

基因技术性科学与伦理

李醒民

(中国科学院《自然辩证法通讯》杂志社,北京 100049)

摘要:基因科学属于所谓的“技术性科学”或“技术取向的科学”,它是现代科学的最前沿的研究领域之一,其中充满敏感的伦理问题。关于基因技术性科学的研究,国际人类基因组组织的伦理、法律和社会委员会提出了四项基本原则以及公正、互助和利益分享原则,另有七项操作守则。然而,尽管我们已经拥有普遍的伦理通则和具体的操作守则,也有评价和决策的方法和程序,但是并不意味着我们可以所向披靡,迎刃而解其中的一切伦理问题,因为我们已经遇到不少伦理困境,而且还将出现未曾想到的伦理困难。面对这些难题,一种重要的科学认识论和方法论准则对于化解困境来说往往是卓有成效的,这就是善于在对立的两极或多元之间保持必要的张力。据此,文章依次讨论了基因技术性科学中基因和基因组、干细胞、基因治疗和基因增强、转基因、克隆和克隆人、合成生物学几个研究分支的伦理争端,并就每一个伦理争议陈述了作者自己的看法。

关键词:基因技术性科学;基因;伦理通则;操作守则

中图分类号:N031;B829

文献标识码:A

文章编号:1008-7699(2019)02-0001-20

基因科学属于所谓的“技术性科学”(technoscience)或“技术取向的科学”(technologically oriented science),它是现代科学的最前沿的研究领域之一,其中充满敏感的伦理问题。在本文,我们拟揭示和分析基因技术性科学中的伦理因素和争议,并给出我们的观点和应对之道。

一、基因技术性科学的伦理通则和操作守则

一言以蔽之,基因技术性科学即是对基因的科学研究和干预或技术操作。现代基因技术性科学可以说是从1953年克里克和沃森发现DNA分子双螺旋结构时起步的,从此基因研究似脱缰之野马向前飞奔。1961年,科学家成功地破译了遗传密码。遗传物质的发现“必定是极其令人振奋的”和“激动人心的”,“DNA变成家喻户晓的名词”。这使科学家产生了进一步实验的不屈不挠的动力,他们深深地沉浸于真理的探索和基因技术的应用。^[1]紧接着,大大小小的研究计划和不同凡响的研究成果如雨后春笋般破土而出,比如基因组和基因测试、基因编辑或重组、干细胞和转基因研究、基因治疗、克隆、人工合成生命,等等。

基因技术性科学的诞生和迅猛进展,打破了认识世界的科学与改造世界的技术之间沿袭已久的区别,基础研究中的成果不可能同应用生物技术脱节。就这样,“基础研究、应用研究、技术进步以及工业化应用之间的联系从来没有这样紧密,它们相互之间的转化也从来没有这样迅速。……不仅科学领域内部以获得认识为目的的实践活动的意义发生了变化,而且与外部实践活动之关系的构成也发生了变化。”^{[2]3-4}于是,基因技术性科学的伦理学应运而生。在这里,我们首先探讨基因技术性科学的一般伦理问题,然后探究它的各个研究分支的伦理问题。因为生命伦理学(对生命科学和技术进行善、恶评价,判断应该做什么和不应该做什么)囊括基因伦理学,因此前者的基本伦理原则也适用于后者——我们提请读者注

收稿日期:2018-12-15

基金项目:国家社会科学后期资助项目“科学与伦理”(14FZX002)

作者简介:李醒民(1945—),男,陕西西安人,中国科学院《自然辩证法通讯》杂志社教授。

意这一点。

在基因技术性科学研究中,研究者除了遵循一般的做人道德规范和职业伦理外,还要遵循生命伦理学或该学科较高层次的普遍伦理通则和较低层次的具体操作守则。下面,我们先论及前者。

关于基因技术性科学研究的普遍伦理原则,1996年国际人类基因组组织(HUGO)发布了关于遗传研究正当行为的声明。声明认识到,基因组研究可导致对个人和人群的歧视和侮辱,被滥用来助长种族主义;尤其是由于专利和商业化,而丧失为了进行研究而获得发现成果的机会;将人归结为他们的DNA序列,将社会和其他人类问题归诸于遗传原因;缺乏对人群、家庭和个人的价值、传统和完整性的尊重;以及在计划和进行遗传研究时,科学共同体与公众没有充分的交流。基于这种状况,该组织的伦理、法律和社会委员会(ESL)提出下列四项基本原则:“人类基因组是人类共同遗产的一部分,坚持人权的国际规范,尊重参与者的价值、传统、文化和完整性,以及承认和坚持人类的尊严和自由。”^[3]2000年,该委员会在关于利益分享的声明中还提出几个通则。一是公正原则。公正概念至少有三种不同的意义:补偿公正意指做出贡献的个人、人群或社区应该得到回报;程序公正意指做出补偿和分配的决定的程序应该是不偏不倚的和包括一切的;分配公正意指资源和好处的公平分配和获得。二是互助原则。共享基因强烈要求,在一定人群内团结互助。帮助研究进行的一小群拥有罕见基因的人尤其应该获得利益。而且,研究应该普遍地促进健康,包括促进发展中国家民众的健康。未来的预防和治疗将更多地基于遗传知识。富裕的有势力的国家以及商业团体促进全人类的健康,是所有人的最佳利益。三是利益分享原则。所有人类分享和获得基因研究的利益,利益不应限于参与这种研究的人。关于利益分享问题要与人群或社区事先讨论,即使不能赢利也要提供社区需要的医疗卫生服务,所有参与研究者最低限度应该得到有关遗传研究结果的信息和感谢,赢利的单位应提供一定百分比(例如1%—3%)的年净利润用于医疗卫生基础设施建设、人道主义援助。^[4]此外,有关组织和学者还提出了一些技术性科学研究的伦理通则,比如生命神圣原则、仁爱原则、良知原则、敬畏原则、和谐原则、大同原则,如此等等,不一而足。

正像名目繁多的伦理学一样,生命伦理学或技术性科学伦理也是多元的,无法定于一尊。由于种族、国籍、文化、宗教、意识形态不同,即使对普遍认可的普世伦理学或全球伦理学的一些原则,人们也有不同的理解,甚至会采取截然相反的行动。而且,针对不同的环境,从这些原则出发也可能做出不同的乃至相反的选择,很难说哪一个是正确的,因为无论哪一个选择都是有理由的。加之这些原则主义的伦理通则过于抽象、概括、笼统,难以回应现实中的道德争议,更难以付诸实际行动。因此,在基因技术性科学研究中,我们迫切需要一些具体的操作守则,以便研究者遵守和践行,其中部分规范在条件成熟时可以转化为法律条文,进入立法程序。关于这些守则,我们拟列举数端。

1. 不伤害和有利。不管在何种情况下,出于何种动机,当事人一方(科学家、研究者、医生等,简称甲方)必须重视和保证当事人另一方(实验对象、受试者、病人等,简称乙方)的生命、健康权益和其他利益,时时处处为乙方着想,尽量设法创造条件,做有利于乙方的事情。即使存在某种不确定性或风险,甲方也要在权衡利弊的基础上,在征得乙方同意的情况下,尽可能减轻乙方的精神负担和身体痛苦,无论如何不能伤害他们——这是最低标准,是绝对不可逾越的底线,否则就不应该立即动手去做。

2. 知情同意。甲方必须事先原原本本地将调查事项、或研究计划、或检测内容、或试验手段、或实验过程、或治疗方案等,以及所做事情的预期利害后果或风险,如实告知乙方。乙方在没有任何威逼、胁迫、欺诈、哄骗、利诱的情况下,经过全面了解背景,充分理解事情的来龙去脉,理性深思熟虑之后,自由、自主地决定是否参与。在乙方知情同意后,最好在第三方的监督下,双方签署正式的同意书或相关契约,方可付诸实施。重大项目,还必须经由有关部门事前审查或备案。知情同意是为保护乙方着想的,尤其是为维护弱势群体(家庭、宗族、团体、社区、种族等)或个人的权益设计的,当然这也有利于甲方工作的顺利开展,免除不必要的纠纷或冲突。正如顾客购物可以无理由退货一样,乙方的群体或个人也有权随时退出合约——为减少或避免此类情况发生,双方签约前要开诚布公地做好沟通。合作结束后,乙方有权了解

所得的资料和信息及其储存和使用情况。在任何情况下,甲方都应该始终尊重乙方的自主权。不用说,知情同意是个人本人或集体的知情同意。但是,对于未成年人、精神残障者、处于无意识或意识不清状态的人,可由代理人行使权利。代理人首先是被代理人的法定代理人即直系亲属,其次可以是供职单位、权威而公正的第三方(各级伦理组织、医疗小组等)乃至国家权力部门,而且代理人必须一切从善意出发,最能代表和维护被代理人的最佳权益和利益,从而做出理性的、明智的选择,否则就是不合理的或不合法的代理人,即使是亲属也要剥夺其代理权。一旦被代理人拥有或恢复自主决定的能力时,就应当尊重其知情同意权利,采纳其本人做出的选择。

有人提出这样一个问题:当个人自主决定权遇上人类遗传资源的特殊性,以及人与人类的社会和自然属性的复杂性时,同意主体该如何确定?以科学研究为目的使用人类遗传资源时,尤其对特定的群体进行基因研究时,人类遗传资源的长效性和遗传性使得某些基因信息在遗传属性上具有非个人专属的特殊性,可能会关涉到家庭、族群甚至范围更大的群体时,如何协调个人同意和群体同意的关系,成为基因研究实践的困惑。目前,世界范围内的大多数国家或地区并未在立法层面做出回应。比如,生物银行在收集和保藏人类遗传资源时,很难如此明确地告知具体计划和同意内容,人类遗传资源提供者可能被要求做出概括同意,即同意将其遗传材料和有关信息用于现在和未来所有可能开展的与生物银行设立目标相符的研究。在这种情况下,由于做不到具体同意,是否允许概括同意?这成为人类遗传资源收集、保藏和研究开发活动中知情同意的事项效力的争议焦点,成为后基因组时代面临的实践难题。对这一难题的回应,既不能偏离知情同意这一生物医学实践的基本原则及其背后的伦理内涵,也要符合基因科学研究的发展趋势。即使允许概括同意,甲方也必须依循知情同意的程序,提示人类遗传资源提供者做出的是概括同意,做出同意之时尚不能明确具体的研究计划,而只能告知收集遗传材料和相关信息的目标、研究计划类型、可能的风险、可能存在目前尚不能预知的风险以及风险防范措施等内容。乙方在知晓概括同意性质的前提下自主决定是否提供遗传材料和相关信息。对于风险,应通过人类遗传资源收集和保藏单位设置管理规范、具体研究计划的审批和伦理审查制度等途径,来提供防范和救济,从而最大化地实现对提供者的保护。^[5]

