



不怕不怕啦!

# 癌与DNA的秘密

(日) 生田 哲/著

伍会健 王 淼/译

Life 生活科学馆

四色全彩

## 癌症的治疗

## 为什么这么难?

 科学出版社

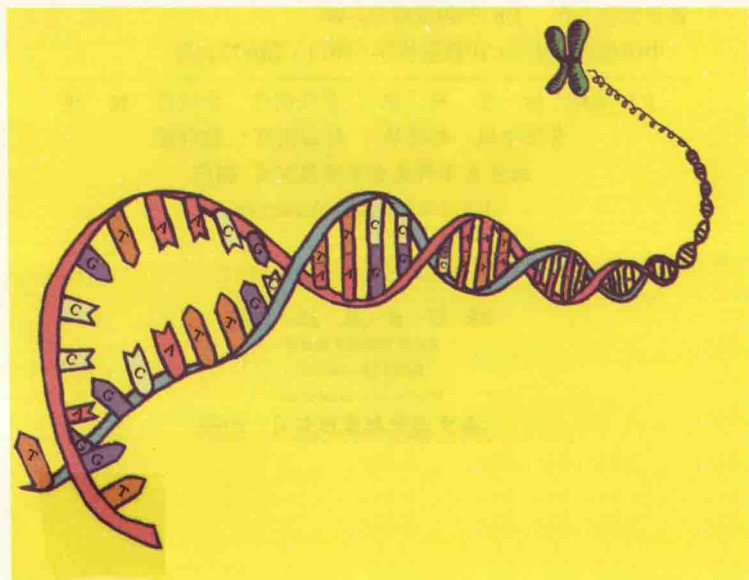


不怕不怕啦！

# 癌与DNA的秘密

〔日〕生田 哲/著

伍会健 王 淼/译



科学出版社

北京

图字：01-2013-1069号

## 内 容 简 介

说到“癌”，所有人都会避之唯恐不及，然而胆怯和躲避只能让“癌”看起来更加可怕，只有认识它、了解它，才能采用有效手段预防并在将来有可能消灭它。本书用生动的图片和通俗的语言为你讲述关于“癌”的一切——基因的破坏、DNA的修复、病毒引发的癌变、抑制癌症的最新手段……

本书适合热爱生活的大众读者阅读。

### 图书在版编目（CIP）数据

不怕不怕啦！癌与DNA的秘密 / (日)生田哲著；伍会健，王森译。  
—北京：科学出版社，2014.6

（“形形色色的科学”趣味科普丛书）

ISBN 978-7-03-040518-0

I.不… II.①生… ②伍… ③王… III.癌-关系-脱氧核糖核酸-普及读物 IV.①R73-49 ②Q523-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第087722号

责任编辑：徐莹 杨凯 / 责任制作：胥娟娟 魏谨

责任印制：赵德静 / 封面制作：铭轩堂

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京画中画印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014年6月第 一 版 开本：A5(890×1240)

2014年6月第一次印刷 印张：6

印数：1—4 000 字数：130 000

定 价：39.80元

（如有印装质量问题，我社负责调换）



## 感悟科学，畅享生活

如果你一直在关注着“形形色色的科学”趣味科普丛书，那么想必你对《学数学，就这么简单！》、《1、2、3！三步搞定物理力学》、《看得见的相对论》等理科系列图书和透镜、金属、薄膜、流体力学、电子电路、算法等工科系列图书一定不陌生！

“形形色色的科学”趣味科普丛书自上市以来，因其生动的形式、丰富的色彩、科学有趣的内容受到了许许多多读者的关注和喜爱。现在“形形色色的科学”大家庭除了“理科”和“工科”的18名成员以外，又将加入许多新成员，它们都来自于一个新奇有趣的地方——“生活科学馆”。

