

樊登：各位好，我们今天非常荣幸地来到了华大基因在深圳的总部。我们今天作者光临的这位嘉宾，我相信很多人都非常喜欢，他就是著名的科学家，也是科普专家——尹烨老师，欢迎您。

尹烨：樊老师好。

樊登：您在 *Nature*、*Science* 上都发过很多文章。

尹烨：很多就是团队的功劳，与有荣焉，我也是其中的一分子。

樊登：如果在大学里的话，发一篇基本上就评教授了。

尹烨：*Nature*、*Science*，估计会，肯定的。

樊登：那您为什么还经常跟人谦虚说您不是科学家？

尹烨：其实那就是个称号。我们最怕的就是被别人标签化，比如说，好像科学家就不能是企业家，所以退一步，叫我科研工作者，甚至是科普工作者，可能更好一些，因为真正的科学家还挺难当的。

樊登：您谦虚了。尹烨看起来很年轻，其实他成名是在 2003 年 SARS 期间，那时候他所做的科学研究就已经为当时的抗疫做出了很大的贡献。所以我们不仅是要感谢这些科学家，更要感谢科普工作者。

您写的这本书叫《生命密码：你的第一本基因科普书》，我已经看过了，非常有意思。咱们先从一个最好玩的事说起，就是您在这个书里边说到：大象为什么不得癌症？这跟基因有关系吗？

尹烨：它其实就是一个很简单的道理，比如说，人类为什么不能摆脱癌症，或者说物种为什么不能摆脱癌症，是因为癌症可能好的时候是孙悟空，不好的时候就是六耳猕猴。这两个是一个猴，它是一个细胞的佛魔两面。

樊登：六耳猕猴就是孙悟空。

尹烨：就是孙悟空，实际上就是孙悟空。我们看吴承恩的作品，其表现形式就体现出来了，一个是善的，一个是恶的。那从这个意义上讲，我们细胞在正常条件下都是“孙悟空”，但如果“紧箍咒”念多了、“五行山”压久了，（发生）物理的、化学的、生物的突变了。我们说每个细胞里都有这种所谓的原癌基因，相当于“油门”踩到底了，通常“油门”踩到底的时候我们要踩“刹车”，“刹车”就叫抑癌基因。这两个基因之间的关系本来就是一个道魔消长、互相配合的关系，这个细胞就

可以正常地进入到一个细胞周期。怕的就是“油门”踩到底了，“刹车”坏了，在这个情况下细胞就变成癌细胞了。

樊登：一路狂奔。

尹烨：它狂奔的过程中先要通过你的免疫系统，如果免疫系统比较年轻、抵抗得住，那就直接把它杀了，如果免疫系统没抵抗住，它就转移了。

樊登：有那种 NK 细胞什么的。

尹烨：自然杀伤细胞，等等。我们现在做的很多免疫治疗也是这个道理。就是说“刹车”“油门”这两个东西失灵了，“油门”在狂奔，然后“警察”又没有拦住，慢慢地它“占山为寇”，远端转移，这个时候它扩散甚至是转移了，这个就是癌症。那从这个意义上讲你就明白了，因为每一个细胞变成癌细胞的大概的比例，相对来讲比较清楚，所以这就带来了一个问题：一些所谓身形特别大的物种，它的细胞更多，比如大象、蓝鲸等，都比人大很多，但是我们看到的状态是这些物种反而比较长寿。那大家就一定会很奇怪，为什么呢？如果大家细胞突变成癌症的概率一样，理论上讲你细胞越多，产生癌细胞的概率就越大。

所以，它还能够保持较小的得癌症的概率，就意味着它一定有自己的分子机制来抑制。后来，大家就对大象基因组进行了测序，就发现原来一

个人的一个细胞里有一个刚才讲的“刹车”（抑癌基因），而大象有二十个。每一个大象细胞里都装了二十套“刹车”，一直想办法去抑制、遏制细胞变成一个癌细胞。

樊登：这为什么呢？

尹烨：我们叫生命总会找到出口，它能长这么大，它就必须演化出一套可以与之适应的机制。蓝鲸也有类似的机制，它们都会这个样子。

其实在很多研究物种的过程中，我们一直在寻找有没有不得癌症的物种，后来发现大象（即使是野外的大象）确实是属于比较少会罹患癌症的物种。

还有一种物种叫作裸鼹鼠，它是一种视觉几乎退化的地下鼠。因为是地下鼠，它也不需要眼睛。其实大家也就是在这十几年间才真正开始去了解这种鼠，当时以色列有一个实验室，把裸鼹鼠放在实验室里去养，养了十年发现裸鼹鼠几乎没老。

一般我们说地上鼠，比如咱们说过街的老鼠，可能三年就死了；我们实验室的小白鼠一般也都是一两年、三年，基本上四五年的寿命，顶天了，这都已经算很老很老了。但这个老鼠拿出来十年了，非但没死，而且几

乎没老，大家都奇了怪了，你为啥不老？再去研究它，原来这个玩意儿也不得癌症，甚至能对抗癌症。

它长了两层细胞，第一层相当于跟癌细胞同归于尽了，第二层继续分生，就是成了自己细胞的一套免疫屏障，来确保在我刚才讲的癌细胞逃逸的过程中能产生一些互作。所以万物皆有灵，你可以说它怎么看不见呢，其实人家有自己生存的道理。

樊登：人家不用看电视。

尹烨：不用看电视，也不用刷手机，人家就通过自己的基因延续，把自己变成了一种很强大的、我们认为是一种能抗衰老的物种。

樊登：那大家就说，像您研究基因，能不能从大象或者裸鼹鼠身上学点什么？比如提取点东西给人打打不就行了。

尹烨：是。其实现在有很多的东西，我们也是在跟这些生物学，比如说2020年，基因编辑获得了诺贝尔奖，那么基因编辑这个项目实际上是跟谁学的呢？古细菌。古细菌的免疫系统很特别，因为它就一个细胞，它不可能说专门分生出一个免疫细胞来守护自己，它就通过自己的基因编辑来保护自己，这就是它的免疫系统。

