

SHENG MING
YU CHUAN 科 普 文 库

● 赵 林 / 主编

生命与遗传

内蒙古大学出版社

科普文库系列丛书

生命与遗传

赵 林 主编

内蒙古大学出版社

目 录

DNA 身份证	(1)
生命的密码辞典	(5)
谁来负责传递和翻译遗传信息	(9)
谁在运载遗传物质之舟	(13)
基因怎样控制遗传	(15)
人的性格是否遗传	(19)
你我为什么彼此不同	(24)
基因会“跳”吗	(27)
揭开基因“突变”的秘密	(29)
基因和狼孩的关系	(34)
什么是 DNA 的“分子手术”	(37)
怎样“钓”出基因	(40)
什么是 PCR 基因扩增技术	(43)
基因怎样“搬家”	(47)
分子怎样杂交	(50)
怎样给 DNA 测序	(52)
分子“路标”揭秘	(56)

幸福是与生俱来的	(59)
“生之死”的受精卵中藏着两性基因信息	(61)
肤色与基因	(77)
人类与黑猩猩仅差 1.23%	(79)
大肠杆菌的功勋	(87)
500 万年后,地球真的无男儿吗	(90)
基因不是万能的	(97)
21 世纪福尔摩斯怎样破案	(100)
让枯骨开口说话	(106)
用基因消灭毒品	(111)
喝羊奶治病	(114)
基因疗法	(118)
克隆技术揭秘	(124)
微生物克隆技术之谜	(129)
植物克隆技术	(133)
动物克隆技术	(140)
干细胞育出鼠肾	(144)
鼠蛋白使果蝇长记性	(145)
牛细胞育出人工肾	(147)
和假牙说 Bye - bye	(148)
另辟蹊径造人体	(149)
转基因细菌造染料	(154)
裸鸡“飞上餐桌”	(155)
“酥软小麦”无需研磨	(157)
让死人复活	(159)

脑袋可以换吗	(168)
记忆是否能移植	(174)
遗传与遗传学	(181)
修道士和豌豆	(185)
在细胞里探秘	(191)
摩尔根的果蝇实验	(197)
细菌和病毒的功劳	(201)
绷带上的奇妙物质	(205)
揭开 DNA 的神秘面纱	(207)
双螺旋揭示遗传稳定性的奥秘	(210)
人类起源于非洲吗	(212)
人类基因组计划揭秘	(215)
“百分之一”:中国人的骄傲	(229)
果蝇和老鼠的秘密	(237)
不怕病虫害的庄稼	(239)
能帮人免疫的水果	(242)
克隆羊之谜	(245)
克隆人对生命伦理的挑战	(255)
破译蛋白质为什么被称为超越基因组	(259)
如何让坏基因沉默	(269)
作物转基因是否对胃有害	(271)
人类基因治愈不育苍蝇之谜	(273)
人鼠生物相似性令人震惊	(275)
河豚与人基因相似	(277)
小猪将成移植器官“工厂”	(279)

DNA 身份证

DNA 不仅侦破案件的神奇功效,还能帮助我们解决其它一些不可想象的难题。

1996 年 8 月 16 日,一架客机在挪威境内坠落,77 位乌克兰人与 64 位俄罗斯人遇难。遇难后的尸体已经支离破碎,混杂在一起。怎么把死者的尸体重新组合起来呢?

挪威的科学家采用了基因鉴定术。在 20 天内,他们从 257 块尸体片段中,鉴定了 141 个遇难者中 139 人的 DNA,只有两人的 DNA 分析没有得出理想的结果。通过对亲属子女的 DNA 比较,他们准确鉴定了 43 个女性与 98 个男性,30 天后,所有正确组装的尸体被运回俄罗斯与乌克兰。

1985 年 4 月一个曾离开英国的小男孩又回到了英国。当地移民局坚持认为,回来的孩子是冒名顶替的,并不是该家庭的成员,或者只是这家人的外甥或侄子。于是,迫切需要科学的亲子鉴定。

