

他们是 未来的生物医学 领袖



第一届
“亚洲生物医学未来领袖大赛”
获奖成果



利根川进
1987年诺贝尔生理学或医学奖得主



山中伸弥
2012年诺贝尔生理学或医学奖得主



屠呦呦
2015年诺贝尔生理学或医学奖得主

第二届 “亚洲生物医学未来领袖” 大赛 正式启动

环球科学 SCIENTIFIC AMERICAN



联合主办

2015年，屠呦呦成为利根川进、山中伸弥之后第三位获得诺贝尔生理学或医学奖的亚洲科学家，未来，谁将继续引领亚洲生物医学的发展？

由浙江大学基础医学院和环球科学杂志社联合主办的第一届“亚洲生物医学未来领袖”大赛中，30位优秀选手从全国26个省市、超过110所学校的参赛者中脱颖而出，展示了他们卓越的思考能力、国际化视野与创新思维，让我们看到了未来一代青年英才的无限可能。现在，第二届大赛已拉开帷幕，我们期待对生物医学有浓厚兴趣的你，加入我们，展现才华，世界或将因你而改变。

参赛对象：
初三至高三学生
对生物医学有浓厚兴趣
(限个人参赛)

我们在寻找亚洲最有雄心的
青年英才!

大赛奖励

- 一等奖：3名**
全额资助剑桥大学和爱丁堡大学的科学考察项目
- 二等奖：5名**
半额资助剑桥大学和爱丁堡大学的科学考察项目
- 优胜奖：22名**
大赛组委会为获奖选手出具中英文推荐信，为申请国外名校提供科研能力证明

在同等条件下，所有进入决赛阶段的选手将被优先推荐到“浙江大学—爱丁堡大学联合生物医学专业”（3+1学制，3年浙江大学+1年爱丁堡大学学习，优秀学生将获浙江大学学士学位和爱丁堡大学硕士学位）。



报名入口：<http://bms.zju.edu.cn/bms-leader/>
报名时间：2016年1月10日至2016年3月31日
报名邮箱：bms@huanqiukexue.com（环球科学杂志社）
或 bmszju@zju.edu.cn（浙江大学基础医学院）

大赛热线：010-57101895
孔老师
0571-88981565
高老师



寻找生物医学的马斯克

对于这个在国内乃至国际上首次举办的生物医学未来领袖大赛，我有非常多的感触和感动。感动于参加大赛的同学是如此认真、如此坚持、如此有勇气；感动于我们的老师、领导与合作单位如此付出、如此真诚。在如此浮躁的社会里面，我们这么多博士生导师、领导和行政人员放弃假期休息，全身心投入这一件纯公益的事业中来，共同创造更好的中国生物医学领域未来，怎能不让人感动。

在这次大赛中，我得到了很多惊喜。在最终答辩的前一天晚上，我还在担心我们的院士、“杰青”和大教授们会如何向这些中学生提问，选手们又会如何回答。然而选手们的表现让我们感到惊喜。院士评委跟我说，选手的表现很优秀，达到了大学生甚至硕士研究生一、二年级的答辩水平和专业水准。而且，选手们有很多项目给人以脑洞大开的感觉。正如我们的专业指导教授所感叹的，参赛选手让教授们重新回味了当年喜欢做科研的动机。因为在某种程度上，人走着走着，就会有点掉入了俗套，高校教授也一样，我们也或多或少落入了教育和科研的俗套：为了培养研究生，为了几篇论文。而在与选手们交流的过程中，选手们清新的、洁白的、小天鹅的状态让我们惊醒，让我们有机会可以回顾我们为什么选择研究。

在大赛的过程中，我本人也从中成长了。我在六七年前开始做国家教育体制改革试点学院，我满腔热情地投入，和我们的同事一起率先在亚洲创办了生物医学专业，后来我有些畏难和困惑。困惑是，我发现这个社会，这个世界都很功利很浮躁，而我们的能力有限，我们的满腔热情在这个社会中被逐渐稀释，我开始怀疑我们能对这个社会产生的影响有多大？现在，通过生物医学大赛，我才突然发现，美国在近二三十年里面，在科技界能影响这个世界的也就一两个人，比如乔布斯和埃隆·马斯克。马斯克与我同年，他改变了太空技术、能源技术和移动支付技术，而乔布斯及他的苹果公司把整个世界的的生活方式改变了。我又重新找到了希望和激情：我觉得只要在芸芸众生之中找到一两个像乔布斯、马斯克这样的人物，具有热血的极客少年，只要他有勇气，只要他脑洞大开，只要他相信自己一个人就能改变生物医学，如再生医学行业方向、肿瘤的生物治疗方向、个性化医疗方向，等等，那一个人就足够。

这让我对教育又充满了希望，我觉得我只要发现到那一个还没有被世俗污染掉、俗套掉，没有被那个俗套套住的那个少年，然后我们保护他，支持他，让他从此勇敢地成长和引导这个社会，未来他必将改变世界，这是我第二个惊喜。

对于生物医学未来领袖大赛，我有一些期待。我期待参赛选手的人生能因为这一次参赛的启动而有勇气去抵抗世俗，让人生充满理想，让生活富有情怀，做事追求极致和极速的玩家和极客精神。总之，To be brave, beyond the wall 勇敢之后的人生海阔天空！阿甘之所以能成功是因为积累，我们一直说我们浙江大学基础医学院这群创业的伙伴做事是为了积累性的发展，我相信在参赛选手里面，一定会成长为生物医学领域了不起的人物，甚至像乔布斯、马斯克这样的人物！

首届亚洲生物医学未来领袖大赛已完美落幕，我们期待在以后的大赛中有更多的神级少年来加入我们！



目录

04 打开通往虚拟世界的大门

撰文 蔡汉齐

06 改造菌群 健康肠道

撰文 林琦旻

08 解开抑癌基因限制的秘密

撰文 肖达

10 瞬膜：隐形眼镜新材料

撰文 周语欣

12 打印干细胞 修复骨缺损

撰文 邵钧立

14 当脊柱病恋上液态金属

撰文 曾何德乐

16 空气污染影响大脑发育？

撰文 郑雨夕

18 寻找降低 PM2.5 毒性的新药

撰文 郑杭

20 阿尔茨海默病和肥胖有关系吗

撰文 程紫薇

22 英国爱丁堡大学 & 剑桥大学生物医学冬令营回顾

第一届 “亚洲生物医学未来领袖大赛”

主办方

浙江大学基础医学院
《环球科学》杂志社（《科学美国人》中文版）
浙江省生物医学学会

大赛获奖名单

一等奖

蔡汉齐 林琦炘 肖达

二等奖

邵钧立 郑雨夕 周语欣 郑杭 程紫薇 曾何德乐

三等奖

贾思宇 王梓辰 刘宸玮 陈思源 江吉 李嘉莹 刘昌昊 刘泽敏 罗中禹 沙君怡 石雨霏
王浩政 王秋涛 王桢 严楷蕾 杨晓宇 游瑾渝 岳雨涵 赵志愉 朱栩量 邹朝政

首届“亚洲生物医学未来领袖大赛”学术委员会主任

夏照帆

首届“亚洲生物医学未来领袖大赛”学术委员会委员

欧阳宏伟 卢大儒 陈宗周 江才健 黄俊 邵吉民

首届“亚洲生物医学未来领袖大赛”组织委员会主任

王青青

首届“亚洲生物医学未来领袖大赛”组织委员会副主任

柯越海 鲁林荣 褚波

首届“亚洲生物医学未来领袖大赛”组织委员会委员

高铃铃 孔祥彬 林海燕 马伟宁 叶治国 苏晓飞 王迪 朱薇

首届“亚洲生物医学未来领袖大赛”指导教授

包爱民 陈忠 段树民 方马荣 龚哲峰 康利军 李相尧 李月舟 凌树才 罗建红 邱爽 孙秉贵
汪浩 王晓东 杨巍 虞燕琴 张纬萍 张晓明 赵经纬 周煜东 陈伟 邓红 黄俊 毛峥嵘 邵吉民
沈静 汤谷平 王青青 叶升 余海 齐宏妍 蔡志坚 陈建忠 陈玮琳 冯友军 林旭瑗 鲁林荣
汤慧芳 汪浏 王迪 王建莉 王晓健 夏总平 严杰 朱永群 陈晓 胡晓兰 纪俊峰 柳华
欧阳宏伟 周以挺 章淑芳 程洪强 文咏贤 胡小君 柯越海 赖蕙茵 孙启明 应颂敏 张雪
谢灿 查锡良



蔡汉齐
厦门外国语学校

参赛方案

基于脑-机接口技术的虚拟现实技术研究

指导老师

隋冰清 厦门外国语学校生物学教师。

龚哲峰 浙江大学医学院基础医学系教授、博士生导师，研究方向为行为的神经回路基础。

打开通往 虚拟世界的大门

如何实现在虚拟世界中看到一杯冰水，然后拿起它？

撰文 蔡汉齐

体验在外太空轨道行走的感觉，或是潜入海底，同大王乌贼一起翩翩起舞；通过虚拟现实技术，没有什么不能发生。随着信息时代的不断进步，虚拟现实技术未来将会改变我们的生活方式。2013年，第一代Oculus Rift（一款为虚拟现实游戏设计的头戴式显示器）开发者大会，让所有与会者都看到虚拟现实技术的潜力。但在虚拟现实技术的普及之路上，仍然障碍重重，我们需要从一个全新的方向，打开这扇通往虚拟世界的大门。

虚拟现实技术所代表的，是未来，是一种全新的生活方式。但目前没有任何一家公司的产品能为大众所认可。目前市面上包括Oculus Rift在内的各种虚拟现实装备其实都在一定程度上限制了用户和虚拟世界之间的交流。靠谱点的虚拟现实设备还依然要通过线缆连接到计算设备上，这大大限制了使用者的用户体验。一般的设备只是对用户的头部进行跟踪，但是并不能跟踪身体的其他部位，而使用键盘、手柄等设备又会大大影响体验效果。虚拟现实技术遇到了技术性的瓶颈，如果不翻越这座大山，该技术将难以推广，更别提改变整个世界。

同许多90后一样，我在闲暇时很喜欢看科技杂志和科幻小说。2012年暑假，我阅读了一部名为《刀剑神域》的虚拟

游戏题材小说，书中描绘的是人类在不久的将来拥有了虚拟现实技术。我产生了很大的兴趣，并开始思考，如何才能现实世界中实现它。2014年暑假，在一次阅读报纸时，“脑机接口”（Brain-Computer Interface, BCI）这个词吸引了我的目光。脑机接口技术是在大脑和计算机或其他电子设备之间，通过将大脑发出的各类神经信号转化为可识别的机器指令，实现人与外界的交流以及对外部环境控制的一种全新的通信方式。2012年2月，浙江大学已经成功通过BCI技术让猴子“建辉”通过大脑控制机械手完成抓、勾、握等动作。我发现绝大部分的BCI技术研究都把重点放在信号输出控制方向上，也就是单一从脑到外部设备；如果将计算机科学与生命科学相结合，绕过人体感受器官，使用外部设备模拟产生大脑可识别的信号，再向大脑输入这些信号会得到怎样的结果呢？我决定基于这个思路，研究出一项能代替人体、与大脑进行信息交流的技术。

