

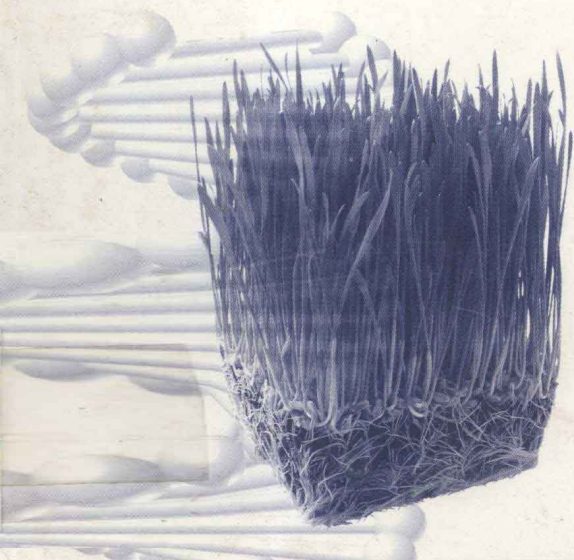


全日制普通高级中学选修教材（试验本）

现代生物技术与生活

XIANDAI SHENGWU JISHU YU SHENGHUO

七城高中选修教材编写委员会 编著



生活·读书·新知 三联书店

全日制普通高级中学选修教材（试验本）

现代生物技术与生活

七市高中选修教材编写委员会 编著

*

生活·读书·新知三联书店出版发行

南海市彩印制本厂印刷

（南海市桂城叠南/0757-6304277）

开本：890 毫米×1240 毫米 1/32 印张：5.25 字数：135 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-108-01904-3/Q·5

定价：6.00 元

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与承印厂联系调换。

七市（天津市教育教学研究室、重庆市教育科学研究院、广州市教育局教研室、武汉市教学研究室、南京市教学研究室、成都市教育科学研究所、长春市教育局教学研究室）高中选修教材编写委员会

主 任 麦 曦

副主任 张广德（常务） 张健昌
万明春 卫懋勤 张乃文
陆建中

编 委 （按姓氏笔画为序）

万明春 卫懋勤 白智才
刘毓森 麦 曦 张广德
张乃文 张经纬 张健昌
肖林元 陆建中 金道一
徐国英 唐果南

编者的话

同学们现在翻开的，是一套供普通高中开设任意选修课使用的高中选修教材。

21 世纪需要创新型的人才，创新人才的出现离不开个性的发展。高中的学生，已经到了可以独立规划人生，形成自己独立人格和思维方式的年龄。一个高中学生，光是学好必修课的基础知识是不够的，还需要按照自己的爱好特长和发展方向，挑选自己感兴趣的课程，有选择地进行学习。增大课程的选择性，是当今世界高中课程改革的一个潮流。我们现在的高中课程计划，已经留有一定比例的选修课学习时间，将要实施的高中新课程标准，选修课占的比例就更大了。

在选修课中，除了国家规定的限定性选修，还有地方和学校的任意性选修，这套教材就是为高中开设任意性选修课而编写的。全套选修教材采用专题模块结构，其中有课本知识的延拓和深化，有学科能力、学科思想的专题讲习，有跨学科的知识运用和专题探究，有新知识、新发展的介绍；有学科类的，也有非学科类的。总之，这是一个丰盛的“自助餐”。我们期望，她能为不同学习基础、不同发展方向和学习需求的学生，提供一个宽广的学习天地，成为促进同学们个性发展的一片沃土。

本教材是由“七市高中选修教材编写委员会”编写的，编委会由天津、重庆、广州、武汉、南京、成都、长春七个城市的教研室（教科所）组成。参与教材编写的，有高等院校的专家、教授，有

七个中心城区的教研员、特级教师、高级教师，集中了我国各个地区主要中心城市基础教育发展的优势力量，可以供七个城市使用，也可以供全国其他地区的高中纳入地方课程和校本课程自由选用。

《现代生物技术与生活》按照现代生物技术与人类生活关系由近及远的顺序，阐述了现代生物技术与人类健康、食品、能源、环保、生产及国家安全等六个与人类生活密切相关的热门专题，侧重于生物科学知识在实践中的应用，其中包括高考经常涉猎的领域，有较强的实用价值。

本书选材内容新颖，贴近社会与生活，既介绍了现代生物技术的知识，又注重了这些新知识与现行高中课本的联系，是对现行高中课本相关内容的延伸与补充。同时配有大量构思新颖的“探究与实践”的习题，给同学们提供了丰富的思考空间。

