怎么办呢？”阿波罗问道。

“舌蝇生活在水边，让您的臣民离开水边，这样，他们就不会再被舌蝇叮咬，从而也就不会再得可怕的昏睡病了。”

阿波罗遵命而行。他发布命令，让他的臣民们由湖边迁往内地。在湖边20公里以内的地方，不许再有任何人居住。

但是布鲁斯还不肯就此罢手，他一定要趁热打铁，斩草除根。他想起那些患纳加纳的马匹，是的，锥体虫还可以寄生在牲口身上。于是他向阿波罗建议：

“迁走牛羊，使湖边的羚羊绝迹，就像不许有人居住一样。”

这是一次辉煌的胜利，一半来自布鲁斯钢铁一样的决心，一半来自阿波罗的强制性命令。从那以后，昏睡病这个恶魔就在乌干达逐渐消失了。

扁虱被围剿，舌蝇被宣判，现在轮到蚊子倒霉了。

轮到了蚊子

在人类同病原微生物作斗争的历史中，没有比征服疟疾更离奇的事情了，因为这出戏里的主角——英国微生物学家罗纳德·罗斯，竟然是从一个完全错误的起点开始他的探险的。

早在 1880 年，有一个叫拉佛伦的法国军医就宣称，他发现了疟疾的病原——疟原虫。后来，有一个叫曼森的英国医生，发现蚊子可以从人的血液中吸出一种叫蠕虫的微生物来。不知为什么，曼森断定，疟疾也一定是蚊子传播的。

曼森逢人便谈他的发现，但是人们听了都哈哈大笑，戏称他为“病理学的凡尔纳”。即使是修养比较好的人，也只能对他耸耸肩膀，心里说：“这老头子怎么了？”

直到有一天，曼森遇到了罗斯。

曼森把罗斯领到他的诊所，拿出拉佛伦发现的疟原虫给他看。这些残忍的凶手是一队环状体，在人的红血细胞里浮游着。然后，它们从血细胞里跑出来，变成月牙儿形。这些月牙儿又长出几条“鞭子”，弯曲甩动，好像是一只微小的章鱼。

“看到没有？这就是疟原虫。当人们身上发冷，开始打摆子的时候，你在他们的血液里一定会找到这个小畜牲。但是在健康人体内，你决看不到它们。你想知道它们是怎样从一个疟疾患者体内传染给一个健康人的吗？”

“愿听指教。”

“是蚊子搞的鬼。蚊子吸疟疾病人的血，血里有那些环状体。它们进入蚊子的胃，长出那些鞭子，鞭子又变硬，就像炭疽杆菌的孢子。然后蚊子死了，落到水里。人喝了有死蚊子的水，就得了疟疾。”

罗斯听着，频频点头。没想到曼森突然来了一个一百八十度的大转弯：

“这只是我的猜想，还没有得到证明。你可以到印度去进行一次调查，那里是疟疾的老窝，如果蚊子真是罪人，疟疾就可以消灭。”

于是罗斯收拾行装，带上显微镜，动身前往印度。

他牢记曼森的教导，从捉蚊子着手。他整天在阴沟、排水管和污水池之间徘徊，不论哪一种蚊子都捉，然后切开它们的肚子，检查它们的胃壁里有没有那些环状体或月牙儿形的东西。可是不行，他总是白忙。蚊子的胃壁里没有那些环状体和月牙儿。它们也不叮人。即使是叮了，被叮过的人也没有得疟疾。

但是罗斯继续寻找下去，正像他在给曼森的信件中所写的那样：

“我只有一个方法，就是不断实验，不断抛弃。”

这样过了两年零三个月，他终于有了一点儿线索。

现在罗斯手边有三只褐色蚊子，它们是从几十种不同的蚊子中精心挑选出来的。它们刚刚都曾大吸疟疾病人的血液，把肚子喝得胀鼓鼓的，几乎变成红色。

罗斯将其中一只蚊子解剖，用显微镜观察它的胃壁。突然，有一样怪东西引起他的注意。他发现，在整齐的胃壁细胞中间，有一些奇怪的环状体，它们的直径只有 0.01 毫米！

“这是什么？”罗斯自言自语着。他马上解剖第二只蚊子，这一回，他

又看到那些奇怪的环状体，比第一次还清晰。在环状体中间，还有一小丛黑点。

“对了，我在疟疾病人的血液里，也看到过这些黑色的斑点。难道说，它们就是疟原虫吗？等等……有了，如果它们真是那家伙，它们就应该是活的，它们应该能长大！”