“生活科学馆”中的新成员，像其他成员一样色彩丰富、形象生动，更重要的是，它们都来自于我们的日常生活，有些更是我们生活中不可缺少的一部分。从无处不在的螺丝钉、塑料、纤维，到茶余饭后谈起的瘦身、记忆力，再到给我们带来困扰的疼痛和癌症……“形形色色的科学”趣味科普丛书把我们身边关于生活的一切科学知识活灵活现、生动有趣地展示给你，让你在畅快阅读中收获这些鲜活的科学知识！

科学让生活丰富多彩，生活让科学无处不在。让我们一起走进这座美妙的“生活科学馆”，感悟科学，畅享生活吧！

---

## 前 言

---

癌症是一种非常可怕的疾病。在日本，2005年死亡的人数约为108万，其中30%，即32万人死于癌症。毋庸置疑，癌症成为了日本人死亡的头号杀手。日本患病人群中，有一半的患者患有癌症，在死亡病例中，有1/3的人因癌症死亡。

追溯历史，癌症到底是什么？这个最基本的概念具有神秘的色彩，笼罩在我们社会很久而不得而知。即使在20世纪，在很多医生的观念中，癌症也只是100~200种疾病中的总称。由于对癌症的了解和认识不足，而把癌症想象成非常恐怖的疾病是不可取的。这就如同我们走路，当看不到目的地的时候，我们就会产生一种忐忑不安的心情。但这并不意味着我们永远看不到目的地。

癌症是由基因错拼、发生变异而引起的疾病，是一种基因疾病。

癌症是基因疾病，到底是什么意思？人类的细胞聚集，所有的细胞都要利用血液循环系统运输来的营养物质和氧气来维持生存。营养物质通过氧气的氧化作用，或生成能量，或形成细胞生存所需的材料而被利用。但是细胞是有一定寿命的，每个细胞经过数次增殖后，就

会死亡。

因此，细胞在死亡之前会进行多次自我复制、分裂和增殖。这个细胞生长和增殖的过程就是细胞周期。细胞周期是严格受多种基因调控的。

如果把基因调控细胞比喻成汽车的话，那么促进细胞生长、增殖的基因就是“加速器”基因，与之相反，抑制细胞生长、增殖的基因就是“减速器”基因。就像加速器和减速器对于汽车而言都很重要一样，这两种基因对于细胞而言也是如此。这么重要的基因，如果遭到外部有害物质，如放射线等的损伤，就会受到损伤。

基因受到损伤相当麻烦，基因的损伤需要通过DNA修复系统才能修补完善。如果由于某种原因，DNA损伤没有被完全修复好，就会产生基因突变。

如果这个基因突变发生在“减速器”基因上，控制细胞生长和增殖的“减速”效果就会受到影响，甚至完全失效。

另外，如果是与汽车的“加速器”相当的基因发生突变，像汽车持续加速一样，细胞就会出现持续生长和增殖的现象。

尤其可怕的是，“减速器”和“加速器”二者都发生故障的细胞。这种细胞变成“减速器”却没有减速效果，而“加速器”又一直处于工作状态，从而使细胞增殖失去控制，细胞的寿命不断延续，细胞变得不死。这种不死的细胞就是癌细胞。

人体大约60万亿的细胞中会有一个癌细胞产生，这个概率很小，但不可忽视，因为癌细胞是不死的，一直都会增殖。即使只有一个癌细胞存在，也会很快就增加到非常惊人的数量。

当然，这里所说的癌细胞的生长和增殖的机制，只是简单的描述而已，大体上是正确的。细胞不死的话，会发生非常可怕的事情。

21世纪是生命科学的世纪，因此，值得每个人认真地去思考：生命是什么？生命的重要性何在？如何去守护生命？即使这本书的素材不多，笔者也会为努力回答这些问题而感到高兴。