本书由王丽、王梅、岑芳主编。第一专题由曹虎编写，岑芳、戴学云修订。第二专题由李辉编写，王梅、李辉修订。第三专题由曹虎编写，岑芳、戴学云修订。第四专题由沙秀英、王梅编写，沙秀英、王梅修订。第五专题由申鹏、王梅编写，王梅、申鹏修订。第六专题由曹虎编写，岑芳、戴学云修订。全书由王梅修改并统稿，东北师大陈珊教授、王丽教授、天津市教研室刘毓森主审。

本书在编写过程中参阅了《基因工程与农业》、《生物技术与发展》、《国外科技动态》、《生物技术概论》、《基因工程技术》、《现代环境生物技术》、《生物芯片》、《生物分子固定化技术及其应用》等书刊文献资料，得到了东北师范大学生命科学学院的多名教授与专家的支持和指导，在此表示衷心的感谢。但是由于时间以及编者的水平有限，书中内容可能有错漏之处，敬请读者指正。

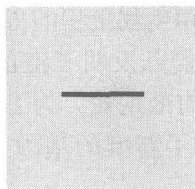
七市高中选修教材编委会

2003年5月

目 录

一、现代生物技术与人类健康	(1)
(一) 现代生物技术与疾病诊断	(2)
(二) 疾病的基因治疗	(6)
(三) 现代生物技术与疫苗制造	(12)
(四) 生物工程制药	(18)
(五) 人类基因组计划与分子医学	(23)
二、现代生物技术与食品	(31)
(一) 现代生物技术与食品加工	(31)
(二) 基因食品的检测和分析	(37)
(三) 转基因食品的安全性评价	(42)
三、现代生物技术与能源	(54)
(一) 生物质能	(55)
(二) 微生物与石油	(60)
(三) 石油植物	(64)
(四) “可燃冰”	(68)
(五) 未来的生物新能源	(72)
四、现代生物技术与环境	(79)
(一) 水体污染	(79)
(二) 空气污染	(87)
(三) 固体垃圾	(94)
(四) 生物工程与污染治理	(98)

五、现代生物技术与生产	(110)
(一) 植物组织培养与快速繁殖	(110)
(二) 转基因技术	(114)
(三) 干细胞	(123)
(四) 生物芯片	(134)
六、现代生物技术与国家安全	(149)
(一) 生物武器的防护	(149)
(二) 基因武器与防范	(153)
(三) 生物入侵	(156)



现代生物技术与人类健康

现代生物技术是从 20 世纪 70 年代起步的。1972 年第一家基因技术公司在美国注册，在仅仅 30 年的时间里，以转基因技术为龙头的生物技术产业，就成了许多国家新的经济增长点。现代生物技术在工业、农业、畜牧业和医学上有广泛的应用。特别是在医学上，现代生物技术为治疗癌症、艾滋病、遗传病等提供了新的技术和方法，为征服这些威胁人类生命的疾病，维护人类的健康做出了贡献。自发现世界第一例艾滋病以来，已有 2500 万人死于这种疾病。在全球范围内，目前至少有 4000 万艾滋病病毒携带者。在我国现有艾滋病感染者 100 余万人，艾滋病人 20 万人，其中现存 8—10 万人。艾滋病成了人类生命的一大杀手。科学家们认为，要攻克像艾滋病这样的医学难题，只有用现代生物技术做武器才能办到。

人类在与各种疾病的斗争中，用药物进行治疗是有效的手段。许多药物是蛋白质，过去只能从血液中进行提取，价格昂贵，一般人用不起。例如，抗血栓因子是溶解血栓、疏通微细血管、治疗中风的良药，从血液提取一剂药要用几十升血，光成本就要上千元。现在，用生物工程的方法组建基因工程菌进行发酵生产，或用更先进的转基因动物生产，产量大幅度提高，药物的成本也跟着下降。据统计，现在已经有干扰素、生长素、血管生成素、人凝血因子等



十多种蛋白质类药物，已用生物工程的方法生产，销售额达 150 亿美元。为预防传染病，人们已发明了疫苗，传统的疫苗需要冷藏、运输。保存技术要求高、有效期短，为了提高疫苗的效果，使用更加方便，科学家已研制出了新型的基因工程疫苗，如乙型肝炎疫苗等。