于是罗斯把最后一只蚊子小心地保存起来。他等待着，好像热锅上的蚂蚁。到了第三天，他把最后一只蚊子的肚子切开，用显微镜观察。

一点不错，它们在那里，它们比那两只蚊子体内的环状体大了，它们真的在生长！

不过，也许这些环状体并不是来自疟疾病人的血液，也许那三只蚊子在大喝疟疾患者血液之前，还叮过别的人或动物？总之，现在就断言那些环状体就是疟原虫，还为时尚早。但是有什么办法可以证明它们就是那些杀人凶手呢？

有了，鸟儿也会生疟疾。它们体内的疟疾微生物同人体内的很相像，为什么不拿鸟来试试呢？

于是罗斯开始埋头做一个精确的实验，这个实验即使巴斯德做了也会引以自豪的。

罗斯的实验

罗斯让助手拿来三只麻雀，其中一只完全健康的，血液里没有任何疟疾微生物，第二只有少量的微生物，第三只却病得很厉害——它的血液里挤满了有黑点的病菌。

罗斯把这三只鸟分别放进三个防蚊的笼子里，然后，他又拿来一窝刚刚用子子孵出来的、干干净净的雌蚊，它们决没有疟疾嫌疑。他把这些雌蚊分成三小群，每个麻雀笼里都放进一群。

结果怎么样？吸过无病麻雀血液的蚊子，它们的胃里没有那些有斑点的环状体；叮过有轻微病状麻雀的蚊子，有少量的环状体；而当罗斯用显微镜观察那些叮过重病麻雀的雌蚊的胃时，他发现它们食管里布满了有漆黑斑点的环状体！

一天又一天，罗斯每天切开一只蚊子的肚子；一天又一天，他观察着这些环状体在膨胀、生长。它们起先像突出在胃壁上的小瘰子，然后在这些小瘰子中间出现了小颗粒，小颗粒不断增多，一直多到数不清为止。

有一天，罗斯从显微镜里观察一只雌蚊的胃，他突然发现有一个小瘰子裂开了，从里面跑出大队古怪的“线”，这些“线”充满了蚊子全身，然后——真是妙不可言——它们涌向蚊子的唾腺，涌到蚊子蜚针的管子里去。

原来，疟疾的传播是由于蚊子的叮咬，而不是由于喝了有死蚊子的水！

为了证实这个猜想，罗斯拿来三只完全没有病的健康麻雀，把它们放进笼子里，然后，他又在笼子里放进一群叮过病麻雀的有毒的雌蚊。他等待着，像等着头胎孩子消息的父亲一样，坐立不安，心急如火。

过了大约十天，三只健康的麻雀全都得了疟疾，它们的体内充满了疟疾微生物。

这是 1898 年。就在这一年，世界上有三亿多人染上疟疾，有三百万人死于疟疾！

今天，疟疾还没有完全绝迹，我们有时候还可以听到疟疾在某些地区肆虐的消息，但是疟疾毕竟已经不像一百年前那么猖狂和可怕了，这是因为有了罗斯和他出色的实验。

就在这之后不久，人们又发现，蚊子不但传播疟疾，还传播另一种危险的疾病——黄热病。

志愿者

黄热病是一种可怕的疾病，它使人皮肤发黄、打呃、吐出来黑色的东西。它穿墙越壁、潜行地面，成百成千地杀人，直到它杀人杀得累了才住手，在北美，那总是在寒秋季节。

但是这个黄色妖魔却有一个奇怪的毛病，它只杀人，从不杀别的动物，什么动物也不杀。

1900年，黄热病又在古巴的哈瓦那爆发了，死于这种疾病的美国士兵人数比死在战场上的还多。当地的美军司令官打电报到华盛顿告急，于是美国政府派军医沃尔特·里德少校为黄热病调查团团长，同他的助手卡罗尔、拉吉尔和阿格拉蒙德到哈瓦那去调查黄热病。

调查团来到哈瓦那，第一件事情就是寻找致病微生物。他们给黄热病人抽血，作培养，解剖死者，做十次、百次的检查，但是始终找不到一个杆菌。

里德开始走街串巷，像他的前辈西奥博尔德和布鲁斯那样，逢人便打听这种病的来历。

有一个叫芬利的哈瓦那医生告诉他：“黄热病是由一种蚊子传播的。”

“那我们就来试试蚊子论吧。”里德说。

这话说起来容易，但是从哪里着手呢？做实验必须有供实验用的动物，而你已经知道，动物从来不得黄热病，这就是说，只有人这种特殊动物可以做这种实验。同时，黄热病的死亡率——有记录在！——可以高达百分之八十，最低也不低于百分之二十……