我的思路已经确定，那该从哪些角度入手呢？回到高中生物课本看看神经通路那一课吧！书上说，一个完整的反射弧由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器组成。虚拟现实技术

的本质其实就是大脑与模拟设备的信息交互过程。由于神经是大脑与外界交互时的核心通道，所以我决定从神经通路入手开始我的研究。

要建立一个完整的虚拟现实技术体系，就需要构建大脑对外部模拟设备所发出的虚拟信号的感受通路，以及大脑感受到虚拟信号后对于模拟设备的反馈通路。它分成两个部分，运动信号输出与虚拟信号输入。下面，我将通过一个形象的例子来阐述我的整个思路：如何实现在虚拟世界中看到一杯冰水，然后拿起它。

事实上要实现这个过程，我们需要逆向思考：先在现实世界拿到一杯冰水，再在虚拟世界中看到它，并拿起它。只有先在现实世界模拟这整个过程，对其有了充分的了解，才能在虚拟世界中重现它。

在现实世界里，当我们用手去拿那杯冰水时，人的大脑会通过运动神经通路向手发出信号。运动信号输出，就是将运动时大脑发出的脑电信号传导至外部模拟设备。大脑控制手臂时，相关控制的神经元会兴奋，并产生脑电信号。即使是一个简单的拿水杯动作，分解为脑电信号后也十分复杂；并且就像谍战电影中的密报一样，我们需要经过相应的算法分析，才能破译大脑控制手臂拿水杯的完整控制信息。当我们对于不同身体部位、不同运动情况的脑电信号都完成函数关系构建，再通过计算机程序将函数整合统一成完整的虚拟运动体系，就完成了大脑运动信号对外部模拟设备信号输出通路的构建。

现在，我们要将整个拿水杯的动作



▲患者带上虚拟现实设备，在虚拟街道中穿行。

在虚拟世界重现，并获得相应的虚拟感受。在大脑运动信号输出最后，外部模拟设备会得到一个电脑可识别的脑电信号，再通过计算机整合处理，便可在虚拟环境中构建相应的动作和对外部环境的感受。现在，外部模拟设备要将脑电信号产生的效果，再转化成脑电信号导入感受通路，并反馈给大脑，从而形成一个信息交互的闭环回路。在运动信号输出通路构建的最后，我们可以获得确定的运动动作与运动神经脑电信号的函数关系；类似的，在虚拟信号输入过程中，我们也可以获得外部环境感受与感受神经信号之间的函数关系，由此将虚拟环境的信息数据转码成脑电信号，从而使大脑获得相应的虚拟环境感受信息。

有人会问：本体信号是否会干扰虚拟信号的接收？所以我将采用高频双向脉冲电流阻断动作电位的传导，使感受器暂时无法与大脑互动（一旦刺激电流被撤除，这种阻断很快消失，并且对神经不会造成伤害）。这时我们再将冰水的虚拟感受信号以脑电信号的形式通过电极放电刺激再传入感受神经通路中，大

脑就能够获得相应的虚拟感受了。

当我们完成所有感受的数据化之后（我承认工作量很大），大脑感受到的外部模拟设备的信号总和便是虚拟环境。最后通过3D建模的形式搭建出立体模型，再赋予温度、粗糙程度等已建立信号函数关系的感受参数，就可以搭建出最后可以使用体验的虚拟环境了。到此就能在虚拟世界里感受到如同现实世界一样的一杯冰水，我的技术也介绍完毕了；这杯冰水或许在炎热的夏天真的很有诱惑力，只可惜不能真的解渴。

随着全球信息化程度不断加深，虚拟现实技术必将实现广泛的应用。有运动障碍或是感受器官受损的病患，可以借助虚拟现实技术恢复相应功能；人们也可将此技术与拟人化机器人技术结合起来，实现意念控制机器人，完成高度自动化。虚拟现实技术的诞生与普及将具有划时代的意义。它对未来的国防、医疗、救援、娱乐、经济、信息交流等众多领域都将有十分深远的影响，相信在不久的将来，我们将通过虚拟现实技术，在一个全新的平台上，改变整个世界。



林琦旸
深圳外国语学校

参赛方案

对双歧杆菌进行合理基因改造——探究肠道菌群影响关系并额外调节肠道

指导老师

朱永群 浙江大学生命科学研究院教授、博士生导师，从事结构生物学研究。

改造菌群 健康肠道

能否通过导入人工改造的外源有益菌，调节人体肠道环境，使我们的肠道更健康呢？

撰文 林琦旸

这次参加浙江大学主办的生物医学大赛，除了实验部分由于条件有限无法完成，我第一次真正意义上地做了一回研究。它带给我的，不仅是一个奖项，更是一份宝贵的经验与领悟，让我明白，做研究究竟是怎么一回事。

我研究的课题与肠道微生物有关。

近年来经常出现有关食品安全的负面新闻。在中国，食品安全问题正变得日益突出。地沟油、瘦肉精、皮鞋制胶囊……这些劣质食用类商品，令人防不胜防。此外，各种高发的肠道疾病，也是现代人生活中经常遇到的健康杀手。这些与肠道健康密切相关的隐患和疾病，如果等到发病后再开始应对和治疗，就太晚了，我不禁想，是否可以通过调节肠道内的微生物，做到防患于未然呢。

肠道是人体最大的消化器官，通常，大部分病菌都是从口进入人体，进而到达肠道。正常情况下，当病菌到达肠道时，肠道内有益菌群会发起抵抗，使得病菌无法穿过肠壁，侵入到人体其他组织，最后随着大便排出体外。肠道菌群发起的这场“无声保卫战”，为肠道赢得了“人体最大的排毒器官”的美誉。那么，我们能否通过导入人工改造的外源有益菌，调节人体肠道环境，使我们的肠道更健康呢？我的课题便从这个角度出发。

在研究初期，由于考虑不够全面，

我遭遇了许多困难。首先，在实验菌种上，我不假思索地选择了大肠杆菌（Ecoli）——最常见也最容易通过基因工程对其改造的细菌。我认真阅读了一些关于大肠杆菌的文献，找出了近两年来国际遗传工程机器设计竞赛（iGEM）中出现的与大肠杆菌有关的研究与设计。但就在这时，我发现一个严重的问题：大肠杆菌虽然在大肠中比较多，但在小肠只能算零星菌群，并且，肠道内大量堆积大肠杆菌会对人体造成负面影响。于是，用大肠杆菌作为主材料：Fail！

随后，我又搜索了一些其他基因工程菌，但发现它们在肠道内都很少，而且大部分像大肠杆菌一样，对人体不利——直到我找到酿酒酵母。虽然酿酒酵母不存在于人体内，但并没有任何证据表明它不可用。就这样，我略显草率地定下了研究用的主材料，心里完全没有底气。

让我感到很高兴的是，我通过了复赛，但主办方为进入复赛的选手安排的导师很快就联系了我，直接指出我主材料选择的巨大bug——酿酒酵母在人体肠道内并不存在，肠道内存在的酵母多是像白色念珠菌一样的有害真菌。导师建议选择一种肠道内存在的菌种，即使对它的研究并不是很透彻也没关系，只要有可用的编码序列就行了。导师的话让

我恍然大悟，是的，只要有插入基因的位点就行了。就这样，我找到了双歧杆菌。

在向双歧杆菌导入外源的基因，进行基因改造时，我获得了巨大的成功。

首先，作为一种经过人工改造的外源菌，它需要表达一种能长期维护肠道健康的物质——纤维素。纤维素作为人体必须的7大营养素之一，主要功能体现在清理肠道上。大部分时候，我们摄入的纤维素都是不足的。于是，我将纤维素合成酶系列基因导入到双歧杆菌。

不过，将基因导入双歧杆菌，在一定程度上会加大细菌的负担，使它们在与原生菌的斗争中处于劣势，因此还需要采取一些手段增加外源菌的营养摄入，帮助它们增殖。我在之前的学习中了解到，一类名为双歧因子的物质，能提高双歧杆菌的生存能力，其中就有木寡糖。木寡糖易于人体吸收，具有使双歧杆菌增殖的作用，也不会被人体中大多数有害细菌所利用。巧合的是，木寡糖的来源，就可以追溯到纤维素。

这让我极为喜悦，我只需再添加一段对纤维素进行酶切的基因，就可以做到用一套基因改造完成两个部分的设计：广域调节肠道环境稳态，增强外源菌生存力。这毫无疑问是高效的。

在设计完要表达的基因序列后，我突然想到，这样单纯将外源菌导入人体是否可行呢？我的做法与市面上其他药剂（单纯地导入外源菌）的区别仅在于进行了基因改造，既没有考虑肠道菌群间的影响关系，也没有考虑改造后的菌种与肠道菌群间的影响关系。那么，能否以此研究肠道菌群间的影响关系与外源菌对肠道环境的影响规律呢？顺着这

个思路，我将自己的研究主题又推进了一步——从单纯地设计一种外源菌，到发现一部分肠道菌群间的关系。

我开始对不同肠道菌群添加不同的荧光蛋白，并添加一系列的共表达体系，来研究菌群间的基本关系，并最终给研究定名：对双歧杆菌进行合理基因改造，探究肠道菌群影响关系并调节肠道环境。

接下来，我开始考虑两个很重要的



▲显微镜下的双歧杆菌

问题，它们也是研究成败的关键。

第一个问题是，如何在出现意外情况时有效杀灭外源双歧杆菌。

改变环境或是直接投入杀菌类物质，显然都不可行。若是通过专门识别双歧杆菌表面位点的单抗抗体来导入杀灭物质，则同时也会杀灭肠道内原有的那部分双歧杆菌。看起来想通过外部手段来清除外源菌非常难。所以，我的最终方案是，从细菌自身入手，在外源双歧杆菌内部增添一段“自杀式”表达基因，其在通常情况下不表达，只有在有底物结合在操纵子上时，才高速表达出大量酶类物质，如溶菌酶，杀灭外源双歧杆菌。

第二个问题是，研究菌群间的动态

关系，需要菌群在一个立体的环境下自由生存并能对其进行观察，而通用的观察设备不能满足我的需求。

这个问题是我在与另一位参赛选手交流时解决的。他的项目是改良显微技术，在他的热心帮助下，我找到了两样新装备：微平面镜阵列与微透镜阵列（一类通过静电或磁力控制微小镜元，可以任意调节光线反射角度与曲率的设备）。它们完美地解决了我的问题。

由此，我改造了原有的观测设备，新设备具备自由的反应槽，能够观测微小细节，同时能通过摄像来绘制菌群的运动轨迹与宏观的变化趋势，还能通过对空间的立体扫描对全部的菌群进行检测。总之，就是想观测的都能观测到。

遗憾的是，由于条件的限制，我一直无法进行实验。为此我在决赛前的一段时间一直急得团团转，因为没有实验，就没有数据，没有数据，就没法分析！我询问了很多喜爱生物的朋友，可他们都说不清楚。最后，竟是一个热爱编程的朋友告诉我：可以计算机建模！