亲子鉴定是指通过对人类的遗传标记,如外貌特征、皮肤纹理、血型或 DNA 等的检验和分析,来判断父母和子女是否具有亲缘关系,它又被叫做亲子试验。其中查血型和 DNA 检

测是常用的方法。

在人类还没有完全掌握分子生物学技术以前,血型配对检测是进行亲子鉴定的一项有力手段。但 ABO 血型系统只有 4 种血型类型,重复率很高,常常不能得到完全肯定的答案。血型鉴定有一定的误差,容易引起误会,说不定还会使一些人蒙受不白之冤。

因此,人们想到了 DNA 分析的方法。有趣的是,孩子的父亲不在,科学家们只好把男孩的基因与母亲的基因,以及 3 个肯定是这对夫妻的孩子的基因进行对比。最后,DNA 指纹法确凿无疑地证明,该男孩确实是这对夫妻的孩子,小孩顺利地加入了英国国籍。

DNA 亲子鉴定是这样进行的:测试员先从被测试的小孩、父亲和母亲的血液中提取出 DNA,用限制性内切酶把这些 DNA 样品“切”碎,然后进行电泳分离。再将分离开的一段 DNA 放在尼龙薄膜上,使用能够识别同一种 DNA 的探针,将相同的基因分辨出来并将其汇聚到一起。由于被标记的 DNA 含有放射性同位素,将其压成 X 光片,一段时间后将感光照片冲洗出来,便可以通过肉眼看到 DNA 被染成黑色的条码。

因为小孩的基因一半来自父亲,一半来自母亲,所以他的基因条码的一半会与母亲的吻合,一半与父亲的吻合。测试人员运用不同的探针,寻找出不同的 DNA,并染色成独特的条码。这个过程重复几次之后,再将小孩的 DNA 条码与被测父母的相比较。如果发现所有的条码都符合上面的规律,则证明小孩与被测父母有 100% 的血缘关系。

如果发现在一个或多个探针上,小孩的 DNA 与被测父母的 DNA 模式不符合,那么就可以 100% 排除小孩是被测父母亲生孩子的可能。

在亲子鉴定上,DNA 技术是目前为止最方便有效的手段。由于人体的所有细胞中都有一套相同的 DNA,所以提取 DNA 的过程非常简单,可以从血液中提取,也可以从口腔中提取,甚至还可以从人的毛发中提取。

由于 DNA 亲子鉴定具有准确度高、方便、高效等特点,它正逐渐地取代其他检测手段,并受到人们的普遍欢迎。那些失散亲人的家庭可以找回自己真正的亲人,孩子也可以重新回到亲生父母的怀抱。

现在,这种用基因鉴定身份的技术,已经被各国广泛采用了。仅美国一家 DNA 分析公司 CellmMk,就已用 DNA 分析的方法解决了几千个法医、移民、亲子案件。1989 年,共有 2000 多移民因掌握 DNA 证据而到英国与亲属团聚。

随着基因技术的发展,每个人都可以拥有自己的“基因身份证”了。这并不是什么难事。我国已经有人拥有了自己的“基因身份证”。

这张神奇的“基因身份证”,于 2001 年 2 月 9 日下午在四川大学华西法医学院的物证教研室诞生。身份证的主人是个刚刚 7 个月大的名叫龙威的男孩,父母除按传统给他按脚涂印、照相以外,还接受了基因高科技,给宝贝儿子办了一张“基因身份证”。

这张高科技含量的身份证,只用了三天就完成了。它长约 25 厘米、宽约 15 厘米,材料为质地较好的彩印纸,可以涂

塑以便保存。

“基因身份证”的左上方,是一张用数码相机拍摄的“身份证”持有人的照片,下方是他的出生日期和父母的名字。在身份证的右上方,是一个在国内很少运用的性别基因(女性都显示 00,而每个男性的都不同)。下面登记的是小孩的血型。

这张“身份证”的特点在于有 10 个数字的基因位点。为了与国际接轨,“基因身份证”特意选取了 8 个美国 FBI 通用的位点,和两个中国人特有的基因位点。在其下方是一个特殊处理过的 DNA 指纹防伪条码,经过特殊的药水浸泡后,它可以显示出身份证持有人的 DNA“带”。