健康长寿是社会文明和进步的标志，在人类的医疗保健中，采用现代生物技术是必然的选择，现代生物技术在 21 世纪和以后的发展中，将会为人类的健康事业做出巨大的贡献。

（一）现代生物技术与疾病诊断

对病人进行病理诊断，是疾病治疗的首项工作。中医用“望、闻、问、切”了解病情，西医有听诊器、体温计和血压计等常规器械。到了现代，医生们用上了各种新型的诊断仪，超声波探测仪、X 光机、B 超、CT 等，使医学诊断更加科学准确。

从分子生物学的研究知道，人类有些疾病不是发生在器官和系统本身，而是在细胞的微观结构中。例如白化病的病因在 DNA 分子不能指挥合成酪氨酸酶，无法产生黑色素，这是当今的医学仪器诊断不出来的。随着生物工程技术的发展，科学家们将一些生物检测技术应用到医学上，发明了一些更为先进的诊断技术，它们能从基因水平探测病因，为治疗提供科学的依据。

1. 生物大分子检测诊断

生物体内的大分子物质之一是蛋白质。科学家发现，有些蛋白质分子，常常是一些疾病的祸首，将它们找出来作为一种诊断指标，要比常规的方法准确得多。例如，心脏病是中老年人的高发病，每年因心脏病突发死去的老年人成千上万，而且，很多人是在不知道心脏有病的情况下死去的。因此，心脏病的早期诊断和保健，成了医学的热点。目前医学上把血液中胆固醇的含量，作为心

脏病的检测指标。如果被检查者血液中低密度脂蛋白胆固醇的含量超过正常值，就说明有患心脏病的危险，必须注意预防。

科学家们最新研究发现，血液中有一种与炎症反应有关的蛋白质——C—反应蛋白，在心脏病人的血液中，它要比低密度脂蛋白胆固醇高出两倍。因此，用C—反应蛋白作为早期心脏病的诊断指标，比用低密度脂蛋白胆固醇更可靠。现在，科学家们已经研究开发出一种试剂，能对血液中的C—反应蛋白进行检测，用于心脏病的普查。老年性痴呆症也是一种常见病，它大大影响了老年人的生活质量。科学家发现，这是由自由基引发的粥样蛋白，在大脑皮层沉积，生成的“色斑”，造成大脑细胞病变所致。以往的老年痴呆症要确诊，需要经过反反复复十几次常规检查方能确认。科学家们发现，这种粥样蛋白在血液中就存在，因此只要测量出血液中此种蛋白质的量，就能确诊老年痴呆症，节省了诊断成本和时间。

癌症的诊断，相当烦琐，要抽取组织进行细胞学鉴定，有时还要进行细胞培养，抽取组织等于动一次小手术，给检测者增加了痛苦，很难大范围开展。科学家们发现，癌症早期患者的体液中会出现一种异常的DNA小颗粒，这种小颗粒在病人的排泄物，如尿液中也有。因此，用尿液进行癌症的早期诊断，成了癌症普查的新技术。

2. 酶诊断

分子生物学告诉我们，生物酶是由细胞里的“工作母机”DNA与核糖体制造出来的。据科学家们研究，各种细胞工厂生产的酶加起来有上万种，它们催化生物体内的化学反应，进行物质组装，使大千的生物世界万木峥嵘，蜂飞蝶舞，鸟鸣鹿跃，一派生机！

随着科技的进步，酶的生产成了一大工业类别，酶制剂也应用到生产和生活的各个领域。在工业上用得最多的是细菌性蛋白酶，它作为洗涤剂的重要辅料，占了工业用酶的40%。有了它，蛋白质



的晶体结构就不堪一击，清洗污垢变得相当方便。从细菌中取得的各类淀粉酶，也在淀粉加工中广泛应用。有了它们，廉价的薯类淀粉，在工厂中就变成了高附加值的麦芽糖、葡萄糖或葡果糖浆。在纺织厂，淀粉酶常用于去除浆纱中的淀粉，这对提高布匹的质量必不可少。