于是我开始阅读其他研究人员关于肠道微生物的研究论文。在决赛前的7天里，我每天阅读10多篇论文，大量的英文专业术语让我头昏眼花。直到我进行了模拟的数据分析，并通过建模大致获得了菌群间的影响关系时，才终于感到拨云见日，豁然开朗。

虽然在决赛中，我得了一等奖，但今天回头看当时的研究设计，仍能找出许多可以改进的地方，即使是建模也能得到更加精确的结论。这也让我意识到，科研是“路漫漫其修远兮”，我应该“上下而求索”。



肖达
杭州第二中学

参赛方案

探索一种能使结肠癌细胞转变为正常细胞的方法

指导老师

王建莉 浙江大学医学院教授、博士生导师，主要从事恶性肿瘤及传染病基因治疗与免疫治疗的基础和临床研究。

解开抑癌基因限制的秘密

原癌基因就像一位头脑发热、行为过激的人，需要一定的管理。最有效的办法就是使它的克星——抑癌基因的表达量也增加，从而恢复天平的平衡。

撰文 肖达

人们常说，无心插柳柳成荫，这话的确有它的道理，我这次课题的灵感就来源于一次无心的翻阅。

当时我正沉浸在购得《遗传学》教材的欣喜之中，拿到书后，我赶紧认真地翻看起来。突然，一个特殊的章节抓住了我的目光，里面提到的关于非编码RNA的知识令我十分震惊，因为它颠覆了一直在我脑中根深蒂固的“基因必须转录翻译成蛋白质才能发挥作用”的观念。尤其是其中介绍了一种名为microRNA的小分子RNA，它的调控方式更是令我啧啧称奇。这是一类长度约为22个核苷酸的单链RNA分子，可以通过互补配对的方式与相应的mRNA（信使RNA）结合，从而抑制或阻止mRNA的翻译，并以此来调节基因的表达水平。这就好像我们给灭火器插上消防栓，给潘多拉魔盒贴上封印符，而它的独特之处就在于，它存在于活细胞之中。

我们知道，一个活细胞就像一个社会，里面有许许多多的分子，各司其职，共同协作，使整个细胞正常运转。而microRNA在这个大家庭中的职业十分特殊，它既是基因碱基序列这部“宪法”的执行者，又是监督者。它不是一个人，

而是一个组织，一个集团。microRNA可以形成一种巨大的监管网络，通过抑制或阻止翻译来抚慰细胞中一些行为过激的“年轻人”，或是打击态度嚣张的“不法分子”。它的专一性和数量之多，就暗示着我们也许可以利用它来治疗某种疾病，尤其是基因表达量异常所引起的疾病。于是，我马上联想到了癌症。

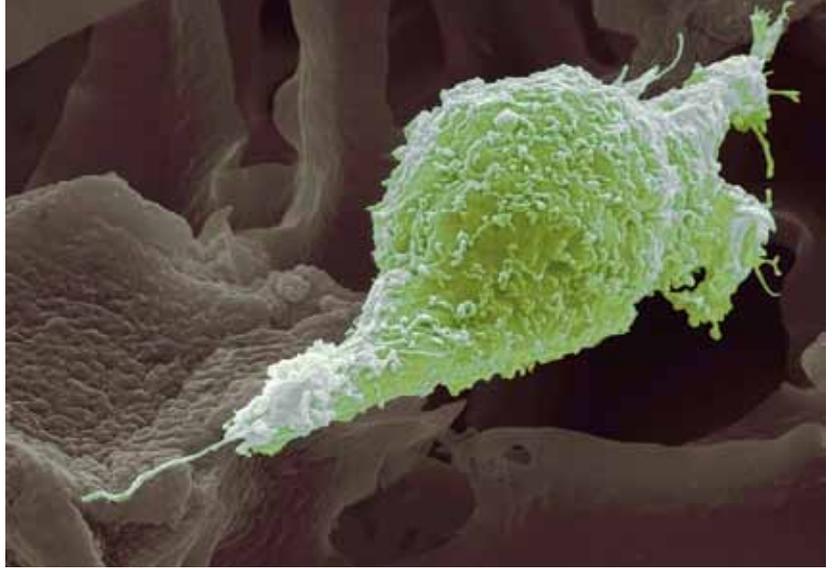
高中生物老师告诉我，癌症往往是由于细胞内原癌基因和抑癌基因的表达量异常引起的。当原癌基因的表达量大于抑癌基因，天平向一侧倾斜，就会导致正常细胞逐渐转变为癌细胞，从而导致肿瘤的发生。这时原癌基因就像一位头脑发热、行为过激的人，需要一定的管理。俗话说“魔高一尺，道高一丈”，我想最有效的办法，就是使它的克星——抑癌基因的表达量也增加，从而恢复天平的平衡。由于此时细胞原有的microRNA对抑癌基因管控太严，我需要减少这种监控，从而给抑癌基因一些发展的空间。而且，就我所知，细胞中并非仅存在一种抑癌基因，所以我需要想办法，“全面放开”对抑癌基因的管控。于是我联想到了酶的底物竞争性抑制机制：也许，我可以往细胞中扔个“大靶子”，

把microRNA的注意力全都吸引过来，减少肿瘤细胞中游离的microRNA的数量。

后来，通过查阅资料，我发现这方面的研究已经有很多了，这种“声东击西”战术中用到的“大靶子”称为ceRNA（竞争性内源RNA，能与其他RNA转录体竞争相同的microRNA，从而实现相互间的交流与调节）。也许我们可以利用ceRNA形成的巨大的调控网络，有效调控多个抑癌基因的表达量，从而使癌症细胞再变回正常的细胞，使肿瘤患者治愈的可能性大大增加。

当然，这只不过是我一时的兴起和大胆猜测，能够真正想出完整的实验方案，其实还得益于本次比赛给我的灵感。这次比赛的海报上有一位叫山中伸弥的日本科学家，他是2012年诺贝尔生理学或医学奖的获得者。我仔细阅读了山中伸弥的实验方法，他通过把不同转录因子进行排列组合，成功寻找到了最佳方案。最后，仅通过筛选下来的四个转录因子就将小鼠的成纤维干细胞转变为多功能干细胞。受此启发，我想到，能不能也通过排列组合，找到能有效调控抑癌基因的“精英小队”，派遣他们进入癌变的细胞中执行任务。

于是，我将我的想法写了下来，那便是最初的实验设计。很荣幸的是，我的创意得到了评委老师的欣赏，并给我安排了导师的指导，最后一步一步进入决赛。暑假期间，我更是利用家住杭州的便利，有幸进入到导师的实验室，通过实践来检验我的实验设想。从进入实验室的规矩、如何戴手套、如何使用移液枪，到进入超净台操作、PCR（聚合酶链式反应，一种用于放大扩增特定的



▲宫颈癌细胞

DNA片段的分子生物学技术）、胶回收等，导师都对我一一耐心指导。当然，除了做自己的实验，我也不忘不时地东张西望，看看别人在干什么。他们有的是研究生，有的是博士后，大家都在同一间实验室各忙各的，使用仪器时也互相谦让，关爱有加。那弥漫着小白鼠味儿和浓厚学习气息的实验室，一直是我所向往的。有时，我吃完中饭，偶然看到学姐桌上摊着解剖完的小老鼠，内心既是激动的，同时也崩溃的，直到我反复告诉自己“别把它当老鼠看，那只不过是课本上的一张图”，内心和胃才恢复了平静。但是，调整好心态后，我又会忍不住好奇心，走到近处仔细观察。这次实验经历也让我深刻认识到，解剖真的是门需要适应的功课。

终于，通过一个暑期的不断探索，我的努力有了回报。我运用生物信息学的方法，先在线预测了可能起调控作用的序列，再经过反转录、设计引物、PCR、核酸电泳、切胶回收、构建质粒等过程，然后鉴定目标基因片段在结肠癌细胞中的实际效果。最后我发现TET1这个基因的3'端非编码区序列确实能够抑制结肠癌细胞的增殖。这也就意味着我前期所做的猜测是合理的，也许我们

有希望通过这种方式来治疗癌症。

几周后，带着实验得到的令人惊喜的成果，我去浙大参加了决赛，与全国各地的其他29位优秀的选手们相遇了。经过各种课程的培训，在最后一天，我需要向全场观众展示自己的研究成果。虽然自己从小便当过主持人，但想到自己站在台上，要面对一排专家院士评委老师，内心还是紧张不已。后来听说由于场地原因，要将比赛现场从大讲堂转移到平时上课的教室，我还在底下窃喜了一阵。我给自己提前计划好，轮到我汇报前面还有三个人时，我便出去上个厕所，用中考时校长教的“提肛法”，缓解紧张，我对着洗手间的镜子一遍遍练习，直到自信满满走上台去，向大家讲述自己的研究成果。

事实证明，能够站在台上展示自己的想法，真的是件不容易的事；想法能够获得别人的认可，更令人欣喜；而如果能够在研究的过程当中提升自我，丰富眼界，则足以让人幸福得爆棚了！不过，随着比赛结束，一切都已成为过去时。放眼世界，全球还有数以万计的人在忍受癌症等各种疾病的折磨，作为胸怀生物医学梦的年青一代，我们任重而道远，而这次的研究，仅仅是一个开始。



周语欣
成都市实验外国语学校

参赛方案

寻找隐形眼镜的新材料——瞬膜的组织结构与功能性分析

指导老师

屈树新 西南交通大学材料科学与工程学院教授，主要从事生物医用材料的研究。

汪洌 浙江大学免疫学研究所教授，博士生导师，研究方向为揭示信号传导和基因调控决定免疫细胞分化命运，尤其是T淋巴细胞在胸腺内的发育和分化。

瞬膜：隐形眼镜新材料

现在的生物技术、材料科学技术日新月异，能否找到一种新型的生物材料，制作出更健康的隐形眼镜呢？

撰文 周语欣

眼睛近视是一件令人遗憾的事情。现在，世界各地的近视发病率都在大幅上升。特别是中学生，更是成了近视眼的高发人群。当我们发现眼睛看不清黑板上的字时，一般都会去医院检查、验光，这个时候，医生就会让我们戴上一副框架眼镜。因为从眼睛的健康来讲，框架眼镜是较为安全的一种选择。不过同学们心里也有自己的“小算盘”，女生可能顾虑戴框架眼镜，会遮住漂亮的大眼睛，影响“颜值”，而男生则更多地担心，运动时会不会不方便，特别是打比赛时，如果在关键的赢球时刻，眼镜“掉链子”，就太让人痛心了。

于是，隐形眼镜成了许多同学心目中的首选，但新的问题又出现了。佩戴隐形眼镜会让我们的角膜无法接触空气，使眼睛容易因缺氧而产生类似于人体“高原反应”的症状。中学生的用眼时间较长，长期佩戴隐形眼镜容易产生视疲劳，甚至引发干眼症等疾病。另外，隐形眼镜的镜片会吸附泪液中的蛋白质、脂质等，这些物质沉淀在镜片表面，容易滋生病菌；部分隐形眼镜的凹度与角膜的凸度不匹配，引起角膜不规则磨损，从而导致角膜溃疡，造成视力不可逆下降；隐形眼镜长期贴附在眼球，会影响眼睛神经末梢的功能，让角膜知觉退化。