3. 保护隐私。隐私权是人权的组成部分,是每个自然人天然拥有的、对私人生活和私人信息保守秘密的权利,他人无权过问、搜集、窃取、曝光和利用。保护隐私已经成为任何一个文明国家的法律条款,基因隐私是公民隐私的一部分,理应受到当事方和国家的保护。关于个人的基因资料,只有本人有权决定是否公开,公开什么,如何公开。国际人类基因组组织在声明中明确强调这一点:“对遗传信息加以保密。保护隐私,防止未经授权获得这些信息。应该规定对这些信息加以编码,确定合理获得这些信息的程序,以及制订转让和保留样本和信息的政策,并在取样以前就确定下来。对家庭成员的实际和潜在的利益应给予特殊考虑。”^[1]该组织的伦理委员会在基因取样、控制和获得方面规定得很详细、很具体。在同意过程中提供的选择应该反映DNA样本及其信息的潜在用途。重要的是要表明样本及其信息是否会辨认出那个人,给他的身份加以编码,还是匿名,以致不能追查到那个人,但可提供人口学和临床资料。在医疗过程中获得和储存的常规样本可用于有关研究,如果这种政策已经广为通告,病人不反对,研究人员可使用已经编码或匿名化的样本。必须建立安全机制以保障做出的选择和合适水平的保密。除非有法律授权,不应该将参与研究者或能够辨认出个人或家庭的研究结果透露给第三方机构。像其他医疗信息一样,未经合适的同意不应透露遗传信息。^[6]

4. 规避风险。在基因技术性科学的研究、实验、临床试验、医疗实践、应用和推广的过程中,往往存在诸多的不确定性,极易出现难以预料的危险。这些风险不只限于个人或群体,甚至会蔓延到广大地区乃至全球。明知风险在即而不闻不问、独断专行,或预知有可能出现风险而准备不足、强行为之,都牵涉到伦理道德问题。因此,在制定计划和提出方案时,必须针对具体与境和内容,加强责任伦理、隔代伦理、超距伦理、全球伦理的意识,在伦理组织的参与下周密考虑,充分讨论,审慎决策。而且,事先要进行技术和伦

理评估,制定好规避风险和应对不测事件的预案,以便临时采取果断措施,迅速处置,以及时消除风险,或把危害降到最低限度。对于没有多大把握的事项,宁可缓行,积极创造条件,也不可在条件不成熟时操之过急,贸然行事。不管怎样,在任何时候都要把人的生命和健康摆在第一位,把社会效益和全球利益放在前列,并顾及后代福利和未来可持续发展,决不可为追求一己之名利和眼前利益,而置风险和灾难性后果于不顾。

5. 利益协调。在基因技术性科学的研究、试验、应用和推广中,往往涉及研究者、被试者、投资人、公司和企业法人、生产和销售部门、顾客、政府机构以至国家间的利益。而且,这些利益相互纠缠,甚至不可避免地发生分歧或冲突。在研究成果的信息资源和应用收益分配上,一定要坚持分配公正和程序公正原则,合理照顾各个参与方的利益,甚至要考虑未直接参与研制、而不免受到其正负影响者(如转基因作物和食品的购买者)的利益。在协调各方利益时,特别要顾及弱势群体和发展中国家的利益,对于无辜受损者,应该给予应有的补偿。为了达到公正的利益分配,直接相关方以及间接相关方可以汲取中国古代先哲的和而不同的智慧,按照西方商谈伦理学的准则和程序,开展平等对话、民主协商,协调各方的权益,争取达到一个各方能够接受的利益平衡方案,必要时可在执行过程加以修正和微调。

6. 有罪推定。在基因技术性科学的重大研究和试验中,应该实行与法学意义上的无罪推定相反的有罪推定原则,把举证的责任交给研究者和试验者。这是因为,此类工作的未知因素众多,往往蕴含巨大的不确定性和潜在的风险,社会和公众一时难以进行利害权衡和风险评估,因此研究者和试验者必须给出足够的证据,证明拟议的研究和试验在技术上是可行的和有保障的,在伦理上是清白的,不会对个人、社会、环境和后代造成损害。对于其自证清白,相关伦理小组或委员会必须严格审查,必要时举行科学家、技术专家、伦理学家、社会学家、法学家、实业家、政府官员以及普通民众参与的听证会。合格通过者,则发放通行证;不合格者,则暂缓实施,待到时机成熟时再议不迟。

7. 追踪监测。即使对某项重大基因研究课题发放了通行证,并不是说就万事大吉,伦理监督可以束之高阁了。追踪监测势在必行。对此,国际人类基因组组织的态度很明确:“为实施这些建议,不断的审查、监督和监测是不可缺少的。这种审查如有可能应该包括参加这项研究的代表。事实上,没有不断的评价,就不能忽视剥削、欺骗、放任和滥用的可能。正如能力一样,在国际合作遗传研究中尊重人的尊严不断地审查是必须做的。”^[1]为了做到这一点,要设定专人或专门的管理机构,追踪研究或试验的进程,发现问题及时提醒或警示;并将有关信息纳入数据库,以便随时审视、检查和评估,以决定继续支持、暂时中止还是永久终止。

以上七项具体的操作守则并非将应有的守则毫无遗漏的囊括在内,但是它们无疑是其中比较重要的几项。不管怎样,这些项目或多或少都涉及伦理评价问题,而评价不免牵涉评价方法问题。针对大多数伦理争论无法通过简单地应用某种传统的伦理理论来解决,常常需要多种理论与特定场景的结合才能完成,梅弗汉提出一种结合了伦理学原则主义和正义理论的伦理分析工具即伦理矩阵方法,来解决这类有争议的问题。伦理矩阵分析方法的最大好处是,它摆脱了技术评价和决策过程中专家一统天下的局面,尤其是评价技术的安全性、社会效应和伦理影响等方面,能够充分照顾各方的利益和诉求,因而能对技术的社会后果的分析发挥重大作用。伦理矩阵建立的普适性原则是不伤害原则、有利原则、尊重自主原则和公正原则,并根据实际情景综合运用伦理原则去审视问题本身,它是程序正义、原则主义和实际情景的结合,并在此基础上提供了一个伦理商讨的框架结构。伦理矩阵提供了一个简洁清晰的讨论框架,具有良好的包容性,通过细化和平衡来实现,具有针对性和主观性,可以进行连贯性的动态分析。在建构伦理矩阵时,针对个人的基本操作步骤是:熟悉案例,反思并重构伦理矩阵,充实矩阵,做出判断。若是供团体使用伦理矩阵分析,则可以自上而下的方式进行:划定研究范围,规划伦理矩阵,确定研讨会的目标与讨论的深度和广度,选择参加研讨会的成员,开展研讨,对结果进行定性和定量的分析,听取参与者对分析结果的反馈意见,将讨论结果和反馈意见汇总成最终的分析报告。^[7]

在基因技术性科学研究中,尽管我们已经拥有普遍的伦理通则和具体的操作守则,也有评价和决策的方法和程序,但是并不意味着我们可以所向披靡,迎刃而解其中的一切伦理问题,因为我们已经遇到不少伦理困境,而且还将出现未曾想到的伦理困难。面对这些难题,我们可以按照罗曼所言,分为道德原则层面、伦理评价层面、法律层面加以应对。道德原则为判断一种行为从道德上看是正确还是错误提供理由,它的要求是必须中立、独立于特殊的世界观或者宗教价值观,必须对于每一个人都具有说服力。通过这种方式我们将普世的道德义务理解为“平等尊重和关切万物”。伦理评价出发的论据建议我们,按照我们共有的价值观行动,即为或者不为。它建议人们对有些事情可以斟酌,因为在特殊价值观的视野下,有些事情值得优先考虑或者摒弃。在现代民主和自由的法制国家,法律能够根据合法的立法者的政治决策解决伦理冲突。法律规范的制度化要求用全民公开的方式处理公众的意见并形成意志,并且通过民主的自我约束方式顾及经济的、道德的和评价的观点。在这里,道德原则优先于价值论据,以及包括经济理由在内的其他出于实用主义利益所希望的和所追求的价值。因此,不允许因为价值观的原因而违反普遍的道德原则。^[8]

在面临多元的利益参与者、多元的价值观和伦理观、多元主义的现实而出现的伦理困难时,一种重要的科学认识论和方法论准则对于化解困境来说往往是卓有成效的,这就是善于在对立的两极或多元之间保持必要的张力。^[9]比如说,我们要在伦理原则或规范的绝对性与相对性之间保持必要的张力:一些普世的、公认的伦理原则,如生命神圣、为人类谋福利、公平正义等,具有绝对性,应该无条件地遵守和履行,也许在相当长的时期不能动摇;而一些实践伦理学准则,则具有一定的相对性,可以在不违背其基本精神的前提下灵活运用,或适当加以调整,甚至在时过境迁时可以革故鼎新。再者,我们要在不断进步的科学和比较保守的伦理之间保持必要的张力,使科学和伦理良性互动。也就是说,既要保证科学研究的自由,尊重科学的创造性和进取精神,又要坚持伦理审查和监督;既要坚持合理、合宜、合用的伦理信条或规则以促进科学健康发展,又要根据科学进展在世易事移之时更新思想观念、改变伦理规范——对此必须谨小慎微,因为伦理的保守性有其积极意义,它是一个很好的免疫系统,对于维护生活稳定和社会平衡不可或缺。还有,我们要在伦理规范与法律规定之间保持必要的张力:一般情形用伦理规范约束,必要时有些规范可以通过立法成为法规,以法限制、禁止和制裁有关违法行为。

现在,我们转而论述基因技术性科学研究和应用的几个主要分支的伦理问题和争端。

二、基因和基因组

1986年,美国科学家达尔倍提出人类基因组测序的设想。1990年,美国国立卫生研究院和美国能源部提出人类基因组计划(RGP),预计耗资30亿美元,在15年内完成。当时,美国、英国、法国、德国、日本、中国等国家的科学家共同参与这一壮举。2000年6月绘制出人类基因组序列框架图,2003年4月测定完人类基因组序列,由此弄清了DNA 23对染色体的30亿个碱基对的排列顺序,获取了大约3万个基因结构草图。

这是一项跨世纪的伟大工程,其宏伟堪与曼哈顿工程和阿波罗登月计划相比肩,可以称之为人的第二张解剖图和第二个身份证。这一历史性的成就,使人类对自己的认识发生了革命性的变化,在分子层次上知晓生命的奥秘,了解到人与人、人与生物世界的密切关系,以及人在自然界的确切位置;它促进了生物学、医学以及哲学、伦理学、社会学、法学等学科的更新和发展,导致诸多交叉学科和新兴学科形成;它对社会政治、经济、思想、文化已经产生并将继续产生不可估量的影响,尤其是大大推动了高技术产业的发展。在这里,我们仅举两个物质层面的影响和一个精神层面的影响,就足以说明这项工程的伟大意义了。一是我们的诸多疾病归根结底都与基因或多或少有关,通过基因治疗,就能达到治本之效,而且还可以预防后代出现此类病症;二是通过基因检测,可以准确锁定罪犯或缩小犯罪嫌疑人的搜索范围,从而能够迅速破获重大刑事案件;三是人与高等动物、尤其是灵长目动物在基因上几乎相同(据说人与黑猩猩

的基因相同度为99%)，世界上各个种族和民族的差异就更小了，这说明人类出自共同的祖先，而人的基因并无好坏之分、优劣之别，因此不仅使种族主义无立足之地，而且也爱护自然、保护环境提供了充足的理由。

与地球上的其他资源相比，人类基因组更是一种宝贵的稀缺资源，它是全人类的共同财产，其知识产权属于全人类，值得爱护和珍惜。联合国教科文组织1997年11月11日通过的《世界人类基因组与人权宣言》明确表示：“人类基因组是人类家庭所有成员根本统一的基础，也是承认他们生来具有的尊严与多样性的基础。象征地说，它是人类的遗产。”“自然状态的人类基因组不应产生财务收益。”该宣言还指出基因组研究和应用涉及的伦理问题，特别强调“应充分尊重人的尊严、自由与人权，并禁止基于遗传特征的一切形式的歧视”。^[10]联合国大会1998年12月9日确认了上述宣言，“意识到生命科学的迅速发展以及其中某些应用对人类的尊严和个人的权利和自由所产生的伦理问题”，提醒人们“防止利用生命科学做其他有害于人类的用途”。^[11]中国人类基因组伦理、法律和社会委员会也就人类基因组及其成果的应用发表声明：“人类基因组的研究及其成果的应用应该集中于疾病的治疗和预防，而不应该用于‘优生’；在人类基因组的研究及其成果的应用中应始终坚持知情同意或知情选择的原则；在人类基因组的研究及其成果的应用中应保护个人基因组的隐私，反对基因歧视；在人类基因组的研究及其成果的应用中应努力促进人人平等，民族和睦及国际和平。”^[12]