在医学上，酶是一类常用药品，能用于一些疾病的治疗，如用胃蛋白酶治疗消化不良，用尿激酶治疗心血管病等。酶具有特异性，能与特定的底物结合发生化学反应，作为诊断的试剂用于检测，灵敏可靠。如用葡萄糖酶检验血糖、肽酶检测相对应的多肽，比传统的方法简便，诊断准确率高。用酶固定化技术对体液中的病理成分，如特异蛋白质、胆固醇、病理有机酸等进行探测，既快又准。固定化酶是用物理或化学方法，将酶与不溶于水的固体大分子载体相结合，成为不溶于水仍有活性的固定化酶，使它稳定性增加，具有一定的机械强度，可以多次反复使用，实现检测的连续化和自动化，使用起来很方便。将固定化酶与微电子技术结合，可以制成酶传感器。酶传感器又叫生物传感器，它可将化学反应转变成电信号，在仪器上读出来，用于疾病诊断。

3. 基因诊断

基因诊断是与分子医学一同发展起来的一门全新的诊断技术。人类的性状由基因控制，基因缺陷、基因失活不能表达和基因碱基对上的某个碱基缺失和易位，均能引起疾病。基因诊断就是用生物化学的方法、生物物理的方法，从 DNA 分子上对疾病基因进行定位和分析，找出疾病的分子根源。目前，人类的很多基因病，都是用这种方法检查出来的。在检查时，医生先要抽取病人的血样或相应的组织细胞，提取 DNA，然后在基因判读仪上做出 DNA 图谱，与正常的 DNA 分子图谱进行对照，找出基因缺陷。

4. DNA 检测芯片

DNA 芯片是在一个如 CPU 大小的硅片或玻片上，用微电子光刻技术布线，用点阵或印刷技术排放数千种 DNA 探针，再经过处理，就成了 DNA 芯片。检测时取患者的相应组织，提取 DNA 分子，扩增后进行荧光标记，再涂布在芯片上，让患者的基因片段与探针结合，冲洗掉未结合的 DNA，将芯片放进扫描仪进行阅读。阅读时先用激光扫描芯片，激发荧光物质发光，与探针结合的标记基因会发出特定颜色的光斑，没有与探针结合的则是黑色的光斑，扫描仪就记下明暗不同的光栅图像。然后将图像输入电脑对结果进行分析，与正确的基因图对照，就能确定带病的基因。

DNA 检测芯片灵敏度很高，可以同时多个样品进行扫描，数据处理极快，判别准确，还可以用在生物和医药的很多方面，是近年来发明的新技术。目前正处在开发阶段，价格较贵。科学家们估计，几年后 DNA 芯片大规模生产，每片的价格可降到 10 美元左右，成为大众化的医疗诊断产品。

案例分析

案例一：疯牛病的快速检测法设计

疯牛病是上世纪末流行于英国的一种牛脑病，病牛脑组织呈海绵状，死亡率很高。在疯牛病席卷英国时，有些居民也得了同样的脑病。有科学家认为疯牛病能传染给人，这引起了世人的极大恐慌。各国立即停止进口英国肉牛和牛肉制品，农场主大量宰杀销毁病牛，使英国养牛业遭受重创。更为要命的是英国科学家一直找不到疯牛病的病因，令政府决策者大伤脑筋。后来，一位美国科学家经过研究，在牛脑中发现了一种叫朊的蛋白质，认为它就是疯牛病的病原。朊本是动物体内的一种极普通的糖蛋白，没有致病性，但在高尔基体中进行糖链加工时折叠出错，就成了毒蛋白，引起了疯



牛病。这是科学家第一次发现蛋白质的致病活性，将它称之为“朊病毒”。这位美国科学家也因此获得了诺贝尔医学和生理学奖。

为了及早发现疯牛病，你能发挥想像，设计出一种诊断方法吗？

【分析】 蛋白质是动物细胞核糖体合成的，朊也是一种蛋白质，将正常的朊与异常的朊进行结构比较，发现它们的差异，就能用化学试剂进行定性，从中发现异常的朊。

【答案】 从牛颈椎处抽取脑脊液，进行朊蛋白颗粒化学鉴定，就能快速测出朊病毒。

案例二：用唾液进行早期癌症诊断

癌症目前还是威胁人类生命的一种疾病，癌的早期发现对治愈意义重大。因为只要早发现，在癌组织没有快速生长之前进行手术去除，一般来说都能根治。但癌症的早期发现并非易事，要进行细胞检查等较为复杂的过程。英国的科学家最近发明了从唾液捕捉癌细胞的方法，你知道是一种什么样的方法吗？

【分析】 在大多数癌症中，最早都是从器官内壁的上皮细胞开始癌变，很多器官的外层上皮细胞会逐渐脱落，随唾液或尿液等排出。这些表皮细胞，在正常情况下是不分裂的，如果发生分裂，就有可能是癌变细胞。科学家们发现，在分裂的上皮细胞中有一种 MCM 蛋白质，在不分裂的细胞中是没有的，因此，MCM 蛋白质可作为早期癌变的参照。