“我愿意给蚊子叮。”卡罗尔站出来。

“算上我一个。”拉吉尔跟着说。

于是里德——他真是铁石心肠——向他们交待了一些注意事项，就回华盛顿报告工作去了。

从第二天开始，拉吉尔便穿梭在一排一排的病床之间。病床上躺着那些黄热病人，他们肤色发黄，眼睛充血，说着胡话。

拉吉尔拿他的有银色条纹的雌蚊——那是芬利留给他们的——去叮病人，等到它们肚子鼓胀成透明的红色时，才小心翼翼地把这些雌蚊放到笼子里。但是他却狠不下心来叫它们去叮人。

于是卡罗尔去提醒他：“我已经准备好了。”

他让拉吉尔在他收集的蚊子中挑选一只最危险的，这只蚊子不是只叮过一个黄热病人，而是叮过四个病人，现在，它叮在卡罗尔的胳膊上了。

两天以后，卡罗尔开始觉得浑身乏力，又过了两天，他病倒了，身上出现黄疸，眼睛充血，脸色暗红。

他得了严重的黄热病，差一点儿死去。

幸运的是，卡罗尔竟然逃出了死神的魔掌，后来恢复了健康。而他的同事拉吉尔却没有他这样的好福气。拉吉尔仍然天天到病房里去，让他的雌蚊大喝病人的血液。有一天，有一只蚊子落到他的手背上。

“没关系，反正我迟早是要让它们叮咬的。”拉吉尔自言自语着，没有把那只雌蚊赶走。

过了五天，拉吉尔病倒了。又过了七天，他死了，死于可怕的黄热病。但是实验还远没有结束！

为了人类和科学

两名志愿者，为了查明黄热病的传播渠道，自愿去给蚊子叮咬，结果全部染上黄热病，一个死了，另一个侥幸活下来，这似乎已能证明，黄热病就是由蚊子传播的。但是对于严谨的里德来说，证据还远远不足。

“是的，他们确实得了黄热病，但是卡罗尔在得病之前曾经到黄热病流行的危险地区去过一两次，至于拉吉尔就更甭说了，他整天呆在黄热病人的病房中。也许，他们是从别的地方染上黄热病的。凡是准备给蚊子叮咬的人，必须事先同黄热病隔离。”

于是里德重新招兵买马。他发出通知，说现在有一场战争，救人性命的战争，有没有愿意从征的人？

他的通知墨迹未干，就有两名美国士兵前来应征，一个叫基辛格，另一个叫莫兰。

“你们知不知道这很危险？已经有人送过命了。”

“我们知道。我们自愿做试验，为的是人类和科学。”

“在实验结束以后，你们可以得到一笔奖金作报酬。”

“少校，我们自愿提供实验的唯一条件，就是不愿得到任何报酬。”

里德额头上掠过一层深深的波纹。他把手伸到帽沿边：

“两位先生，我向你们敬礼。”

基辛格和莫兰被送进一座预备隔离所，他们在炎热的夏季，足不出户，几个星期以后，里德把饱吸过黄热病人毒血的蚊子放进去。很快，基辛格病倒了，出现了黄疸。万分幸运的是，他没有死。

但是里德觉得他的实验还有不够严密的地方，他要把他的实验做得十全十美，无懈可击。读过这本书，你可能已经知道，几乎所有的微生物学家，包括巴斯德、科赫、鲁、贝林、博尔德特、西奥博尔德、布鲁斯，和我们后面将要讲到的埃尔利希、弗莱明，他们都是这样一种人。

“也许，黄热病还可以通过接触传染。人们不是常说，黄热病人的衣被和物品是危险的吗？他们不是常常将黄热病人用过的东西甚至居住过的整栋房屋烧掉，以防止黄热病蔓延吗？”

里德命令工匠盖起一座简易小屋子，屋子有两扇门，可以防止蚊子飞进来，还有两扇窗子，和门安在同一个侧面，以防空气对流。

三名美国士兵怀着同样的信念——为了人类和科学——走进小屋子。他们打开屋子里的一个密封箱子，从里面取出枕头——上面沾满黄热病人的黑色呕吐物，拿出被单——上面污染着不能动弹的黄热病人的排泄物。然后他们按照里德的指示，使劲拍打这些枕头和被单，让黄热病微生物在屋子里大量扩散。接着，他们搭起小小的行军床，放上这些枕头，铺好这些被单，脱下衣服，就睡在这些肮脏的床上。他们甚至穿上死者的衣服，枕着充满黄热病人毒血的枕巾……

整整 20 天过去了，他们没有一个人得黄热病！

但是，他们也可能原来已经对黄热病免疫了。所以当从那间可怕的小屋走出来之后，里德又把黄热病人的血清注射到他们的皮下，让叮过黄热病人的蚊子去咬他们。他们病倒了，得了黄热病——由于治疗及时，他们没有死——原来他们并不是免疫的！

