

科学图书馆

科学基础

遗传

[美] 克莉斯蒂·卢 著 冯岩松 姜毅超 译

Heredity



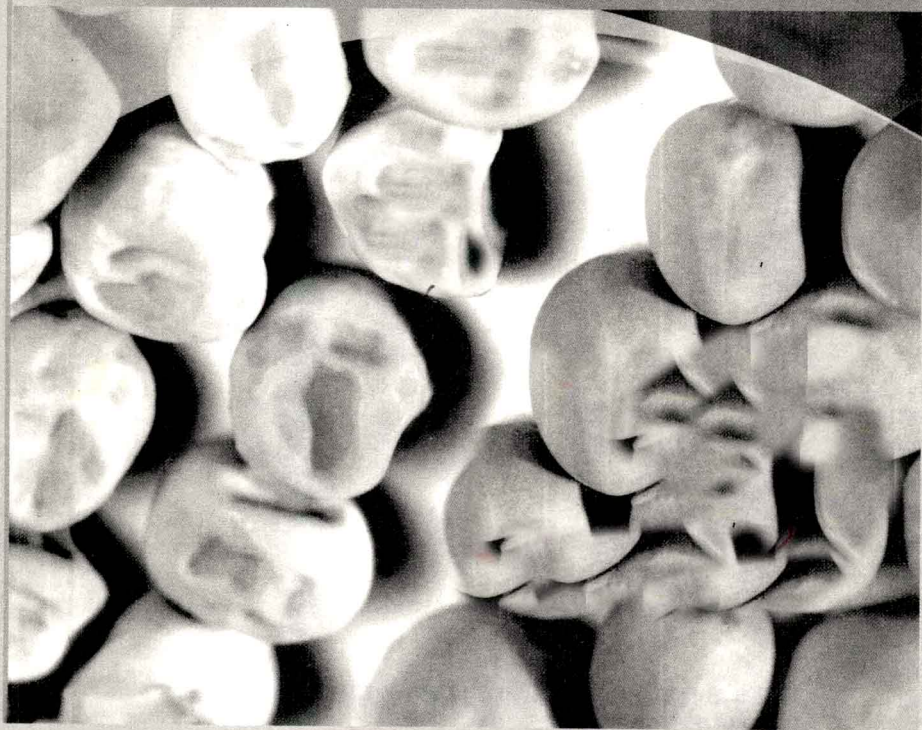
上海科学技术文献出版社

科学图书馆

科学基础

遗传

[美] 克莉斯蒂·卢 著 冯岩松 姜毅超 译



上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

遗传 / (美) 克莉斯蒂 · 卢 著 ; 冯岩松等译 . — 上海 : 上海科学技术文献出版社 , 2012.3

(科学图书馆 · 科学基础)

ISBN 978-7-5439-5282-9

I . ① 遗… II . ① 克… ② 冯… III . ① 遗传学—普及读物 IV .
① Q3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 027636 号

Science Foundations: Heredity

by Kristi Lew

Copyright © 2009 by Infobase Publishing

Simplified Chinese copyright © 2010 Shanghai Scientific & Technological Literature
Publishing House

All Rights Reserved

版权所有, 翻印必究

图字: 09-2010-172

责任编辑: 谭 燕

美术编辑: 徐 利

科学基础 · 遗传

[美] 克莉斯蒂 · 卢 著 冯岩松 姜毅超 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 昆山市亭林印刷有限责任公司

开 本: 740×970 1/16

印 张: 6.25

字 数: 99 000

版 次: 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-5282-9

定 价: 25.00 元

<http://www.sstlp.com>

内 容 简 介

特质是怎样一代又一代地从父母传给孩子？小小的豌豆有怎样大的用途？DNA 分子是什么样的结构？克隆羊多利是怎么回事……

也许你不曾想过这些问题，也许你一直被这些问题所困扰，也许你对这些问题仅仅有一些初步的了解，那么，你将在“科学基础”系列丛书《遗传》里找到所有的答案。

《遗传》一书集科学性和生动性于一体，讲解准确详实，图表简明易懂，照片丰富精美，极易引起读者共鸣。

翻开《遗传》，感受世间奥秘，体会科学快乐！

阅读《遗传》，穿越基因历史，破译生命密码！

目 录

1	遗传简介	1
2	有关遗传的早期观点	10
3	格雷戈·孟德尔:现代遗传学之父	17
4	遗传的染色体理论	29
5	将基因传给下一代	38
6	当减数分裂出错时	48
7	继承条件	61
8	遗传医学	75
9	基因技术	83
	译者感言	93