看到身边那些患有近视的同学，有

时候我不禁会想，现在的生物技术、材料科学技术日新月异，能否找到一种新型的生物材料，制作出没有上述缺陷的隐形眼镜呢？

我一直有看科学杂志的习惯。2015年2月，我在一本科学杂志上看到了一篇介绍鸟类瞬膜的小文章，其中说到瞬膜是一层活动的、半透明的膜，可以用来保护、湿润眼球，但在哺乳动物身上却已经基本退化殆尽了。我不由得开始想，我们人类的瞬膜为什么会退化？能否让瞬膜再次长出来？瞬膜重新长在我们的眼睛里会是什么样的情形？是不是像戴了隐形眼镜一样？能不能把瞬膜做成隐形眼镜，直接长在人的眼睛里？

正好在这个时候，我看到《环球科学》上刊登了浙大基础医学院将举办《亚洲生物医学未来领袖》大赛的广告。值得一提的是，平时在家，我喜欢利用互联网，看一些生物科学的公开课。在了解到瞬膜这个结构后，我曾看过耶鲁大学的一个关于生物医学的公开课，主讲的教授提到，隐形眼镜属于生物医学的范畴，这让我决定用这个题目来参加比赛。于是，我带着对瞬膜的疑问，和用生物材料替代现有隐形眼镜的憧憬，报名参加了比赛，展开了我的探究之路。

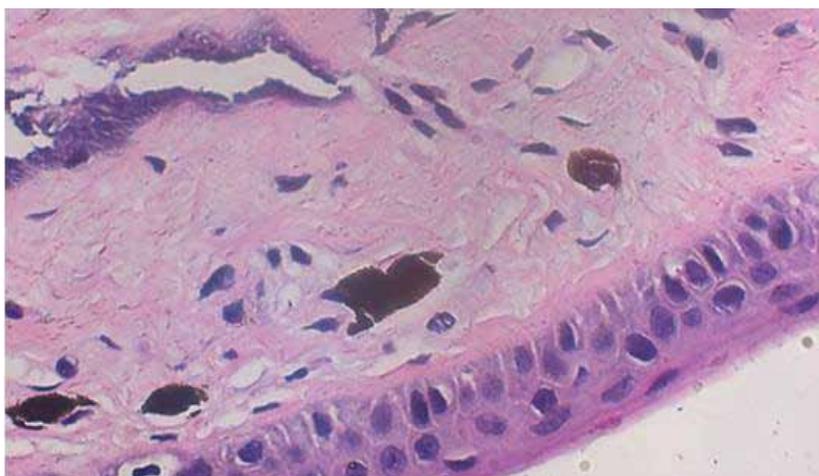
2015年5月，我作为一名志愿者，参加了西南交通大学举办的“生物医药

前沿学术论坛”，见到了许多国内外生物科学领域内的科学家，当时，我将自己要参加浙大比赛的想法、研究内容告诉各位老师，老师们非常耐心地回答我提出的各种问题，并且热情地鼓励我参赛，这也让我干劲倍增。

作为一名高中生，平时作业、考试就多了，对于这项额外增加的比赛任务，我只能利用周末和深夜的时间来完成。好在我一直就很喜欢生物，常常利用假期做一些大学的化学实验，观摩研究生做实验，听他们的课题答辩。所以，文献的查阅、实验室的操作、实验报告的撰写，我都比较熟悉。

在参赛过程中，我特别感谢我的两位指导老师——西南交通大学材料科学与工程学院的屈树新教授和浙江大学基础医学院的汪浏教授。当我和屈老师说我想要参加浙江大学举办的《亚洲生物医学未来领袖》大赛时，屈老师给我讲了研究荷叶的江雷院士的故事，并推荐了江雷老师和他学生冯琳共同编写的《仿生智能纳米界面材料》一书，随后又开了一份详细的书单，有《比较动物细胞学和组织学》《组织胚胎学》《实用组织学技术》《彩色组织学图谱》《组织学技术的理论与实践》。我利用西南交大图书馆和四川大学图书馆，找齐了所有书籍。然后，就开始了阅读时光，而要看完这些书籍中有关方面的知识，只能利用夜深人静时。

浙大基础医学院的汪老师，最初和我是通过电话和邮件联系的。他指导我查阅和阅读文献，写参赛标书，让我参加学术报告会，甚至在他出差时，还特地向日科医生询问有关瞬膜的信息。在



▲牛蛙瞬膜的组织结构扫描图

比赛结束后，汪老师还鼓励我努力学习，以后到浙大继续生物科学的学习。

我的实验前期工作是在屈树新老师的实验室完成的。研究方案拟选择蛙（两栖类代表）、鸡（鸟类代表）和兔子（哺乳类代表）3种不同物种的瞬膜作为研究对象。选择这3种动物的原因是：它们的生存环境涉及水下到陆上各种复杂环境，其瞬膜起到关键作用；相关的实验解剖技术较为成熟；作为脊椎动物，其组织器官具有一定的代表性，研究具有普遍性。不过，由于实验条件有限，且蛙、鸡和兔子的瞬膜结构基本相似，最后我只对蛙的瞬膜做了实验研究。

我利用光学显微镜对牛蛙的瞬膜进行了观察，并比较了蛙的瞬膜和现有隐形眼镜在防水性、透明性、透氧性和含水量方面的异同。实验表明：瞬膜的上皮层为5~6层的复层扁平上皮，基质层纤维排列十分整齐，上皮下为粗硕的纤维蛋白束，其下为疏松的结缔组织，血管丰富，可见瞬膜腺，腺体的间质可见少量淋巴细胞和浆细胞。由此可见，瞬膜是由致密结缔组织构成、含有大量胶

原纤维和弹性纤维、机械强度良好的半透明膜，耐酸碱性优良。

通过以上对瞬膜结构和性质的探索，我初步推测瞬膜是一种含水量与眼睛近似、疏水性好、透氧性能优良的生物有机膜。能为正常的角膜代谢提供足量氧气，具有生理学惰性、湿润性、抗变性、耐用性等性质。作为隐形眼镜的新材料，能够较好的避免现有材料的缺陷与不足。

既然瞬膜有这么多优良特性，我相信它不仅能够作为隐形眼镜的新材料，还可以用于人体器官修复，开发成新型的生物膜材料。

虽然比赛已暂告段落，但我对瞬膜的探究是不会停止的。记得进入决赛时，浙江大学为我们开设了为期一周的高密度集训，接受科学思维、创新能力等全方位的培训。这个集训让我更加爱上了科学，爱上了生物，我更坚定了自己的选择——要学习生物科学。我希望能够在大学中继续对瞬膜的研究。我目前有个新想法，那就是把所有有瞬膜的动物的瞬膜做成一个图谱，为将来的深入研究打下基础。



邵钧立
杭州外国语学校

参赛方案

关于骨髓间充质干细胞骨定向分化与生物3D打印技术结合治疗长段骨缺损的疗效的探究

指导老师

欧阳宏伟 浙江大学基础医学院干细胞组织工程系教授、国家杰出青年基金获得者、博士生导师。

章淑芳 浙江大学基础医学院干细胞组织工程系副教授、浙江大学求是青年学者。

打印干细胞 修复骨缺损

从初赛时只关注骨缺损的修补，到复赛时设计出打印细胞的新方法，再到决赛时找到将这种技术结合 ips 细胞分化的前景并衍生到其他脏器再生，我发现，这项研究的应用范围越来越广。

撰文 邵钧立

第一次听到骨缺损这个词，是在一次不经意的对话中。

那天，父亲的朋友王医生到我们家做客，和我们聊起他最近遇到的一个的病人：有一个小伙子，在切除骨肿瘤后留下了长段骨缺损，如果得不到合适的骨骼修复，这种缺损会给他的生活造成许多不便。但是由于种种条件的限制，医生无法对他进行自体骨移植，最后小伙只能一直装着支架。听到这件事后，我十分遗憾小伙的遭遇。我随后就想，如果能够突破条件的限制，实现体外来源骨移植，那岂不是能够让更多骨骼残缺的人实现自愈，重获正常人的生活。

于是，我去查阅资料，经过搜集整理得知，骨缺损以及骨折不愈合是骨科临床常见病，由于损伤较为严重，这类病症的治疗效果往往不理想。尤其是创伤或骨肿瘤切除后，长段骨缺损就很难愈合。现有的疗法都有一个共同的缺点——修补部分与原缺损部位难以完美匹配，导致骨组织受力不平衡，最终影响术后患者的生活并造成进一步的磨损。能不能找到一种新疗法，帮助长段骨缺损病患修复骨骼呢？

就在这件事后不久，浙江大学的科学家到我们学校举行科学宣讲会，在那次讲座中，欧阳宏伟教授介绍了他曾经

用干细胞技术修复肌腱的故事。这给了我很大启发，因为这种技术可以治疗难以修复的损伤。但软骨上的治疗方法和骨骼显然有很大差别，对于硬质骨修复来说，一个主要难点就是，如何让干细胞附着在需要修复的骨骼上，并且还能发挥修复填补的作用。为此，我查阅了许多资料，发现绝大多数此类研究都是用注射的方式将干细胞及其活性物质注入受损部位。但是注射后体内细胞的生长是很难控制的，这也就决定了修复效果不可能完美，而我们知道修补的手术不仅仅是完成，更需要达到完美的效果，才能保障患者的生活质量。

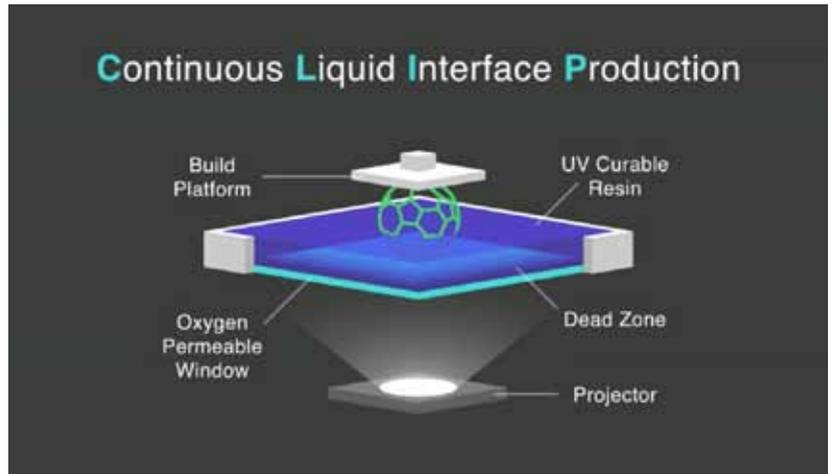
进入复赛后，我选择了欧阳宏伟教授作为我的指导老师，在导师的建议下，我将目光投向了各种生物3D打印机，试图用3D打印这种新技术来代替注射细胞。因为生物3D打印机可以将活细胞、生物活性因子及生物材料作为基本成形单元，设计并制造出具有生物活性的人工器官、植入物或细胞三维结构。用生物3D打印机为患者量身打造的个性化骨骼植入物拥有如下优点：可根据人体骨骼缺损形状随意塑型植入物带有可供骨头长入的孔隙，可像海绵一样将周边骨组织吸进来，让真骨与假骨牢固地结成一体，解决骨缺损替代组织工程受力不

