

22

内 容 简 介

什么是无性繁殖？无性繁殖的目的、要求、手段是什么？现状如何？无性繁殖同癌症、衰老和免疫等问题有什么关系？人的无性繁殖成功了没有？用无性繁殖的方法能够复制科学家、政府首脑、军队和暴君吗？这些问题近几年来在西方世界已成为人们极为注意的问题。基于这个原因，R.G.麦金奈尔通过本书就上述问题为广大读者提供了明晰的科学解释。

本书可供广大读者和从事细胞生物学、生物医学研究的科技人员以及高等院校有关专业师生阅读参考。

Robert Gilmore McKinnell
CLONING
A Biologist Reports
University of Minnesota press, 1979

奇 异 的 无 性 繁 殖

〔美〕 R.G.麦金奈尔 著

余志华 译

责任编辑 高庄

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院开封印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983年5月第一版 开本：787×1092 1/32

1983年5月第一次印刷 印张：3 3/8

印数：0001—8,000 字数：72,000

统一书号：13031·2281

本社书号：3121·13—10

定 价： 0.45 元

译者前言

本书是迄今为止由专门从事无性繁殖研究的科学家就从苹果、青蛙到人的无性繁殖问题所撰写的第一本通俗而系统的科学读物，文字简炼、内容丰富、说理清楚、见解独到。值得广大读者和从事细胞生物学、生物医学研究的科技人员和高等院校有关专业的师生认真一读。

近几年来，在西方的出版物（包括电影）中，对于无性繁殖问题（特别是对于人的无性繁殖问题）的论述、宣传、讨论和报道越来越多，已经成为人们广泛注意的问题。如今，在西方世界，无性繁殖一词不但成为令人恐惧和惊奇的来源，而且成为电影片制作家和科学小说作家们为了猎奇而虚构出种种情节离奇的作品主题。

基于这个原因，本书作者用科学的态度、通俗的笔调追溯了无性繁殖的历史背景，并且详细描述了现代无性繁殖研究发展的全过程，从而就这个问题为读者首次提供了明晰而科学的概念。在书中，作者还就无性繁殖同癌症、衰老和免疫等当代三大医学前沿问题的关系进行了较详尽的阐述，提出了自己的见解，立意新颖，启迪人们的思想，成为本书引人注目的重要内容。更令人感兴趣的是，作者在《能生产出成百个爱因斯坦来吗？》一章中，就人的复制（包括著名科学家、政府首脑、军队以及暴君的复制）问题，对当今人们提出的所有与此有关的看法、假设和争论逐一进行了分析与讨论，并且从科学的角度提出了许多有益的见解和疑义，从而使这些问题的讨论更加增添了科学的色彩。其中有些设想

(例如关于无性繁殖人体器官——即书中所谓的“备件”问题)不但具有一定的科学根据,而且在医学上将给人们以重要的启发,颇为令人神往。

作者用较多的篇幅讨论了关于人的无性繁殖以及由此而将产生的社会、伦理和生物学方面的问题。关于人的无性繁殖,作者的观点是明确的,他认为将来在技术上是能够做到这一步的,但他不同意把人的无性繁殖作为无性繁殖研究的目的。因为从科学和社会的角度看,无性繁殖出来的人对社会并不会带来什么益处,相反,开展这种研究不仅耗资巨大,而且还会带来一系列复杂的社会问题。

1977年秋,在美国缅因州的杰克逊实验室诞生了七只单亲小鼠,这一成果引起生物学家们的极大兴趣。这七只小鼠是采用下述方法生产出来的:先让卵子受精,在精核同卵核融合之前对受精卵施行显微外科手术,把精核去掉,然后把这个去掉精核的卵放入加有适量细胞松弛素B的溶液中进行处理。细胞松弛素B能够阻止正常细胞膜的分裂,但不影响卵核内染色体的复制。经过此番处理后的卵细胞很快出现了两个核,第二个核是原核的复制品。再将这带有双核的卵细胞放入不加细胞松弛素B的正常培养液中,这时该卵中的两个核自动融合在一起,于是卵细胞就开始分裂和发育。现在,科学家们把用这种方法生产出来的小鼠称为亚无性繁殖动物,因为成年个体只具有母体一方的染色体。1981年1月6日在卫星收录的国际新闻中,报道了一条令人振奋的消息,美国的霍普博士和瑞士的伊尔门齐博士合作在瑞士采用核移植法成功地完成了小鼠的无性繁殖实验,生产出三只真正的无性繁殖小鼠。他们从灰色小鼠的胚胎细胞中取出细胞核,植入刚刚受精的黑色小鼠的卵中,在黑色小鼠受精卵中的精核与卵核融合之前,再把该卵中的精核与卵核去掉,只