遗传简介

狗由幼崽长成,小猫也渐渐长大。孩子在成长过程中继承了他们父母和其他家庭成员的特质。父母将自己的特质一代又一代地传递给孩子,这就叫做遗传。无论你是黑色的头发还是金色的头发,棕色的眼睛还是蓝色的眼睛,有运动细胞或是音乐细胞,或者两者兼而有之,从某种程度上说,所有这些特质都是由遗传决定的。而问题就在于,这些特质是怎么传递的呢?

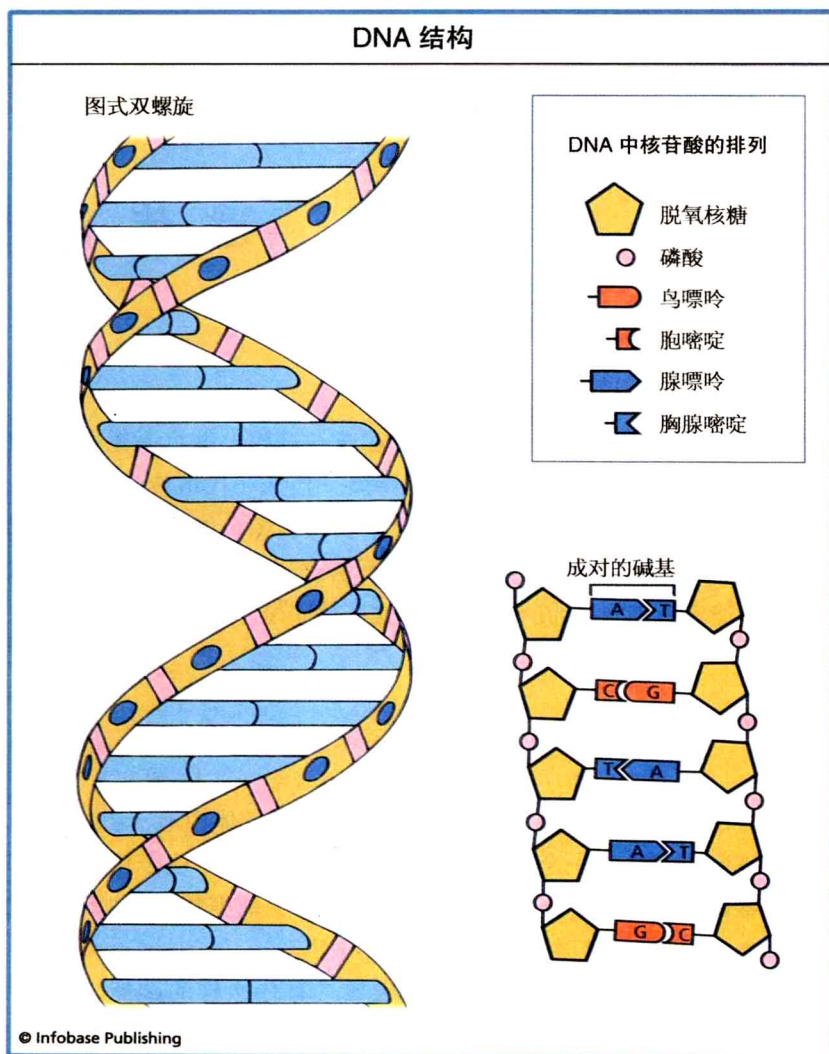
生命编码

细胞是所有生物体的基本组成结构。在人的身体中有无数个细胞,几乎每一个细胞中都含有一个承载遗传材料的化学分子。这个化学分子叫做**脱氧核糖核酸**,或者 DNA。DNA 分子通常存在于细胞核中,细胞核是细胞的指挥中心,告诉细胞何时生长、分裂或者死亡。