均问题，使患者骨骼尽快康复。

随着研究的深入，我开始对我追寻的目标有了一个笼统的概念：找到一种骨组织工程框架，既可与原缺损部位完美匹配，很好地与骨端融合，又能在框架中加入能兼容的物质或细胞，使修复部分存活，并与其他部位很好地在功能和形态上实现衔接。顺着这种思路，我的研究也变得条理分明，并沿着主要的两大方向（干细胞再生和3D打印）发展，但是随着阅读的论文越来越多，我却发现自己根本不能把这两个技术很好地统一在一起，因为我完全没找到这两个方向的交集，所以也不可能设计出具体可行的方法将两者结合起来。

一次偶然的经历，让我终于有了思维突破，找到了结合这两种技术的方法。暑假期间，我正在湖南师大上生物竞赛培训班，白天需要上课和做练习，所以只能利用晚上的时间构思我的方案。那天晚上，我正在电脑上撰写实验方案，突然电脑死机了，等我重启电脑后，却悲哀地发现只剩前一天的文档记录了。离复赛交稿期只有两天了，可我的实验方案还没有最后完善。怎么办呢？我无可奈何地继续熬夜写我的实验方案，第二天还索性逃了一天的竞赛课，独自一人待在宾馆楼下的咖啡馆写。

可能是咖啡馆老板看我从早到晚都在用功，下午竟额外送了我一份珍珠奶茶。当时我正为实验方案中制作人工骨复合物的方法发愁，这部分也正是两种技术结合运用的关键，因为通常来说要让干细胞均匀附在打印材料上非常困难。现有的生物3D打印机都是把细胞放置在固态、干燥的环境下处理的；但是干



▲ CLIP 打印机原理图

细胞非常脆弱的，直接把干细胞堆砌上去恐怕效果很差，而且也非常费时。虽然导师向我推荐了一种CLIP液体打印机——这种改进的3D打印机采用了一种名为“连续液态界面制造”（Continuous Liquid Interface Production, CLIP）的新工艺，不仅能大大加快固化速度，而且还能让3D打印出来的作品表面更光滑细腻，非常符合我的要求，但是由于目前还没有将CLIP液体打印机用于细胞打印的先例，我还是不知道接下来该怎么处理，只好看着老板送我的奶茶，盯着里面的珍珠、魔芋发呆。

忽然，一个想法跳进了我的脑海：虽然CLIP液体打印机用的“墨”不是细胞，但是只要我们想办法把细胞包裹在墨里面，并且保证细胞不会闷死不就成了？抱着这种想法，我开始查阅材料化学论文，果不其然，有一种凝胶材料既有当液体打印机的墨的特性，又是很好的细胞兼容材料——常用于软骨修复。最后，我终于完整地设计出了制作复合物的方法，并按时交了方案。

在整个大赛将近半年的时长之中，

我体会到了许多在学校生活中无法体验到的感觉，我越加感受到自己是一个主动的探索者而并非是被动的参与者。而在大赛中与教授一次次的沟通以及我在茫茫的论文库中找寻有用材料时，我感受到的更多是思维的碰撞。我清晰地记得期末考前的一个星期，我还在熬夜写研究报告，驱动我坚持下去的已经从刚开始对于比赛的好奇，转变为对于再生/材料打印领域知识的探索。那段时间，每当我看到新的合适材料时，就会自然地联想到我的探究课题。

从初赛时只关注骨缺损的修补，到复赛时设计出打印细胞的新方法，再到决赛时找到将这种技术结合ips细胞分化的前景并衍生到其他脏器再生，我发现，这项研究的应用范围越来越广。不只是我的研究课题得到了升华，我觉得一个更大的收获是我认识到在科研过程中不断超越自我的信心以及脚踏实地的态度的可贵，虽然我知道真正拥有这些可贵的品质需要时间的积累，但我的心中已经打开了这样一扇门，我相信未来的探索会让我变得更加包容和务实。



曾何德乐
长沙市长郡中学

参赛方案

液态金属在脊柱病的神经修复和椎间盘复位上的应用

指导老师

柳华 浙江大学基础医学院干细胞组织工程系副教授，浙江大学求是青年学者。

当脊柱病恋上液态金属

用液态金属治疗颈椎和腰椎病，不仅有可能促进神经修复，或许也能与移动医疗相结合，提供个性化的治疗方案。

撰文 曾何德乐

脊柱病是指椎间盘退变、椎骨骨质增生以及脊柱部外伤劳损等病变引起脊柱内外组织结构平衡失调，刺激或压迫血管、神经、脊髓而产生的一系列症状，常见病种为颈椎病、腰椎病，被人们戏称为“不死的癌症”。

我那可怜的老爸饱受颈椎病折磨近20年，身为白衣天使的爷爷、奶奶、老妈却只能在一旁眼睁睁地看着，爱莫能助。天天目睹此情此景，我暗下决心，长大后一定要精学医术，帮老爸这样的患者解除病痛。万万没想到，祸不单行。近两年我也开始出现头痛、头晕、乏力、胸闷等症状，难道那个恶魔缠上了我？果不其然，一查CT（Computed Tomography，电子计算机断层扫描），结果显示颈椎生理曲度变直！

现在我和老爸同病相怜，不甘心的我，开始更加关注此类疾病的相关研究，每当看到有关脊柱病研究方面的新进展，我的脑海中就会闪现出一些奇思妙想。

据我所知，对于脊柱病来说，刺激和压迫脊髓、神经、血管从而导致的一系列临床症状是“标”，在最严重的情况下，脊髓和脊神经因受压后产生水肿和无菌性炎症，逐步变性并最终完全坏死，导致患者功能丧失、身体瘫痪。而脊柱病的“本”，也就是脊髓、神经、血管被压迫的最主要的原因，则是椎间盘退变

而膨出、突出、脱出。

然而，无论是对于脊柱病“标”还是“本”，现有的治疗方法，不是效果不明显，就是副作用很大。

机会只会降临在有准备的人身上。一天午餐时，学校食堂的显示屏上播放了一条新闻：清华大学医学院生物医学工程系刘静教授带领的研究小组把液态金属直接注入牛蛙被切断的坐骨神经之间，结果，神奇的一幕出现了，生物电信号能被液态金属高保真地从近端传输到远端，其性能远远超过其他移植材料。这一幕，当时在坐的同学并没几个人关注，但却深深地印在了我的脑海里。

看完报道，我陷入沉思之中，这项技术的研发还处在初级阶段，尚有许多研究空间。想想，这样想了好几天。有一天，我脖子疼得厉害，只好用力按压。忽然，灵光一闪：能否把液态金属用于颈椎病的治疗呢？

巧的是，那段时间我偶然看到了同学手中的《环球科学》，上面刊登了首届“亚洲生物医学未来领袖大赛”开始报名的消息。于是，我赶紧报名参加，并确定了以脊柱病和液态金属的结合为研究方向。

知道我报告参加比赛后，学校的老师和爸爸妈妈都很支持我，生物老师胡昆指导我看了相关的医学书籍，老爸买

来了一条猪脊椎骨和一个椎间盘模型。

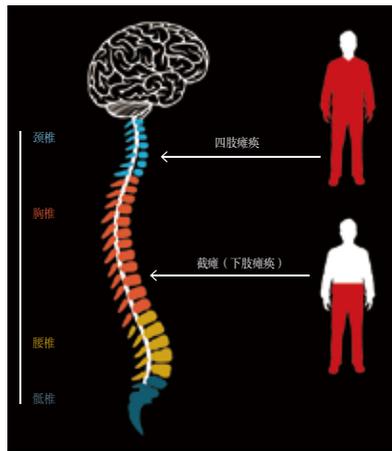
在详细地研究了刘静小组的实验以及液态金属的相关性质后，我根据“标本兼治”的思想，打算从两个方面利用液态金属：一方面修复因极端严重脊柱病而坏死的神经，另一方面修复已变性损坏的椎间盘。

经过近两个月的研究，我有幸进入了复赛，随后在浙江大学柳华教授的悉心指导下，我又进一步完善了最初的实验思路。下面就简要地向大家介绍一下关于这两方面的具体研究吧。

首先是神经修复。通过分析我发现，如果要想将刘静教授小组的实验应用到实际治疗当中，必须解决好以下3个问题：生物体的肌肉是活动的，液态金属（镓铟锡合金）会不会受外力挤压而断裂；镓铟锡合金具有一定的浸润性，会不会影响周围器官组织的正常活动；液态金属长期停留在人体是否安全，会不会干扰神经细胞的再生。

针对上述问题，我对医疗上常用的神经导管结构进行了改造升级。首先，把单管变成复合管，内管中注入液态金属，用导电水凝胶封口。这样，既可防止液态金属断裂，又可避免其浸入其他组织中而产生不良影响。同时，我把内外管之间做成多通道结构，它可以增加神经轴突再生的依附面积，并且更接近周围神经的生理结构。最后，在外管注入神经干细胞、神经生长因子、施万细胞（周围神经系统中的神经胶质细胞），为神经再生提供一个良好的微环境。

此处还借鉴了中学物理中并联电路的思想，在神经再生的过程中，另一条液态金属支路独立正常工作，从而使原



▲脊髓受创的症状与受创的部位有关。脊髓受创部位越高，造成的瘫痪越严重，因为四肢与器官的感觉和运动功能都位于脊髓上部。

来神经支配的靶器官维持正常功能，不至于变性萎缩。

多管齐下，新的神经就会长得又快又多。神经长好之后，再把液态金属抽出来，不留在人体内，这样就解决了刘静教授实验中的问题。

因为不同的人、不同的部位，神经的形状、大小各异。要想制造出理想的新型液态金属复合神经导管，还需达到“个性化”的目标。通过查阅资料，我发现飞利浦医疗新推出的DWIBS-PNI（人体外周神经磁共振弥散加权神经成像）能对神经、脊髓三维高分辨成像，只要再结合3D打印技术就可实现这一目标。

接下来就是椎间盘修复。目前脊柱病常用的手术疗法是颈前路椎间盘切除、椎间融合术（ACDF）和人工颈椎间盘置换术（ACDR），前者的缺点是破坏了正常的生理结构，造成融合节段的活动受限和邻近节段病变，后者的缺点是手术风险极大和并发症较多。

针对目前椎间盘治疗中存在的问题，我希望找到一种方法，既保留脊柱原有的生理结构又能阻止其对脊髓、神经等

的压迫。受到心脏起搏器的启发，我设计了椎间盘压力器。在椎间盘外面环抱一条液态金属带，并用芯片加以控制，使它在“+”“-”极作用下可产生向内的压力。

这个椎间盘压力器主要利用了液态金属的流动性和可控性，同时它还通过其中的微管巧妙地利用了帕斯卡原理（加在密闭液体上的压强，能够大小不变地被液体向各个方向传递），来放大压力。它能对突出的椎间盘向内施压、按摩、复位，除此以外，它还能由芯片控制释放电刺激，对椎间盘进行电疗呢！