文章中省略了人物的敬称。本书的完成，要深深地感谢益田贤治的帮助和指导。

生田 哲

放射线能在多大程度上损伤基因？抑癌基因是什么？

# 不怕不怕啦！癌与DNA的秘密

## 目 录

## CONTENTS

### 第1章 基因受到损伤

01 健康的身体与癌变的身体 .....	2
02 DNA突变引发癌症 .....	5
03 身体的DNA修复系统受到保护 .....	6
04 癌症是远古就有的疾病 .....	7
05 癌症是基因疾病 .....	10
06 什么是基因 .....	11
07 人类的细胞、染色体、基因 .....	13
08 DNA的空间结构 .....	16
09 DNA空间结构的详情 .....	18
10 DNA的信使 .....	23
11 人类的DNA .....	24
12 DNA经常发生变异 .....	27
13 各种各样的变异 .....	29
14 变异是怎样引起的 .....	35
15 DNA损伤、癌细胞、细胞凋亡 .....	37
16 凋亡和坏死 .....	39

### 第2章 基因的损伤和癌症的发生

01 生物摄取化学物质以维持生存 .....	44
02 营养物质的命运 .....	46
03 有害物质经口腔摄入后的命运 .....	47
04 体内产生的致癌物 .....	49
05 化学物质引起的DNA损伤 .....	49
06 最终致癌物：致癌物的命运 .....	52
07 放射线引起的DNA损伤 .....	56
08 DNA的直接损伤 .....	58
09 DNA的间接损伤 .....	59
10 放射线破坏DNA碱基 .....	61



- 11 紫外线使胸腺嘧啶形成二聚体 ..... 63
- 12 迅速发现诱变物质——埃姆斯·泰斯特 ..... 64

### 第3章 修复损伤的DNA

- 01 健康的生活少不了DNA修复 ..... 70
- 02 各种各样的DNA修复 ..... 71
- 03 DNA复制前的修复：切除修复 ..... 72
- 04 DNA复制过程中的修复：重组修复 ..... 78
- 05 错配修复 ..... 81
- 06 DNA的甲基化是关键 ..... 82
- 07 DNA修复的延迟与癌症的发生 ..... 84

### 第4章 病毒导致的癌变及致癌的基因

- 01 病毒是基因的“包裹” ..... 88
- 02 病毒的结构与基因 ..... 89
- 03 反转录病毒的构造 ..... 91
- 04 癌病毒的发现 ..... 95
- 05 癌症、遗传基因、病毒：初期的研究 ..... 97
- 06 DNA癌病毒和RNA癌病毒 ..... 99
- 07 对“中心法则”的挑战 ..... 101
- 08 反转录酶的发现 ..... 102
- 09 癌细胞从何而来 ..... 103
- 10 癌细胞的增殖模型 ..... 104
- 11 正常细胞和癌细胞的增殖模式 ..... 106
- 12 病毒引起癌变的研究可在单细胞水平进行 ..... 108
- 13 病毒使细胞癌变的两种途径 ..... 108
- 14 反转录病毒的生命周期 ..... 110
- 15 探求癌基因 ..... 112
- 16 温变可使细胞发生癌变 ..... 113
- 17 src基因的发现 ..... 116
- 18 终于捕捉到了src基因 ..... 118
- 19 癌基因原本就在细胞中 ..... 120
- 20 病毒是基因的搬运工 ..... 122
- 21 癌基因的检测 ..... 123

# CONTENTS

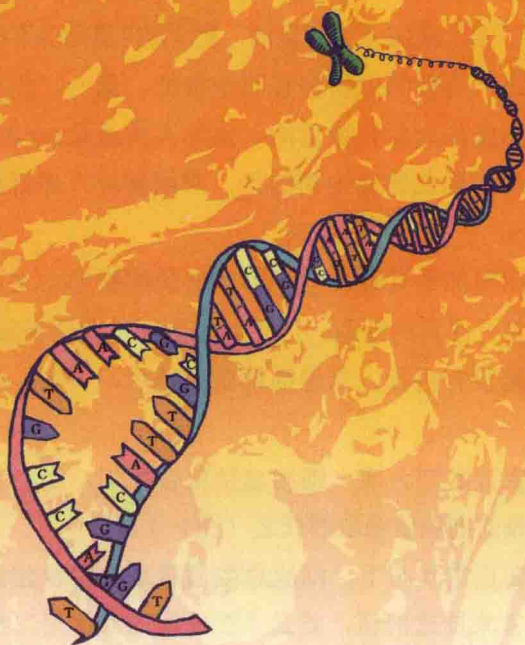
22	一个碱基的变化导致细胞癌变 .....	126
23	发生染色体易位的人类白血病 .....	128
24	癌蛋白及其功能 .....	130
25	③酪氨酸激酶 .....	132
26	出乎意料：酪氨酸发生磷酸化 .....	133
27	⑤核蛋白 .....	136