DNA 分子中的信息告诉细胞它们应该具有什么样的功能。这种信息以一种细胞能懂得的方式书写着。这种语言只包括 4 个字母:A,G,C 和 T。这 4 个字母代表着 DNA 分子中包含的 4 种化学成分:腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)和胸腺嘧啶(T)。

DNA 结构看起来有点像梯子,人类的 DNA 包括大约 60 亿个这样的梯

子,叫做含氮碱基。碱基在 DNA 分子中的序列决定了一个有机体的特质,就像字母的顺序不同组成不同的单词,单词的顺序不同组成不同的句子一样。超过 99% 的序列在所有的人类中是相同的,而在 DNA 中序列的不同则使得每一个人都是独一无二的(参见图表 1.1)。



图表 1.1 DNA 结构看起来有点儿像梯子。它的核苷酸缠绕在双螺旋中,由核苷酸碱基对连接在一起。碱基对组成了梯子的“横档”。

废物 DNA

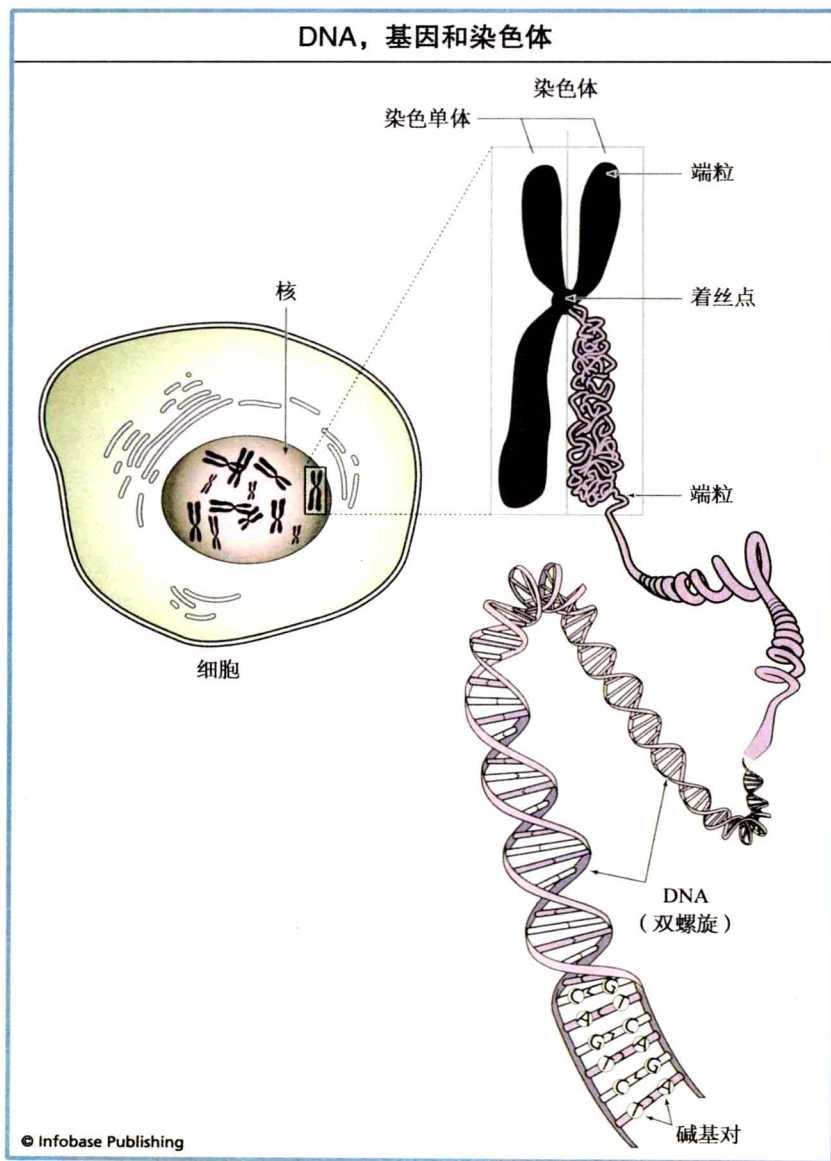
分子生物学家是指那些在微观层面研究生物的科学家，他们把基因之间的 DNA 叫做“废物 DNA”。这是因为科学家们发现，这些 DNA 中的蛋白质没有任何编码用途。在过去，超过 95% 的 DNA 都被称为废物，因为其没有任何为人所知的功能。然而，科学家们开始发现，这些所谓的废物 DNA 可能不是废物。