这三个文件对伦理问题的强调并不是无缘无故的，因为伦理问题的确充斥在基因组研究和应用之中。加之人类的有知总是远远小于未知、无知和非知^①，关于基因和基因组的认识也是如此——迄今基因的定义还是模糊的、不完整的，从而导致基因计数不准确；关于基因的结构和功能以及二者的相互关系，也若明若暗；各个基因之间、基因与环境之间的相互作用，以及基因如何协调，亦并非一清二楚；遗传病是否纯粹由特定基因引起，致病基因是否一无是处，有没有正价值，还不能完全说心中有数；DNA的三维动态结构，基因组的多样性和复杂性，有待深入探索。这一切，更增加了基因伦理问题处理的难度。不过，在人类基因组计划开始实施之际，就明确规定用5%(1.5亿美元)的研究经费同时进行与之相关的伦理、法律和社会问题研究，这在科学史上是破天荒的。由于事先就有伦理研究方案，因而揭示了诸多问题，也提出一些见解和对策，我们在此择其要者而述之。

其一是保护隐私问题。不论一个家族、家庭，还是一个人，其基因组信息是主要的隐私，与其健康、生活、生命和尊严息息相关。一旦不慎或非法泄露出去，会对其入学、求职、结婚、医疗、上保险等造成困扰和障碍。这些隐私由谁保护，怎样保护，如何在利用时严格控制，就是必须面对的伦理问题。其二是务必做到知情同意。在基因检测、普查时，在临床基因治疗时，必须把知情同意放在前面，同时必须始终坚持不伤害和有利原则，对造成的不应有损害应该赔偿。其三是防止基因歧视。必须平等对待携带不利(也可能具有有利的一面)基因者，绝对不能另眼相看，更不应把基因身份证视为贱民的标识，必要时可给予其物质帮助和心理疏导。其四是社会公正和公平。一些基因技术，比如医疗、医药等，一开始总是稀缺资源，相当昂贵。怎样合理使用它们，谁有权利利用，谁来支付费用，都牵涉到社会公正和公平问题。其五是利益诉求和协调。人类基因组数据和资源是公共财产，但是由此进一步开展的基因科学研究和技术发明，特别是产品和商品化，就涉及知识产权和专利。搜集和存储基因资料的基因银行或生物银行在运行时，也需要伦理监督和法律制衡。在各方利益诉求中，迫切需要寻求利益平衡点。其六是禁绝基因武器的研发和制造。基因组表明，人类种族和民族的差异虽然微不足道，但是这么一点微小的差异已经足以构成生产灭绝种族的生物武器的可能性——必须警惕和预防这一恐怖场景的发生！

① “非知”意指，科学不知道它不知道的东西是什么(what)！它不知道它不知道的东西在哪里(where)！它不知道它为什么(why)不知道这些不知道的东西！对于科学而言，“非知”也许要远远多于“已知”、“未知”或“无知”的总和。如果科学知道它目前还不知道的东西的三个w，那么它至少“已知”它暂时还不知道的对象，这已经把“非知”转化为“未知”了。参见李醒民：《科学的文化意蕴》，北京：高等教育出版社，2007年第1版，第297-328页。

在基因检测、咨询、诊断中,也存在一些特定的伦理问题,甚至涉及社会和法律问题。关于基因检测以及有无必要,是一个争议很大的问题。有人列举反对者的意见:大多数基因测试都没有实用价值,而且会带来不必要的伤害。因为携带某种特定的易患病基因的人不一定会患某种特定的疾病;即便发现某人具有很高的患某种遗传病的几率,在绝大多数情况下也缺乏有效的干预措施来预防疾病的发生;测试结果可能影响到测试者的心理健康、家庭关系、雇佣关系、保险关系及婚姻家庭;测试只不过为基因公司带来利润而已,对临床医生和被测试者都没有什么帮助;许多基因检测是滥用;强制检测侵犯个人的隐私。而赞成基因测试的理由是:应该允许自愿检测,因为人们有权知道自己是不是某种基因的携带者;能对受检者作出预警,可以及早预防或采取治疗措施;基因检测在鉴别亲子、鉴定罪犯中已经广泛运用;雇主有权知道可能影响雇员健康和工作状况的任何信息;检测可能带来心理或社会伤害的理由是非医学层面的理由,没有证据表明每个人都需要这样的保护;说到隐私和歧视,基因检测并不是获得遗传信息的唯一来源,有时标准的家族病史很能说明问题;一些特殊的职业和特殊领域的工作人员有义务了解自己的遗传信息。总之,基因检测的利弊,自愿检测和强制检测的差别,基因隐私和个人权利,儿童是否应该接受检测,谁来决定他们什么时候检测,人们应该知道多少与之有关的基因信息等等,都是需要进一步讨论的伦理问题。^[13]

关于基因咨询和诊断,也涉及是否有必要,由谁决定以及如何适当进行的伦理问题。尤其是,产前咨询和诊断还与妇女的生育权利和责任、与胎儿的出生权和生命权密切相关,从而使问题变得更加复杂和严重。这方面的疑问、看法和主张形形色色:胎儿的基因遗传病诊断有必要进行吗?即使有必要做,孕妇或夫妻双方可以决断吗?现今的有关标准是否符合医学和伦理学的要求,诊断是否靠得住,咨询是否是价值中立的,是否信得过?若胎儿确有基因缺陷,出于抑制有基因病的蔓延和优生的考虑,是否必须强制堕胎?若孕妇坚持自己的生育权要生下来,到底该怎么办?孕妇的生育权孩子的健康权,到底孰轻孰重?胎儿的出生权和生命权是绝对的还是相对的?这一切,的确是十分棘手、十分艰难的伦理抉择。有人针对使用试管受精和胚胎植入前的基因诊断这一相对简单的境况,认为胚胎的优生选择现在是可能的。尽管出于检测染色体反常或经遗传而得的基因反常的意图,目前正在使用胚胎植入前的基因诊断,但是它在原则上能够用来检验诸如头发颜色或眼睛颜色的任何基因特性。基因研究正在急剧地进展到像智力这样的复杂特性的基因基础,基因鉴定被用于识别一个家庭的犯罪行为。一旦做出拥有试管受精的决定,胚胎植入前的基因诊断便毫无代价地结成一对,人们也许更倾向于利用它选择不怎么严重的医学特性——例如较低的发展为阿尔茨海默病的风险,甚或选择无医学特性。在没有限于一性的基因病史的情况下,胚胎植入前的基因诊断总是被用于选择所希望的性别的胚胎。因此,一些无疾病基因影响我们导致最佳生命的可能性;在我们的生殖决策中,我们有理由利用就这样的基因可以得到的信息;基于可以得到的基因信息,包括关于无医学疾病的基因信息,一对夫妻应该选择最可能拥有最佳生命的胚胎或胎儿。我们应当容许针对无疾病基因进行选择,即使这维护或增加社会的不平等。“我将定义一个原理,我称其为生育善行(procreative beneficence):一对夫妻(或单个生殖者)基于有关的、可以得到的信息,应该选择他们能够拥有的可能孩子中的那个被期望具有最佳生命、或者至少具有像其他孩子一样健全生命的孩子。”^[14]

至于基因设计、编辑、重组中的伦理问题,我们在下述的几个基因科学研究分支再或多或少地进行讨论。

三、干细胞

“干细胞(stem cell)是在人体天然存在的细胞。它们是生成其他细胞的细胞。胚胎干细胞(它们来自在受精后约莫四天的早期胚胎)具有唯一的全能特性,也就是说,这些细胞如此幼小,它们还没有分化为皮肤、肌肉或其他细胞。胚胎干细胞(ESC)能够变成任何种类的细胞。从事研究的科学家充满希望:能

够用胚胎干细胞治疗诸如脊髓损伤、帕金森病等疾病和疾患。”^[15]由于干细胞是具有自我复制能力的多潜能细胞,它在一定条件下可以分化成多种功能细胞。根据干细胞所处的发育阶段分为胚胎干细胞和成体干细胞。根据干细胞的发育潜能分为三类:全能干细胞、多能干细胞和单能干细胞(专能干细胞)。干细胞是一种未充分分化,尚不成熟的细胞,具有再生各种组织器官和人体的潜在功能,医学界称为“万能细胞”。^[16]

干细胞来源于早期流产的胎儿组织、胎盘和脐带血、体外受精产生的胚胎、辅助生殖的剩余胚胎、借助核转移技术克隆的胚胎、用动物卵子繁殖的核转移胚胎、出自成人组织的干细胞等等,最具有培养潜力的是取自早期胚胎的胚胎干细胞。干细胞研究具有巨大的科学价值和广阔的实用前景:它有助于对胚胎分化和发育机制、各种先天缺陷和有关疾病发病机理的认识,从而有可能深入了解生命的奥秘;它可以大大提高新药研制的效率,减少动物和人体临床试验和筛选;通过定向培养,干细胞可以发育成各种各样的器官,作为器官移植的供体;定向分化的干细胞可用于细胞治疗,这种全新的方法可以治疗各种常见病和疑难杂症,据说甚至可以攻克癌症。不用说,在这方面还有很长的路要走。

由于干细胞研究和应用与现存的一些伦理观念和规范扞格不入,在实践中具有广泛的应用,介入其中的各方又坚持不同的利益诉求,因而成为一个充满伦理争议的基因技术性科学分支。伦理争议主要集中在干细胞的来源上:对于非胚胎来源的干细胞,只要遵循知情同意、不伤害和有利原则,一般不会遭到反对;但是,干细胞若来自人的受精卵或胚胎,争议就突现了。争议的焦点在于,受精卵或胚胎是能够发育成人的生命体,是潜在的人,是否将其做为具有独立人格、享有尊严的人来看待。若是,则绝对不能将其当做工具使用;若否,则可以利用其为人类谋福利。现在,科学界一般认为,在14天以内的胚胎还没有神经和感觉,不能算是具有人格的人,可以将其用做研究和临床应用。不过,应该禁止为获取干细胞怀孕、堕胎,禁止胚胎买卖,禁止制造某些人兽嵌合体。

针对胚胎干细胞研究和应用的伦理规范,我国人类基因组南方研究中心伦理学部做过专门探讨。早在2001年10月,它就提出“人类胚胎干细胞研究的伦理准则(建议稿)”,2002年8月做了进一步修改。国家科学技术部和卫生部在吸收国内外有关规定和法规的基础上,于2003年12月24日颁布了“人胚胎干细胞研究伦理指导原则”——本指导原则所称的人胚胎干细胞包括人胚胎来源的干细胞、生殖细胞起源的干细胞和通过核移植所获得的干细胞。其中明确规定:禁止进行生殖性克隆人的任何研究;用于研究的人胚胎干细胞只能通过下列方式获得:体外受精时多余的配子或囊胚,自然或自愿选择流产的胎儿细胞,体细胞核移植技术所获得的囊胚和单性分裂囊胚,自愿捐献的生殖细胞。针对进行人胚胎干细胞研究,必须遵守以下行为规范:利用体外受精、体细胞核移植、单性复制技术或遗传修饰获得的囊胚,其体外培养期限自受精或核移植开始不得超过14天;不得将前款中获得的已用于研究的人囊胚植入人或任何其他动物的生殖系统;不得将人的生殖细胞与其他物种的生殖细胞结合。该指导原则还特别提出,禁止买卖人类配子、受精卵、胚胎或胎儿组织;进行人胚胎干细胞研究,必须认真贯彻知情同意与知情选择原则,签署知情同意书,保护受试者的隐私。^[17]