保留所植入的灰色小鼠胚胎的细胞核。这个植入了灰色小鼠胚胎细胞核的去核卵先在试管中培养四天，然后再植入白色小鼠的子宫内孕育，结果该白色小鼠生出了三只发育正常的灰色小鼠。霍普和伊尔门齐说，他们的这项实验在1978年秋即已基本获得成功。

本书作者在关于哺乳动物无性繁殖的章节中没有涉及上述两项重大成果。尽管如此，作者在书中对于哺乳动物无性繁殖的种种看法和所设想的程序，同最近报道的关于小鼠无性繁殖的程序基本符合，这说明作者的见解是经得起实践检验的。

本书作者R.G.麦金奈尔是明尼苏达大学遗传和细胞生物学教授，他在美国费城癌症研究所和新奥尔良土兰大学长期从事青蛙的无性繁殖研究。

目 录

译者前言	(iii)
1 为什么要讨论苹果、青蛙和人的无性繁殖问题?	(1)
2 “一种奇异的实验”	(11)
3 青蛙的无性繁殖	(22)
4 癌症、衰老和其他的挑战	(41)
5 关于小鼠和人的无性繁殖	(64)
6 能生产出成百个爱因斯坦来吗?	(78)
结束语	(97)
参考文献	(98)

为什么要讨论苹果、青蛙和人的无性繁殖问题？

有关无性繁殖问题的新闻报道很多。广大群众不但被卡通片，而且被报纸、杂志、书籍、电视以及电影上关于无性繁殖的种种宣传所困扰。不幸的是，许多有关这方面的消息都是不正确的。这些不正确的消息加上许多人对人是否已经或将要被无性繁殖出来，以及由此是否会引起种种伦理和道德问题的关心，从而在无性繁殖到底是怎么回事、生物学家们为什么要研究无性繁殖等问题上产生了极大的曲解。虽然真正的无性繁殖并没有多少戏剧性，但是在一定程度上还是颇令人激动的。研究这个问题不是为了要制造出许多独裁者、百万富翁和爱因斯坦的副本，而是为了探寻能够解决人类癌症和衰老等许多重要问题的答案。

下面让我们列举一些不正确消息的例子，并简要评论一下这类消息潜在的危害性。

1970年，P.拉姆齐发表了对生物学家说来是毫无价值的（事实上是吹毛求疵的）关于无性繁殖伦理问题的论文。他断言，无性繁殖是“通过对一个已经由正常两性生殖而开始生命活动的卵的去核和植核的生殖。问题是，我们是否要无性繁殖人？就是说，我们是否也要在人的受精卵细胞中植核？”拉姆齐是一位普林斯顿大学宗教学教授，他曾经把费城的布里格斯和金教授所做的典型的无性繁殖实验描述为把细胞核移植到“刚刚受精的卵中”（《伪造的人：遗传控制