生命的密码辞典

当我们看到田径运动员在赛场上驰骋的时候,我们就会想到:他们有那么发达的肌肉和不同寻常的爆发力,一定是爹妈的遗传基因在起作用。

但遗传基因是如何发挥它的作用的? DNA 不能直接构成强健的肌肉,它要像工程师那样指挥别人建造生命的大厦。这正是它的高明之处。

生物的性状是千变万化的,科学家们经过仔细分析发现,几乎所有的性状都与蛋白质有关。蛋白质有很多种,首先,它是我们身体的建筑材料。蛋白质占到人体干重的 45%,肌肉、皮肤、内脏,甚至毛发都由蛋白质构成。这些蛋白质有的柔软,有的坚韧,有的还可以运动。可以说是变化多端。

还有一类重要的蛋白质叫做酶。它能使细胞中的化学反应很快地进行,使生物体正常生长、发育。有时,缺少一种酶,就会导致生物体某一种性状发生改变,比如黑尿病。常人的尿是淡黄色的,如果身体缺少了尿黑酸氧化酶,就不能把尿黑酸氧化成五色物质,以致使尿黑酸直接在尿液中排泄出来,就出现了黑尿病。此外,参与生长调节的激素,参与免疫反应的

一些大分子主要也都是蛋白质。没有蛋白质就没有生命。

蛋白质就象生命舞台上的前台演员,而 DNA 就是后台的总导演。演员的一举一动,都由导演说了算。事实上,蛋白质的一级结构即氨基酸排列顺序,就是由核酸的核苷酸顺序决定的。

无论哪一种蛋白质分子,都是由 20 种氨基酸排列组成的。只是不同的蛋白质分子中氨基酸的排列顺序不同。而核酸只由 4 种碱基组成,核酸的不同是由碱基顺序的不同造成的,那么,核酸碱基排列顺序的信息,一定通过某种方式,传递给了蛋白质,使蛋白质的氨基酸严格按顺序排列。核酸的核苷酸顺序和蛋白质的氨基酸顺序之间可能存在着很重要的关系。

决定性状的蛋白质,种类成千上万,但组成蛋白质的成分却只有 20 种不同的氨基酸。1953 年,英国生物化学家桑格第一次测出牛胰岛素中 51 个氨基酸的排列顺序,从而使人们相信,各种蛋白质的结构和功能间的千差万别,都是氨基酸的数目和排列顺序不同所致。那么,氨基酸的排列顺序又是怎样决定的呢?这个问题引起了美国天文学家盖莫夫的兴趣。他在 1954 年大胆地设想,DNA 分子中的 4 种核苷酸能形成各种不同组合,每一种组合就是一种氨基酸的符号。他的这个设想在美国当即遭到生物学权威的反,权威们不能忍受不是他们那个专业的人对自己研究的专业说三道四,认为盖莫夫简直是“异族入侵”。

盖莫夫在美国不能阐述自己的观点,于是他决定求助于丹麦一家科学杂志,这家杂志很快登载了他的文章。出乎意

料的是,在他的文章发表之后,立即得到一批物理学家的关注。1955年,这批物理学家凭借惊人的抽象思维能力,提出了3个核苷酸组合在一起决定着1个氨基酸的设想。按照这批“异族”的想法,如果从DNA的4种核苷酸(A、G、C、T)中任意取2个组合起来,那么将会形成 $4 \times 4 = 16$ 种组合,若以一种组合作为一种氨基酸的符号,那么将会有4种氨基酸没有符号。既然2个不行,那么就从4种核苷酸中任取3个搭配起来,这样,4种核苷酸就会形成64种不同的组合,这下对于构成蛋白质的20种氨基酸来说是绰绰有余了。

对于缺乏生物学知识的物理学家来说,他们对生物学的问题作出了这样的回答,虽然并不那么深入,也算是尽了最大的努力了。可是这个回答犹如火种一样,点燃了分子生物学家智慧的火箭,使其朝着预定的轨道加速飞驰。