## 第5章 浮出水面的抑癌基因

01	重要的抑癌基因 .....	140
02	抑癌基因的发现 .....	142
03	失去抑癌基因的细胞具有致癌性 .....	144
04	基因在染色体上的位置 .....	145
05	最初的抑癌基因的分​​离 .....	147
06	癌变的模型 .....	149
07	突发性网膜瘤的“二次突变说” .....	151
08	家族性网膜瘤发生的原因 .....	152
09	Rb蛋白是抑制细胞增殖的减速器 .....	154
10	在显微镜下探索抑癌基因的局限性 .....	156
11	基因大幅度交换的染色体重排 .....	158
12	染色体重排引起Rb基因的缺失 .....	159
13	用DNA探针追踪抑癌基因 .....	161
14	两种类型的抑癌基因 .....	163
15	保护细胞免受癌症袭击的p53抑癌基因 .....	164
16	p53蛋白和Rb蛋白的合作 .....	167
17	DNA受到损伤的情况 .....	169
18	p53蛋白在癌细胞中的作用 .....	171
19	癌症的治疗和p53基因 .....	172
20	易治疗的癌症和难治疗的癌症 .....	174
21	p53蛋白的全新作用 .....	175
22	守护我们不得癌症的抑癌基因 .....	176
	参考文献 .....	179

## 第 1 章

# 基因受到损伤



日本患病人群中，有一半的患者患有癌症，在死亡病例中，有1/3的人因癌症死亡。但为什么人类会患癌症呢？这是本章首先要讲的。现在就来介绍：癌症到底是一种什么疾病、DNA的突变是怎样诱发癌症的等知识。

有超过3000万种的生物生存在地球上，小的有细菌，大的有蚂蚁、螽斯、蚱蜢等昆虫，比昆虫大的有青鳉、沙丁鱼、秋刀鱼等鱼类。比鱼类更为进化的有蜥蜴、乌龟、鳄鱼等爬行动物。而比爬行动物更为进化的是猫、犬、狮子以及人类等哺乳动物。这些形形色色的生物，其外形当然是千奇百怪的，复杂程度更是各不相同。

尽管如此，所有的生物都有两个特征。第一，无论哪种生物，都是以细胞作为生存单位的。比如人类就是由60万亿个细胞集合而成的。因此研究生物的话，对细胞进行详细的研究是很重要的。

第二，细胞都是有寿命的。因此老的细胞死亡之前，必须复制老的细胞合成新的细胞。产生新细胞的过程叫做细胞增殖。如果细胞增殖没有进行，当老的细胞死掉后，不久，生命体就会死去。

新的细胞被复制合成，细胞总数就会增加。当老的细胞死掉后，新生成的细胞就会取而代之（图1-1）。

所以，在正常状态下，细胞总数通常是维持稳定的。用生命科学的语言来描述的话，就是“在健康的身体里，细胞的增殖受到严格的调控”。

但是细胞的增殖有时也会发生偏差。一种偏差就是细胞不发生增殖，也就是新细胞不生成，而先前的老细胞又会死掉，这种情况的发生就会使相关的组织遭到破坏，作为生命的个体就会死亡。