的伦理学》，耶鲁大学出版社，1970，pp.64—66）。事实上，青蛙的无性繁殖——对于人的无性繁殖来说是一种假定的模式系统——包含了未受精卵的去核问题。因此，这就与拉姆齐的说法产生了根本的差异。为什么这么说呢？因为第一，这里有技术上的理由。在蛙类（以及其他两栖类）的卵中，未受精卵的母体遗传物质比较容易接触，所以能够去核。而受精卵的核则不是这样。就我所知，还没有人成功地从蛙卵中去掉受精卵的核。假如这是能够做到的话，那就和我没有关系了。对人卵来说，我的看法同样如此，这就是为什么会产生根本不同看法的第二点理由。虽然我可以随时检查、研究、操作和解剖一个未同精子接触过的人卵，但是我不愿意在“已经通过正常两性生殖而开始生命活动”的卵上做实验。这样的受精卵可以通过最神奇的方法（即受精作用在输卵管中发生）获得。从一个妇女的生殖器官中去掉一个受精卵就意味着一次堕胎。为了纯实验的理由而堕胎，显然是不可思议的。虽然受精作用能够在实验室的玻璃器皿中发生，但是拉姆齐并没有涉及在试管（在体外）中进行受精的问题，谅必这不是“通常的两性生殖”。在我看来，这一类的错误概念对现代生物学的发展造成了危害。

1974年，法吉尼亚大学医学院医学伦理学教授兼神学家J. 弗莱彻使用与拉姆齐基本上相同的语言描述了无性繁殖，他说：“一个受精卵或合子从输卵管里抽取出来，在体外受精。随后，把它的核去掉，再把一个体细胞移植进去。”（《遗传控制的伦理学》，p.71）。

最近，一个科学作家D. 罗维克宣称，一个富有的商人已经用无性繁殖的方法复制了他自己。在罗维克发表了上述消息后不久，三名科学家设法对此进行了调查并检查了无性繁殖和有关的遗传研究。从事蛙类无性繁殖和用有关方法可

能在哺乳动物无性繁殖方面做出成果的生物学家们认为，罗维克的说法是不正确的。他们所以下这样的结论，是因为四分之一世纪以来在无性繁殖和生殖生物学方面的实验还不可能做到这一步。

1978年5月，美国国会下设的健康和环境委员会对于公众感兴趣的有关人的无性繁殖的说法召开了意见听取会。该委员会试图探明，上述说法是否是真的，并四处调查细胞和遗传生物学的研究情况。意见听取会提出的问题是：在现在和将来是否能够进行人的无性繁殖？生物学家们为什么不加批判地接受那些关于已经无性繁殖出一个人来的未经证实的说法，着手种种实验？许多生物学家在委员会面前作证，但是罗维克先生两次都未出席——第一次据说是由于健康原因，第二次却又说为了他的书而要出外旅行。

因为该委员会所搜集到的这类问题很多，很复杂，众说纷纭，要想让我来作简短的概括是异常困难的。我认为，乔治敦大学研究人类生殖和生物伦理学的肯尼迪研究所的A. 海里吉斯的论述，反映了许多从事此类工作的生物学家的态度：“我认为基本的问题是，许多人太相信无性繁殖是个体生殖的终结。其实，无性繁殖是一种方法。它是一种细胞研究的方法，而且是一种极其重要的方法。”（《意见听取会资料》，p.90）。

公众对于无性繁殖的不正确看法，将导致削减无性繁殖研究经费，甚至会失去法律保护。这会妨碍解决像癌症和衰老等重要医学问题的进展。当然，危险的程序必须受到应有的限制；但是，我希望这本书能缓和一下上述看法，并使普通读者相信，称作无性繁殖中的核移植程序并没有危险。

什么是无性繁殖？

“无性繁殖”（Clone）一词源出于希腊文“克隆”（Klōn），原意是嫩枝或接枝，讲的是无性繁殖，也就是通常所说的营养繁殖。家养植物很容易通过插枝或接枝而繁殖；园艺家多年来从事马铃薯无性繁殖就是例子。马铃薯可食部分是大家熟知的膨大的块茎，就象其他的茎一样，这种块茎长有许多芽或芽眼。当把块茎插进土壤的时候，这些芽就能生长出完整的植物。用这种方法生产的农作物，就是无性繁殖的产物。

无性繁殖植物

植物通常是有性繁殖的。关于植物（或者动物）性的基本概念是，来自两个个体的遗传物质参与形成一个新的生物。确切地说，在一个物种内每个有机体都和同代的其他个体间，以微妙的方式发生变异，通过这种变异，植物和动物个体提供的性细胞也是如此。人们要领悟关于性的实质，只要去了解一下每种橡树或者每种玫瑰花为什么都有独特性就容易明白了。