能不能利用日益完善的“互联网”“物联网”“大数据”，让这个椎间盘压力器更加“智能化”“个性化”呢？我脑洞大开，又构想了许多方案，来对压力器的设计作进一步的扩展。

首先，我想把椎间盘压力器的芯片升级，使之能向手机无线发射数据，然后手机再与医疗机构相联，形成人体中的椎间盘压力器-手机-医疗机构智能网络。这样一来，手机就成了一个能随时显示椎间盘压力状况的中转站，既可联系位于互联网云端的医疗机构指导压力器工作，又可提醒主人调整姿势。

脊柱病和液态金属，乍一看似乎没有什么联系，但在我这个热心“红娘”的撮合下，脊柱病遇上液态金属，成就了一段“奇缘”。它们的结合不仅可能为修复坏死的神经和脊髓提供了新型优质的移植材料，还能为脊柱病的治疗提供一种专用的医疗器械和康复方法。当然，红娘也没白当，不仅得了奖，还提升了自信，这一切激起了我对医学研究的极大兴趣，多么美妙的事啊！



参赛方案

PM2.5大气污染物对未成年小鼠记忆力的影响及其机制

指导老师

邱爽 浙江大学基础医学系教授、博士生导师，主要研究方向为突触功能的分子细胞机制。

空气污染影响大脑发育？

我们都知道雾霾会影响呼吸系统，但 PM2.5 污染是否会影响婴幼儿尚未发育完全的神经系统？

撰文 郑雨夕

不知从什么时候开始，PM2.5悄悄潜入了我们的生活。街上的行人开始戴上了口罩，我们在每天查天气预报的同时又多了一项工作：查空气污染指数。雾霾绝对是这几年中国最受关注的话题之一。2015年12月8日北京雾霾达重度污染，官方首次启用红色预警，并建议中小学、幼儿园停课。大气污染已经严重影响到了人们的工作和生活了。

我最开始关注空气污染方面的问题是在2015年初，当时柴静制作了纪录片《穹顶之下——中国雾霾调查》，片中展现了许多触目惊心的数据。真正引发我思考的，是片中一个小细节。柴静问一位国外的医学教授，儿童在高度污染的环境下是否会产生适应性。答案是否定的，不仅如此，这位外国教授还表示，儿童的机体可能会因空气污染发生改变，并丧失部分机能。

我的问题便由此产生了。与正常环境下相比，生活在雾霾环境下的婴幼儿，大脑机能是否会发生改变呢？

查阅资料后我发现，PM2.5对神经系统的确会产生影响，不过目前只有一些流行病学数据，表明PM2.5会引发脑缺血性中风、帕金森病、神经源性炎症、抑郁症和阿尔茨海默病等疾病，其影响

机制尚不明了，且研究对象大都是成年人。未成年人的神经系统发育尚不完全，这会不会导致PM2.5对他们的影响更大呢？如此一来，我就定下了我的研究课题：PM2.5 大气污染物对未成年小鼠记忆力的影响及其机制。更具体点说应该是，设计实验方案，探究PM2.5在短期内是否会使未成年小鼠的学习记忆能力下降，甚至使小鼠的神经组织退化，进而影响小鼠成年后的学习能力。

刚开始想这个问题时，我并没有太深究，只是简单地构想将小鼠分组后，将实验组暴露在高度污染的环境中，一段时间之后，对两组小鼠进行一些基本的行为学检测，比如Morris水迷宫（学习与记忆研究的首选经典实验）、旷场实验（open field test）、强迫游泳实验和高架十字迷宫等，来探究小鼠的学习和记忆能力是否下降，情绪是否焦虑抑郁，然后进行比对。然而，这只是一个简单的初步构想，后续还有许多问题需要解决。

最开始需要解决的问题就是如何选择小鼠，以及如何分组。我的研究对象是未成年小鼠，未成年小鼠的定义也是有讲究的。实验应该从小鼠出生21天开始，此时，小鼠刚好断奶，不需再依赖母鼠，

让实验得以进行。一直进行三周，到小鼠出生49天性成熟后结束。

这个课题中的一个重点和难点就是如何将小鼠暴露在高度污染的环境中。在研究PM2.5对呼吸系统影响的研究中，通常会使用气管滴注染毒的方法。但要研究PM2.5对小鼠神经系统的影响，需要小鼠在一段时间内暴露在高度污染的环境中，有什么可行的方法呢？正当我毫无头绪之时，我的导师邱爽教授向我推荐了一篇哈佛大学1995年的文献，其中描述了一种名为粉尘气溶胶发生器的装置，可以将周围空气中的颗粒物浓度按比例浓缩。虽然这篇文献的年代已经比较久远，但这种装置正合我意。

接下来，如果我将小鼠分组暴露并进行行为学实验后，证明小鼠的学习和记忆力真的下降了，或是小鼠的确表现出了情绪抑郁焦躁，下一步要做的，就是回答为什么了。PM2.5究竟是怎样影响小鼠的学习能力与记忆力的呢？此时需要做的便是选择脑区。众所周知，不同脑区负责不同的功能。如果在行为学实验中观察到学习和记忆能力发生改变，就要重点研究海马区，如果情绪也变得抑郁，就应把杏仁核和前额叶脑区也列入研究范围，看看这些脑区的神经元形态有无改变。当然，还可以用特定的染色，观察胶质细胞——一种支持和引导神经元迁移，参与神经系统的修复和再生的细胞，因为PM2.5也可能导致胶质细胞形态上的改变。

在上述实验的基础之上，基本上可以判断PM2.5会不会对神经元或是胶质细胞产生影响。这样就可以进一步研究这些影响背后的机制。一个很关键的



▲ 2015年12月，北京市曾发布雾霾红色预警。

问题是，如果是神经元发生了改变，那么，这种损伤究竟是直接损伤还是间接损伤？在和邱爽老师讨论后，我们提出了几种可能的机制。如果是间接影响，PM2.5颗粒物可能通过心血管或呼吸系统引起血液供应的改变，或者产生炎症进而损伤神经元。如果是直接影响，颗粒物可能通过鼻后一种叫做嗅球的结构从颅底直接进入脑内，进而作用于海马区或是大脑皮层。

为了探究这个问题，我们可以进行一些体外培养神经元的实验。比如说把脑内的神经元直接体外培养，然后在培养液里加入PM2.5，看看是不是会对神经元有损伤，如果有损伤，那么至少存在直接作用的可能，当然也不能排除间接作用。如果没有损伤，那很难再假设PM2.5对大脑的影响是一种直接的神经元损伤。我们还可以体外培养胶质细胞，然后加PM2.5，看看是不是对胶质细胞有损伤。同样的，如果有损伤，那么PM2.5可能直接作用于胶质细胞，进而影响神经元。如果没有损伤，那我们基本上可以排除PM2.5直接进入脑内对神经元进

行损伤的可能。如此便可以初步得出结论，PM2.5可能是通过外周，比如进入血液然后损伤血管或引起缺血缺氧等其他因素影响大脑的。

不过，不管PM2.5的作用是直接还是间接的，我们都可以研究一下神经元发生了怎样的改变，以及它们形态改变的分子基础是什么。可以取特殊脑区检测某些蛋白，用RT-PCR（逆转录-聚合酶链式反应）检测一下应急、凋亡、营养因子等的改变，初步探测一下分子机制。

上述的都只是我的构想，并没有付诸实验。我想如果真的能够进行实验，并且能成功地证明PM2.5会使未成年小鼠行为更焦虑、抑郁，学习记忆能力降低，神经元形态发生变化，且这种情况甚至会延续到成年的话，那么这个研究将给全社会敲响警钟，人们会更加关注空气污染对未成年人的伤害，并意识到保护大气环境的重要性。

真心希望未来的一代能告别雾霾，从呱呱坠地起就能呼吸到洁净的空气，不必依靠口罩甚至罐装空气生活，而这需要我们现在就开始努力。



郑杭
广东省华南师范大学
附属中学

参赛方案

一种新型、便捷的生物降解PM2.5毒性成分药物的研制

指导老师

张雪 浙江大学医学院基础医学系副教授，研究方向为利用转基因动物研究呼吸系统疾病发病机制。

寻找降低PM2.5毒性的新药

在空气污染问题尚不能得到根治之前，能否研制出一种药物，解决城市污染带给我们的身体健康问题？

撰文 郑杭

小时候，我生活在北京。稍大，我回到了家乡广东潮州市，那是一个四线小城。现在，我在广州读书，如果有人问我，这三座城市，你最喜欢那一座，我会毫不犹豫地告诉他，是家乡。因为在那儿，我可以自由地呼吸清新空气。

经济高速发展，给我们的环境带来了难以逆转的破坏，城市规模扩大在给我们带来便捷生活的同时，也把我们变成了一台“吸尘器”。时至今日，大城市的环境污染，已成为一个亟须解决的问题，不仅制约了经济发展，还危害着人体健康。不幸的是，现在还没有比较好的根治方法，于是我想，在空气污染问题尚不能得到根治之前，能否研制出一种药物，解决城市污染带给我们的身体健康问题？带着这个问题，我参加了由浙江大学与《环球科学》杂志社主办的“亚洲生物医学未来领袖大赛”。

柴静在纪录片《穹顶之下》中提到，PM2.5中的最主要污染物是苯并[α]芘，所以在一开始参加初赛的时候，我的课题就是围绕苯并[α]芘展开的，主要研究的是苯并[α]芘对大鼠DNA及其后代的影响。刚开始的研究方案易于实施但创新性不强，因为我觉得可行性强的方案操作起来会更方便，所以当复赛时的

导师、浙江大学张雪老师建议我微调一下研究方向时，我一开始不太能接受，但是随着比赛的深入，我意识到作为中学生，我们在知识储备和科研能力方面都难以和科学家相比，而我们可以利用的就是灵活的大脑和无限的创意，所以我把眼光更多地放在了创新性上。

最终方案的诞生看似出人意料，却又是长期酝酿的结果。那天早上，我刚刚和张老师进行了一场“头脑风暴”。下午，天气不是很好，我坐在飘台上，一边吃着雪糕，一边望着灰蒙蒙的天空发呆，当雪糕上的奶油掉在手上的那一刻，一个灵感倏忽而至，我狼吞虎咽地吃完雪糕，跳下飘台，打开电脑，把这个在脑子里憋了很久的方案清晰地键盘上敲了出来。

我想研制一种预防型的药物，服用它后，苯并[α]芘对人体健康的影响将降到最低，这样就不用等到人体已经受到伤害之后再采取相应措施。初步设想的药物作用原理是这样的：在你进入到一个PM2.5浓度很高的环境前，先将药物喷入鼻子中，当你暴露在污染环境中时，已经存在于呼吸道内的药物就会发挥作用，识别出被你吸入呼吸道的苯并[α]芘，并将它降解或者形成痰液咳出。