在研究了许多不同种动物的 DNA 编码之后，科学家们惊讶地发现这些非编码的 DNA 序列似乎在物种之间完好地保留下来。换句话说，人类和其他物种，比如鼠类，有很大的 DNA 组块是完全相同的，而且还不仅仅是一小部分的序列。科学家们发现在人类和鼠类中有 480 个 DNA 的部分是完全相同的。而且，科学家们只研究了 200 个碱基长度的部分。这意味着，序列完全相同的可能性是比较小的。这些相同的部分在鸡、狗和鱼类中也是紧密相配的。

科学家们把 DNA 的这部分叫做“超保守”区域，因为在啮齿类动物、鸡、鱼以及人类的 4 亿年进化中，它们仍旧没有改变。可能这部分区域对生存非常重要，这可以用来解释它们为何在这么久的时间中没有改变的原因。科学家们现在怀疑，这些非编码的 DNA 可能从某种程度上调节或者控制编码的 DNA 的功能，而并非废物。

基因

在繁殖的过程中，DNA 由父母传给孩子，DNA 分子中包含碱基序列的片段能够告诉细胞怎样和何时制造**蛋白质**，以及制造何种蛋白质。保证身体功能正确的许多工作都是由蛋白质完成的。DNA 序列中包含的指挥怎样和何时制造蛋白质的片段就叫做**基因**（参见图表 1.2）。有些基因携带编码告诉细胞怎样制造一个特定的蛋白质，其他基因则告诉细胞何时制造。



图表 1.2 DNA 是由基因的序列组成的。蛋白质周围的 DNA 分子叫做组蛋白，它们共同组成了染色质。染色体是由染色质组成的，可以在细胞核中找到。

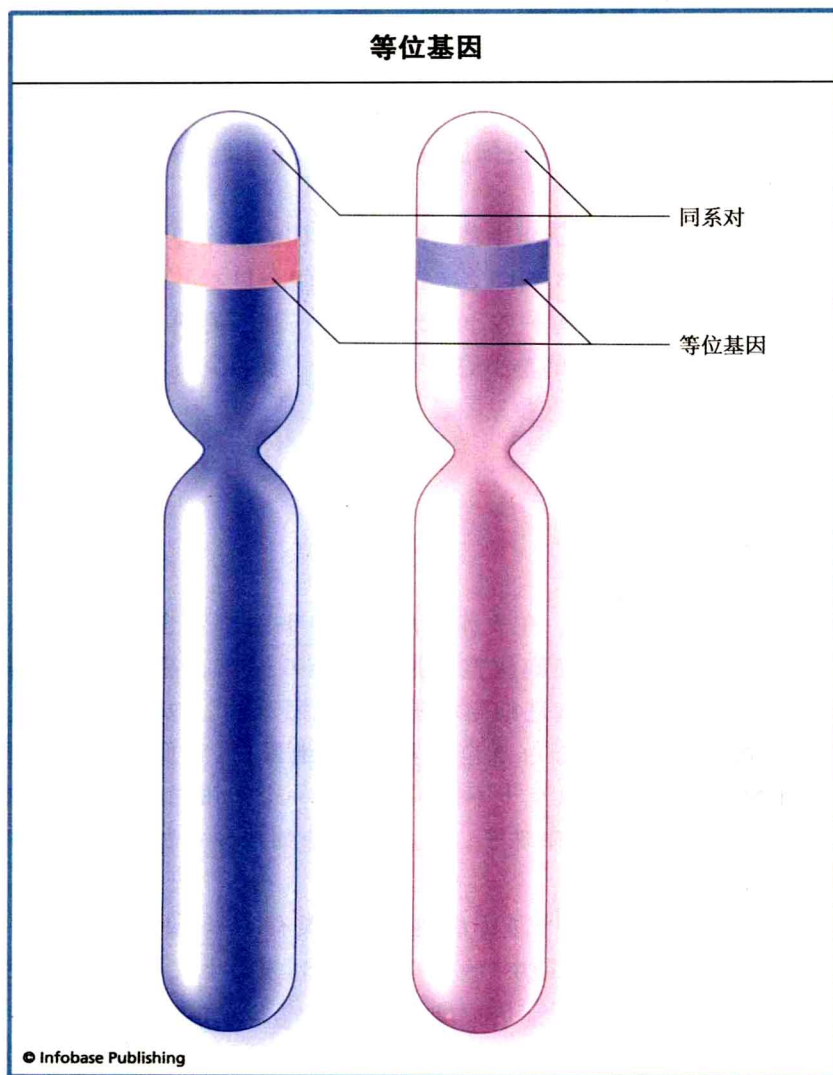
在人体中,基因按大小从几百个到超过 200 万个氮基分布不等。科学家们估计人类在其**基因组**中有 2 万—2.5 万个基因。基因组是在一个有机体中所有基因的集合。所有含有 DNA 的细胞都含有一个完整的基因组,但是在某些细胞中,一些基因被“打开”,而另外一些基因则被“关闭”。活跃基因包含所有使细胞、器官或者组织能够存活所需的蛋白质的信息。