你可以说这些实验太疯狂，也可以说里德太没有人性，但是这些“疯狂”的实验却拯救了无数人的生命，因为人们终于认识到，黄热病是由一种蚊子传播的，消灭这种蚊子，就可以消灭黄热病。

到今天，黄热病真的已经基本绝迹了。

现在我们知道，黄热病的病原体是同狂犬病毒一类的细小微生物，属于过滤性病毒的一种。

神奇的子弹——六 六

1910年，当沃尔特·里德在哈瓦那宣判黄热病的传播者——蚊子死刑的时候，在遥远的欧洲，有一个叫埃尔利希的德国微生物学家，也开始了一项从无先例的研究。他在研制一种神奇的子弹，这种子弹可以杀死人体内的有害微生物，但是决不伤害人体本身。

埃尔利希是个非常奇特的人，他对漂亮染料感兴趣，似乎比用显微镜观察微生物来得更浓厚。他的上司让他去解剖尸体，学习辨认尸体的各部分，可他却把尸体的一部分切成很薄的薄片，然后用各种各样的鲜艳染料给它们涂色。

“埃尔利希，你在干什么呢？”上司问他。

“我在试试我的染料。”他回答道。

这样一个染色迷竟然没有成为一个画家，反倒成为一个微生物学家，实在让人惊奇。不过，世界上偏偏就有这样的怪事。

现在，埃尔利希给一只兔子的耳静脉注射了一点亚甲蓝，然后注视着这种蓝色染料在兔子的血液和身体中慢慢流动，最后将兔子的神经末梢染成蓝色，但是不染别的部分。

“多么奇怪，”埃尔利希喃喃地说，“染料竟然会自己寻找染色对象。假如……假如有一种染料，它只能给人体内的有害微生物染色，被它们吸收，而不能给人体本身染色，同时它又是有毒的……啊，那将是一种神奇的子弹，它只杀死人体内的有害微生物，而不伤害人体。”

于是——这是1902年——埃尔利希开始了一个从无先例的研究，寻找“神奇的子弹”。他将锥体虫注射到豚鼠皮下，使豚鼠致病，然后弄来几百种染料，逐一试验，希望找到一个能把豚鼠冶好的品种。

这是一种最古老最原始的方法，是尝试和流汗的方法，是用一千次失败换取一次小小成功的方法。豚鼠被染料染成蓝色、黄色、绿色、柠檬色……还有连画家们也说不上来的颜色，但是它们体内的锥体虫仍然快乐逍遥，成群结队，并且残杀这些豚鼠，有多少杀多少。

有一天——这已经是1905年——埃尔利希用一种新的染料——苯并红紫染料给豚鼠注射。这不是普通的苯并红紫染料，而是做了一些加工，为了让它在豚鼠的血液中溶解得更好，埃尔利希在它里面加了一些硫基。

他给一只奄奄一息的豚鼠打了一针加工过的红紫染料。奇迹发生了！这只豚鼠的耳朵变红了，眼睛睁开了，它竟然又活过来，而它那些没有注射红紫染料的伙伴们，全都浑身僵硬地死去了。

可惜的是，这种红紫染料——埃尔利希管它叫“锥虫红”——虽然救活了一只豚鼠，但是拿来给人治病却不行。它可以杀死锥体虫，使你不再昏睡而死，但却会使你成为一个瞎子，从此再也看不到光明。

不过，埃尔利希的决心并没有动摇。经过一点小改动的锥虫红不是已经救活一只豚鼠了吗？那么，继续改下去，不是小改小闹，而是彻底改变它的化学结构，你就一定可以找到一个可以给人治病的新品种。

这个锥虫红——它的核心是砷和苯——的化合物到底有多少，只有天知道。我们所知道的仅仅是埃尔利希一共合成了几千种新的化合物。他给这些化合物一一编上号码，5号、594号、606号、914号、1206号……然后按号码逐个进行筛选。

整整五年，埃尔利希把自己关在实验室里，一次又一次地安排锥虫红分子的排列方式，增加、移动或调整原子。他一定要弄清楚，到底需要多大的剂量，才能够杀死锥体虫，同时又不伤害人体。

但是真倒霉，当可怕的锥体虫被杀死的时候，这些灵丹妙药也把豚鼠的血化成了水，或者使它们死于致命的黄疸病，再不就是让豚鼠“跳舞”，团团急转，狂奔乱跳，不是跳一分钟，而是跳尽有生之日，到死方休……当埃尔利希发现一次用量太多有危险而将剂量改小时，锥体虫竟然若无其事，它们有了免疫性！

最初的 605 次试验就这样无情地失败了。然后——这已经是 1909 年——埃尔利希碰上了那个著名的制剂 606。它的功效是如此之大，只要一针下去，就可以肃清一只豚鼠血液中的所有锥体虫，而且它又是安全的，它不会使豚鼠变瞎，不会把它们的血液化为水，也不会让豚鼠“跳舞”。