我们是学了古细菌的基因编辑技术，再把它用到了比如说哺乳动物的细胞内，我们就学会更加高效、精准地去编辑某一种基因，比如说一些罕见病的治疗，我们就通过这样的方式来治愈它。这其实就是跟自然学习的过程，就是我们还在从最基本最基本的、可能是十亿年前的祖先身上学东西。

樊登：那什么时候才能学到大象这一步呢？

尹烨：大象现在来讲的话还是比较难的，原因是在于，你可以想象，我们可能不能给每一个人的细胞里也加多套“刹车”进去，我们人现在还具备不了这么强大的能力。而且它还要变呢，所有的细胞都得变，人有37万亿个细胞，那每一个细胞都要变成这个样子，还是很难的。

但是我们也跟大象学了很多好的方式，比如说，我们可以更早期地去发现癌症，根据大象的“刹车”和“油门”之间的关系，大家构建模型的时候，会去看这些不同物种的速率，从而建模，使我们癌症的早防、早治、早期筛查的技术更精准。尽管我还学不到大象这么聪明，但是我们可以从大象身上去学习一些可以用在我们（比如说体外诊断、检验）的东西，这个方面我们还是跟它学了很多。

樊登：所以经过您这么一说，我觉得大家对癌症有了一个很清晰的了解——“油门”“刹车”“警察”。所以你会发现，我们现在应对癌症的

方法，除了过去的放疗、化疗之外，现在有了更新的技术，要么就是在“警察”身上下功夫，给你增加更多的这种（抑癌）细胞，要么就是调整你的基因。

尹烨：就是在“油门”“刹车”上早点判断，我在保养的时候就告诉你，你这个“油门”有问题了，你这个“刹车”有问题了，我要处理，再不行我给你换个件儿。

樊登：基因层面的保养？

尹烨：对，可以这么理解，就是基因层面的保养。

樊登：怎么做基因层面的保养？

尹烨：比如说，我可以去检测你的“油门”和“刹车”的表达对不对，正常踩“油门”是这个表现，结果你一踩，发现有问题了，我就要立马对你的“油门”进行各种各样的检测来判断原因，如果这是个原位癌症，那我把这个“油门”换了就没事了，你就不会再去罹患这个中晚期的癌症。

樊登：那像我们一般去医院做体检，现在比较好的体检中心，它最多就是给你一个癌症标志物，那个还完全没有达到基因的层面？

尹烨：那已经是晚了，到癌症标志物都说你是阳性，那已经基本是中期以上的癌症，所以现在的基础提倡的是更早期的发现。比如说现在的宫颈癌、结直肠癌、乳腺癌甚至肺癌，都可以用基因进行筛查。有一些是用影像，比如肺癌，我们造一个低剂量的 CT，都可以在很早期发现癌症。癌症只要发现得早就（基本）没事，只要原位能做手术的癌症，五年生存期基本上都是在 90% 以上。**所以没有突然发生的肿瘤，只有突然发现的肿瘤。只要发现得早，我们认为癌症迟早会摘掉众病之王的帽子。**

樊登：您不认为癌症在未来是对人类最大的威胁？

尹烨：癌症已经不是了。

樊登：已经不是？

尹烨：都不是未来。你看美国的数据，它最近所有的指标都在向好，尤其其它的乳腺癌的五年生存率是 99%，那基本上我们就认为这哪儿还是癌症，致死率这么低，怎么还是癌症呢？其实反而癌症就是因为基因导致的，所以这个倒比较容易去治愈。

樊登：你们老说五年致死率低就挺高兴，我们还想活十年。

尹烨：你要跟现在的数据比，其实现在中国五年癌症生存率大概是 42% 左右（40.5%），美国五年生存率现在是（接近）70%。

樊登：那还是差别很大。

尹烨：还差 30 个点。所以《国务院关于实施健康中国行动的意见》当时提到，到 2030 的时候，我们的五年生存率指标是能到 46.6%。我们希望能达到 65%，所以这要大家一起努力，尤其是提升意识，早一点去防癌要比什么都重要。

樊登：您这书第一章告诉大家，要思考生命发生的演化，举了猫的例子、狗的例子等。为什么理解基因要首先从演化开始？演化跟进化的区别是什么？

尹烨：对。其实应该来讲，这是一个虽然有争议，但是一直在厘清的概念。

其实 19 世纪有三个最重要的学说，第一个是细胞学说，1838 到 1839 年就证明了一件事：细胞一定要来自细胞，这个很重要。“细胞主要来自细胞”就证明了细胞不是凭空而来的，换言之，所有的物种应该是一代一代从细胞走出来的。

樊登：不是由一个东西造出来的。

尹烨：细胞必须来自细胞。这个是当时的德国人施莱登和施旺发现的。

第二就是能量守恒定律，我们知道永动机造不出来。

最后一个就是我们都知道的达尔文的《物种起源》（进化论），1859年出了第一版。这个 evolution 到底翻译成进化，还是演化？当时大家讨论了很久。后来达尔文在 1882 年去世了，但是赫胥黎（号称叫“达尔文的斗犬”），一直在捍卫这个理论。然后，严复当时西学东渐时就看到了这个（赫胥黎的《进化与伦理》）。当时刚好处在公车上书、戊戌变法、六君子喋血这一些事件期间，大家特别需要有一种新的思潮，来让民众去认知中华民族到了什么时候。严复的《天演论》这时候写出来，他翻译得很准，就是演化。