每一个人在自己的基因组中都有大多数基因的两个复本。基因的一个复本来自母亲,另一个复本来自父亲。基因的两个复本并不完全相同。它们在 DNA 碱基序列上含有一些小的改变。同一基因的两个不同的版本叫做**等位基因**。等位基因上的小小的不同导致了子女将父母的特质集合在一起,而不完全像其中的一方(参见图表 1.3)。

染色体

DNA 分子非常狭长。在人体中几乎所有细胞都包含一段大约 1 米长的 DNA。然而,一个细胞核直径通常只有 6 微米。想要把这个非常细而且易断的基因材料塞进细胞核里是非常困难的。DNA 分子和它包含的基因被一种特殊的蛋白质包裹着,叫做**组蛋白**,就像线绕在线轴上一样。DNA 分子过长,以至于不能只缠绕在一个组蛋白上,所以缠绕了许多个,使它看起来像一串珠子。这串珠子浓缩成紧密的结构就叫做**染色体**。

染色体是由成千上万个基因组成的。人类有 46 条染色体,成 23 对。在一种特殊形式的细胞分裂中(叫做**减数分裂**),来自于父母之一的染色体数量分裂为一半,因此在母亲的卵细胞中有 23 条染色体,在父亲的精子细胞中也有 23 条。当卵子与精子在受精过程中相遇时,来自母亲的 23 条染色体与来自父亲的 23 条染色体结合,46 条染色体形成一个受精卵。因为染色体是成对的,所以基因也是。基因的两个不同的复本就是等位基因。



图表 1.3 在孩子体内,一条染色体来源于他的父亲,另外一条来自他的母亲。这对染色体叫做同系染色体。在一个同系染色体对上,有每一个基因的两个版本。这对基因就叫做等位基因。

隐性和显性特质

从父母传递给孩子的等位基因可能是显性的,也可能是隐性的,或者是两者相结合。显性特质可以覆盖子女身上的隐性特质。为了使隐性基因特质能够在下一代中表现出来,父母双方必须把那种特质的基因传递下去。另一方面,一个显性基因特质,只要父母一方,或者双方,把那种特质的等位基因传递下去,就可以表现出来。