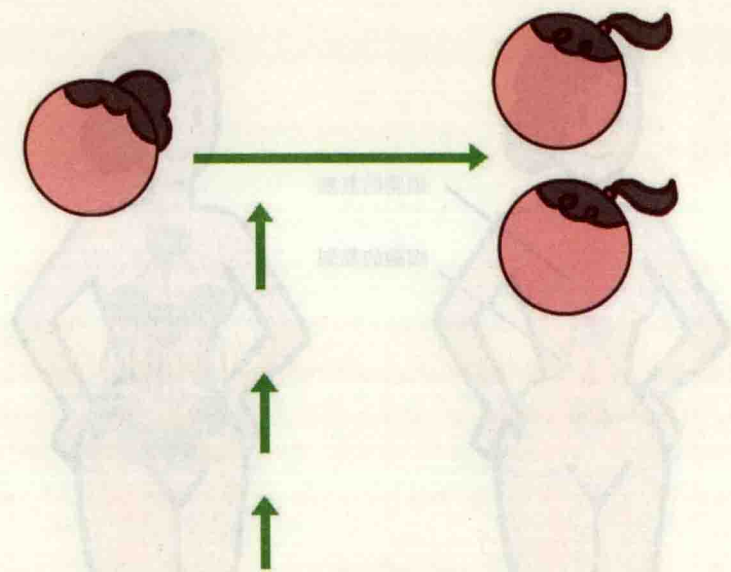


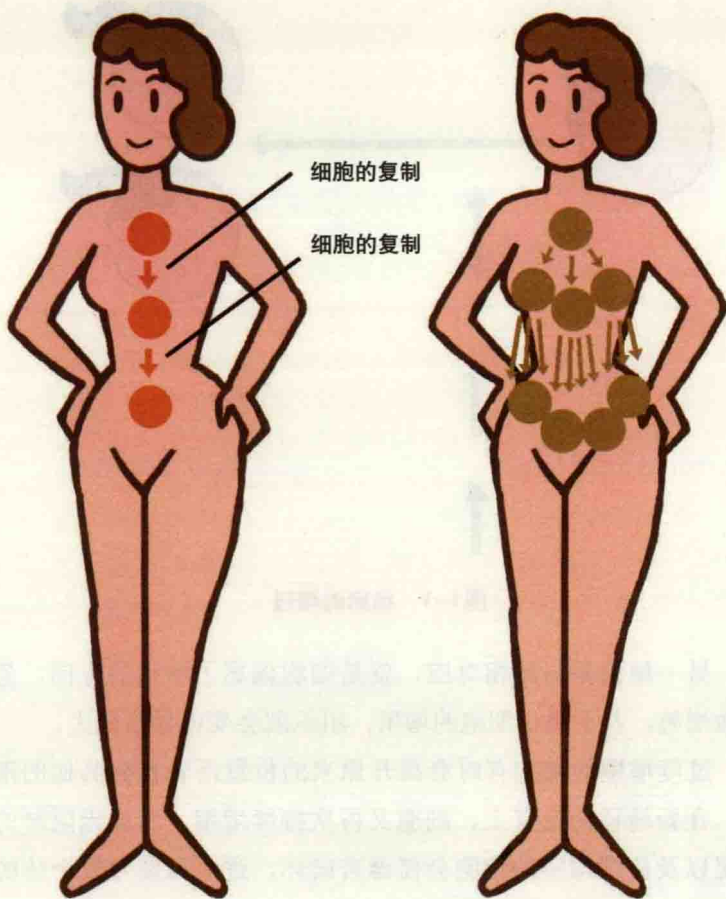
图1-1 细胞的增殖

另一种偏差与此相对应，就是细胞偏离了增殖的方向，急速地增殖，若不阻止细胞的增殖，组织就会变得异常肥大。

过度增殖的细胞有时会离开原来的位置而转移到其他的部位，在新转移的位置上，细胞又再次持续增殖。这样无限制的发展以及持续增殖的细胞会使器官破坏，进而可能导致个体的死亡。