为了贯彻、落实关于干细胞研究和应用的伦理规定,必须建立相应的监督和管理机构。上述“伦理指导原则”就要求:“从事人胚胎干细胞的研究单位应成立包括生物学、医学、法律或社会学等有关方面的研究和管理人员组成的伦理委员会,其职责是对人胚胎干细胞研究的伦理学及科学性进行综合审查、咨询与监督。”只有这样加强监管程序和准入制度,才能够消除追逐名利和商业争夺带来的乱象,把干细胞研究、特别是临床试验和治疗纳入健康发展的轨道。参与干细胞研究和应用的科研人员要遵守职业道德和相关伦理规范,增强风险意识,防止研究成果的误用和滥用,同时有责任向大众普及相关知识,避免说过头话,并及时纠正和澄清媒体的不实宣传。

目前,干细胞研究和应用正方兴未艾。相形之下,我国则显得落人之后。据报道,全球已经注册的干细胞临床试验有5300余项,中国仅300余项;国际500余种干细胞药物研发中我国仅有不到10项;规范

的干细胞转化应用和干细胞上市产品数量为 0。在以“干细胞与基因组学为基础的再生修复与个性化治疗”为主题的北京香山科学会议第 635 次学术讨论会上,专家建议,我国对干细胞技术的监管应借鉴药物研发管理模式,推进干细胞临床应用和相关产业发展,尤其是要格外重视市场背后的驱动力即原始创新,真正做出引领性的工作,才可望进入世界前列。可以告慰国人的是,中国科学院 2017 年 12 月在“干细胞与再生医学”战略性先导专项的基础上,启动“器官重建与制造”项目,围绕体外、原位和异体再生等新技术和理论开展科学探索。^[18]

四、基因治疗和基因增强

重组 DNA 技术的出现和人类基因组序列草图的发表,使人们对利用基因知识通过基因治疗治愈许多疾病满怀希望。在 2001 年 4 月国际人类基因组组织(HUGO)伦理委员会关于基因治疗研究的声明中,是这样定义基因治疗(gene therapy)的:“基因治疗是指通过基因的添加和表达来治疗或预防疾病,这些基因片段能够重新构成或纠正那些缺失的或异常的基因功能,或者能够干预致病过程。”声明还指出:此前普遍认为基因治疗的主要焦点是单基因疾病(免疫缺陷症、遗传性贫血和囊性纤维化),目前的重点已经转移到最终治疗多基因常见病(例如癌症和心血管疾病)的实验性基因治疗的尝试中了。^[19]由此可见,基因治疗是借助基因技术性科学手段,通过修正或替换有缺陷的基因,或通过基因干预重建基因的正常功能,来治疗或预防基因遗传病的。这是与传统医术迥然不同的治疗技术,相当于在分子水平上给基因做外科手术。

根据改变的遗传物质是体细胞还是生殖细胞,基因治疗被分为两大类:体细胞基因治疗(把某种基因植入人体)和生殖细胞基因治疗(把外源转入精子、卵子或受精卵即可遗传的基因修改)。前者是治疗个人的基因缺陷,后者是一劳永逸地免除后代的遗传病。目前已有数种技术应用于基因治疗,但是进入临床实验或治疗的主要是前者,后者还很不成熟。尽管如此,基因治疗无疑为治疗遗传病或其他不治之症带来希望,也为基因技术性科学和现代医学研究提供了强有力的技术工具。

基因治疗本来就存在伦理争议,加之基因治疗现在还不能做到十分安全、有效(这是因为基因与各种病症并不是一一对应的线性关系,同一个基因可能影响多个显性和隐性性状,这些性状是否表达或何时表达并不明晰,尤其是各种基因之间、基因与环境之间的相互作用错综复杂),就更加激化了伦理争议。

关于体细胞基因治疗,由于使用的技术是已经广泛应用的其他医疗技术的自然延伸,因而已经在伦理上大体得到认可。但是,也存在一些不同意见,主要集中在安全性和有利性上。也就是说,在治疗过程中有可能引起病毒感染、免疫反应或激活其他致病基因。因此,应该在治疗前针对特定患者进行危害、受益评估,尽可能厘清预期的和潜在的利弊,在经过严格的审查程序、获得患者的知情同意后,方可按周密的计划实施手术,并在事前做好风险处置预案,在事后留心监测患者的治疗状况。如果有其他传统方法能够治愈患者的病症,就不要采用体细胞基因治疗——该疗法仅用于传统方法难以治愈的病症。此外,这里还有医疗和卫生资源公正分配和利益协调的问题。

关于生殖细胞基因治疗,除上述不同意见外,在伦理上还存在特有的反对理由。反对理由主要涉及未来世代:我们有权改变后代的遗传基因和不确定的命运吗?我们现在的决策符合未来人的价值观和理性选择吗?即使双亲出于仁慈之心,但是当子子孙孙具有知情同意能力后,他们会赞成父母当年的决定吗?我们现在剥夺子女继承自然的而非人为的遗传基因的权利,这是道德的吗?而且,人类基因库为全人类共有、共享,而生殖细胞基因治疗改变人类基因库,有可能殃及其多样性,这样做合适吗?再者,生殖细胞基因治疗这种技术是所谓的滑坡技术,很容易导致道德滑坡,从而走向基因增强,导致优生学的泛滥,造成严重的社会不平等和种族歧视。况且,该疗法与体细胞基因治疗相比,在技术上困难更多、风险更大,因为基因插入生殖细胞后则不可逆转,可能引起基因突变、异位、异常等难以预料的情况。基于以上质疑和背景,目前大多数人不支持生殖细胞基因治疗是合乎情理的。

不过,还是有人对生殖细胞基因治疗持赞成态度,因为只有如此才有可能从根子上治愈已经确认的800多种遗传病和形形色色的疑难杂症,舍此别无它途。这种趋势是势不可当的,不以人的主观意志为转移。而且,父母要求干预胎儿或孩子的基因,一般是与子女的利益一致的,这也是尊重父母的自主权和子女的健康权。我认为,这些理由是有道理的,应该予以认真考虑。眼下,最好不要完全禁止生殖细胞基因治疗的探索,因为其前景令人神往;而应该积极积累经验、完善技术,在条件十分成熟时可以临床试验,渐次实施,但是必须慎之又慎,前提是绝对不能给患者和社会造成危害。2018年11月26日披露的南方科技大学首例人类基因编辑婴儿(出于治疗艾滋病的目的)的诞生之所以遭到科学界的一致反对和声讨,是因为其存在巨大的技术风险和伦理争议。目前,诸多动物实验表明,CRISPR-Cas9技术存在一定脱靶率,会人的基因造成不可修复的损伤。在保证百分之百不出错之前,是不可以用于人的。由于艾滋病病毒的高变性,即使把CCR5基因敲除,也无法完全阻断艾滋病病毒感染。另一方面,HIV感染的父亲和健康的母亲,一定可以生出健康的孩子,根本无须进行CCR5编辑。而且,CCR5对人体免疫功能具有重要作用,其作为细胞趋化因子指导免疫细胞转移到感染部位。目前尚无科学实验证据表明,敲除CCR5后会对人体免疫功能造成何种影响。更重要的是,该项目是由有关科研人员和非正规的私立医院私下实施的,没有经过严格的伦理申报和审查,违背学术规范和科研道德。^[20]对此,中国科学院学部科学道德建设委员会立即发表如下声明:我们高度关注此事,坚决反对任何个人、任何单位在理论不确定、技术不完善、风险不可控、伦理法规明确禁止的情况下开展人类胚胎基因编辑的临床应用。^[21]

基因增强(genetic enhancement)是指意在修改人类非病理特性的基因转移,其意图在于增加或强化非病理人的某些性状或素质。基因增强与人的增强(human enhancement)是两个既有联系又有区别的概念。二者都是对“人的优化处理”,“以特殊的优化介入为基础”^[22],从而增强人的生理和心理能力,提高人的体力或智力,或添加人原本没有的功能,扩充遗传密码,使其超越常人,甚至使其高人一等,或者成为超人。不同之点是:前者内涵和外延均小于后者,它只是达到后者的一种途径;比如,后者除采取基因增强达到目的外,也可以采用体育锻炼、智力培养、服用药物以及其他医术增强体能、智商、情商以及延长寿命。基因增强与基因治疗大相径庭:基因增强是针对正常人的,其目的在于增强人的各种功能;基因治疗是针对患者的,其目的在于恢复人的正常功能。

基因增强在伦理上面临许多挑战。其一,它比基因治疗的风险和不确定性更大,有可能给当事人或后人造成伤害。人类基因组是一个巨复杂性系统,各个基因之间作用错综复杂,一种基因肩负多种功能,很难分出好坏优劣。强化某些基因,也许会削弱或干扰其他基因功能的正常发挥,扰乱作为一个整体的机体的新陈代谢,破坏身心平衡,而且在环境变化时,有可能起负作用,甚至导致具有相同基因的人灭绝。其二,父母或当代人无权决定子女或未来人的遗传特征,这种决定是对后人的人权和自主权的侵犯。即使出于善意,也是强加于人,乃至造成所谓的德性恐怖。其三,它企图扮演上帝,改变人的性状和人性。人是道德主体,不是客体物。随心所欲地增强基因、优化性状,是对人类尊严的严重亵渎。其四,它虽然可以增强人的某些性状和能力,但是不见得能够使人生活得更好、更幸福。因为幸福生活是在社会交往中,通过自己的努力获得的。靠基因增强手术获取幸福,显得太异想天开了——这是典型的基因决定论。其五,它破坏人类遗传多样性,打乱自然长期选择的人类进化进程,突破自然和社会的限制,使人失去拥有自然原本赋予的基因组的权利,以至变成非自然的新人种——这难免会给社会带来难以预料的消极后果。其六,它会造成社会不公平,甚至导致种族歧视。个人经济状况不同,医疗资源也有限,把有限的资源投给富人,既是社会不公,也对穷人不公。这样做导致强者更强、弱者更弱的马太效应,不仅无法逐渐达到社会平等,反而扩大了人与人之间的差距,加深社会各个阶层之间的鸿沟,乃至酿成个人能力云泥之别、社会贫富分化加剧、种族歧视愈演愈烈的悲剧,从而堕入奥尔德斯·赫胥黎《美丽的新世界》所描述的敌托邦(dystopia)社会。

不过,也有人支持基因增强。他们认为:随着科学技术的不断进步,基因增强的风险和不确定性会逐

渐减轻或消除。人有权利借助它改良或强化自己的生物学特性,现今的国际法也没有禁止如此做。平等并非生物学事实上的平等,而是基于法律上的平等,社会可以商定,先将新技术用于最需要者和弱者;退一步讲,即使承认它导致社会不公平,也只是社会不公平的一个因素,且是后来的、次要的因素;况且,每项新技术出现,其受益公平都有一个长短不一的过程,不可能一蹴而就,像现今小轿车进入家庭,电脑、手机人手一部,都经历了这样的渐进过程。在人类的进化过程中,也不时发生基因突变,这并没有改变人性,也没有产生异类,基因增强不过是用人工代替自然,加速基因变化而已。未来的世界和社会充满挑战,也可能突然出现灭顶之灾,只有更强有力的体魄和心理才能应对,这正是基因增强所要达到的目标。