以酒窝这种特质为例,有酒窝是显性特质,没有酒窝是隐性特质。遗传学家用大写字母表示显性特质。例如,他们可能会用“D”来代表酒窝。隐性特质用小写字母(d)来表示。因此,如果一个孩子没有酒窝,父母双方一定携带没有酒窝的等位基因,并把这种基因传递给孩子。这使孩子在这种特质上是**纯合的**,因为两个等位基因是相同的(dd)。但是如果妈妈有酒窝而爸爸没有呢?孩子会有酒窝吗?这要看情况而定。如果爸爸是没有酒窝特质的纯合体,因为没有酒窝特质是隐性的,而妈妈是显性酒窝特质的纯合体,那么这对夫妻的孩子都有酒窝,因为妈妈的显性等位基因会覆盖爸爸的隐性等位基因,并且使这种特质表现出来。

	d	d
D	Dd 酒窝	Dd 酒窝
D	Dd 酒窝	Dd 酒窝

这还有另外一种可能,妈妈的酒窝特质是杂合的。杂合意味着对于酒窝特质,妈妈有两个不同的等位基因——一个是显性的,一个是隐性的(Dd)。妈妈的基因传递有两种可能:如果她传递的是显性的那个(爸爸传递他的隐性等位基因的一个),孩子就会有酒窝,并且是酒窝特质的杂合体。

如果妈妈传递那个隐性等位基因给孩子,孩子就不会有酒窝,并且是隐性无酒窝特质的纯合体。

	d	d
D	Dd 酒窝	Dd 酒窝
d	dd 没有酒窝	dd 没有酒窝

你有哪些特质?

许多人的基因特质都遵循着相同的简单且半显半隐的形式。比如,无耳垂就是一种显性特质。附耳垂是隐性的。直的拇指相对于弯的拇指是显性的。另一方面,弯的小指相对于直的小指是显性的。能把舌头卷成卷是一种显性特质。发际有美人尖相对于无美人尖是显性的。那么,你有哪些特质呢?你能找出你的某个特质是来自父母中的哪一方吗?你的父母携带这种特质的显性或者隐性等位基因吗?或者他们二者都携带?

基因型和表现型

一个有机体的外部身体容貌叫做它的**表现型**。显性特质,例如酒窝和弯的小指,会表现出某人的基因型。隐性特质只有在一个人的隐性特质是纯合的情况下才能表现出来。表现型是由一个人的 DNA 编码决定的,它组

成了一个有机体的**基因型**。

即使一个人没有表现出一种基因特质,例如弯的拇指或者无美人尖,这并不意味着这些特质的等位基因不存在于那个人的基因型中。如果它们是一种隐性特质的杂合体,这种特质会被一个显性等位基因所覆盖,不会在它的表现型中表现出来。然而,它们仍旧可以将那种等位基因传给下一代,到时有可能会表现出来。这就解释了隐性特质是怎样继续传递的。它也解释了为什么有些人看起来更像他们的祖父母或者他们的姨或叔,超过像自己的父母。

2

有关遗传的早期观点

人们总是对孩子长得像家庭里的其他成员感兴趣。虽然科学家们直到最近才发现 DNA、基因和染色体,但那并没有阻止人们在早期对遗传的猜测。大多数情况下,人们看到什么就相信什么。换句话说,他们得出的结论没有经过科学方法的验证,只是基于未经测试的观察。

希腊哲学家及数学家毕达哥拉斯(Pythagoras, 公元前 580—公元前 500 年)就认为所有必需的遗传材料都来自父亲,母亲只是提供了孩子生长的地方和食物。他还认为这种遗传材料是由父亲的全身聚集来的,传给他的后代。

然而,毕达哥拉斯的理论没有解释为什么一个婴儿可能不仅有像爸爸的鼻子,而且有像妈妈的手。因此,另一位希腊哲学家恩培多克勒(Empedocles, 公元前 490—公元前 430 年)解释了毕达哥拉斯理论的失误,他说父母双方都具有遗传材料,是通过性流体传给他们的后代的。

基于毕达哥拉斯和恩培多克勒的想法,亚里士多德(Aristotle, 公元前 384—公元前 322 年)认为,事实上,父母双方都贡献了遗传材料给未出生的婴儿,这不是由于性流体的分享,而是血液的分享。亚里士多德认为精液是一个男人纯净的血液。当这种纯净的血液和女人的经血混合在一起时,结果就是一个孩子分享了父母双方的特质。一些学者认为当人们说到遗传特