春夏之际引起人们咳嗽或打喷嚏的花粉粒，当它们碰到另一种雌花的粘性部分时就发育并形成花粉管。当花粉萌发而进入植物的雌性部分时，两个精核就移进花粉管内。其中一个精核同卵子受精，于是新的一代就开始了。有关性的详细情况随着植物的不同而不同。但基本点是，单细胞植物（海藻、真菌和苔藓等）和较高等的植物（包括羊齿类植物、常绿乔木和显花植物）都有有性生殖的能力。因为有性生殖包

含着不同的性细胞的结合，所以上述差异也就得到了继承。

有性生殖不包含在无性繁殖的过程中。无性繁殖的新植物并不是花粉与花朵的卵细胞结合的结果。用无性繁殖方法产生的植物体现了老植物体的新的生长能力。因为非有性繁殖包括用嫩芽或嫩枝的繁殖，所以新的植物和老植物在遗传上是同一的。植物的无性繁殖在农业上用于生产高质量的、品质如一的农产品。只要把发生变异的苹果枝条嫁接到普通的宿主树上，就能生长出所期望的变种苹果。由优良品种苹果有性生殖而产生的种子一定会生长出异质性的植株，其果实也必然各不相同。因为在水果店里是找不到同一品种而品质各不相同的苹果的，所以说苹果是无性繁殖的产物。

苹果和马铃薯的无性繁殖在农作物中间并不特殊，象葡萄、可食香蕉、红薯、甘蔗、菠萝、芦笋以及其他许多重要农作物（甚至大蒜）等，都是无性繁殖的。其中一些品种至少已种植了4000年。

园艺学家们现在虽然对重要经济植物发展了小块组织的培养方法，但是所遵循的生物学原则还是相同的。无论是从具有数百万个细胞的植物嫩枝或接枝生长而来的，还是从小的细胞团，甚至是从单个细胞生长的，这种没有有性过程的繁殖方式，都属于无性繁殖。

在纽约州伊萨卡地方的康奈尔大学中，F.C.斯图尔德教授和他的同事们用胡萝卜的单个细胞和小细胞团培养出了胡萝卜。斯图尔德把成熟的胡萝卜的细胞放到含有用营养物和琼脂制成的胶冻状物质的培养皿内。解体组织形成的细胞群就在含营养的琼脂培养皿内生长。把从细胞团分离出来的单个细胞放在含有椰子乳、其他营养物以及植物激素的液体培养基内培养，细胞在液体生长环境中重复分化以后就形成胚状结构。由成千上万的这些结构而发育成植物的根和芽，

并可以长成成熟的胡萝卜植株。无性繁殖胡萝卜的方法，在其他许多植物（包括水生防风草、芫荽、烟草和兰花等）上都得到应用。在实验室中用单个植物细胞长成胡萝卜的营养繁殖，在植物的无性繁殖中也许是最关键性的——至少在关于“插枝”的大小这一点上说是如此，因为这个“枝”是单个细胞，只有在显微镜下才能看到。

纽约洛克菲勒大学A. 布朗教授在植物无性繁殖方面取得的成果甚至更令人惊奇。他从烟草的肿瘤中取出一个细胞，这个细胞得到了发育，结果恶性细胞的后代居然生长出了正常的植株！布朗的实验意味着，要在培养液中迅速地摇动一个植物的肿瘤，以便获得单个细胞。然后把单个细胞放入培养液培养，直到形成肿瘤细胞团。再将该细胞团的碎块嫁接到健康的植物身上，在重复嫁接以后，肿瘤细胞在外观上就变得更加正常，直至形成茎、叶和花。这些花产生种子，当把这些种子播种的时候，就长出正常的烟草。在关于无性繁殖的讨论中，布朗实验的重要性在于，植物的单个肿瘤细胞决不能认为是性细胞。布朗的实验之所以是重要的，还因为它是一种从恶性状态向正常状态可逆性变化的早期证明。因此，单个植物细胞的无性繁殖，包括正常的和肿瘤的，都可以用其他营养繁殖的方法在实验室中进行。