像哺乳动物、植物等由多细胞组成个体的生物，被称作多细胞生物。对于多细胞生物而言，细胞无法停止这种不正常增殖的现象就是“癌症”（图1-2）。

癌症是和人类历史的存在时间一样长的一种古老的疾病。但是通过研究，知道基因突变能导致癌症的发生，却仅仅是近几十年的事情。



**a) 健康的身体**

人类为了维持生存，通常只合成必要的新细胞，从老细胞到新细胞的复制被严格控制

**b) 癌变的身体**

从老细胞到新细胞的复制失去控制，细胞的增殖持续不断地进行下去

**图1-2 健康的身体与癌变的身体之间的差别**

## 02

## DNA突变引发癌症

从细胞增殖到细胞凋亡，有着令人难以置信的调控机制。如果在某处的调控失去控制，细胞的增殖就会变得无休止。也就是细胞增殖失控的原因可能是控制细胞增殖的蛋白质发生某种变异，出现差错。

细胞将基因里记录的信息翻译成蛋白质，再利用蛋白质来调控细胞的活动，从而维持生命现象。比如，蛋白质就像合成新细胞的建筑材料，而细胞和细胞之间通过激素来联络。

那么，基因到底是什么呢？细胞在合成蛋白质的时候需要图谱，这个图谱就是基因。

癌症就是控制细胞增殖的蛋白质发生了异常。这个异常的蛋白质是从哪儿来的？其原因就是指导蛋白质合成的DNA图谱发生异常。从本质上说，癌症就是基因发生突变所引起的疾病。

基因是由DNA这种物质所组成的。稍后将会详细地解释DNA和基因之间的关系，在此之前，请先了解DNA和基因的不同之处。



基因发生某种变化称为基因突变，基因突变是生物进化的表现，因而对生物有益，生物可能需要它这样。但不是所有的基因突变对生物都是有益的，有的是有害的，甚至是致命的。因此，生物并不总是喜欢基因突变。当然，基因的正常也是变异，这是广义的变异。

下面说下引起基因突变的两种情况。

一种情况是出现在复制的过程中。一个细胞增殖变成两个细胞之前，DNA首先要进行复制，这时如果发挥作用的酶出现了错误就会产生突变。当DNA的复制出现错误时，还有一种叫DNA修复系统的特殊机制进行修复。DNA修复将在第3章介绍。

另一种情况是DNA发生损伤，而发生损伤的DNA在还没被修复好时就开始复制。生物在生命活动的过程中，经常会发生局部的DNA损伤，幸运的是，生物已经配备了DNA损伤的修复机制。

但是，基因发生异常时，修复机制的功能不能正常发挥作用，就会引起变异。而由变异的DNA合成的异常蛋白质就会引起细胞的无限增殖。

这就是正常细胞向癌细胞转变过程的第一步。这使我们面临着生存危机。



## 04

## 癌症是远古就有的疾病

癌症的特征是，细胞一旦发生持续性的、无限制增殖，就会转移到其他器官，在新的器官上再重复无限制的增殖。癌症来源于希腊文“karkinoma”，意思为“蟹”，拉丁文为“cancer”。把癌症比作蟹的原因，是将这种癌细胞在组织中的扩散比喻成蟹的爬行行为。

癌症是导致人类死亡的重要原因，是一种可怕的疾病。但是，这种最近频繁被我们提起的癌症，实际上是很久以前就存在的疾病。

大约在公元前3000年，人们就已经知道癌症的存在。现存的关于癌症的最古老记录被认为是在木乃伊上发现的。罗马的医生C·克拉瑞斯马斯将在肌肉里产生的肿瘤取名为“肉瘤”，这是3000多年前的事情。

到了19世纪，德意志的病理学家J·缪拉成功地用显微镜将癌细胞与正常细胞区别开来。从此，正常细胞和癌细胞的区別就能够分辨清楚，能看出癌细胞和正常细胞的不同点，如癌细胞的大小和正常细胞不一样。

癌症虽然是古老的疾病，但在10多年前仍是个谜，人们对它的了解甚少。即使是在20世纪，许多医生也只是把癌症作为100~200种疾病的总称。

20世纪50年代左右，对癌症的治疗还几乎看不到效果。比如说，白血病患者平均生存期大部分是从患上癌症后的3个月。另外，对其他癌症的治疗效果也不明显。