



陈晓光(中)说,他现在最享受的时刻,就是带着学生在实验室里“和蚊子斗智斗勇”,并且把“科研成果写在祖国大地上”

2026年6月23日 星期二

责编 潘玮倩  
美编 张江  
校对 苏敏

陈晓光至今记得1985年那个让他纠结万分的春天。第一军医大学(现南方医科大学)的保送研究生名单下来了,他名列其中。可一道规定让他傻了眼——应届生不准考临床,只能去基础专业。他被分配到寄生虫学研究室。

“当时真的很痛苦。”陈晓光回忆:“学医的谁不想当医生?悬壶济世,很体面。”

这个“被迫”走上公共卫生之路的年轻人,如今已是国务院政府特殊津贴专家、南方医科大学公共卫生学院教授。20多年来,他和蚊子较上了劲,不仅首先揭示了全球首个白纹伊蚊全基因组序列,还在研究一项可能颠覆人蚊“战争”格局的“黑科技”——基因驱动技术,简单说就是:把雌蚊变成雄蚊,让蚊子“生不出女儿”,吸不了血,传不了代,最终让蚊群“断子绝孙”、自行崩溃。

这条路,他是怎么想到的?又是怎么一步步走过来的?



陈晓光办公室里,一只被放大了1万倍的蚊子模型

### 被“逼”出来的蚊虫专家

1985年,中国的大学生还是“天之骄子”,研究生更是凤毛麟角。保送读研的机会摆在面前,放弃?舍不得。读?又不是自己想要的专业。

“当时特别纠结,彷徨了很久”,陈晓光说,“最后还是说服自己读了”。硕士三年,他天天和蚊子、苍蝇、寄生虫打交道。“刚开始真的不喜欢,觉得枯燥。别人做临床的,病人治好了多有成就感。我呢?整天在实验室里看蚊子。”

转机出现在他发现一个“不解之谜”时。

广东常年被登革热困扰。政府年年投入巨资灭蚊,可蚊子似乎“越灭越多”。2014年广东爆发大规模登革热疫情,仅广州就有近一半面积喷洒了杀虫剂,花费近2亿元。

“我就想:为什么?”陈晓光说:“我们对传染病太熟悉了——传染源、传播途径、易感人群,三个环节切断一个就行。可登革热呢?输入性病例防不住,疫苗还没有,特效药也没有。唯一能下手的就是蚊虫。可蚊虫的生命力太强了。”

蚊子在地球上已生存超过一亿年,

而人类谱系的历史不过数百万年。陈晓光警觉的是:2015年到2017年,他在广州不同区域采集白纹伊蚊标本测试,发现蚊子对常用的拟除虫菊酯类杀虫剂已经产生“高抗性”。实验室数据更惊人:只要六代,也就是六个月,蚊子就能进化出抗药性。

“你想想,一万只蚊子里可能有一只恰好基因突变,能抵抗杀虫剂。这一只活下来,它的后代全带着抗性基因,几个月就把‘耐药基因’传遍了整个种群。我们不能一直依赖杀虫剂,我们更需要一种革命性的技术。”他说。

### 读懂蚊子的基因组“天书”

2010年,陈晓光有个想法,能不能把白纹伊蚊的基因组弄清楚。“你要打赢一场战争,总得把对手拆解清楚吧?”

然而,他自己也没预料到这个工作的难度。“蚊子的基因组有多大?相当于人类的三分之二,有大量的基因储备——这就是蚊子能生存一亿多年的‘秘密武器’。而且它的基因组里重复片段极多,几百个片段完全一样,像一本重复印刷了几百遍的厚书。我们测了625倍的覆盖度,还建了10kb的长片段库,才终于把它搞清楚。”前后花了五年,投入了约400万元,当时这笔巨款是很多人不敢想象的。

功夫不负有心人。2015年,陈晓光团队完成全球首个白纹伊蚊全基因组序列测序,成果发表在国际著名学术期刊上。读懂基因组的“天书”后,陈晓光终于找到了三个关键突破口:

第一,搞清楚了蚊子的性别决定机制。蚊子有一个“雄性决定基因”,只要动一动这个基因,雌蚊也能变成雄蚊。第二,搞清楚了蚊子的嗅觉机制。蚊子长距离寻找“血源”,靠的是触角上的嗅觉受体。人呼出的二氧化碳、皮肤散发的气味分子,都是它的“导航信号”。第三,搞清楚了蚊子的“五星级产房”偏好。白纹伊蚊喜欢黑色、小积水,安静

的环境。一个废弃的轮胎内侧,就能让它的卵安然度过几个月旱季,一场雨一下,五到七天就能羽化成蚊。

“其实,只有基础研究做扎实了,才能给应用研究指明方向。”陈晓光说出了科研实践的真正意义。

### 把蚊子工厂变成“男人国”

有了基因组这把“钥匙”,陈晓光开始构思一个颠覆性方案。“其实原理并不复杂,因为吸血的只有雌蚊,而且雌蚊一生只交配一次,如果让雌蚊越来越少,蚊群不就越来越小?”陈晓光说,传统的做法是“绝育雄蚊”——放出去的不育雄蚊和雌蚊交配后,雌蚊产下的卵无法孵化。但这方法有个缺点:需要持续大量释放,成本高,而且不育雄蚊在野外通常竞争不过野生雄蚊。

陈晓光走了另一条路:基因驱动。研究团队借助基因编辑技术构建了一个“雄性决定基因元件”,在蚊卵早期胚胎阶段将其导入白纹伊蚊的基因组中,胚胎的性别发育通路随即被重新调控,最终大多发育为雄蚊。更重要的是,这一基因元件具备“超孟德尔遗传”特性——向后代遗传的概率不是常规的50%,而是高达75%甚至更高,能在野外蚊群中快速扩散,代代相传后,种群后代将以雄蚊为主。

到底何意?陈晓光说,这个技术就是让转基因雄蚊和野生型雌蚊交配后,第一代雄雌比例从1:1变成了3:1(三雄一雌);第二代变成8:1;第三代变成15:1;这样逐代繁殖下去,雄蚊数目越来越多,雌蚊数目越来越少,最终蚊子的生殖繁衍会受到严重影响,种群可能消亡。他们实验室的小窝实验研究显示:到第六代,种群数量被压缩了60%;到第十代,压缩了90%。

而且这种转基因雄蚊的“竞争力”极强——长得快、个头大、“性欲强”,交配有优先权,能轻松竞争过野生雄蚊。其实验室小窝实验研究显示:到第二代,转基因雄蚊就可以100%取代野生

型雌蚊。更重要的是,雄蚊只能与同种的雌蚊交配,而且雌蚊一生只交配一次,一旦和转基因雄蚊交配,它的“一生”就注定了:后代里几乎全是雄蚊,雌蚊越来越少,最终无法有效交配。

“我们在实验室已经实现了从源头破坏蚊子繁殖能力的目标。”陈晓光说:“这可能是控制媒介蚊虫、防治蚊媒传染病的革命性措施。”

### “灭蚊会不会破坏生态?”

这是陈晓光被问得最多的问题。“我们在乎,而且这个问题非常重要。”陈晓光说:“任何一项新技术,不但要探索其有效性,更要论证其安全性。”

他给记者讲了DDT(有机氯类杀虫剂)的故事。20世纪,DDT曾被誉为了“灭蚊曙光”,疟疾发病率一度降低了35%。可它难以降解,在土壤、水体、生物中广泛残留,鱼虾受影响,鸟受影响,整个食物链都受到冲击——这就是《寂静的春天》里描述的场景。

“但我们现在的技术和DDT完全不一样。”陈晓光说,现代杀虫剂大多容易降解;而基因驱动技术更是“精准打击”——只针对特定蚊种,而且一旦发现问题可随时终止。更重要的是,白纹伊蚊在整个生态链中并没有“不可替代”的位置。“全世界昆虫占所有物种的80%,蚊虫只是其中极小一类。全世界蚊子近4000种,能传播疾病的不到100种。白纹伊蚊又是这100种中的一种,而且它的分布有地域特征,生态位并不独特。”