无性繁殖的动物

总的说来，动物同植物一样，是通过有性生殖的。然而，在两栖动物（青蛙、蟾蜍和蝶螈）中，有一种容许非有性生殖的办法。这个办法就是核移植，也可以广义地叫做无性繁殖。无性繁殖也可以认为是动物的营养繁殖。但是，如果把青蛙也看作是由营养繁殖而成的，那就会使人有点困惑不

解。

青蛙为什么会成为第一个无性繁殖的多细胞动物，是有许多原因的。青蛙有众多的卵子和精子可供实验人员使用。生物学家仅从小鼠的卵巢里得到20个卵子，但是可以从青蛙的卵巢里得到2000个卵子。由于青蛙的受精作用和胚胎发育是在动物体外的池塘中发生，因此这些过程也就很容易在实验室里的玻璃器皿（试管）中完成。这就容许科学家们对所有发育阶段直接进行观察和实验（这与小鼠的胎儿发育完全不同，后者的受精和发育是隐蔽的，因为胚胎是在子宫里发育的），发育到具有大脑、眼睛、肝脏和其他器官的青蛙的胚胎，同人的胚胎相似。十九世纪末期和二十世纪初期为无性繁殖提供科学基础的那些实验，就是用青蛙和其他两栖动物进行的。因而，上述的有关情况（即不但有充裕的卵子和精子，而且可以不费力地在实验室中得到人造胚胎），可能就是青蛙为什么首先被无性繁殖出来的主要原因。

现在，无性繁殖青蛙已经不是新鲜的事了。象植物的无性繁殖那样，青蛙的无性繁殖显微手术程序（把一个蛙卵的核移植到一个去掉遗传物质的卵中），多年来已经为有关的科学团体所应用。自从采用这种核移植的方法以后，迄今已经无性繁殖出许多青蛙。无性繁殖的青蛙说明，移植来的细胞核具备充分发育所必要的全部遗传物质。青蛙无性繁殖程序的完善和应用，有赖于对两栖类生殖生物学知识的熟练掌握，以及对显微外科仪器操作和使用的熟练技巧。

在两栖动物身上成功地进行核移植，需要把卵核去掉，就是说需要把包含在卵核中的母体遗传物质移走。然后，把包含在体细胞核中的遗传物质放到去核的卵中。用这种方法产生的个体是没有双亲的。

在生物学意义上，母亲之所以是母亲，是因为她通过卵

的染色体提供了遗传物质。在无性繁殖中，由于卵的染色体已经被除掉，所以这里没有雌性亲体。通常所称的父亲之所以称为父亲，是因为他通过精子提供了他的遗传物质。由于在无性繁殖这种独特的发育过程中没有精子参与，所以就没有雄性亲体。从没有雄性或雌性亲体的意义上来说，无性繁殖的动物就是无性繁殖的产物。通过核移植而产生的青蛙，与甘蔗的茎或嫁接的苹果完全相似。青蛙、甘蔗和苹果都是通过无性世代而产生的。

为什么要制造无性繁殖的青蛙？为什么要爬珠穆朗玛峰？人们会说，所以要爬珠穆朗玛峰，“因为它在那里”。大多数科学家却不是那样看问题，当他们进行无性繁殖实验的时候，他们是为了寻求重大的生物学问题的答案。如果说消耗大量科研经费去进行无性繁殖研究是“因为它在那里”，那就实在太荒唐了。青蛙本身并不能无性繁殖青蛙。让青蛙一如既往地继续进行有性生殖，这在时间和资源的利用上当然是很经济的。但是，科学家们如果利用无性繁殖的方法，则可以在诸如分化、癌症、免疫生物学以及衰老等生物学现象中获得新的知识。

一个胚胎或一个成年细胞的遗传物质和受精卵的遗传物质是否等同？一个癌细胞或一个衰老细胞的遗传物质是否和受精卵一样？更重要的是，是否能够用人工的方法诱导或激发胚胎、成年个体细胞、癌细胞和衰老细胞，使之表达与受精卵相类似或相等的那种遗传潜力？更简单地说，就是是否能够掌握细胞生物学一些最基本的规律？因此，“为什么要无性繁殖青蛙”这个问题，也许可以改为“为什么要试图了解分化？”癌症和衰老问题是人们最关注的领域，在那里，需要进行新的探索。许多科学家（包括我在内）认为，无性繁殖可以为这些关键性的重大生物学问题提供新的和有用的