1909 年 8 月 31 日，埃尔利希站在一只笼子前，笼子里关着一只兔子。这不是一只普通的兔子，而是一只注射过螺旋体恶魔的兔子。这种螺旋体是德国动物学家绍丁首先发现的，是用博尔德特的补体反应检查出来的。它是当时发现的所有微生物中最为阴险狡猾的一种微生物，是梅毒这个令人谈虎色变的疾病的祸根。无论男人或女人，甚至连刚刚出生的婴儿，都可能染上这种可怕的疾病。它使患者得心脏病死去，成为神经失常的痴呆，它还不动声色地潜伏在患者的体内，通过母亲传给胎儿，使完全无辜的孩子也成为受害者。而且，还从来没有一位医生治好过一例这样的病症。它是一种绝症！

现在，这只兔子就在那里，腹部有两个小小疮口，那是这种恶魔特有的标志。埃尔利希从疮口处取出一小滴液体，放到显微镜下观察，在显微镜的视野里，无数白色的螺旋体在前后跳跃，看了令人恶心生畏。然后，埃尔利希在病兔的耳静脉里注射了一针 606。

第二天，兔子腹部的疮口愈合了，结出干净的痂。又过了几天，它的体内已经再也找不到那些恶魔了，它们被杀死了。不到一个月，兔子恢复了健康。

梅毒再也不是绝症了，因为有了埃尔利希和他的神奇的子弹——606。在 19 世纪最初的 30 年中，是 606 大显身手的时期，它拯救了成千上万人的生命。但是我们不要忘记，606 的核心是砷，这是一种剧毒、也就是我们称为砒霜的物质，因此它在治好一万个病人的同时，也会杀死几十个人。它还不是绝对安全的！因此，后来它又让位给一个更安全可靠的药剂——青霉素。

青霉素的发现（一）

这是一次天赐良机，是一次百年难遇的巧合，可是，如果没有碰上一个早有准备的头脑，一双已经整整寻找它十年的锐利眼睛，也许直到今天，我们也不会认识这种神奇的药物——青霉素。

发现青霉素的是英国细菌学家弗莱明。

弗莱明很早就开始研究灭菌和防止感染的方法。第一次世界大战期间，他在法国一家野战医院里工作。那时候，死在医院里的伤员人数要比在战场上直接死在敌人枪弹下的人数多得多，而且绝大部分都是死于伤口感染。用显微镜检查死亡伤员的伤口，可以看到那里面蜂拥着无数可怕的葡萄球菌，就好像是列队穿行的恶鬼。

606 对这些恶鬼无能为力，改用石炭酸和其他化学防腐剂也不行。因为这些防腐剂虽然能杀死葡萄球菌，但同时也能破坏伤员体内的白血球，结果使他们死得更快。

能不能找到一种既可以大量杀死细菌，同时对人体组织又无害的物质呢？

战争结束以后，弗莱明一直在研究这个问题。他在牛奶里、鸡蛋里、蔬菜里，甚至人的唾液里寻找这种物质。后来，他在人的眼泪中发现了一种叫“溶菌酶”的物质，这种物质有一定的溶菌能力，可惜威力太小，解决不了问题。

整整十年，弗莱明的收获就是这些。

1927 年，弗莱明继续研究这些葡萄球菌。他在小碟里制成美丽的培养基，让葡萄球菌在里面生长繁殖，以便了解这些杀人犯有什么弱点。后来他去度假。临走前，他把这些培养基随便堆放在工作台上——他本是个既不整洁又无条理的人，再说，这十年来，他在实验室里一直忙得像个厨房里的杂务工或家庭主妇一样，这使他懒得再去收拾。“等休假回来再说吧。”他喃喃地说。

过了一个月，弗莱明回到实验室，发现培养基已经长霉了。“我忘了盖上盖子，使空气中的微生物落到上面，把它污染了，我现在就来清理它们。”他大声说着，随手拾起一个小碟准备去涮洗。

可是，且慢！这是怎么回事。他突然对着碟子里的培养基出起神来，在培养基的表面散布着几小块青绿色的斑点，这是霉菌的菌落，没有什么值得大惊小怪的。奇怪的是那些培养基，它们本来混合了大量的葡萄球菌，应该是混浊的、不透明的，可这会儿却变得清澈洁净，美丽无比，仿佛刚刚制做出来的一样。

弗莱明灵机一动，他用白金丝挑出一星点儿培养基，放到显微镜下，对好焦点，开始观察。“这真是怪事！”他情不自禁地喊起来。原来他发现，培养基里的葡萄球菌已经不见了，它们被溶解了。