【答案】 对受试者的唾液进行抗体检测，看其中有无 MCM 蛋白质。

（二）疾病的基因治疗

科学家们预言，21 世纪是生命科学的世纪，人类在发展中遇到的一些难题如环境问题、能源问题、健康问题等将逐步得到解决。健康长寿一直是人类的理想，从秦始皇派徐福东渡寻找长生不老之药，到近代医学进行益寿研究，人类对生命的认识不断深化。个体的寿命是有限的，但物种的延续是无限的。生命的生生不息，

表现在生命运动中基因的代代相传，而不在生命个体的长生不老。但是，通过医学努力，个体生命是可以延长的。中国人的平均寿命过去才 50 多岁，随着人民生活水平的改善，医疗保健技术的进步，现在的平均寿命已超过 70 岁。按科学计算，人的正常寿命应在 150—200 岁之间，但由于生活方式、心理因素、遗传疾病等原因，很少有人活到理论寿命。

为了弄清生命的真谛，科学家们进行了大量的研究，取得了令人瞩目的成就。20 世纪 90 代，由美国科学家发起，英、日、德、法、中 6 个国家科学家参与的人类基因组计划提前完成，从此科学家有了一本人类 3.5 万个基因的图谱，为进一步从微观上研究生命的奥秘打下了基础，也为人类疾病的预测和预防提供了科学的依据。自基因图谱绘成后，人类许多疾病的发病机制，在基因水平得到了解答，用纠正缺陷基因的方法治疗遗传病，成了生物医学的热点。

基因治疗是指应用基因工程技术，更换、校正或增补缺陷的基因，以达到治疗遗传病的目的。基因治疗是人类梦寐以求的理想，经过科学家们的努力，已经取得了不少进展。

1. 基因治疗的基本类型

(1) 基因原位修复 基因原位修复就是在 DNA 分子的特定部位，直接进行基因重组，是一种最好的基因治疗技术。基因只有上千个碱基对，科学家还没有掌握在分子上动手术的技术，即使在简单模式生物身上也做不到，基因原位修复目前还是一种理想。

(2) 基因替代 将功能正常的基因转移到有病的细胞或个体基因组的某个部位，代替有缺陷的基因以达到治疗目的。这是一种传统的方法，目前开展的基因治疗，大多属于这种类型。

(3) 基因开放 打开处于抑制状态的基因，超过或代替异常的基因进行表达。在人类基因组中，一种基因有许多功能类似的“兄弟”，一种失活可以由另一种取代。如通过去甲基化，让处于关闭状态的 γ 球蛋白基因开放，治疗地中海贫血病。



(4) 基因抑制 导入外源基因抑制原有的基因, 阻断有害基因的表达。如在肿瘤细胞中导入肿瘤抑制因子基因, 使肿瘤基因无法异常表达。

(5) 基因封闭 用反义技术抑制基因的表达。如反义 RNA 能封闭 mRNA 的表达。

2. 基因治疗的一般方法

基因治疗的操作包括目的基因的克隆、目的基因的转移和靶细胞的选择等步骤。

(1) 目的基因的克隆

将需要的基因取出来, 进行大量复制备用。将来, 人类约 2.5—3 万个基因结构基本搞清后, 存在人类基因组数据库中, 要得到某一目的基因, 只要支付一定的费用就可应用, 不需要像以前那样定位提取, 十分方便。

(2) 目的基因的转移

将目的基因送进患者体内或细胞组织中, 是基因治疗的关键一步。基因转移有两种办法, 一是将裸露的 DNA、装载基因的病毒或包有目的基因的脂质体直接注射到患者体内。二是将患者的细胞取出, 导入健康基因, 将这些经过基因校正的细胞进行克隆培养, 取得大量的细胞后再注入患者体内。

将目的基因直接注入体内, 操作简便, 容易推广, 但疗效短, 会产生免疫排斥反应, 安全性也没有保证, 技术很不成熟, 动物试验刚开始, 还没有在人体应用的实例。科学家们认为, 这是基因治疗的方向, 将来总有一天会成为各大医院的常规治疗方法。第二种技术复杂, 但已有多例成功的经验, 现在的动物试验和人体临床实验都在采用。