知识。无性繁殖甚至可能对克服器官移植中的排斥反应问题提供帮助。

青蛙的无性繁殖在许多年前就实现了。人的无性繁殖怎样呢？它容易做到吗？也许不会很快——假如能够实现的话。这两者为什么不同呢？这种区别是与生物学研究的性质有关的。为了对无性繁殖研究的主要问题提供答案，不需要无性繁殖人类。正象我已经说过的，青蛙是不能自己无性繁殖新的青蛙的。然而，人的无性繁殖可能首先要涉及到产生更多人的问题。用无性繁殖的方法来繁殖生命，这对于繁殖更多的青蛙或人来说，是一种不适当的方法，因为物种是通过遗传异质性而存在的。有性生殖能在个体之间产生差异性，但是用无性方法繁殖的个体则是相同的。对我们大多数人来说，相互之间的珍爱（特别是在家庭和朋友之间）和生存，需要遗传的异质性，而不是相同性。因此，无性繁殖尽管对于园艺家和实验生物学家是一种有用的方法，但对于生命的繁殖来说，并不是一种合适的方式。看来，对我们这容易毁坏的星球来说，四十亿人口加上他们的智力，已经足够了。无性繁殖工作者应该为已经存在的人寻找更美好的生活。

很明显，在生物学的研究中，致力于无性繁殖人类不是主流。人的无性繁殖，将是耗资巨大而又困难的。而它对于解决重大的科学问题肯定不会有什么帮助。然而，人的无性繁殖提出了一种挑战，而某些人对技术挑战的回答简直就象登山运动员对自然挑战的回答一样。因此，有人偶然地试图进行人的无性繁殖，不值得大惊小怪。我相信，从事人的无性繁殖的人（如果他或她已经取得了成功），对于完成一个困难的程序来说，或许将经历巨大的个人的喜悦。但是，他或她的成果对于人类的幸福来说，则什么好处也没有。

一个神学家在生物学中造成的一个最时髦的错误是，使一个科学作家捏造出一个使美国国会为之担忧的科学新闻。在分子生物学研究中获得诺贝尔桂冠的J.D.沃森说：“可以期待，许多生物学家，特别是那些从事无性繁殖研究的科学家，将会严肃地考虑它的含意，并展开科学的讨论，用以教育世界人民。”本书就是我对这种讨论的贡献。

“一种奇异的实验”

我们可能正处在哺乳动物无性繁殖的前夕。看来，哺乳动物无性繁殖的成功意味着，至少在技术上已经出现了一种可能性，即在某一天人也能被无性繁殖出来。由于人的无性繁殖问题提出了许多关于伦理和道德方面的争论，由于它无助于疾病治疗，因此曾经在一个医学杂志上提出的问题现在看来仍是适当的：“我们是否已经迈出了第一步？”（《遗传工程：报复》，《美国医学协会杂志》编辑部文章，1972）在今天的条件下，这第一步可能至少在理论上涉及到人的无性繁殖的实验性研究。

要说任何个别的实验是第一步，那就太武断了。十九世纪末期的一些实验乃是为细胞生物学的发展提供新见解的工具——是它们最后导致了核移植的实验。因此，动物无性繁殖的第一步在若干年前就开始了，这些研究是古典胚胎学的实质——之所以称为古典的，不仅因为它是古老的，而且因为它直接导致了二十世纪后期细胞学和分子生物学研究的进展。忽视或埋没这些研究，就会抹煞为癌症和衰老等疾病带来新的希望的现代生物医学进步的基础。

“第一步”

十九世纪生物学家寻求解决的问题是，胚胎的细胞是否独自地发育，它们在胚胎的发生过程中是否相互作用并影响彼此的命运。早期的胚胎是什么？它是自主细胞按照内在控