科学家们经过研究发现,确实是3个核苷酸构成1个密码子决定1种氨基酸,叫做三联体密码。几乎所有生物体内都有64种三联体密码。三联体密码假说是由克里克正式提出来的。1962年,克里克用一种最简单的生物大肠杆菌噬菌体做遗传学实验,希望能发现有关遗传密码的秘密。噬菌体这种小生物遗传背景十分简单,只有一段RNA而不含DNA,当然还有繁殖速度快,很容易发生突变的“优点”。通过一系列复杂的实验,克里克发现,生物体内蛋白质中的氨基酸顺序是由相邻三个核苷酸为一组密码子来决定的。你可能要问,除了由20种碱基组合来决定构成蛋白质的20种氨基酸外,剩余的44种碱基组合怎么解释呢?它们的情况比较复杂。有的可以互做替身,几种碱基组合共同决定一种氨基酸;有的

发布蛋白质合成起始信号,用来决定蛋白质合成的起点;有的发布蛋白质合成终止信号,告诉蛋白质长度已经够了,别再往上面加氨基酸了。

把所有的遗传密码列成一个表,叫遗传密码字典。这是一本将核酸语言翻译成蛋白质语言的工具书。从遗传密码字典上,我们可以查出遗传密码所决定的氨基酸。1967年,这张不同寻常的表格——遗传密码表诞生了。它几乎适用于所有的生物。生命密码已不再神秘,它架起了地球上所有生物互相交往的桥梁。从此,地球生物大家庭有了共同的语言。

生命世界千姿百态,生命世界神秘无比,但地球上所有的生物者却共用一套破译蛋白质的遗传密码!当我们赞叹生命的伟大神奇之时,在微观世界的不断启示下,却发现,有着无穷的智慧统领生物界的人类,却与极其低等的微生物大肠杆菌之流有着共同之处,岂能不令人目瞪口呆吗?

谁来负责传递和翻译遗传信息

如果把细胞比喻成一个个独立的王国,那么它的国王就是 DNA 了。在高等生物细胞中,DNA 们都居住在“王宫”——细胞核里。而蛋白质的合成地点却在细胞质中。像国王这么重要的人物可是不能随意进入细胞质中,它肩负的使命如此重要,要是随意走动,丢失了遗传信息可不得了。那么一定有一些“钦差大臣”们,来传达、执行国王的一切指令。

因此科学家们推测,有一些传递信息的使者,从 DNA 那里拷贝了一份遗传信息,并把它带入细胞质中,翻译成蛋白质。

经过多年来的研究,人们猜想,在蛋白质的合成过程中扮演重要角色的,可能是生物体内的另一类核酸分子 RNA。

1954 年,盖莫组建了有趣的 RNA 领带俱乐部,这是一个(男性)科学家的非正式组织,目的是要了解 RNA 是如何参与合成蛋白质的。盖莫定购了一批领带,在黑色的底面上用丝绸绣着一个 RNA 符号。俱乐部共有 24 名成员,其中 20 名代表氨基酸,4 名代表碱基。在每人的领带上面都有一个他所代表的氨基酸或碱基的符号。盖莫自己是丙氨酸(符号 Ala),

克里克是酪氨酸(Tyr)。俱乐部的成员们全身心地就密码和蛋白质合成交换意见。整个 50 年代里,在 Ala、Tyr、Val(布伦纳是 valine,缬氨酸)和俱乐部其他成员之间,关于 RNA 之谜的纯理论猜测的正式报告、便条和信件绕着地球飞来飞去。