“这些青霉菌一定能够分泌一种杀菌物质，它们在培养基里扩散，杀死了那些葡萄球菌。我一定要查个明白。”

于是弗莱明立刻行动起来，他把青霉菌放在肉汤里培养，让它们生长繁殖，然后他把肉汤过滤，得到一小瓶清澈透明的滤液。

他把这种滤液滴了一小滴在培养基上，几小时以后，原来长势茂盛的葡

萄球菌就全部被杀死了。他又把这种滤液用水稀释，结果，只用百分之一的稀释液就可以杀死葡萄球菌，甚至八百分之一的稀释液仍然具有杀菌能力！

但是，这种具有强大杀菌能力的奇异物质，对人体是不是安全的呢？

弗莱明又进行了一个新的实验，他给一只豚鼠注射大量葡萄球菌，使它致病。然后他向这只豚鼠的血管里注射了一针滤液。豚鼠没有死去，也没有出现任何异常症状。这种物质是安全的，它具有医用价值。

弗莱明把这一重要发现写成一篇报告，发表在英国皇家《实验病理季刊》上。他把这种由青霉菌分泌的物质命名为青霉素。报告说：

“青霉素不干扰白血球的功能，对试验动物无害，可能是一种适用于注射的杀菌剂。”

这个发现在微生物学界引起了极大的轰动，后来许多科学家都重做弗莱明的实验，试图“再次发现”青霉素。弗莱明自己也做过这种尝试。可是他们——包括弗莱明本人在内——全都没有成功。经过长期的研究，科学家们才发现，原来在通常情况下，青霉素并不溶解葡萄球菌，仅仅阻止它的发育。如果葡萄球菌已经发育起来后再加入青霉素，就不再有明显效果。弗莱明恰巧是在往培养基中接种葡萄球菌的时候，他的培养基就被空气中的霉菌孢子污染了。后来他去度假，培养基就放在工作台上，又碰上气候突变，出现了反常的寒潮，这给霉菌生长提供了适宜的温度条件，同时又抑制了葡萄球菌的生长，从而使靠近霉菌的葡萄球菌被溶解了。除此以外，青霉菌一共有 50 多个菌种，而出现在弗莱明培养基上的青霉菌是三种最优良的菌种之一。这个菌种的出现，并不是像弗莱明当初所想的那样“从窗子外飞进来的”，而是通过楼梯，从楼下一间实验室里飘上来的，那里当时正在进行霉菌的研究。

这是一次难得的机遇，一次天赐机缘。事实上，当那些培养基放在工作台上的时候——当时弗莱明正在度假——许多在这间实验室里工作的科学家都看见了那些霉菌，但是并没有引起他们的注意，最后还是弗莱明抓住了它，因为他十多年来一直在寻找这种物质。

但是，青霉素并没有马上得到推广应用，因为它在滤液中的含量太少，如果要杀死人体内的病菌，就需要上万毫升的滤液，但是怎么可能把这么多的滤液全部注射到一个人的血管里去呢？如果要把青霉素提炼出来，又是一件大工程，靠弗莱明一个人的力量是办不到的。所以，弗莱明只好把青霉素的事情暂时搁起来。

这时候，埃尔利希的“606”正风行全球，科学家们都在仿效埃尔利希的方法，探索新的药物。后来，有一个叫多马克的德国细菌学家，又发明了一种神奇的药物——磺胺药，而且他还纠正了埃尔利希的一个错误。

百浪多息

我们还记得，埃尔利希在研究“606”的时候，他有一个设想就是：由于某些染剂能够有选择地给细菌和原生动植物染色，所以就有可能找到一种只能被有害微生物吸收的物质，它们可以杀死这些有害微生物，但是不伤害人体，因为人体不吸收它们。埃尔利希对自己的想法坚信不移，尽管他一再失败，长期受挫，朋友们也劝他放弃这件看来毫无希望的工作，但他还是坚持下去，最后终于发明了“锥虫红”和“606”。

埃尔利希的成功，给微生物学家们很大的启发，他们纷纷学习埃尔利希的方法，寻找新的治疗药物。多马克就是其中之一。

这个多马克是个很奇怪的人，因为他坚持让他的助手在动物体内做实验。他的助手按照他的吩咐，合成了一种新的偶氮化合物。他们把这种化合物同试管里的细菌培养液混合，再用显微镜进行观察，细菌在培养液里悠哉游哉，毫不在乎。不行，这种化合物没有丝毫杀菌能力。于是他们去请示老师多马克：“是不是再换一种样品试验？”

“不行！不行！”多马克声色俱厉，“一定要在豚鼠体内再试验一次！”