其实对于物种来讲，并不是说细胞量越多，甚至智能越高，你就越厉害，而是甚至你可能更笨。

樊登：所以不能叫进化。

尹烨：对，即使我很简单，只要我一直保持跟环境的一个互动就行。其实就是一个演化的过程，你变，我就变。**所以，基因是没有最优的，基**

因只有最适。最适者生存，而不是最优者生存，因为你定义不出来什么叫最优。

樊登：就像裸鼯鼠那样，人家可能选择了一个比较对的策略。

尹烨：在它那个条件下它是王了，那它的这个演化就很好。有一个叫杜布赞斯基的人，说过的话叫作：若无演化之光，则生物学毫无意义。也就是研究生物，一定要研究比较。我们俩之间的基因差多少？和猫、和狗之间的基因差多少？在这个过程中，只有从这种激烈的生存竞争中延续下来的物种，我们今天才能看得见。

我们刚刚解密了苏铁基因组。苏铁就是一种铁树，它是一种裸子植物，跟恐龙生活在一个时代，至少在 2.8 亿年前，就是在二叠纪的时候已经能看到这个物种的存在。它从 2.8 亿年前到现在，几乎就没变，但这样的物种是很少的，所以这样的物种才叫“活化石”。今天看到的化石是 2.8 亿年前的一部分植物的器官，再拿来跟今天的植物相比，几乎没变。银杏也是这样子。

樊登：水杉。

尹烨：差不多，这类裸子植物都具备这种特征。

樊登：蕨类的植物。

尹烨：差不多。然后动物中真正能延续这么久的不多。我们现在看到的哺乳动物里，真正说是几百万年不变的，大熊猫算是一个。

樊登：那做出来以后有什么用？比如说苏铁这样一个植物，它好端端地长在植物园里边，你把它的基因组解密出来了以后有啥用？

尹烨：比如说我们发现了一种苏铁的毒蛋白。苏铁它里面是有毒的，苏铁的种子是这样子，它允许动物吃，但是不允许动物嚼碎了，吃必须是吞进去。因为它外面的果肉可以被消化，它的种皮你可以消化掉，消化掉以后能量就给你了。

樊登：拉出来我就能长。

尹烨：你如果嚼碎了我，我就毒死你，它有这么一个机制。所以，所有的物种吃苏铁的种子时，人家都知道囫囵个吞，吞完获得了能量，最后把种子拉出去。有点像河豚，以前没有这种无毒养殖的技术，我们都不能吃它的肝脏和卵巢。

樊登：其实杏也是这道理。

尹烨：也是这个意思。

樊登：咱吃杏不能嚼碎着吃。

尹烨：杏仁它不让你吃。所以，这就是非常有意思的一个特点。这个毒蛋白的基因解密了，其实已经可以应用在很多的物种上。比如说，你想去防昆虫、防虫害，我们就可以通过苏铁的技术来给它制造一个这样的基因的水平转移，那么我们就能让这些植物在后来的生长过程中带有保护伞，它可以在自己的一部分里边带毒，那这个虫害就会大幅度下降。

樊登：那这种扮演上帝的角色会不会搞出很多很奇怪的东西？

尹烨：就目前来讲，我们不是所谓的上帝的角色，它在自然界都已经发生了，只是你不知道。

樊登：但人是自然出来.....

尹烨：就是你理解的自然，和我们今天理解的人所参与的自然，本质上讲是一个自然，只是有没有人类参与的区别。其实就是这么理解，原先自然界这种混来混去你不知道，人家混了几十亿年就混成了今天这个样子，而今天人类是比较精准地去混了，实际上这是一个五十步和百步的区别。

在我看来，技术确实要有边界，但是我们必须承认，我们做这种物种的筛选至少一万年了。我们在原始动物时期对物种进行杂交的过程中，我们让玉米变成这样，我们让苞谷变成那样，其实我们已经是在做很大的努力，去把这个物种变得更适于人类的发展。

樊登：就像袁隆平找那个野稗的时候，他也就发现只有自然界才能做出来，并不是自己发明的，而是去找，在三亚。

尹烨：他是找，而且都是极其偶然的一个事件。那我们能帮袁先生做的事情，比如说，2002 年我们跟他一起做水稻基因组，实际上就是让他在后面可以更加定向地去做杂交。知其然，也得知其所以然，甚至先知其所以然。比如说，我给水稻选好“爹妈”，让它们能产生一个更加先进的后代，就是选育。

樊登：所以，真正大规模地造新物种是在自然界中进行的。

尹烨：包括咱俩，都是自然界造出来的。

樊登：人类能造的事是有限的。

尹烨：目前来讲是极其有限的。其实我做了这么多年的基因研究，我必须承认我其实很笨，因为我越来越不懂基因了。我们老觉得人定胜天，我们老觉得好像人类能够去安排自然界的很多东西，后来发现不是。其实微生物，就我现在是真的服微生物了，它才是地球之王。

樊登：就有一句英文叫作 Follow your gut。

尹烨：你就是你的食物。

樊登：你得跟着你的肠子走，你的肠子里边的微生物才是你的王。

尹烨：你吃的这些食物都喂了微生物，对吗？你吃的都被它分解了，所以某种程度上讲，你吃的所有的这些食物，细菌先过一遍，它最后给你什么是它自己“高兴”，它愿意给你变成短链脂肪酸，或者愿意分泌内毒素，全看你对它好不好。

樊登：我们跟一个苏铁的基因表达有多大的相似度？

尹烨：苏铁的基因组是 10~12 个 G 左右，人是 3 个 G。一个苏铁的基因组是人的四倍。

樊登：啊？

尹烨：是这样子，裸子植物的基因组都很大。

樊登：就它比人还复杂？

尹烨：不能叫复杂，只是它基因组大。就相当于那个人可能有 400 斤，你才 100 斤，你不能说那个人比你聪明，基因是这个样子。小麦的基因组 16 个 G，那是人的五倍；有一些百合花 150 个 G，是人的五十倍；有一些肺鱼（一种很原始的鱼）它们两三百 G 的基因组都有，都是人的上百倍，但是它很明显没有你聪明。