初步想法形成后，便是繁琐的查找资料和撰写方案的过程。说易行难，真正动手查资料，才知道一个方案的实施要考虑的问题原来这么多。现在想想，那段时间真的是一段艰难的瓶颈期。随着一个又一个难以克服问题的出现，我的热情也开始一点点消减：一大堆看不懂却必须弄懂的专业术语，一本本艰深难懂却必须啃完的相关书籍，除此之外，还有如山一般的课内作业。在短短20天的暑假里，问题越来越多，仿佛杂糅成了横在我面前的一道难以跨越的障碍，真的感觉有些绝望。我是不是应该放弃？作为高考大军中的一员我这样做难道不是在浪费自己的时间吗？

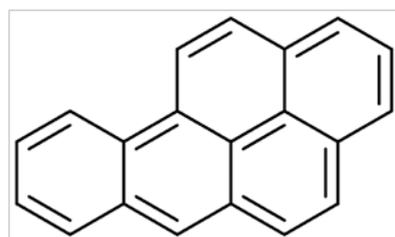
忍不住向好友诉苦，好友却只问了我一句，“这是你想做的事吗？”在愣了几秒以后，我知道他想表达什么了。无论走得再远，都不要忘记自己为什么出发，即使是迷路了，但只要那是我想做的事，就有了坚持下去冲破阻碍的理由。至于如何权衡梦想与现实，也就是高考在即和比赛的问题，也是对我学习能力和自我管理能力的的一个考验，人生没有一点挑战，又怎么算得上完整呢？

然后就是从头再来，从目的出发，理顺自己的思路，既然事情很多，那就一个一个慢慢解决。慢慢地我发现，其实也并没有那么难，一件事一件事完成以后，似乎其他的事情也就迎刃而解，变得比较顺利了。

刚开始参加比赛时，我们是以小组的形式参赛的，初生牛犊的我们心里怀着对生物医学未来的憧憬，报名参加了比赛。最好的朋友、最不可思议的创想、最有趣的思想碰撞，大家一起着手准备

方案，还拍了很高大上的纪录片。片中的我们，诉说着对生物医学的热爱，我印象最深的便是那句“给我们一个机会，我们还生物医学一个更好的未来”。正是这句话支持我渡过了大赛最艰难的时刻，因为我知道，我的梦想不是一个人的梦想，是我们一群人的梦想。

最后的成果上只有我一个人的名字，真的很内疚，因为比赛规定只能以个人名义参赛，所以我们的团队在权衡之后决定，由我代表小组参加了比赛，其实这份方案，是我们每一个人的心血，所以在瓶颈期时，真的很怕自己毁了所有人的心血，诚惶诚恐，真的非常庆幸自己能坚持下来。



▲苯并[α]芘的结构式

在一切都准备妥当之后，撰写方案是比较快的，记得我在一天的时间里就写完了整个方案，从早上七点到晚上八点，整个人泡在书房里，对着电脑，比较顺利地写出了方案，第一次体会到那种感觉，一种与世隔绝、百分之百投入的感觉，以前一直觉得科研工作枯燥无味的，第一次感受到了科研的乐趣。那种全身心投入的感觉真的很棒。

方案完成后便是无尽的改稿。以前并不明白大学、研究生阶段究竟可以教会一个人怎样的能力，直到在改稿的过程中，在和张雪老师的交流中，我才体会到。张雪老师是以要求大学生甚至研

究生的方式来要求我的，事无巨细，每一个标点、每一个断句，都要做到最好。终于，我们在截止日期之前完成了最后一稿的修改，确定了方案。

最终方案中，我选择了用微生物共代谢的方法来降解人体内的苯并[α]芘。因为在张雪老师的帮助下，我查到《自然·免疫学》杂志上有一篇综述指出，人的呼吸道内存在大量细菌与真菌，这与我之前认为的呼吸道是无菌环境的观点大相径庭，也为我的研究方案提供了可能。在进行了大量的比对之后，我发现呼吸道内存在有与苯并[α]芘优势降解菌相似的菌种。接下来就是设计实验，首先要对生理状况相似、体型相同的大鼠注射不同品种、不同浓度苯并[α]芘降解菌；然后对生活在相同浓度的苯并[α]芘环境中的大鼠进行尿检；最后，根据大鼠尿液中的苯并[α]芘含量，得出最适菌种和最适浓度。

虽然最后由于条件有限，我没有进行相关实验，但如果能成功找到该菌种，我们就有望研制出一种新型生物药剂，可以在不引起机体排斥、不产生其他炎症的前提下，在人体吸入的苯并[α]芘到达肺部并对肺部造成伤害之前，将其清出体外或彻底降解，这也许会有助于治疗由空气污染物导致的疾病。

回想着一路走来，我曾好几次说要放弃，每一次都好像有难以克服的理由。但最终在别人的帮助和自己的坚持下，我还是跨越了这些障碍。我想，或许这便是这个研究方案于我最大的意义，这次活动带给我的，是严谨的科学态度，是咬牙克服困难的坚持，是不忘初心，方得始终。



参赛方案

UCPs在肥胖引起的脑组织线粒体损伤中的作用

指导老师

罗建红 浙江大学医学院基础医学系教授、博士生导师，研究方向为突触功能的分子细胞机制。

阿尔茨海默病和肥胖有关系吗

如果导致体重增加的生活方式，反而降低了阿尔茨海默病的风险，那两者之间究竟存在怎样的联系机制呢？

撰文 程紫薇

去年4月，在浏览生物谷网站时，我看到一篇题为《肥胖竟能降低患痴呆症风险》的科普短文。文中介绍说，发表于《柳叶刀 糖尿病与内分泌学》(Lancet Diabetes & Endocrinology) 杂志上一项研究显示，体质指数 (BMI, 用体重千克数除以身高米数平方得出的数字，是目前国际上常用的衡量人体胖瘦程度的一个标准) 过低 (BMI<20) 的人患阿尔茨海默病的风险最高。在这项研究中，研究人员对200万名英国中年人进行了持续20多年的追踪调查，结果发现超重者患上阿尔茨海默病的风险比正常体重的人低18%。

这一结论和人们的常识大相径庭，也与很多之前的研究结论相悖。虽然无法考证短文的真实性，但超重和阿尔茨海默病之间是否存在相关性这一问题却留在了我的脑海中。这两种疾病都是都是当今人类面临的最紧迫的健康问题之一。如果导致体重增加的生活方式，反而降低了阿尔茨海默病的风险，那两者之间究竟存在怎样的联系机制呢？另外，能否通过对某一环节的有效干预，既降低患上阿尔茨海默病的风险，同时又不至于导致超重呢？

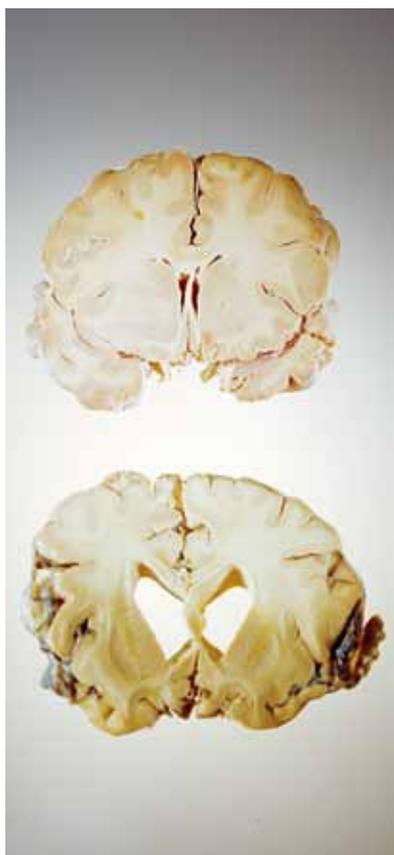
正在这时，我看到了“首届亚洲生

物医学未来领袖大赛”的报名信息。此时，距离报名截止日期仅有三天，虽然时间紧张，但我依然决定参加。自然而然地，针对超重和阿尔茨海默病相关性的探讨成为了我的研究主题。

我开始查阅有关超重、阿尔茨海默病的专业文献，打算从能量代谢入手，去寻找问题的解决方案。一种名为解耦联蛋白 (Uncoupling Protein, UCP) 的线粒体蛋白质，引起了我的注意。解耦联蛋白是人体能量代谢工厂 (线粒体) 内膜上的一种载体蛋白，在线粒体能量代谢中起着平衡作用，它能将质子从线粒体内膜渗漏到线粒体基质中，减缓氧化磷酸化过程 [指物质在体内发生氧化，为二磷酸腺苷 (ADP) 与无机磷供能，合成三磷酸腺苷 (ATP) 的偶联反应]，从而减少三磷酸腺苷的合成，并产生热量。研究人员已在哺乳动物体内发现了5种不同功能的解耦联蛋白 (UCP1-5)，值得注意的是，由于解耦联蛋白的作用，随着膜两侧质子浓度差的降低，对线粒体和细胞有严重伤害的一些强氧化物质 (Reactive Oxygen Species, ROS) 的产生量会降低，也就是说解耦联蛋白可以降低ROS含量，保护细胞免受强氧化物质的伤害。

阅读文献时我惊奇地发现，在肝脏和心肌细胞中，UCP2、UCP3和ROS间可能存在负反馈调节机制（当一个变化产生时，调节机制会减弱这个变化使之回归正常，这便是负反馈调节）。许多动物实验表明，当高脂饮食诱导的体重增加导致细胞内脂肪酸大量分解、ROS含量增多时，编码解偶联蛋白的mRNA的含量和表达量也会增加。更有趣的是，解偶联蛋白在脑部也有大量分布，尤其是UCP4和UCP5，在下丘脑等多个脑区，两者的mRNA含量明显高于脂肪组织，生理功能也与UCP1~3有一定差别。那么在脑部会不会也存在这种负反馈调节机制呢？这种负反馈调节机制在脑部是否行得通呢？易使人发胖的生活习惯是否触发了这种保护机制，在一定限度内保护了神经元，减缓了衰老过程，使较胖的人不易患上阿尔茨海默病等神经退行性疾病呢？如果能设计实验验证这种假设，《柳叶刀·糖尿病与内分泌学》上那篇论文的统计结果就不难理解了。由此，我提出了《胖子和瘦子谁更容易痴呆——基于线粒体解偶联蛋白角度的讨论》的研究方案，并有幸进入复赛。

基于研究方案，我选择了从事神经生物学研究的罗建红教授为导师。很快，我就收到了罗老师的第一封邮件，这位令我有些敬畏的大学教授态度谦和，非常有条理地指出了我的初稿在内容、逻辑方面存在的问题，并提出了修改建议。罗老师告诉我，作为科研文章，我方案中的“胖子和瘦子”用词十分不严谨。在生物医学领域，超重、肥胖等概念都有一定的量化指标，科研用语要准确、规范。不仅如此，在格式上，罗老



▲阿尔茨海默病会破坏患者大脑（下图）

师也细致入微到对诸如首行缩进的空格数、逗号分号的使用规范等予以严格要求。科研就是科研，从内容到形式，每个环节都要有理有据，一丝不苟，这是接触罗老师这样严谨的科学家后，我的第一个感触。