于是他们只好再抓来 26 只可爱的豚鼠，给它们皮下注射一种最危险的细菌——链球菌。这些链球菌在豚鼠体内以每 20 分钟一代的速度增殖，要不了几小时，这些豚鼠的体内就充满了这种可怕的微生物。然后他们捉住豚鼠，捏住它们的鼻子，掰开它们的嘴巴，把这种毫无杀菌能力的偶氮化合物溶液硬灌进去。结果不出所料，26 只豚鼠无一幸免。药物本来就没有杀菌作用嘛。

但是多马克继续干下去，固执得像头牛。他的实验室成了一个名副其实的屠宰场，里面到处是横七竖八、满目狼藉的豚鼠尸体。你可以想像一下，他的助手们一共合成了一千多种偶氮化合物，而对其中每一个品种，都要有 26 只豚鼠来殉葬。它们一半为试验组，多马克的助手要在它们身上注射链球菌，一个半小时后，再把待试的药物灌进它们的胃里；另一半是对照组，在注射链球菌后不灌药物。而每一次，26 只豚鼠都全部死亡，没有一只活下来！

1932 年圣诞节，奇迹终于出现了。这一回，多马克将一种新合成的桔红色化合物灌进 13 只豚鼠的胃里，这些豚鼠在一个半小时之前刚刚接种过危险的链球菌，它们本来应该在 48 小时内全部死于败血症，可是这一次，它们跑来跑去，全无病容。而它们另外 13 个没有服用过桔红色液体的伙伴，全部在两天之内惨死了。它们的死也许是一件大好事，因为正是它们的牺牲告诉多马克，这种桔红色的液体是多么有力地保护了那些幸免的豚鼠。

其实这种桔红色的化合物早在 1908 年就已经被人们合成了，它是由一种偶氮染料与一个磺胺基结合而成，名字叫“百浪多息”。用它来为纺织品染色，可以经日晒而不褪色。但是在多马克以前，谁也没有想到它竟然还可以治疗疾病！

不过，我们关于多马克的故事还没有讲完，因为他一直还未将这种“百浪多息”用来给人治病。这是一种令人难以捉摸的物质，在试管中，它对细菌是无害的，到豚鼠体内，它又大量杀死它们，那么在人体中，它又会出现什么情况呢？

现在，多马克面临着一个重大的考验：他的唯一女儿因手指受伤而感染，终日高烧，昏迷不醒。多马克请来城里最有名的医生，用尽了各种良药，

全都无济于事。感染无可抑制地发展成为败血症。

只有试试百浪多息了。

多马克从实验室拿来两瓶药剂，注射到女儿的静脉里。

他等待着，坐立不安，好像热锅上的蚂蚁，头发白了不少。他夜不成眠，可是又迷糊过去，梦中看见百浪多息杀死了链球菌，也杀死了他唯一的女儿……

可是当他醒来时，发现女儿的高烧正在减退，她那因憔悴而显得更大的双眼又闪射出生命的光芒。她正在从死亡的边缘回到人间来。

百浪多息把她治好了！

百浪多息的发现，是医药史上一个新的里程碑。有意思的是，多马克是根据埃尔利希关于染料自己选择染色对象的思想发现了百浪多息，但是后来科学家们在研究合成这种药物时却发现，这种药物之所以有效，并不是因为它们是染料，而是由于它们含有磺胺，而磺胺又根本不是染料。

今天，“606”已经基本被淘汰了，但是磺胺类药物却仍然被广泛使用着。假如你患了流感，经检查有炎症，医生往往会给你开一些复方新诺明或增效联磺片服用，这些药都属于磺胺类药物。

现在，让我们再回到青霉素的故事中去，因为在这一段时间，它又有了新的的发展。

青霉素的发现（二）

自从弗莱明发现青霉素以后，整整十年中青霉素一直受到人们的冷遇。直到 1938 年，有一位科学家才重新提起青霉素。这位科学家就是德国生物化学家钱恩。

钱恩当时正在研究溶菌酶。起初，他把青霉素也当成是一种酶，并试着用提取酶的方法来提取青霉素，可是都失败了，原来青霉素不是酶。

那么青霉素到底是什么呢？它为什么会有抗菌作用呢？钱恩对这个问题发生了兴趣，他同英国病理学家弗洛里商量，决心一块儿研究这个问题，弗洛里负责研究青霉素的生物学性质，钱恩负责从化合物中提取青霉素。他们还联络了一大批热情合作者，其中有细菌学家加德纳和生物学家山德士，他们俩负责在培养液里培养青霉菌；有细菌学家西德雷，他负责测定青霉素的含量。

这是一个阵容强大的研究集体，班子里的成员都是各方面的专家，同当年弗莱明孤军作战的情况已经大大不同了。

没有多久，他们的工作就有了成果。他们提取出一种橙黄色的青霉素制品，这种制品的杀菌能力是空前的，就是把它稀释到一百万分之一，仍能有效地抑制葡萄球菌的生长。它的威力是磺胺的 20 倍！