樊登：我们老说人是万物之灵长，我们就以为自己是最复杂的了。

尹烨：我们老说“万物灵长”这句话，其实这才是疯狂科学家的想法。就是他老是把自己洗脑成好像自己很厉害的样子。其实到今天，苏铁人家多厉害，恐龙都不在了，人家活得好好的，你看三亿年了，这个物种还顽强地在地球上存在，一直等到有人去解密它、去繁衍它。

樊登：这是第一章，就是我们知道演化的控制。这里边有一个很有意思的点——熊猫的“基因堕落史”，熊猫的战斗力其实非常强。

尹烨：很强。

樊登：它跟熊差不多。

尹烨：它就是食肉目熊科的，就是熊。

樊登：你把熊猫惹急了，人肯定打不过它。

尹烨：绝对打不过，尤其是发情期的熊猫，能轻松地把你撕了，可以把你一个胳膊拽下来。熊猫其实不容易，活到今天，它同时代的物种比如猛犸象、剑齿虎、地树懒都不在了，冰河世纪里那些物种其实都不在了，甚至那些物种比它还“新鲜”很多。

熊猫它是这样的：原始的熊猫体型非常小，它的活动范围原来也就是在我们今天讨论的西南，比如说我们假定就是成都周围。后来因为有冰河事件，天气突然变冷（其实从某种程度上讲，地球冷暖人类说了也不算，历史上比这冷的时候多了去了，那时候也没空调）。那么，天一冷，北方的这些物种就要往南迁，很多大型的物种从北方过来了，熊也有更大的。比如说老虎，比如说黑熊，就进入到四川了，那熊猫打不过它们，熊猫就往后退，就退到山上去了。我现在说的都有证据。

熊猫就从最开始的这种始熊猫，逐渐地演化成了各种各样的熊猫（也就是其他的种类）。但熊猫体型还是很小，又打不过其他动物，很郁闷，最后熊猫就在一片竹林里退而求其次：算了，我就吃点竹子。

樊登：但它原来吃肉吧？那狼为什么不退而求其次吃竹子呢？

尹烨：这个是因为熊科它是杂食的，它可以吃（竹子），狼是一个比较典型的肉食动物。所以熊这个东西还是比较强的，它不行的时候也可以吃点素。

樊登：吃蜂蜜都行。

尹烨：吃蜂蜜已经很强了。熊猫三来二去地无意当中就得到了一种纤毛虫，我们也叫作菌群。

樊登：是基因突变还是菌群突变？

尹烨：它吃了一些单细胞生物在自己的肚子里，这种细菌可以把竹子当中的长链纤维变成一段段的、它能吸收的养料，然后熊猫就可以通过吃竹子来完成代谢了。所以通过这个过程你会发现，为什么熊猫一天一直都要吃呢？竹子的营养素密度太低。

吃来吃去，熊猫有个基因就丢了，叫 T1R1。这就是我们说的味觉的受体的基因失活了，因为你不吃肉，我就不再保留这个基因。T1R1 是感知肉类鲜味的基因，这个基因丢了。

樊登：还有这样的基因？

尹烨：对。这个基因失活了。所以你现在再给熊猫吃东西，比如说这是一个竹子，那是一个肉，它会不会觉得这个肉就比这个竹子好呢？对不起，不会，因为熊猫感知不到味素了。所以就叫熊猫的“基因堕落史”。但是你今天真给熊猫吃东西，比如说给它肉、给它酒，它真的是吃的，熊猫也叫“酒肉和尚”。

樊登：或者是说，熊猫不是因为基因突变所以才吃竹子，而是因为吃竹子吃多了吃到基因突变。

尹烨：我理解是这样子。因为如果一直用着这个基因，所产生的这个性状对它有利，它是不会放弃的。只有你不用这个基因了，我再慢慢放弃它。

樊登：就是某一代里出现突变以后，发现这样更适合生存。

尹烨：因为肉我到哪儿去弄呢？外面动物我一个也打不过，我要再抓一个动物我可能自己都饿死，也累，我就直接拿竹子来吃吧。所以就这样，熊猫跟竹子变成一个很好的关系。

樊登：那就是如果我们一直吃素，我们也可能吃肉就不香了？

尹烨：理论上讲，如果你长期吃素的话，你的菌群会有很大的调整。你很可能吃肉会恶心，因为你已经不适应了。甚至，比如你在西北吃面，到了南方吃粉，换着吃也会受不了，因为你的菌群不适应。

樊登：我还行，我到南方吃粉也行。

尹烨：那是你走南闯北了吧？

樊登：这太好玩了。那比如我们日常当中有一些习惯，像我就整天看书，或者有人整天跑步，有人整天晚上出去应酬喝酒，这会对基因产生影响吗？

尹烨：如果你看书和跑步，我们一般认为产生的影响就是你会形成一个健康的回路，产生神经递质（也是一种类似于化学分子，但是是在神经元之间形成连接的）。这样形式的回路产生的是内啡肽，它奖励的是成

就。就是你做完这件事了，你有一个成就感，觉得开心。或者说它是一种成就感，不是简单的开心，而是觉得自己又进步了，会有这种感觉。

天天喝酒，它很多的时候是把你麻醉，是把你的基因遏制到一定程度，它产生的是多巴胺的刺激。**所以多巴胺是刺激的世界，内啡肽是成就的世界，而运动和读书这两件事情是在内啡肽的世界里去遨游。**其实这两个（多巴胺和内啡肽）之间化学成分非常相近，非常非常相近。

樊登：那对基因层面会有影响吗？

尹烨：会。长期来看，最后你的基因回路就会变，比如说，脑子是越用越灵的。樊老师应该有这个感觉吧，一直看书，看书就是会快，隔段时间不看就慢了。

虽然我们讲基因的底层是一样的，但是基因的瞬时表达系统出来的东西不一样。比如说我们每一个人有 37 万亿个细胞，每一个细胞的基因都是一样的，但是每一个细胞在同一个时间点表达的内容是不一样的。肝是肝的基因，心脏是心的基因，我俩说话用的喉部的肌肉、口腔也是另外的基因，越用其实就越灵活。