直到 1960 年,他们才把 RNA 确认为 DNA 和蛋白质之间的中间媒介,其中一个主要原因是细胞中存在着三种 RNA,并且功能各不相同。作为中介的是信使 RNA,简写成 mRNA。信使 RNA 的个头双 DNA 分子小多了,它们可以把 DNA 的遗传信息经过“转换”,储藏在自己的碱基顺序中,然后经过细胞核膜这道“篱笆墙”,从细胞核内进入到细胞质中,在那里合成蛋白质的模板,实现对 DNA 遗传信息的翻译。参加翻译工作的还有另外两种 RNA:一种是转运 RNA,简写成 tRNA,它的功能是作为能识别信使 RNA 信号的氨基酸的“专车”,及时将特定的氨基酸运到信使 RNA 那里,源源不断地供应蛋白质合成的原料;还有一种就是核糖体 RNA,简写成 rRNA,它的功能是作为蛋白质合成的场所。这 3 种 RNA 分工合作,有条不紊地完成整个翻译工作。

当细胞制造蛋白质时,细胞核里的双螺旋 DNA 解开,成为两条单链,其中一条链充当模板,按照碱基配对的原则合成信使 RNA,即 C 和 G 配, U 和 A 配。这样, DNA 上的碱基顺序被记录在信使 RNA 的碱基顺序中,使遗传密码得以传递。信使 RNA 被派往蛋白质的合成地——细胞质中,与核糖体相结合,自己作为蛋白质合成的直接模板。转运 RNA 能识别不同的氨基酸,还能识别信使 RNA 上的遗传密码,充当“翻译官”的角色,在细胞里穿梭,把相应的氨基酸引导到核糖体那里,

使不同的氨基酸在信使 RNA 上对号入座。众多的氨基酸手拉手连在一起,就是一个蛋白质。这样,DNA 的遗传密码就准确地反映在蛋白质的氨基酸顺序中。换句话说,由此合成的蛋白质是特异的,它上面“印着”模板 RNA 的遗传密码。

RNA 以十分惊人的速度合成蛋白质,每分钟可连接起 1000 多个氨基酸。通过 DNA 的“英明”指导,4 种核苷酸连接成了 RNA 长链,把 DNA 的遗传信息“转换”到信使 RNA 上,这个过程叫做“转录”。由信使 RNA 作模版合成蛋白质的过程叫“翻译”。

这就是生物学中非常重要的“中心法则”:遗传信息由 DNA 流向信使 RNA,再由信使 RNA 流向蛋白质,同时 DNA 还可以进行自我复制,从而将遗传信息传递给新生成的细胞。几乎所有的生物都遵循这个重要的法则。

后来科学家们又发现,以上讲的遗传信息的传递路线,并不是惟一的。有一些看起来与“中心法则”矛盾的传递路线,实际上是对“中心法则”的完善和重要补充。比如,人们在病毒里发现了逆转录酶,在它的帮助下,可以实现以信使 RNA 为模板合成 DNA 的逆转录路线。在某些病毒中,如流感病毒、小儿麻痹病毒体内,RNA 都是遗传信息的携带者。与艾滋病相关的人体免疫缺陷病毒(HIV)也是一种逆转录病毒。除此之外,在人类和其他动物中引起肿瘤的一些病毒也属于这一类。

病毒是最简单的生命形式,它们由一条单链或双链的核酸(DNA 或 RNA)组成,外面包裹着一层蛋白质外衣。病毒不能独立存在,必须侵入到宿主细胞中,并接管它的细胞机器,

这样才能表达自己的基因。逆转录病毒的遗传物质是一条单链 RNA,在宿主细胞中,为了复制,它先把自己的以 RNA 为基础的基因复制成一条 DNA 链,这是正常转录的逆过程,正转录是从 DNA 中得到一份 RNA 拷贝。在这一过程中形成了一条 RNA—DNA 双链,然后 RNA 链分解,DNA 再形成双链,这一切当然都是在酶的作用下完成的。这时,病毒基因同宿主细胞的基因是同一种形式(DNA),这使宿主细胞毫不知情地接受了它们,将它们与自己的基因同等看待。

病毒用于催化上述从 RNA 到 DNA 的三个步骤的酶叫逆转录酶,它是在 1970 年由霍华德·坦明和截维·巴尔的摩各自独立发现的。就这一发现,《自然》杂志刊登了一篇令人吃惊的社论,标题是《中心法则被逆转了》。