从眼下的伦理观念来看,基因增强很难得到伦理辩护。对于基因增强引起的伦理问题和社会问题,需要审慎思考和耐心商讨,制定合理性的、切实可行的应对策略。我认为,在当下,最好不要禁止这方面的科学研究,在有把握的情况下,局部地、渐次地进行一些动物和人体试验。在技术未成熟、伦理审查未过关时,绝对不能把它用于临床和推向市场,以免给个人和社会带来不可饶恕的恶果。

五、转基因

顾名思义,转基因(transgene, genetic modification)就是基因转移或基因修改(基因修饰)。它是基于分子生物学或基因技术性科学理论,利用基因技术把一种或多种所需要的特定基因片断加以分离、提取或修饰,并把这种优质基因转移到某种生物体基因组中。经过重组基因组的生物其性状得以改良,或者增添了所期望的新性状,从而培育出优质的生物品种即转基因生物——也被称为遗传修饰的生物(genetically modified organism)。以转基因生物作为原料加工、制作的食物叫转基因食品。我们在以下主要涉及利用转基因技术培育的农作物及其食品,这也是现在规模化种植的作物和商业化售卖的食品。

有人表明,转基因技术运用的工具更复杂,作用对象更微观,作用方式更特别、更复杂和更深刻,作用强度和控制能力更大,因此它与传统技术有本质的差别。传统生物育种技术是手工工艺技术,在不违背生物本性和自然进程的条件下,仿效自然过程培育生物,是偶然的试错产物;而转基因技术是由分子遗传学理论引导的现代技术,它像一个建筑工程,根据人的需要,按照设计图纸,对基因进行切割、加工、拼接、组装、转移,以预置、摆置、促逼的方式,制造在自然环境下不可能产生的新物种,以服务于人类特定的目的。转基因技术突破了基因演化、遗传表征以及生物进化的历史时空限制和环境限制,产生了在自然演化状态下不能产生的生物。它的这种独特本质是让基因和生物适应转基因技术,而不是让转基因技术适应基因和生物,基因和生物被技术化了。^[23]当然,也有科学家不同意这些看法,他们揭橥,1970年代末、1980年代初启动的转基因生育育种技术只不过是一种更强大、更迅速、更有效的育种方式而已,与传统育种方法并无本质性的差异。其实,转基因在生物进化中并不罕见,自然界向来就有天然的转基因现象,例如玉米的花斑籽粒,甘薯基因组中的土壤农杆菌基因片段。^①

自1983年美国培育出具有抗体的转基因烟草以来,各种转基因蔬菜、水果、棉花、粮食作物纷至沓来。美国1994年首次商业化种植延迟成熟的转基因西红柿,两年后用这种西红柿做成的西红柿饼出现在超市。此后,不少国家闻风而动,开始大规模推广转基因作物,其潮流势不可当。我国也不甘落后,农业部2009年为转基因抗虫水稻华恢1号和Bt汕优63颁发了安全证书,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2002—2020)》把“转基因生物新品种培育”列为16个重大专项之一。尽管如此,关于转基因作物和食品的伦理争论从未停止,其争论规模之庞大、论辩之激烈、人数之众多、阵营之稳固都是空前的。在社会和媒体上,分成泾渭分明的“反转派”和“挺转派”两军对垒态势,形成剑拔弩张的局面。鉴于转基因作物和食品的伦理问题往往是粘连在一起的,我们在此一并叙述。

相较而言,反转派团结一致,对转基因作物和食品深恶痛绝,反对的伦理理由也相对集中。第一,危

① 参见 <http://www.chinanews.com/sh/2018/10-19/8653899.shtml>

害健康和生命。由于基因转移和由此引起的生物效应难以精确预测,这种非天然的作物和食品可能引起毒素毒害、过敏反应、对抗生素的抗性、营养结构的破坏,从而危害人的健康和生命,其潜在的、间接的、长期的、累积的影响更是不得而知。据说,其中转基因作物的抗虫毒素会对脏器造成损害,转基因玉米花粉致斑蝶幼虫死亡,转基因马铃薯使实验幼鼠发育不良,如此等等。第二,威胁生态和环境。转基因作物以可能导致基因扩散和基因污染,威胁食物链和生物系统的稳定和平衡,威胁生物多样性,破坏自然的基因库,从而威胁亿万年生物进化形成的自然生态系统,造成不可逆转的生态灾难。例如,若转基因作物的花粉与近亲它的野草杂交,会产生生命力极强、四处蔓延、除之不尽的超级野草,阻碍农作物和其他植物生长,使生态环境急剧恶化。类似的超级细菌、超级病毒等超级生命也可能突如其来,这是一幅十分可怖的末日图景。第三,束缚和侵害农民。转基因种子公司为了获取最大利润而垄断市场,以保护知识产权为由,对种子进行节育,并与配套的除草剂、农药、肥料一起捆绑销售,侵害农民的收益,而农民在种植转基因植物后,也不得不日益依赖这些公司。据说孟山都公司就是通过技术垄断和市场挤压绑架农民,蚕食传统植物的播种面积,掠取高额利润的。第四,损害消费者权益。由于对转基因食品生产和销售监管不力,致使其公开地或非公开地进入市场,而对其可能产生的风险守口如瓶,甚至不粘贴标识或列举详情,剥夺消费者的知情权。第五,利益分配不公。发达国家和大型跨国公司攫取大部分利润,而发展中国家和中小公司收益微薄。研发者、生产者、销售者从中也分得一杯羹,而农民和消费者所获甚微。而且,围绕转基因作物和食品的贸易争端愈演愈烈,技术壁垒和关税壁垒居高不下。第六,可以沦为恐怖分子和邪恶国家手中可怕的生物武器。把不育转基因种子秘密输送到有关国家,或者把有致病基因的食品偷运进某些地区,都会造成大范围的饥荒或瘟疫,使无辜之人遭受灭顶之灾。第七,威胁国家经济安全。没有核心技术或转基因专利的发展中国家,若贸然大力推进转基因作物和食品产业化和商业化,很容易滋生依赖性,最终被资本和垄断公司牢牢控制,失去经济自主权,沦为经济殖民地。第八,罪恶阴谋论。转基因是科学家和企业为了中饱私囊,联手编造的神话;是资本和权力勾结、精心打造的骗局;是强国霸权主义对弱国的经济侵略,是其实施人口灭绝罪恶阴谋的一个组成部分;支持转基因的科学家是被收买的国际推手和间谍。面对这些驳难,有人认为转基因农业根本没有必要,因为按照有关统计资料,目前世界的农产品基本上可以满足人类的需求。某些国家或地区的短缺多由国内政治不稳定、产业结构不合理、制度不健全、经营管理不当、浪费严重以及国际竞争或角逐等原因引起,并非生产能力跟不上。转基因农业,是由资本的增殖强力,技术的自主发展,人对自然的意愿贯彻助推的,并不是现实的迫切需要。^[24]

挺转派对反转派的观点针锋相对地予以驳斥,他们列举的支持理由如下。第一,转基因作物和食品对健康和生命不仅无害,而且有益。它们与非转基因的一模一样,并无更大的风险。截至目前,还没有发现其有害的确凿证据,因此是安全的。绝对安全的技术在现实中并不存在,总会有正负效应,关键在于做好评估和监管工作。事实上,经过反复试验和严格审查的转基因产品,其安全度比农药残留、违规添加剂、三聚氰胺和其他化学污染要好得多。而且,含有强化维生素和微量元素的转基因食品,还具有预防营养不良和疾病的功能,对人的生命健康和公共卫生大有裨益。第二,能够缓解人口增加对粮食供应造成的紧张和压力。因为转基因作物具有抗害虫、抗病害、抗杂草、抗倒伏、抗盐碱、抗干旱、抗洪涝等特点,可以适应恶劣的生长环境,因而大大提高了粮食的播种面积和单产,使世人摆脱饥饿的威胁。第三,减轻农民负担。种植转基因农作物,可以减少对能源、农药、化肥等的用量,还可以简化耕作和管理,从而降低投入成本,加之产量明显增加,所以农民能够从中受益而不是受损。第四,提高作物和食品的质量和品质。转基因作物具有人们所欲求的性状和特色,可以改善食物的营养和口味等,可以满足不同人的需求,提高物质生活水准。第五,对环境和生态友好。转基因技术培育作物新品种的过程与天然发生的基因变异并非截然不同,加之技术比较可靠,再按照试验常规和伦理规范谨慎行事,一般不会破坏自然环境和生态稳定。而且,在转基因作物的种植和管理中可以减少化学品的使用,因此反而有利于环境和生态的改善。

第六,能够实现基本的社会公平和合理的利益分享。达到这一目的,主要不在于转基因技术及其产品本身,关键在于民主的政治、经济、法律体制和高尚的道德水准——这样才有可能借助制度约束和管控,做到互谅互让、公平分享。第七,阴谋论是杯弓蛇影,风声鹤唳。转基因只是一种育种技术,孟山都只是一个研究和盈利的公司;我们在使用新技术时要谨慎,在与有关国家或公司打交道时要清醒,但是没有必要事先将其妖魔化,或者抱着恐惧和恐慌心理而疑神疑鬼、进退失据、攻防失序。一句话,阴谋论可以休矣。第八,对国家发展而言不可或缺。推广种植转基因作物对保证国家粮食安全和经济发展不可或缺,培育转基因生物品种能够带来诸多好处和利益,我们必须看清世界大势,顺应时代潮流,紧跟科学和技术进步的步伐,把握先机,占领新的技术和产业制高点,否则将会在农业转型中落败,造成无法弥补的重大损失——这才是最大的风险和威胁。

既然转基因技术能够带来诸多好处,为什么反转派还要不遗余力地反对和抵制呢?其原因主要有以下数点。一是对新技术的恐惧。由于新技术往往与传统差异甚大,人们又不完全了解它的现况,无法预知它的未来,加之其本身具有某种不确定性和风险,因而不免担心,乃至触发恐惧之情——这是正常的心理现象。但是,恐惧过度,以至失去理性,不分青红皂白地为反对而反对,就走过头了。有名人说过,最大的恐惧就是恐惧本身,可谓一言中的。二是先前一系列不安全事件引起的连锁反应。化工厂引起环境污染,砍伐森林导致泥石流,核威胁阴影笼罩,计算机病毒肆虐就不必说了,光是毒酒、毒奶粉、假药、假疫苗就足够触目惊心了。面对拿不准的转基因作物和食品,人们怎么不能不本能地拒斥呢?三是公众(以大量网民为主体)与科学隔离,与科学家隔膜,缺乏正常的交流和沟通。科学家抱怨公众对高精尖的科学技术一无所知,公众怀疑科学家充当利益集团的喉舌。加上媒体不科学宣传、不实报道和恣意渲染,进一步加深了双方的隔阂。四是政府失去公信力或权威性。面对一些公共卫生和食品污染事件,各级政府反应不及时,信息不透明,有时甚至力图淡化、掩盖或隐瞒,从而使政府失去公信力,即使讲真话也无人相信其权威性。五是观念或文化冲突发酵。由于宗教信仰、民族习俗、文化传统不同,形成一定的饮食禁忌,因此一些特定群体(比如穆斯林、素食者等)会拒绝某些含有特定基因片断的转基因食品。六是科学界自身的问题。科学有局限性,并不是全知全能的。转基因作物和食品即使有安全风险,也具有滞后性、长期性和不确定性。科学实验是在实验室简化的条件下进行的,面对转基因技术对健康、环境和生态的影响问题,其实实验验证极其复杂、极其漫长,不是马上就能立竿见影、明察秋毫的。特别是,科学命题都是全称的,要否证转基因作物或食品是安全的结论只需一个反例即可,而要证实它则需要无数例证,这种证实和证伪的不对称性,是导致反转派和挺转派争论不休的重要原因,也是科学界本身意见并不完全一致的缘由。当然,对转基因作物和食品非自然的责难,对转基因技术的过分干预和侵犯自然的焦虑,也是反转派的反击武器之一。