樊登：那这个跟那个表观基因是一回事吗？

尹烨：有点像。它基本上可以理解为是表观基因当中的一部分，表观基因有一部分是甲基化，这部分还能够去遗传。我刚才说的是基因表达，那这个其实也是基因表达。基因都一样，但是可以产生完全不同的结果。这是我一直鼓励大家为什么要相信好事，一直要保持乐观，因为你乐观的时候，你表达的基因都是高兴的；你悲观的时候，你表达的基因都是郁闷的，时间长了，你可能会抑郁，可能会自闭，甚至会躁狂，两极紊乱，这都会出来。所以，人还是要处于一个不敢说是宠辱不惊但是一定要开心的状态，每天要嘻嘻哈哈的。

樊登：你知道心灵鸡汤和科学的区别在哪儿？就在这儿。心灵鸡汤就是没有任何的支撑，我就告诉你要开心、要快乐，要向宇宙下订单，这就不行。但是如果这背后加上了科学的因素，你就能够理解为什么这些人会慢慢地变得幸运，慢慢地变得开心。

我觉得你这书特别适合小朋友跟妈妈一块儿看，跟父母一块儿看，因为有很多很有趣的知识。大家不能理解，小龙虾是生物武器吗？小龙虾是生物武器吗，应该不是吧？

尹烨：不是。我们首先要说一下，其实中国原来也有类似小龙虾的生物，东北话叫蝼蛄，它也就是这样的东西。所以归根结底是在于，大家面临很多道听途说的内容时，还是应该去追本溯源，去看一看小龙虾它到底是怎么样的。实际上，小龙虾营养是很高的，是优质蛋白，而且这几年

其实养小龙虾的环境也不是以前那么脏了，都是在受控的清水里养小龙虾。

当然小龙虾特别大的一个问题就是在于，如果你痛风，你就不要喝着啤酒吃小龙虾，因为这两个会产生大量的嘌呤，也就是说凡事是要有度的。

樊登：第三章我觉得咱们重点讲一下，就是华大基因每年都会捐助一个基因病（的治疗），这是你们在研究这个基因病的过程当中发现的。

尹烨：是。樊老师我们可以思考一个数字，比如说罕见病，罕见病日其实是定在了每年的2月28号（2月的最后一天），但是每四年就会有一个2月29号（闰年的时候），那天很罕见，所以就把那天定为罕见病日。

樊登：是这样来的。

尹烨：罕见病你听着很罕见，但是罕见病种类很多，加在一起有八千多种。你说我们一般人哪能知道这么多呢，比如八十种病你可能都说不全。罕见病、遗传病，大大小小加在一起有八千多种。虽然中国说是罕见病发病率很低，但您知道累计起来咱们有多少人吗？至少在三千万。很多人没有出过门，因为家里有一个罕见病的孩子，他不好意思出门。

所以我们做着做着就明白了，这些罕见病逐渐变得有些可防、有些可治，有些真的可以通过今天的基因治疗、基因编辑去治疗。我们是怎么告别传染病的呢？实际上是公共卫生运动，特别是接种疫苗，像天花、脊髓灰质炎这样的疾病，在中国都是通过疫苗的方式去告别这样的疾病。那罕见病我们也可以通过比如说婚前筛查、产前检查去逐渐地阻断，或者避免疾病的发生。

樊登：现在中国人都比较熟悉的罕见病就是唐氏综合征。

尹烨：唐氏综合征属于一种。

樊登：它就是通过孕前检查这件事阻断的？

尹烨：要在孕前还不行，必须是产前。唐氏综合征的父母都是正常人，唐氏儿几乎是没有后代的。所以有很多人会有这个误解，我家祖上八代都没有遗传病，所以我一定不会有遗传病。比如你和我，咱俩基因再好，至少也有八个缺陷（八种我刚才讲的这些遗传病的缺陷），多的甚至有三十种。关键是您跟您的另一半不要碰上（同时携带），如果你们俩携带了同一个疾病的同一个基因的近似位点，那么你俩一碰，就像孟德尔杂交实验那样，有四分之一的概率生出一个罕见病的孩子。这个比例全谱看起来是几百分之一，已经非常高了。

樊登：我甚至见过一个朋友，老大是正常的，所以他说老二肯定没问题，因为我们生过孩子了，然后老二碰上唐氏。

尹烨：唐氏是随机发生的。人每一条染色体都是两条，唐氏综合征是 21 号染色体变成三条。为什么变成三条呢？我们推测，有可能是妈妈老了，有可能是爸爸的原因，造成它（21 号染色体）减数分裂的时候，那个染色体两条没分开，两条一起进去了，然后跟另外一条结在一起变成三条，那这三条就让这个孩子变成唐氏了。有人说，为什么只有 21 号染色体才有这个问题呢？因为其他染色体要是三条，生都生不出来，会直接流产。

樊登：您这书里边让我也是长了见识，老虎也有唐氏。

尹烨：唐老虎，唐白虎。我们当时也开玩笑叫唐白虎。

樊登：我给大家看一下这张照片，老虎竟然也有唐氏综合征。



那我们现在在孕前或者产前，只是做唐氏筛查，您说有那么多罕见病.....