在体外细胞培养时, 怎样让目的基因进入取出的细胞呢? 有物理、化学和生物三种方法。物理法就是用一种极细的玻璃管, 将裸露的 DNA 注入细胞, 这种操作十分精细, 效率低, 成功率也不高;

基因枪法，将极微小的金粒泡在 DNA 中，让金粒粘上 DNA 分子，装进基因枪，对准培养液中的细胞发射。因为金粒为霰弹，一打就是一大片，成功率较高；电击法又叫电穿孔法，细胞和 DNA 一起放在培养液中，施加一定的电压使细胞膜穿孔，让 DNA 从小孔进入细胞，这种方法成功率也高。化学法有脂质体包裹、磷酸钙沉淀等，是通过改变细胞膜的通透性，实施 DNA 的转移。生物法是通过反转录病毒、腺病毒等携带目的基因去感染细胞，转移效率高，但不是太安全。

(3) 靶细胞的选择

在体外目的基因导入中，选择细胞靶子很重要。靶细胞有体细胞和生殖细胞两种，目前开展的基因治疗都是用体细胞做靶子，常用的体细胞有骨髓造血干细胞、成纤维细胞、肝细胞等，在肿瘤的基因治疗中，肿瘤细胞本身就是靶细胞。生殖细胞因为涉及伦理问题，一般禁止用做靶细胞。

靶细胞以干细胞最好，因为经过基因校正后返回人体，它能不断地分裂增生，还能转化为其他细胞，治疗效果好。而肝细胞等输回人体后，一般只分裂几次，当它们老死后基因病又会表现，需要不断地输入经过校正培养的靶细胞。这样增加了治疗的成本，也比较麻烦。

3. 基因治疗成功的实例

目前的基因治疗试验已经取得一些成果。1990 年，美国国立卫生研究院的科学家们，给一位患有先天性重症联合免疫缺陷症的 4 岁女孩，进行 ADA 酶基因导入治疗。科学家取出女孩血液中的淋巴细胞，用病毒做载体，将 ADA 酶基因导入淋巴细胞，在体外大量培养后注入女孩血液。经过几次注射，女孩的免疫力开始恢复，且没有副作用。这是世界首例基因治疗成功的实例，自此以后，基因治疗实验在全世界展开。1991 年，我国上海复旦大学的科学家们，用皮肤成纤维细胞携带 IX 基因治疗血友病 β ，也获得了



成功。目前,开展基因病治疗试验的国家已有 20 多个,试验治疗的范围由基因病、肿瘤扩大到后天获得性疾病,如风湿性关节炎、周围血管病等,特别是在冠心病的基因治疗中,替代基因有力地促进了心脏小血管的生长,使病人心脏功能得到改善。据专家统计,现在全球已有几百个基因治疗研究小组,试验治疗的病例有几十种,接受治疗的病人已有 3000 多人。

4. 基因治疗的技术难题与前景

基因治疗是一项正在实验中的医疗技术,有许多难题正等待医学家解决。首先,基因治疗技术的安全性还要继续研究,在过去的治疗试验中虽然没有发现大的副作用,但也有因进行基因治疗导致死亡的病例。美国有一家大学医学院,在对一位病人进行基因治疗时病人死亡,原因一直说不清楚。在用病毒做基因转导工具时,有的病毒也有一定的毒性,它们对人体究竟有什么影响,需要进行进一步的研究。

在靶细胞的选用上,肝细胞、肾细胞、淋巴细胞、骨髓细胞是常用的工具,但这些细胞都有一定的寿命。在体外培养时经过几代的分裂增生,输入人体时这些细胞已到了中老年,在体内发挥不了多长时间的治疗作用就要死亡,需要再一次输入新的细胞。这不但增加医疗成本,还使病人多次遭受手术的痛苦。不解决胚胎干细胞应用的伦理和技术的难题,基因治疗也不能进一步发展。

基因技术发展 to 一定阶段,基因修正、不良基因的剔除将成为十分普及的技术。但若不能防止基因治疗技术在美容、整形、制造完美婴儿上的滥用,就会给社会和家庭带来麻烦。

基因治疗作为一种全新的医疗技术,给人类健康带来的美好前景是十分诱人的。在不久的将来,每个人都会有一份 DNA 图谱档案,上面记载着一生中各时间段的健康危机,医生会及早提醒你进行防范。新生儿一出生就会有一份 DNA 档案,有些致命的基因病在胎儿期就进行了校正,也可以对受精卵进行基因诊断,发现重大