“蚊子的确是一些鸟类、鱼类的食物,但都不是唯一食物。”陈晓光说,“我们的目标也不是彻底灭绝蚊子,而是把它的密度降低到不足以引发大规模传染病的程度,降低到不干扰人的正常生活。”

“从目前的研究看,这个目标不会对生态造成任何灾难性后果。当然,一切认识都在深化,这也是我们反复论证、希望下一步能在封闭环境下做这项

技术的有效性和安全性测试的原因。”

“没有不好的专业,只有走不通的路”

在陈晓光办公室,有一只被放大1万倍的蚊子模型,特别精致。而他社交媒体微信朋友圈的头像也是一只蚊子。显然,他很热爱他的灭蚊事业。

从“被迫”人行公共卫生,到很享受与蚊虫打交道,这中间到底发生了什么?他笑着对记者说:“一开始也很枯燥苦恼,但做着做着,沉下心来,就发现很有趣。所以,人生不在于选择了哪条路,而在于能不能把这条路走通。有些路看上去宽阔,像临床医学,可进去很多‘坑’;有些路看上去窄,像公共卫生,可你坚持走通了,照样能到达顶峰,一览众山小。”

他也用自己的经历证明了这一点。据了解,陈晓光教授主持了19项国家自然科学基金,其中6项是重点项目(单项资助约300万元);他还拿过美国国立卫生研究院的基金、世界卫生组织的项目。“过去我国经济不发达,主要是‘治已病’,临床医学因此有成就感。现在国家提出《“健康中国2030”规划纲要》,强调以‘预防为主’,所以我们要从‘治已病’转向‘治未病’,从‘亡羊补牢’转向‘未雨绸缪’,公共卫生与预防医学大有可为。”

“七十二行,行行出状元。关键是沉下心来,脚踏实地,既要仰望星空,又要坚持不懈,砥砺前行。”陈晓光说,他现在最享受的时刻,就是带着学生在实验室里“和蚊子斗智斗勇”并且把“科研成果写在祖国大地上”。

“你看,现在我头发全白了,但灭蚊我们还有很长的路要走。”从被动选择到主动深耕,从传统消杀到基因驱动,从实验室研究到现场应用——这条路,他走了20年,还将继续走下去。而这条路给我们的启示,远不止于防一只蚊子——它关乎一个人与命运的周旋,一门学科与时代的共振。

## 佛山三水“红头巾”下南洋往事

两千多个“大妹”,“做最辛苦的工作,赚最干净的钱”

文/羊城晚报记者 李煥坤 图/羊城晚报记者 周巍



陈群老人

红头巾展览馆一角

由佛山三水区委统战部、区侨联主办的三水侨批专题展,正在红头巾展览馆热展。展览中有一封信,写于1947年,从三水寄往新加坡。信里提及,大妹因丢了人家的牛,要赔钱但凑不齐,“为望至谨切(设)法借水脚我过来”。

大妹是谁?她真的去了新加坡吗?她后来怎么样了?顺着这封信,记者慢慢了解到一个不被大众熟知的群体。她们在历史上有一个统一的名字——红头巾。

### 三水妇女漂洋过海到新加坡盖楼

这封信的提供者叫麦国培,是三水文史专家、侨批收藏家。麦国培手里这封信,他反反复复看

过很多遍。麦国培告诉记者,通过对信件地址周边邻居的查访,可以确认,信里的大妹后来真的下南洋了。

“当时在三水,这种情况可太普遍了。”麦国培说,1841年就已经有三水人到新加坡谋生了。据统计,靠着同乡同村帮带,三水有近6万名新加坡华侨。

二十世纪初,正值新加坡经济腾飞,需要大量廉价劳工,对女性劳工的政策也相对宽松。于是,一批接着一批的三水妇女,漂洋过海前往新加坡,成为建筑行业中的一支主要力量。

“工作时间为避免飞沙走石,她们就用浆硬的红布折成方形的帽子套在头上,这样不仅能保障安全,还能遮阳挡雨,久而久之大家就叫她们‘红头巾’。”麦国培说,这个群体形成于20世纪20年代,到20世纪70年代逐渐消失,先后共两千多人,大妹,就是其中之一。