尹烨：对。现在的孕前基本上会筛差不多几十种，多的有一百多种。南方地区，比如我们在的地方（深圳），它最防的一个遗传病是地中海贫血。地中海贫血不是贫血，其实就是一种坏血。为什么会出现这种遗传病呢？就是在历史上，我们会得疟疾，被蚊子咬了会得疟疾。但是得了地贫的人，或者说他是地贫患者，他再得了疟疾，症状会比较轻。也就是说得了疟疾的人可能两个月就死了，得了地贫的话还能活二十年，两

害相衡取其轻，我宁愿得一个罕见病，但是我不会因为蚊子咬得了疟疾就死了。

樊登：也是一种选择。

尹烨：是选择，就是生物自己找了一个出口。这两年疟疾能治了，所以地贫就是大事了。曾经的广西，地贫是罪魁祸首，每一年要生非常非常多的地贫患儿。地贫患者要一直输血，重症地贫要一直输血，症状是脾大，然后脸有的时候跟唐氏的面容也像，活个十几岁家破人亡，因为他用血量越来越大，输不起了，最后孩子就去世了。其实地贫的防治最简单，就是婚前查验，这个是真的婚前查验就行了，因为地贫确实是遗传病。唐氏严格意义上讲是个发育病，爹妈都没事，而是胚胎在子宫里的发育过程中出错了。地贫只要爹妈的基因没碰上就没问题。

所以现在我们又开始重新跟广东、广西、海南多个城市一起来做，要让大家知情。比如说，即使你们双方都有地贫基因怎么办？没问题，做个试管婴儿，选一个好的胚胎。没有钱做试管婴儿不要紧，胚胎发育到12周，就可以通过产前诊断的方式来判别你这个肚子里的孩子是不是地贫，毕竟有75%的概率不是，如果是了，那可以根据夫妻双方的选择，大家可以去采取对应的措施。

樊登：所以人类每一次福利的增加，几乎都跟科学有关系，科学带来了
很多生活状态的改变、幸福感的提升。

尹烨：必须承认这一点。尤其是人均预期寿命，它就是因为科学进步了、
技术普及了，大家都做得起了，这个事就推下去了。

樊登：这里边还讲到了关于阿尔茨海默病的问题。我也讲过一本关于阿
尔茨海默病的书，书里提到了什么蛋白的问题、中毒的问题、吃东西等
各种原因，那现在看来它跟基因的关系是什么？

尹烨：只能说一部分衰老性的阿尔茨海默病，我们通称这类疾病叫中枢
神经系统退行性疾病。具体来讲，有两个大病是影响比较大的，一个叫
帕金森，你可能见过，手一直在颤，那是多巴胺含量不够，这个时候就
要给他补充一些多巴胺，比如多巴胺补充剂或其他的精神类药物，它可
以对症治，去不了根，但至少让手可以不那么抖了。

樊登：不是老年才会有，就是.....

尹烨：就是帕金森表现出来的主要就是颤抖，就是我们能看到的就是手
会颤，拿东西拿不稳，端个酒晃晃的，这个有很多。它可以非常早地发
病，但是它是可以对症治的。

阿尔茨海默病是更麻烦的，叫记忆中的橡皮擦。最可怜的不是你走了，而是你还活着，却记不起任何事，这个是最可怕的。其实人类寿命蛮有意思的，我们通过疫苗、抗生素解决了感染的问题，我们集体过 60 岁了，解决了肿瘤，集体过 70 岁了，再往上做，往 80 岁奔的时候，拦在我们之前的就是老年痴呆，就是阿尔茨海默病。

到今天为止，就是你刚才讲的，阿尔茨海默病依旧病因不明。我们到今天也没搞清楚到底是什么原因导致的阿尔茨海默病，甚至可能是综合原因，它不是单一的要素，具体表现在你刚才讲的 Tau 蛋白也罢，或者是感染也罢，这些假说都在试。但是非常悲催的是，到今天为止，还没有任何一种有效的药物能够去治疗，不用说治疗了，甚至连延缓都做得很艰难。

所以，从基因上来看，有一部分人，比如我们说，如果家里面上一代有比较早的阿尔茨海默病的患者，那么这一部分人可能会更早出现阿尔茨海默病。因为这个还是有比较明确的家族遗传。

樊登：会更早？

尹烨：会更早。

樊登：为什么会更早？

尹烨：实际上，很多不好的基因在向下遗传的过程中是加剧的，这个里面有一些基因确实能看得到，它有一个载脂蛋白，载脂蛋白有不同的亚型，如果你是 E4、E4，就是两边都是 E4，这两个亚型在一起，那你可能罹患阿尔茨海默病的概率就非常非常高。

现在我们也在尝试干细胞疗法、基因疗法，试图去逆转阿尔茨海默病，但还是做不到，这个还是很难。所以，我一般都推荐我们每个人，尤其是有精力的时候，一定要去学一学艺术，尤其是音乐。人即使得了阿尔茨海默病，到了中后期他对音乐还是记得住，就是我们所谓的肌肉记忆。其实没有纯粹的肌肉记忆，还是（依靠的）大脑，但是它用的是原脑区，它没有用到你记忆和认知的那一部分。

樊登：我爸爸今年 80 多岁了，他是个数学教授，退休了，他天天在家做特别难的数学题，这有帮助吗？每天都做题。

尹烨：首先他能一直做题，就证明他根本没有这个风险，他都不是有没有这个问题了；其次，男性如果到这个岁数是很不容易的，男性如果在 80 岁或者更大的岁数，还能保持旺盛的思想，说明基因真的是特别好，我们很多老院士都是这样子。

樊登：那我就放心了。但是我们看这老人家，他到很老很老的时候他总会糊涂，这不能都叫阿尔茨海默病吧？

尹烨：不能。因为阿尔茨海默病只是其中的一种代表，有些就是属于脑白质的正常的萎缩，这是可能的。我们到这个岁数，每一年基本上衰减个百分之几也是正常的，所以我们一定是机械记忆越来越笨了，我们现在更多时候是在讲逻辑，讲逻辑咱们是越来越强。

樊登：推出来的。我读过那个阿尔茨海默病的书，到最后有一个地方他讲得特别好，他说老人的遗忘也是一种自我保护，因为眼前的生活太痛苦了。我有一个长辈得了这个病以后，他老觉得自己是个小孩，他经常说：“我去找我妈去了。”我们说：“你妈在哪儿呢？”他说：“我妈在楼上。”他都90岁了，他还认为他妈还在楼上。他的脑子当中就总是能记住青少年时期的最幸福的那段生活。