反转派针锋相对的反对,虽然或多或少地妨碍转基因技术成果的推广和普及,但是也不是一无是处。它有助于科学家更细心、更耐心地探索和研究,有助于各个利害攸关方交流和商谈,也有助于政府加速制度安排和监管机构建设。为了使转基因技术沿着造福人类的方向发展,有必要采取下述措施。

一、以责任伦理管控风险,严防利益集团勾结。积极鼓励转基因研发,但是对于田间试验、推广种植、市场销售环节,必须严格控制,审慎实施。要以制度约束、以责任伦理规范实施者,使其事先明白自己应该承担的责任,并为其导致的后果负责,以此预防风险和杜绝恶果。特别要警惕不法官员、业主、商人、专家、媒体结成利益共同体,沆瀣一气,狼狈为奸,坑害大众,危害社会。当然,不断完善检测技术和监控手段,把风险消灭在萌芽之中,也必不可少。二、健全和完善评估和管理体系。由于基因技术性科学的特殊性,传统的成本效益、利害二分等评估模型已经退居次要地位,风险意识、安全系数、社会理性、伦理优先、公众参与等处于考虑的前列。要知道,在实验室精准的基因科学,一旦技术化后大范围推广,形成产业链和食品链,便很难精准预测其后果。因此,必须事先建立信息收集、筛选、评价、决策、审批的程序和法规,形成检测、监视、跟踪、反馈、调控、制衡、暂禁、叫停、终止机制,逐渐健全和完善专门机构与社会力量、专

家与群众相结合的评估和管理体系。三、严格审批、放行准则。美国的转基因技术发达,相应的标准和制度也成体系。例如,针对风险程度的不同,确立层次多样、宽严相济、适时而变的审批和放行制度,兼顾安全和效率。同时,采用企业、机构、大众、专家的多元化沟通机制,以及灵活的登记、请愿、通知函、自愿咨询”安排。^[25]不过,美国原来提出的实质等同性(substantial equivalence)评价标准由于存在简单化约缺陷(实验不足、忽视过程、线性逻辑、缺乏历时、价值隐患),引发安全层面的不确定性而被放弃,而应该用科学风险举证性、评价操作合理性及利害取舍正当性取而代之。^[26]我国可以借鉴美国的做法,制定适合本国国情的审批、放行准则和法规。不管怎样,这些准则需要在科学和伦理、科学理性与社会理性之间保持必要的张力。四、坚持专家与公众相结合的原则。科学理论的评价是由科学共同体担当的,但是科学的技术应用的评价必须有公众参与。这是因为,在技术性科学中,科学家已经成为利益的相关方,他们的德性有时会失灵,无法不折不扣地坚持科学的祛利性和价值中立性的精神气质,无法担当真理代言人的角色;另一方面,公众与科学的技术应用利害攸关,而且完全拥有监督的权利。加之在处理问题时,专家与公众往往在价值上侧重和排序不同,思维框架有别,需要在沟通中找到交集,达成某种共识,以利于研究顺利进行和成果正常推广。因此,需要建立专家和公众的对话平台和商谈程序,这样不仅能够加速实际问题的解决,而且也能够提升公众的科学理性、专家的伦理关怀,消除双方不应有的傲慢与偏见。五、加强科学传播的力度,大众传媒要正确发声。据社会调查,反转派一般科学素养不足,对争议关涉的科学内容和语境不大了解,使得在争辩时激情胜过理性,情绪言论多于论证说理;而专家有时社会责任感欠缺,放弃科学传播的职责,临场缺席。媒体有时为了追求眼球效应和点击率,往往肆意夸大、渲染,把严肃的科学和伦理问题戏剧化、娱乐化,甚至充满不实之词。必须纠正这种不良现象,力争把科学知识普及到社会各个角落,消除公众不必要的恐惧心理。六、积极寻找替代转基因作物的途径。在成本、效益大体相同或相差无几的情况下,尽量采用传统育种方法达到所需要的目标,就像袁隆平培育高产杂交水稻那样。同时,也要汲取我国古老的精耕细作和生态农业智慧,使之在规模化、机械化、数字化的现代农业中发挥作用,渐渐形成经济优势。这样做比较保险,也能够祛除反转派的疑虑和恐惧。当然,传统方法确实无能为力时,可以适当利用转基因技术,比如培育彩色棉花。

针对我国的现实状况和未来发展,中央早在2013年就明确提出大政方针:确保安全、自主创新、大胆研究、慎重推广。只要遵循这个总方向,制定具体的实施细则,并认真地贯彻落实,同时辅之以国际交流和合作,我们的转基因技术和转基因农业就可以上一个新台阶,给国人带来福祉,而不是酿成祸害。

六、克隆和克隆人

1997年2月,英国爱丁堡罗林研究所郑重宣布,克隆羊多利出世,立即在全世界引起轰动。这一破天荒的事件也在伦理上激起轩然大波,因为多利毕竟是高级哺乳动物,与克隆人也许只有一步之遥。一时间,舆论哗然,众说纷纭,争执迭起,喜忧参半。

何谓克隆(clone或cloning)?“克隆这个术语在一般意义上用来指用无性生殖产生个体有机体或细胞的遗传拷贝,涉及一系列技术,包括胚胎分裂,将体细胞核转移到去核卵,以及用细胞培养建立来源于一个体细胞的细胞系。”^[27]“克隆涉及创造细胞或胚胎的严格的基因复制。该过程自然地偶然发生在同卵双生的例子中。但是,基因技术的发展产生了在基因上完全相同的细胞的另外的方式。科学家能够获取供体的卵细胞,去掉核,嵌入来自一个个体的体细胞之一。通过电流,此时这个卵继续发展为所捐赠的细胞核的基因复制品。”^[15]“克隆是指以无性生殖的方式产生后代。其特征主要有二:一是亲子代遗传物质理论上完全相同,即具有相同的基因型;二是经克隆可产生大量具有相同基因型的个体,即可形成个体群或细胞群。”^[28]

克隆的科学意义和社会意义是毋庸置疑的。它能够促进生物学、特别是分子遗传学和分子生物学的发展,为生物科学和生命科学的研究提供强大而有效的技术手段;它能够对医学研究、疾病诊疗、生物医

药研发起巨大的促进作用,能够为器官移植者和不孕夫妇带来福音;它能够克服动植物杂交的障碍,为培育优良和独特的生物品种带来重大突破;它能够为挽救濒危物种助一臂之力,也有利于保护种质资源;它能够培育某些特殊的微生物和植物,用来分解和转化有害物质,对治理环境污染和生态修复大有裨益;而且,它也能够解决人类面临的其他现实问题时提供诸多可能的思路和方法。当然,如果处置不当,它也可能引发负面后果,比如威胁生物基因和种群的多样性,破坏生态平衡和人的生存环境,损害现有的道德体系等等——这正是人们争持的原因,也是我们就要讨论的问题。

关于克隆技术的利用,目前不外乎三种观点:一概反对、全部支持、区别对待。前两者都比较极端,不足为训:一概反对者除了过虑和恐惧外,也是对克隆的科学意义和社会价值道听途说、一知半解;全部支持者则是盲目乐观,对具体问题缺乏细致分析和慎重考虑;区别对待者支持生物克隆和人的治疗性克隆,但是坚决反对克隆人;不过,在进行动物克隆时,必须遵守关于试验动物的福利原则,并且要严防病源跨物种感染和基因多样性的流失。

人是道德的主体,而且在某种意义上是先天的主体,因此关于人的克隆就成为一个必须正视的伦理问题。关于人的克隆,存在两种情况:“在治疗克隆(therapeutic cloning)中,目标是能够生成细胞、组织或器官。如果这个人需要骨髓捐献、皮肤移植,那么我们总是能够发育完美的适配备用的器官,它们不会引起排斥的危险。在生殖克隆(reproductive cloning)中,目的是导致后代出生,该后代在遗传学上等同于体细胞供体。”^[15]在国际人类基因组组织伦理委员会 1999 年 3 月关于克隆的声明中,按照克隆的目的把人的克隆(human cloning)细分为生殖性克隆、基础性研究和治疗性克隆。声明明确表示:“在人和动物身上用体细胞核移植进行基础研究,以探讨种种科学问题,包括研究基因表达、研究衰老以及细胞‘凋亡’应该得到支持。这种研究应该符合在‘关于遗传研究正当行为的声明’中概括的伦理要求。”“研究利用克隆技术产生特定细胞和组织(如皮肤、神经或肌肉)用于治疗性移植,应该得到支持。”但是,对于生殖性克隆即克隆人,考虑到对在一个现存的人的核内从遗传信息长出一个人的可能性表示深刻的不安,“生活在”一个已经存在的人的“阴影中”对克隆的孩子的潜在影响,对亲子和兄弟姐妹关系的可能影响,声明则不予支持。^[27]2002 年,联合国禁止生殖性克隆人的国际公约特委会会议通过决议,旗帜鲜明地禁止克隆人。中国代表团严肃宣布:“在任何情况、任何场合、任何条件下,都不赞成、不允许、不支持、不接受生殖性克隆人的实验。”^①

人们之所以支持治疗性克隆,是有一定的伦理依据的。有人认为,尽管人类对早期人的胚胎无疑拥有尊重与保护的义务,以经济或其它医疗之外的科研为目的的胚胎研究是不道德的;但是,这种保护在某种特定的情况下也允许有例外,那就是它必须服从于一个更高的道德目的,即解除人类遭受病魔摧残的痛苦,挽救无数病人宝贵的生命。在这里,起决定作用的是人类的感受性——这包括感知者主体(14 天内的胚胎)的感受性与被感知者自身(病人)的感受性,前者往往取决于后者。我们对前者的道德感受性在这种特定情况下比起对后者要弱得多,这可以说是我们对治疗性克隆进行论证的最强的而且也是先验的哲学理据。^[29]这就是说,早期胚胎并不拥有道德主体的地位。既然人工流产在许多国家获准,脑死亡人的器官可以摘取,利用早期胚胎做克隆治疗,理应没有什么伦理障碍。更何况,若是克隆胚胎,它与男女双方产生的有性生殖胚胎并不相同,无论用于克隆治疗还是克隆研究,应该更无问题。也许正是出于这些理据,英国众议院 2000 年底颁布法案,允许从早期胚胎提取干细胞培育与供体相同的细胞或器官,以解决人体器官来源稀缺和异体排斥的难题。

尽管治疗性克隆得到国际人类基因组组织的肯定,也基本上是世界共识,但还是有少数人反对。其反对理由一是公正,二是风险,尤其是人类胚胎具有道德地位,把它当作工具利用是伤害人的尊严,是侵害生命。关于公正问题,我们已经讨论过了。至于其他,都是一些关涉根本性概念的现实问题,我们将在

① 参见 <http://www.ebiotrade.com/newsf/2002-3/L200235121325.htm>.