在罗老师的建议下，我围绕超重、解偶联蛋白与阿尔茨海默病等主题又阅读了大量文献，结果发现其间的关系用“剪不断、理还乱”来形容一点都不夸张，随着专业文献阅读范围的扩大，我原本的想法——如何设计实验去证实或证伪，不仅没有越来越清晰，反而变得越来越混乱。这时，罗老师又告诉我，当前任何一种疾病的诱因和影响都是广泛的，其间可能存在多种信号通路，各种

信号通路之间能否像一张网一样关联起来，正是研究者孜孜以求要探索的问题，而根据我现有的知识背景，把从超重到阿尔茨海默病的各种信号网路中的全部信息碎片都考虑进来，去设计研究方案，并不利于问题的深入研究。为此，他建议我放弃与超重关系较远的阿尔茨海默病的概念，直接聚焦到超重对线粒体功能的影响方面。这种思路上的启发使我一下子豁然开朗起来，三四次邮件往来之后，我的方案基本完善。

暑假，随着复赛大幕的拉开，我踏着热浪来到浙江大学所在的杭州市，与来自全国各地的选手会面交流，再一次感受到比赛的别样魅力。谈及各自的研究项目，我发现相较于我对于一种蛋白质分子如何参与引发疾病发展进程的研究，其他选手关于脑机接口技术、癌细胞由坏转好的方法显得更具活力；pm2.5对人脑发育的影响则与生活更加密切相关。这些交流冲击着我的思维，也带来无限的快意。虽然原本期待的在决赛中通过测量大鼠脑部解偶联蛋白的表达量，对自己的假设进行实验验证的愿望没有实现，但决赛前夕，罗老师的助手邱爽老师指导我完善实验方案直到星光满天的情景，深深地留在了我的脑海中。

在参赛的几个月中，我学到了太多，也体验到了太多，接触到了真正的科研工作者，也结识了一群与我一样对生物医学有兴趣的同龄人。我知道，那场至今难忘的决赛答辩，远不是这段旅途的终点，恰恰相反，它是一个新的起点。超重对人类健康的影响是多方面的，我会以这次大赛的收获为基石，去追逐这个领域更大的科学梦想。



营员在爱丁堡解剖博物馆门前合影

英国爱丁堡大学&剑桥大学 生物医学冬令营回顾

2016年年初的这个寒假，在首届“亚洲生物医学未来领袖大赛”中获得一等奖和二等奖的选手，与《环球科学》一起，前往英国爱丁堡大学和剑桥大学，接受生物医学的科研训练。在两所世界名校中，获奖选手与科学家零距离交流，参观重要的实验室，聆听前沿生物医学讲座，在科学家指导下亲手开展生物医学实验，这些经历，让他们更加深刻地了解了生物医学研究，为他们打开了一扇窥见未来的大门。

爱丁堡大学是一所成立于1583年的世界顶级学府，同时也是全英第六古老的综合性大学，学校位于英国爱丁堡市。根据最新的QS世界大学排名，爱丁堡大学被列为苏格兰首位，

英国第六位，世界排名第二十一位。爱丁堡大学产生过17名诺贝尔奖得主和3位英国首相，并为罗素集团、Universitas 21、科英布拉集团及欧洲研究型大学联盟成员。

剑桥大学是英国也是全世界最顶尖的大学之一，英国许多著名的科学家、作家、政治家都来自于这所大学。剑桥大学还是英国的名校联盟“罗素集团”（Russell Group of Universities）和欧洲的大学联盟科英布拉集团（Coimbra Group）的成员。剑桥大学始创于1209年，是英语世界里第二古老的大学，也是诞生诺贝尔奖得主最多的高等学府，共有90名诺贝尔奖得主现在或曾经在剑桥大学学习或工作。

冬令营主要课程

爱丁堡大学

生物医学讲座、课程学习
实验（心脏解剖及心血管学）

剑桥大学

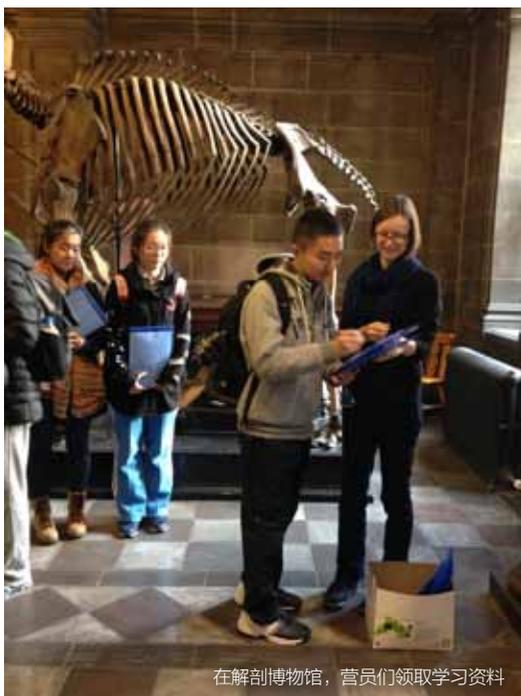
生物医学讲座：疼痛基因、探索痛觉
传导机制
参观剑桥史考特极地研究中心
剑桥地质学博物馆
剑桥贵兹威廉博物馆
剑桥晶体数据库中心并聆听讲座

帝国理工学院

生物医学讲座
参观质谱实验室、核磁共振实验室

其他行程

参观爱丁堡市中心
参观圣吉尔斯大教堂
苏格兰国家博物馆
参观牛津大学
参观大英博物馆
游览伦敦眼
参观威斯敏斯特宫、大本钟、白金汉
宫等参观英国自然历史博物馆
参观麻醉学历史博物馆
参观英国牙医博物馆
参观大英博物馆



他们收获了什么？

蔡汉齐

英国是怀旧与安静的，这里的城市更像是现代与古代交织的一幅油画，宁静、温馨；这里的大学似乎没有校区这一说，学院是分散、开放式的，而且没有高高的围墙，大家自由进出，与周围的社会融为一体。在爱丁堡大学，我们和指导老师共同完成了一个演讲，收获了知识之余，也收获了友谊。

林琦妍

在爱丁堡大学，我们和教授们一起，通过简单有趣的实验，研究咖啡因为什么能对神经系统产生影响，在这个过程中，我们学会了如何通过实验来获得数据，进而得出结论的思考路线。

肖达

离开爱丁堡大学前，老师给我们看了一段心理学的视频。根据要求，我们专注于数运动员传球的次数，却没有发现途中有一只熊混入。老师通过这个视频告诉我们：人往往只能同时专注于一件事情，而科学家在做实验时，却需要注意到所有的事情。只有记住这一点，才能成为一个优秀的科学家。

周语欣

英国的风真大，但所到之处，人们仍然穿梭在大风中，步履匆匆、风雨无阻！无论是在爱丁堡大学、剑桥大学、牛津大学还是帝国理工大学，抱着书本快速前进的大学生们都营造着一种浓郁的学习气氛，让一向懒散的我也变得紧张了起来。

邵钧立

拿起解剖刀解剖羊的心脏是一件既紧张又有趣的经历，以前只在教科书中看到过心脏的图片，因此实物解剖给我带来了许多挑战，常常因为用力不当破坏一些细微的组织结构，在爱丁堡大学生物学教授的耐心指导下，我终于掌握了节奏和方法。

曾何德乐

大本钟、福尔摩斯、鸦片战争、苏格兰风笛……英国这十日的游历不长，却足以成为一生铭记的美好。

郑雨夕

在英国的这10天，我们追随的是伟人留下的足迹，徐志摩的墓碑、哈利波特作者J·K·罗琳曾经常常驻足的大象咖啡馆、圣三一学院前牛顿的苹果树……都留下了我们的身影。

程紫薇

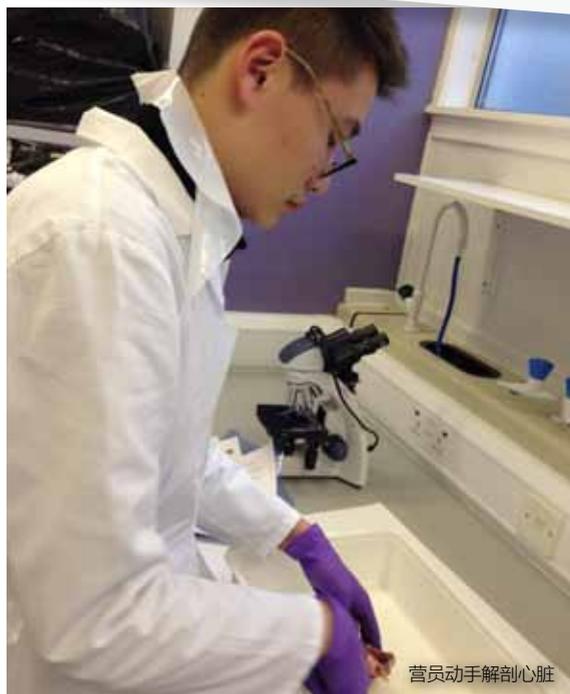
在成功纵向解剖一颗心脏后，爱丁堡大学的老师端来一颗横向解剖的心脏，问能否从横截面判断它摆放的方向。从书本上我们知道，左心负责体循环，需要的力量比右心负责的肺循环大得多，因此横截面看起来心肌更厚。用手指触摸，左侧硬而右侧相对柔软，直观的感受加深了我的理解。



与爱丁堡大学生物医学专业的博士生交谈



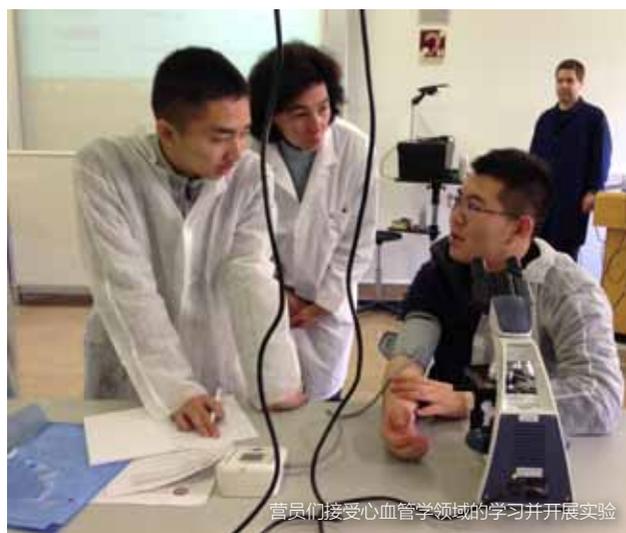
游览英国地标性的景点：伦敦眼，曾是全球最大的摩天轮



营员动手解剖心脏



听完讲座后，营员与剑桥大学的教授进行更多的交流



营员们接受心血管学领域的学习并开展实验



爱丁堡大学的自习教室



参观牛津大学基督教堂



扫描二维码

参加第二届“亚洲生物医学未来领袖大赛”