### 把饭藏在被窝里留着下一顿吃

大妹当上红头巾后过得怎么样?那户人家的书信里找不出端倪。好在,一位返乡红头巾后人的回忆,帮我们揭开了那段日子的一角。

12年前,105岁的老人陈群在三水家中安然辞世。如今,77岁的孙子邝毅初仍然记得,奶奶百岁生日那天,记者来采访,给她拍照。她把红头巾戴上,对着镜子左看右看。

“那顶红头巾,她戴了大半辈子。”邝毅初说,奶奶回乡后,时常常跟他讲起过去的日子。一根扁担,两桶水泥,少说上百斤,最高要爬十几层楼,很艰苦。

陈群晚年时,主要由邝毅初照顾。他告诉记者一个细节:有一回天冷,陈群坐在床上盖着被子,他端饭过去。吃完饭他想帮奶奶洗碗,奶奶不肯给。他找来找去找不到那碗,最后发现奶奶把碗藏在被窝里。“因为什么?因为碗里还有几口剩饭,她舍不得,想留着下一顿吃。”邝毅初还强调说,奶奶在新加

坡的十八年,“过年没有吃过一只鸡,买块肥肉就算庆祝了”。

在新加坡三水会馆,收藏展示着红头巾当年用过的餐具。会长何国伟告诉记者,她们十分节省,自己腌一点咸菜,一吃就是一天。她们还会自己找一根铁棍,钉在木头上,磨出锋口,做开罐头的工具。

就是这样一群女子,用瘦小的肩膀,一砖一瓦帮着建起了新加坡的高楼大厦,融入新加坡的现代化建设浪潮中。“她们的事迹,被写进了新加坡的小学课本;她们的形象,被铸成城市和博物馆的塑像;她们的精神,被新加坡华人华侨所铭记。”何国伟说。

### 赡养家人之外还给国家创造了侨汇

红头巾在新加坡干着繁重而危险的建筑工作,省下的钱几乎全寄回了家乡。

邝毅初现在住的三水范湖赤东村的房子,就是奶奶陈群出了一部分钱建的。“家里碰上什么事,她多少都会寄点钱回来。”邝毅初说。

三水侨批专题展展出一批侨批,也印证了这种牵挂。三水芦苞一位叫洗钻好的女子,去了新加坡当红头巾,每年都有一笔固定的钱寄回来。“有段时间当地限制对华汇款,洗钻好为了能把钱寄回来,就一直换名字寄。有时候用夫家姓‘卢氏’,有时候只写‘洗钻’。”

同一个人、不同名字的寄汇记录,清清楚楚显示在侨批上。“你看到这些信,会很感动。”麦国培说,“她不只是在照顾一个家,她是在想方设法冲破封锁,把钱送回去。赡养家人之外,还给国家创造了侨汇。这种认同是对家乡的认同,对祖国的认同。”

在红头巾展览馆的墙壁上,有一句醒目的标语——“做最辛苦的工作 赚最干净的钱”。麦国培表示,红头巾的自重、自爱、自立、自强,让她们成为一个时代的文化符号。

这个符号正在被更多人看见。今年4月,粤剧电影《红头巾》正式开机,电影《星岛女孩》即将开拍。何国伟说,历史资料和学术研究固然重要,但对年轻一代来说,电影、电视剧、纪录片,更容易引起他们的共鸣,更容易让他们走近那些人物,走进她们的内心。

有本版新闻线索 请扫码加群爆料



二维码6月29日之前有效