弗洛里又进行动物实验。他先给豚鼠接种大量的葡萄球菌和链球菌，然后又给它们注射青霉素稀释剂，这些注射了青霉素稀释剂的豚鼠有 90% 以上都恢复了健康，而没有注射青霉素的豚鼠则全部死亡。这又证明了青霉素是非常安全的。

不过，培养液里的青霉素含量非常小，几千公斤滤液才能提炼出一点点青霉素。为了尽可能多地获得青霉素，科学家们每天要洗刷几百个大玻璃瓶，配制十几吨培养液，还要接种、过滤、分离、干燥……他们甚至把搪瓷便盆也拿出来当作培养器使用。

1941 年，弗洛里和钱恩进行了一次决定成败的实验。当时有一个严重感染的病人，虽然使用了大量磺胺，病情仍不见好转，他已经神志昏迷，濒于死亡。弗洛里把青霉素溶液注射到他的静脉中，病人逐渐清醒，高烧退去，脓液也消失了。可惜就在这个关键时刻，青霉素用完了，治疗不得不中断。病人的病情又重新恶化，最后终于死去。但是，这并不是一个失败的实验，它证明，青霉素是有疗效的，关键是要有足够的药物。

1941 年，弗洛里等人终于完成了青霉素的实验研究。这时已是第二次世界大战期间，英国处于战争状态。为了建立大规模的生产青霉素的工厂，弗洛里到了当时尚未参战的美国。在美国政府的支持下，一种前所未有的新型工厂建立起来了。这种工厂是酿造厂和医院实验室的混合物，也就是今天的发酵工厂。弗洛里等人从各地的土壤里、垃圾堆里和发霉的食物里分离出好几百种霉菌品种，一个一个加以实验比较，最后终于从西瓜皮上找到一种高产品种。到了 1944 年，大批量的医用青霉素终于生产出来了。在第二次世界大战末期，这种神奇的药物曾经拯救了无数伤员的生命。后来人们把青霉素同原子弹、雷达并列为第二次世界大战中的三大发明。

从 1928 年弗莱明发现青霉素到 1944 年制成医用青霉素，经过了整整 16 年，无数科学家和技术人员付出了辛勤劳动，这是人类同病原微生物斗争历

史中一项重大的工程。青霉素的研制成功，开创了医药科学的新纪元，靠着它和后来陆续发明的一大批抗生药物，我们人类的平均寿命增加了 10 岁。

结束语

从 1761 年荷兰人列文虎克第一次发现微生物，到 1941 年青霉素研制成功，整整经过了 180 年。

在这 180 年中，科学家们证明了微生物原来在许多传染疾病的罪魁祸首，他们发明了疫苗和免疫血清，合成了化学治疗药物，并且初步揭开了有机体免疫的秘密。在为保卫人类的健康和安全，同病原微生物进行的殊死搏斗中，他们打了许多漂亮的胜仗。

要问这些科学家里面谁的功劳最大？是第一个发现微生物的列文虎克，还是首先发明疫苗的巴斯德？还有科赫、贝林、梅契尼科夫、西奥博尔德·史密斯，当然还要算上埃尔利希和弗莱明。这个问题很难回答。我们只能说，在人类同病原微生物作斗争的历史上，他们每个人都有自己的一份贡献。

读完这本小册子，少年朋友们可能已经知道，这些曾经做出重大贡献的科学家们并不是什么超人，而是和我们一样有血有肉有感情的普通人。在攀登科学高峰的崎岖道路上，他们也经历过挫折和失败，受过世人的冷漠和嘲笑，有过未能实现的幻想和希望。但是他们都是具有伟大献身精神的人。为了寻找真理，他们不屈不挠，埋头苦干，几个月、几年、甚至十几年坚持不懈，最后终于做出重大的发现和发明。正像发明 606 的埃尔利希所说的：“我是以七年的失败，才换来一时的成功。”

微生物的历史没有完，人类对微生物的认识也没有完，直到今天，还有许多凶恶的微生物恶鬼在不停地吞噬着人类的生命。它们是顽强的，它们不慌不忙地学会了同治疗药物和平共处，它们之中的许多成员——例如令人谈虎色变的艾滋病毒——对我们来说还很陌生。同时，就我们现在所使用的治疗药物来说，也不是绝对安全的。它们有些在拯救成千上万病人生命的同时，也会使极少数人因过敏而死亡。有些则对微生物的杀伤力还不够强大。所以，关于微生物的历史还要写下去。而这件工作，将落到少年朋友们的肩上。

少年朋友们，努力吧！