后面详论。不管怎样,在这里必须严密注意由治疗性克隆滑向生殖性克隆的危险性,需要通过政策限制、法律禁止、监管到位、责任落实、道德自律,严防这一危险降临。

至于生殖性克隆或克隆人,几乎可以说是人人喊打,许多人把禁止它视为道德命令,许多国家和国际组织也明文将其列为禁区。但是,还是有极少数人力挺克隆人。他们的理由是:使人长生不老,生命永存;为不孕夫妻提供生儿育女的方法;死而复生,满足思念故去或罹难亲人的愿望;解决特殊人群的需求,如同性恋者;创造执行特殊任务的人,例如星际飞行员;复制伟大天才;提供移植器官的供体;有助于科学研究和技术创新;如此等等,不一而足。

反对者除认为克隆人违背生命伦理学和技性科学研究和应用的一般伦理原则外,也提出更多的反对理由,其中包括对上述力挺理由的直接反驳。这些反对理由是:克隆人成功率极低,出生怪胎、畸形、严重残疾的几率极大,这样做很不人道;仅仅为满足极少数人的需要,而花费大量社会资源研究和试验,这不公平,也不合理;作为器官供体或作为科学研究对象,这不合伦理,更侵犯人权;同性恋者并非唯一与基因有关,这是需要解决的小众社会问题,没有必要多此一举去克隆同性恋者;定向克隆特殊职业人或星际旅行者有可能违背其意志或选择权,是强加于人;破坏既定的人伦关系,引起伦理混乱;导致性爱分离,颠覆两性结合的生育模式和传统的性伦理,促使家庭解体;在克隆操作中,妇女始终被作为造人机器,这无视其尊严;天才与后天努力分不开,在较大程度上是社会和机遇的产物,克隆相同的基因型不见得能够成为天才和优秀人物,况且这很容易滑向优生学的可怕覆辙;克隆事先可知性别,会造成人口男女比例失调;不论克隆者还是被克隆者,处境会与常人不同,从而产生一定的心理障碍;可能引发一系列社会灾难,例如制造优等种族、低智商奴隶、犯罪分子、人兽杂交怪物等,瓦解民主、自由、平等的社会结构;长生不老销蚀生命的价值,淡化人生的意义,是祸而不是福;退回无性生殖,违背进化规律,使基因退化,遗传多样性丧失……

类似的理由还可以再举出一些。不过,这些理由都不是根本性的,甚至有些是可以适当化解的。康德曾经提出这样的道德律令:“在全部造物中,人们所想要的和能够支配的一切也都只能作为手段来运用,只有人及连同人在内的有理性的造物才是自在的目的本身。因为他凭借自由的自律而是那本身神圣的道德律的主体。”“人(与他一起的每一个有理性的存在者)就是自在的目的本身。亦即他永远不能被某个人(甚至不能被上帝)单纯用做手段而不是在此同时自身又是目的……”^[30]在生殖性克隆中,并未把克隆人当做道德主体看待,他或她不是目的,仅仅是工具而已。这种工具主义的做法是对人性的严重亵渎,对人的尊严的大不敬,也是对克隆人本人的无情伤害——这样的复制品先天就失去了自己的唯一性、独特性、自主性、偶然性和未来的无限可能性。

事情并没有到此止步。生殖性克隆人能不能禁止、该不该禁止的争论恐怕一直会延续下去。对此,不负责任、放任自流固不足取,而把话说绝、食古不化亦非明智之举。我觉得,边走边瞧、审时度势、未雨绸缪、与时俱进恐怕是可取的中道。退一步讲,即使在水到渠成时出现了克隆人,也是微乎其微的,不至于给社会带来祸患,给环境和生态带来灾难。仅仅依靠基因突变和自然选择,在当今几乎无法使人类身心进化;只有借助克隆、基因编辑、生物合成等技术,才可能做到这一点。谁知道人类将会面临多么严酷的挑战和威胁呢?人类现有的身心状态能够应对这样的突然袭击吗?人类不改良、不进化能够完好地生存下去吗?如此发问,并不是杞人忧天,也许就是未来某个时候不得不直面的问题,为此我们必须有所准备,方能化险为夷、长袖善舞。在这个方面,科学家和技性科学可以有所作为。不过,科学家必须戒除争名夺利的思想,消弭浮躁急进的作风,调整好大喜功的心态,脚踏实地,勇于创新,一步一步地稳步前行,在科学知识储备充分时再考虑其技术应用——不用说,一切都应该以技术的善用(而非误用和恶用)、增进人类福祉、有益人类未来为目标和归宿。在这里,记住法国科学家、科学史家和科学哲学家迪昂的睿智之言也许是很受用的:“逻辑是永恒的,因为它能够忍耐。”^[31]

七、合成生物学

合成生物学(synthetic biology)是21世纪即后基因组时代基因技术性科学开创的一个新兴的交叉学科或会聚学科。所谓合成生物学,即是基于分子生物学、基因组学、工程学等学科,通过生物技术和基因技术,对现有生物进行重大改造,或创造出自然界不曾有的生命或生物新品种,因而它也被称为人工合成生命或人工合成生物。它实际上是对现有生命或生物的重新塑造,或者利用天然的和人工的生物元件和模块、基因组片断、单细胞和多细胞系统建构或制造全新的生命或生物。我们此前涉及的干细胞、转基因、克隆以及将要提及的嵌合体,大体上都可以包括在广义的合成生物学的研究和应用范围之内。

与传统的生物学相比,合成生物学的最大特点是,利用技术或工程中的设计理念,在设法降低生物系统复杂性的前提下,利用预先制造好的各种标准化生命元件和生物模块,对准预定的目标,像设计逻辑电路那样设计基因回路,然后加以拼接、拆卸、组合、装配,制造具有预想特性和功能的新生命体,达到控制生命的目的,建构新的生物系统。它不只是对现有的生命体进行干预,而是工业化或工程化的设计与建造——这是全新的科学方法论的变革和技术范式的转换。诚如拜尔茨所言:“不管自我进化的思想有没有实现的机会,但它毕竟反映了生物学从分析科学向合成科学的根本转变。而优生的对象、方法和主体也随之发生了根本性的变化:(a)作为其基础的人的形象,不再是一个宏观的有机体,而是一台按照分子结构建造的生物化学机器;这台机器的‘参数’,通过巧妙的干预几乎可以任意进行修改;(b)技术方法不再依据动植物培育的实践,而是合成化学的模式;(c)技术的概念发生了变化,与此相应,技术人员也变成另外一种形象。例如,他不再是一个以增强有机体已有特征为目标的育种员,而成为一个化学工程师,他的工作是用一系列原材料合成一种具有所期望特性的新物质。于是,设计和建造代替了进化。”^{[2]76-77}有人这样评论道:合成生物学的崛起,突破了生物学以发现描述与定性分析为主的所谓“格物致知”的传统研究范式,为生命科学提供了“建物致知”的崭新研究思想,开启了可定量、可计算、可预测及工程化的会聚研究的新时代。它不仅将人类对生命的认识和改造能力提升到一个全新的层次,也为解决与人类社会相关的全球性重大问题提供了重要途径。合成生物学区别于其他传统生命科学的核心,是其工程学本质,主要体现在两个方面。(1)其自下而上的正向工程学策略。因此,元件标准化→模块构建→底盘适配,包括对生命过程的途径、网络的组成及其调控的认识及正交化生命的设计与构建,是其最核心的研究内容;而人工线路(包括新一代的代谢工程)的构建,就是其最重要的工程化平台。(2)目标导向的构(重构)建(建造)人造生命。因此,自上而下地构建最小基因组或自下而上地合成人工基因组,是合成生物学另一个最核心的研究内容;大片段基因组操作和改造,以及大规模、高精度、低成本DNA合成,是其最重要的两大使能技术;而基因组(包括原型细胞的合成等细胞工程)的构建,是其最重要的工程化平台。^[32]

自2010年美国科学家文特尔等人创造出人工合成细胞山羊生殖道支原体辛西娅后,合成生物学的发展如虎添翼、突飞猛进。最近三四年(2015—2018),中国科学家相继做出卓越贡献:修改自身胚胎基因结构以便彻底治愈 β 地中海贫血症,改造病原基因组序列生产高效减毒活疫苗和药物,真核生物酵母长染色体精准定制合成或酵母染色体融合,分子模块设计育种。科学家之所以全神贯注于这个新兴领域,是因为它具有深远的科学意义和广阔的应用前景。

合成生物学研究的科学意义在于,它推翻了人们对生命的固有认识,使我们能够从简到繁、由点及面地理解生命的本质和生物进化的奥秘,品味生命产生思维、思维创造生命的奇迹;它与计算生物学、基因编辑学等学科和技术相结合,为生物和医学的理论研究和应用研究提供了崭新的思路和工具。在技术应用方面,它可谓前程锦绣。在育种方面,它投资少、见效快,可以按照设计图定向改造或创造高产优质、物

美价廉的动植物品种,中国科学院的“分子模块设计育种创新体系”已经初见成效^①。在生物医药和材料方面,已经生产出各种酶、疫苗、抗体、激素、胰岛素、脑啡肽、血清蛋白、凝固因子、生长因子等。在能源方面,生物质能源植物新品种、高效光合作用水藻、微生物合成燃料等已经涌现或正在研制。在治理污染方面,利用具有专门功能的合成细菌或微生物清理油污、分解垃圾、净化水体和空气。

但是合成生物学也存在一系列风险和伦理问题。主要的风险是:人工合成的病原体或病毒万一从实验室逃逸,则会对人的生命构成威胁,甚至影响到子孙后代,或被敌国或恐怖分子用做致命的生物武器;所制造的生命可能具有难以预料的副作用,从而危害人或生物原有的生存环境;污染自然基因库;合成生物生命力强,具有进化优势,排斥其他生物,破坏生态平衡;基于 CRISPR-Cas9 等基因编辑工具的基因驱动技术能够使某些基因具有遗传优势,若被改造的是绝育或致命基因,则可能会使某一物种灭绝,其后果是未知的和可怕的。合成生物学在伦理上受到的主要指责是:自不量力,狂妄自大,企图扮演上帝的角色;把新生命强加于自然,挑战自然法则和自然进化;少数人没有操纵生命或设计人,没有主宰人的未来和后代的命运的权力;人成为被摆弄和掇弄的对象,从而侵害人类的尊严。鉴于这些指责涉及技术性科学——尤其是基因和人工智能技术性科学——的普遍性、根本性的伦理问题,我们将另文予以辩驳。