质时,亚里士多德的想法说明了像贵族血统一类的词语的来源。

动摇亚里士多德的想法几乎用了 2 000 多年。研究心脏和循环系统的英国医师威廉·哈维(William Harvey, 1578—1657),解释了人类的心跳是怎样使血液在身体里循环的,他也研究了繁殖,主要是鸡和鹿。通过研究,哈维开始明白经血对于婴儿的形成没有任何作用。哈维认为人类婴儿的形成与小鸡的方式相同,是通过精子与卵子的融合。哈维是对的,但是这在 200 多年后才得以证明。

哈维去世 20 年后,荷兰科学家安东尼·凡·列文虎克(Antonic van Leeuwenhoek, 1632—1723)成功发明了显微镜,展示出精液中的精子。列文虎克的发明激发出的想法就是所有的生物都是由细胞间的相互作用形成的。这一想法改变了自从亚里士多德时代起一直盛行的观念——自然发生理论。当时的人们,包括科学家们,都认为自然发生能够发生,或者生物能够从无生命的物体中自然形成。

自然发生理论

相信自然发生理论的人们认为,例如,苍蝇可能从一片肉里生出来,这是因为他们观察到留在厨房里的肉很快围上了苍蝇。因此,他们相信,苍蝇一定是从肉里自然生出的。这也还有别的“证据”。每年,尼罗河都发洪水。溢出的洪水带来了肥沃的泥土和岸上的青蛙,当土地干燥的时候是没有青蛙的,这让人们以为青蛙是从泥里生出来的。另外一个使人相信自然发生理论的示例是谷仓里发霉的稻谷中老鼠的数量,人们认为老鼠是从发霉的稻谷里生出来的。

尽管列文虎克的显微镜使得自然发生理论停止下来,但是却是一名叫做弗朗西斯科·雷迪(Francesco Redi, 1626—1697)的意大利医师所做的实验真正证明了这个想法。1668 年,雷迪设计了一个实验,他把肉片放进几个广口瓶中。雷迪的假设是如果苍蝇是从肉中生出来的,实验中的所有广口瓶里都应该有蛆虫(苍蝇幼虫),并且在实验最后会有苍蝇。在控制组,雷迪让几个广口瓶开盖。这几个瓶子模仿当时苍蝇会出现在肉店的情况。在实验组,他准备了其他几个装有肉的瓶子并分成两组。雷迪用纱布盖住了其中一组的瓶子,另一组用盖子盖严瓶口。然后他开始等待。每天,他计算并

且记录围绕在每一组的每一个瓶子周围的蛆虫或者苍蝇的数量。

雷迪观察到苍蝇飞进以及围绕在开盖的瓶子周围。很快,蛆虫出现在那些瓶子里的肉上面,并且苍蝇也比之前更多。而雷迪在用纱布盖住的瓶子中没观察到苍蝇,他看见苍蝇落在瓶口处的纱布上。最终,一些蛆虫出现在这些瓶子里。而用盖封住的瓶子里没有苍蝇或蛆虫。

雷迪得出结论,苍蝇飞进了开盖的瓶子并在肉上产卵,然后卵孵化,蛆虫出现了。这些蛆虫最终变成了苍蝇。尽管苍蝇并没有进入用纱布盖住的瓶子,但是它们可以在纱布上产卵。雷迪推断出不论是卵经过纱布掉在肉上然后孵化,还是卵在纱布上孵化后变成蛆虫掉在了肉上,卵和蛆虫都来自瓶子外面的苍蝇。因为用盖封住的瓶子里没有苍蝇,它们不能产卵,因此也没有蛆虫。通过这些观察,雷迪得出结论,苍蝇不是从肉中产生的——只有苍蝇能产出苍蝇(参见图表 2.1)。



图表 2.1 雷迪的实验反驳了自然发生理论,用 3 个不同的瓶子表现出苍蝇不能从肉中自然生成。用盖封住的瓶子阻止了苍蝇在肉上产卵,因此没有蛆虫(会变成苍蝇的幼虫)出现。开盖的瓶子和用纱布盖住的瓶子分别可以让苍蝇在肉上或纱布上产卵。