尹烨：对。脑科学很神奇，特别是幼年的记忆，他如果用到的是多个脑区且比较基层脑区，一辈子都可能记得住，那是他最后的所谓的幸福的童年，治愈了他的一生。

樊登：所以人真是不容易。谈谈第四章，叫憧憬科技缔造的未来。您跟大家讲讲那些让我们内心充满希望的东西。

尹烨：对。比如说解密第一个人的基因，耗时 13 年，8000 个人、6 个国家参与，花了 38 亿美金才测完。而今天，测一个人的基因，只需 2000 块钱，基本上如果光说测序一天就够了。把这个报告详详细细解读出来，也就是一个月差不多就做完了。就像你学英文或者你学一个电脑软件一样，你最开始拿到你的基因，就会陷入到一些想法中，你就可以去寻亲，比如说把咱俩基因比一下，发现原来我们是从 700 年的时候分开的。基因之间可以互相比，因为中国人遗传背景比较接近，就是我们南北方、汉族和几个少数民族这样子。

你会觉得你会重新掌握一种语言，就像我们去学习任何一门外语一样，或者学习任何一种编程语言一样，这门语言就叫作基因语言。基因语言不是瞎写的，它也是有自己的语法、自己的停顿、自己的段落的。在这个过程中，你会觉得你开始对人类自身的了解产生了很有趣的一些感知和觉知。

再往自己身上看，在 1949 年的时候，我们中国人平均活也就是 35~39 岁，现在我们接近 80 岁了，就在建国 72、73 年后，我们整个人均预期寿命翻了一倍。理论上讲，我们应该更有耐心去体会生命的丰度，其实现在退休以后可能还有 20 年，甚至还有 30 年的人生，你对人生的安排可能要不不一样，不能再用以前的老话要求今天。

樊登：叫百岁人生。

尹烨：差不多，甚至还可以再突破。我奶奶活了 106 岁，106 岁走的。我每次回家还会给她讲，把她的基因都测了，然后跟她讲，你看奶奶你这个基因好，所以咱们全家这个基因都好，她就很高兴。就是为她的长寿也找到了物质基础或者生物学证据，然后用这个再去影响她的一代：你们都好好活着，因为奶奶的这个基因好。

樊登：那以后这种技术能不能有更广泛地应用？因为新技术的成本都是几何级数地在降低，它有没有可能变成像我们现在随使用手机一样方便？就是我们每个人回家也可以测一下老人家的基因、小孩的基因。

尹烨：这不就是我们现在就正在做的事。

樊登：普及。

尹烨：实际上已经普及了，只是现在是要呼唤这个场景和大家对它的认知，还有必要性。你会发现这些技术一旦普及了以后，它就能产生出很多我们以前意想不到的东西，比如说现在很多的老药新用，现在很多的预防性的对应的产品，其实都出来了。

樊登：您这书里还提到了一个很有畅想性的东西，就像猛犸象这样的东西，我们其实是可以找到它们的一些蛋白，那有没有可能把它做出来？

尹烨：现在的方案就是美国人已经在做了。他是直接让猛犸象长毛，通过基因编辑的技术，就像黄牛、牦牛（那样长毛）。为什么牦牛长毛，其实是因为有长毛的基因。他们想把这个基因找出来，把这样长毛的能力放在猛犸象上，让猛犸象长毛。他们在俄罗斯买了一个岛，那里很冷，希望一次性复活多头。因为一头没有用，必须有多头。而且这个岛上有很多的树，因为猛犸象有个习惯就撞树，自己没事就把树撞倒，这是大象习惯干的事情。所以他们就想做这样一个猛犸岛，并且已经在做了。

樊登：如果猛犸象被造活了，那恐龙呢？

尹烨：恐龙比较难，因为我们拿不到恐龙的基因。我们之所以今天还能拿到猛犸象的基因，是因为猛犸象离开我们就几千年，我们还有它的活细胞，它被冻到了西伯利亚的永久冻土里，在那里面有一些活的细胞。这些活的细胞被找出来的时候它有活性，大家就把猛犸象基因测了。

樊登：但是恐龙蛋已经不行了。

尹烨：恐龙离开我们最晚的是 6500 万年了。今天你要真想找恐龙，那找鳄鱼还差不多，科摩多龙差不多，那个几乎跟恐龙一样。鳄鱼也是活了 2 亿年的物种，我们如果管鳄鱼叫恐龙可能也对，它也是那个时代到现在的这么一个东西。但它能力特别强，2 亿年了鳄鱼居然还在那儿。

你无法想象它为什么能躲过恐龙时代的那么多的大大小小的外部来的灾难。

樊登：太有意思了。最后再普及几个关于生活的知识吧。比如说干细胞，这个很流行，很多女士都在用干细胞。我们应该怎么看待干细胞跟健康的关系？

尹烨：首先就是，干细胞一定是再生医学中一个非常重要的方向，并且它也获得了诺贝尔奖。而且这两年的技术还在进步，我们现在越来越接近于使用一个成人的细胞。比如说你的真皮细胞（就是皮肤细胞），包括我们脂肪细胞，它们都有一类叫间充质细胞，让“时光倒流”，本来它已经分化到了终末细胞了，但是我们通过一系列的逆转，开始把它向着全能干细胞方式来逆转。那这个过程中，大家就发现原来我能让这个细胞逆转，于是用这个细胞再作为一个外用的材料去修复你的身体，比如说免疫，比如说我们膝关节的半月板治疗，甚至有一些就.....美容上用的当然也很多了。