在合成生物学研究中,最引人注目、最具伦理争议的领域,非嵌合体(chimera)莫属,尤其是人-非人动物嵌合体或人兽嵌合体(human-nonhuman chimera)。所谓嵌合体,其词源虽然来自希腊神话的狮头、羊身、蛇尾的吐火女怪客迈拉(Chimera),但是今日研究和创造的嵌合体并不是可怕的怪物,也不会吐火毁物或张口吃人。有文献对嵌合体概念做了界定和厘清:嵌合体是指一个机体身上携带的细胞来自两种或两种以上同种或异种物种的受精卵的生物体。新生物体由两个不同来源的细胞拼凑组成。嵌合体的每个细胞含有仅来自其中之一的生物的基因。与转基因相反,不同来源的 DNA 不在单个细胞内混合。在嵌合体组织中发现的细胞的混合物不会传给子孙后代。嵌合体可以自然发生,比如孪生子或多生子大都携带彼此的细胞,母亲和胎儿之间也是如此。这些不同的细胞群,来自同种物种即被称为种内嵌合体,来自不同物种的被称为种间嵌合体,存在较大争议的是种间混合体研究。种间混合体除了嵌合体形式,还有杂合体(hybrids)。杂合体是指形成的动物每个单个细胞携带者有来自两种不同物种大致相等的遗传物质,是通过由异种间交配或遗传物质融合得到的,比如杂合体骡子就是马驴杂交产生的后代。按照目前的情况来看,人与非人动物之间的这类杂交存在着种系之间的生殖隔离,即因为生殖方面的原因使得不同种生物之间不能交配,即使交配也不能产生有生殖力的后代,因此我们所担心的人兽杂交形成新物种的实际发生可能性非常低。无论是嵌合体还是杂合体都属于种间混合体,涉及相似的伦理学问题,一般放在同一伦理框架内讨论,其中争议较大的是人-非人嵌合体研究。^[33]在 21 世纪,科学家已经培育出由人类脑神经元和鼠脑神经胶质组成的活体鼠、人兔混合胚胎、含有 15% 人体细胞的绵羊、人猪嵌合体胚胎等等。

对于基础医学和临床医学的飞速进步而言,人-非人嵌合体研究意义重大。由于嵌合体动物身体含有人的组织和遗传要素,利用其作为实验动物供体和药品试验受体,并由以建构医学模型,因而能够促进对疑难病症发病机理的认识和治疗方法的创新。利用细胞和基因剪刀把人的干细胞导入动物胚胎,把由异种供体生成的器官移植给病人,可以免除排异反应,大大提高手术的成功率和患者的寿命,另外还可以解决干细胞或其他研究中人的卵子不足的难题。要知道,人-非人嵌合体与人的相似度越大,其作为科学研

① 2013 年 11 月,中国科学院布局了战略性先导科技专项(A类)“分子模块设计育种创新体系”。专项以水稻育种为主,小麦、鲤鱼等育种为辅,利用野生品种、农家品种、主栽(养)品种以及优良种质资源,解析高产、稳产、优质、高效等重要农艺(经济)性状的分子模块,揭示分子模块系统解析和耦合规律,优化多模块组装品种设计的最佳策略,建立从“分子模块”到“品种设计”的现代生物技术育种创新体系,培育新型的超级农业生物新品种,从整体上推动我国生物育种技术的健康、快速发展,以满足我国乃至世界农业发展的重大需求。专项实施五年来,已初步建立从“分子模块”到“品种设计”的现代生物技术育种创新体系,是颠覆传统育种技术的大胆实践和成功探索。参见薛勇彪等《创新分子育种科技,支撑我国种业发展》,《中国科学院院刊》,2018 年,第 9 期,第 893-898 页。

究和技术应用的价值越高——这是生命科学的新曙光,这是现代医学的新天地。

人-非人嵌合体引起的风险和伦理质疑与合成生物学的基本类同,不过反对声势之浩大、情感反应之激烈,则是前所未有的。诚如汉斯·乔纳斯所道:“只要一想到动物和人之间遗传物质的交换,以及人-动物的混种,便会感到恐惧——每想到此,那些古老的、早已遗忘的‘褻渎’、‘可憎’之类的字眼便跳了出来。”^{[2]78}在这里,我们不拟重复已述的伦理反对理由,仅仅列出几篇专题文献^①供读者参阅。需要强调的特殊之点是:对于包含人的神经系统和涉及人类近亲灵长目动物的嵌合体研究,现在一般是禁止的,是否可以开绿灯,还须认真讨论、周密决策。即使发放通行证,也要在技术成熟时谨慎行事,因为这些动物具有一定的意识和道德地位。

参考文献:

- [1]CAVALIERI L F. The double-edged helix, science in the real world[M]. New York: Columbia University Press, 1981: 102.
- [2]拜尔茨. 基因伦理学[M]. 马怀琪, 译. 北京: 华夏出版社, 2001: 3-4.
- [3]国际人类基因组组织(HGUO)关于遗传研究正当行为的声明[J]. 邱仁宗, 译. 自然辩证法通讯, 1999(7): 54-55.
- [4]国际人类基因组组织(HGUO)伦理委员会关于利益分享的声明[J]. 自然辩证法通讯, 2001(1): 92-93.
- [5]伍春艳, 等. 论人类遗传资源立法中的知情同意: 现实困惑与变革路径[J]. 自然辩证法通讯, 2016(2): 86-92.
- [6]国际人类基因组组织(HGUO)伦理委员会关于DNA取样控制和获得的声明[J]. 自然辩证法通讯, 1999(4): 77-78.
- [7]雷毅, 金平阅. 矩阵伦理: 一种技术评价工具[J]. 自然辩证法研究, 2012(3): 72-76.
- [8]G. 罗曼. 欧洲与中国在基因技术伦理评价上的问题比较[M]//王国豫, 刘则渊. 科学技术伦理的跨文化对话. 北京: 科学出版社, 2009: 105-115.
- [9]李醒民. 善于在对立的两极保持必要的张力——一种卓有成效的科学认识论和方法论准则[J]. 中国社会科学, 1986(4): 143-156.
- [10]联合国教科文组织 1997 年 11 月 11 日通过的世界人类基因组与人权宣言[EB/OL]. [2012-07-19]. http://blog.sina.com.cn/s/blog_662e668601014rv2.html.
- [11]联合国大会第 53/152 号决议[EB/OL]. [2018-11-01]. http://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=A/RES/53/152.
- [12]中国人类基因组 ESLI 委员会声明(2000 年 12 月 2 日)[J]. 自然辩证法通讯, 2001(3): 9.
- [13]程新宇. 生命伦理学前沿问题研究[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2012: 60-63.
- [14]SAVULESCU J. Procreative beneficence: why we should select the best children?[J]. Bioethics, 2001(5-6): 413-426.
- [15]PARKE J A, WIKE V S. Bioethics in a changing world[M]. New Jersey: Pearson Education, Inc., 2010: 442.
- [16]干细胞[EB/OL]. [2018-11-01]. <https://baike.baidu.com/item/干细胞/301672>.
- [17]科学技术部、卫生部关于印发《人胚胎干细胞研究伦理指导原则》的通知[EB/OL]. [2018-11-01]. http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2003/200512/t20051214_54948.htm.
- [18]甘晓. 干细胞技术转化路在何方? [N]. 中国科学报, 2018-10-08(4).
- [19]国际人类基因组组织(HUGO)伦理委员会关于基因治疗研究的声明[J]. 自然辩证法通讯, 2003(1): 109.
- [20]甘晓, 李晨阳. 世界首例人类基因编辑婴儿诞生, 科学家表示坚决反对、强烈谴责[N]. 中国科学报, 2018-11-27(1).
- [21]中国科学院学部科学道德建设委员会关于免疫艾滋病基因编辑婴儿的声明[N]. 中国科学报, 2018-11-28(1).

① 除了上面的孙彤阳、翟晓梅的论文外, 还有两篇是滕菲、李建军《人兽嵌合体创造和应用研究中的伦理问题》, 《自然辩证法研究》, 第 27 卷(2011)第 3 期, 第 77-81 页; 张挪《涉及人类神经系统的人兽嵌合体的伦理思考》, 《自然辩证法通讯》, 第 40 卷(2018)第 8 期, 第 15-20 页。前文提出这样的伦理问题: 人兽嵌合体的创造和应用研究是否跨越了伦理底线, 会导致人类自我的认同危机, 有损人类的尊严? 人类应该允许还是禁止人兽嵌合体的创造和应用研究? 人类应该在何种程度上, 通过何种机制来规避由此而产生的各种社会风险? 主要的伦理反对依据是: 基于直觉的反对, 即厌恶智慧; 来自文化心理的防御, 即扮演上帝的角色; 理性的伦理关注, 即违反人类尊严。作者认为, 对于这类研究, 应该按照有关国际认可的原则进行, 如公众受益原则、负责任管理原则、学术自由和责任原则、民主协商原则、公正和公平原则、预警原则等。后文指出, 人兽嵌合体的伦理争议的焦点是: 与自然的自发性背道而驰, 破坏物种的完整性, 违背直觉上的道德禁忌——这些都是可以消解的。目前关注的核心问题是, 涉及人类神经系统的人兽嵌合体是否将侵犯人类尊严? 作者认为, 若将人类神经系统嵌入动物体内, 人兽嵌合体的大脑中产生的前额叶皮层会使其产生至少最低程度的自我意识, 因而侵犯人类尊严, 应该予以禁止。

- [22]JUENGST E, MOSELEY D. Human enhancement[M]//EDWARD N Z. The stanford encyclopedia of philosophy(Spring 2016 Edition)[EB/OL]. [2018-11-01]. <https://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/enhancement>.
- [23]肖显静. 转基因技术本质特征的哲学分析[J]. 自然辩证法通讯, 2012(5): 1-6.
- [24]齐文涛. 转基因农业为何闯至人前? [J]. 科学文化评论, 2015(6): 44-55.
- [25]刘旭霞, 刘钰. 美国转基因管理协调框架下的安全审批制度初论——以制度演进为视角[J]. 自然辩证法通讯, 2012(5): 31-36.
- [26]徐治立, 刘柳. 实质等同原则缺陷与转基因作物评价原则体系建构[J]. 自然辩证法研究, 2017(8): 56-60.
- [27]国际人类基因组组织(HGUO)伦理委员会关于克隆的声明[J]. 自然辩证法通讯, 1999(4): 78.
- [28]徐兰. 克隆的意义与价值标准[J]. 自然辩证法通讯, 1998(1): 65-71.
- [29]李醒民. 中德科学技术伦理研讨会在德国首都柏林举行[J]. 自然辩证法通讯, 2003(6): 102-105.
- [30]康德. 实践理性批判[M]. 邓晓芒, 译. 北京: 人民出版社, 2003: 119, 180.
- [31]DUHEM P. The origins of statics, the sources of physical theory[M]. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publisher, 1991: xvii.
- [32]赵国屏. 合成生物学: 开启生命科学“会聚”研究新时代[J]. 中国科学院院刊, 2018(11): 1135-1147.
- [33]孙彤阳, 翟晓梅. 人-非人动物嵌合体的术语特征及伦理问题研究[J]. 中国医学伦理学, 2018(8): 981-987.

Gene Technoscience and Its Ethics

LI Xingmin

(*The Journal of Dialectics of Nature, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

Abstract: Gene science belongs to the so-called “technoscience” or “technologically oriented science”. It is one of the most advanced research fields of modern science, which is full of sensitive ethical issues. With regard to the study of genetic technoscience, the Ethics, Law and Social Commission of the International Human Genome Organization has proposed four basic rules, as well as the rules of justice, mutual assistance and benefit-sharing, and seven other practical regulations. However, although we already have general ethical rules and specific practical regulations, as well as methods and procedures for evaluation and decision-making, it does not mean that we can overcome all the ethical problems, because we have encountered many ethical dilemmas, and there will be ethical difficulties that we have never thought of. Therefore, an important scientific epistemology and methodological criterion is often effective in resolving the dilemma, which is good at maintaining the necessary tension between the opposite poles or plural factors. Accordingly, the ethical disputes in the research branches of gene and genome, stem cells, gene therapy and gene enhancement, transgene, cloning and cloning of human beings and synthetic biology are discussed in turn and views on each ethical dispute are expressed.

Key words: genetic technoscience; gene; general ethic rules; practical regulations

(责任编辑: 黄仕军)