樊登：打皱纹。

尹烨：但是，为什么到今天为止，全世界还没有任何一家把干细胞批成了药？免疫细胞有批成药的，干细胞还没有。是因为我们不清楚这一针打下去，哪一针有效，哪一针没有效，它在科学上或者说在它的整个严

格的审批上还缺一些更加坚实的证据，但是应用已经开始做很多了。所以从这个意义上讲，我觉得干细胞一定会走到一个越来越普及的程度，因为大家现在对健康都很在意。

另外一个就是免疫细胞。免疫细胞实际上现在用途是比较确定的，你应该听过前两天上海有 120 万的天价针，那就是个免疫细胞。所以免疫细胞的核心点是要早存，有人说我都 40 岁了，那也比 41 岁存好，我们今天已经是世界上活着的最年轻的一天了。对于我们成人来讲，越早存越好。所以每年我们，包括我个人，都会存 100~120 毫升的血，富集当中的白细胞，其中的一种单核细胞就是“备战”的，将来有一天你真用了，它就是我说那个“警察”，所以你得存下来年轻的“警察”。

樊登：还有一个东西是菌群，这也是您在很多地方讲过的。因为菌群确实对人的影响很大，有多大，您给大家讲讲？

尹烨：比如说，现在很多孩子被一种严重的细菌感染，比如说被艰难梭菌感染（你听这个名，艰难梭菌，听了就很难弄），最后所有抗生素上去都没用，怎么救？把妈妈的肠道菌群直接提出来，然后给孩子输进去就好了，是用活的来治活的。这就是我们说在手术上可以通过菌群移植，或者叫粪菌移植的方式，来恢复肠道的功能。很多自闭症在中早期时候，也能通过移植菌群调节自闭症，在临床上已经有很多应用了。

樊登：自闭症跟菌群有关系？

尹烨：对。包括 301 医院，包括南京的军区总院，都有大量的这样的案例了。

樊登：那它在肠子里怎么影响到大脑呢？

尹烨：肠道里有大概一万个左右的神经元，数量不多，大脑有 860 亿个神经元，但是它们之间“打电话”（叫脑肠轴），也就是说脑肠轴之间会通过一些化学的物质来进行沟通和交流。你刚才说 Follow your gut，其实就是跟随你的菌群。你这些菌群过得好，它的状态好，它就能把它的营养物质给你，它就能表现出一种跟你人体一起快乐的共生的感觉，你也很舒服，如果你天天不给它吃好东西，这个菌群就产生内毒素。

樊登：那我怎么知道它想吃什么呢？

尹烨：就看你肠道的感觉。实际上，你好多的感受是来自肠道菌群释放的信号。其实你减肥特别难受的时候，你要想：不是我想吃，是我肠道有个菌群想吃，我要跟它对抗。

樊登：它想吃蔬菜、纤维素。

尹烨：那我觉得可以吃，问题是它想吃烤串儿，我得饿着它，它想吃小龙虾，我得抵抗它。这就是用一个人性去抵抗一个自私的基因。

樊登：那听着像玄学了。

尹烨：这是确定的，这还真不是玄学，这就是确定的。就有好多的时候，其实身体并不需要能量，但是你就想吃点东西，那么吃完以后很多人就后悔，特别是睡前，其实是它（菌群）想吃。特别是不要熬夜，一熬夜就容易产生这个问题。

樊登：你看有的人怎么吃都不胖。

尹烨：对，菌群不一样。

樊登：像我天天跑步、锻炼还是这样，这就是跟菌群有关。

尹烨：跟菌群有关。当人类不能绝对放松下来的时候，他的很多代谢是拉不起来的，因为它一直要为你储集能量。你看古代的将军，真的没有说浑身都是块儿的将军，基本都是有将军肚的将军。真正在古代打仗的时候，饿是常态，吃饱是不规律的，所以将军一定要有充分的能量，就像骆驼一样，我得带点我的能量，差不多是这个样子。你说真正都像《斯

巴达克斯》里这种角斗士的将军，这其实是很少的，我们看历朝历代的这样的画像也都不是这个样子。

所以某种程度上讲，饿是生物的常态，忍饥挨饿是我们基因原来准备好的。结果现在吃的饱得太快了，所以我们的体重变大，我们一个人比差不多 100 年前要重了快一倍了。

樊登：100 年前，一个男的就 100 斤都不到？

尹烨：差不多。你看一下湖北辛亥革命纪念馆，当时我进去的时候，我就看当时的身高都是一米五几，现在平均都是一米七几，而且大家现在普遍偏胖，所以实际上来讲，人类的这个体型在急剧地变化。

樊登：大家听尹烨这么讲，就觉得他什么都知道，然后我相信你看网上给你留言的各种问题，你都能给出一个接近于科学的这种答案。但是我要提醒大家，也别迷信，因为科学家最倡导的就是科学是可以犯错的。你有没有反思过自己的认知有时候也经常得迭代？

尹烨：我其实学了基因这么多年，现在对基因已经快到一无所知的境界了，我最大的反思就是在于：你手里拿的是锤子的时候，你看什么都是钉子。至少在 38 岁以前，我是觉得基因能解决所有的事，后来遇到太多案例了，每一个我都解释不了。所以你会明白，我们只是讲了我们能

解释的部分，如果提问的人水平足够高，段位足够高，问出的问题我也解释不了，比如说，红斑狼疮怎么弄，银屑病怎么搞，还有湿疹怎么治。你会听到各种稀奇古怪的问题，你发现它不是一个单一的要素（引起的）。

所以你会明白，即使是有限的认知，你也有义务去做科普。就像您做这读书节目一样，你是想让更多人能够去有一个思辨思维就对了，**不是信谁和不信谁的问题，而是遇到问题你应该有一个什么样正确的思维的方式**，我觉得这个对中国太有意义了。

樊登：所有的老师都不可能保证自己讲的东西一定都是对的，如果要求一定都是对的，那所有人都得闭嘴，那就没法说了。人类就是在力所能及的情况下，尽量地普及自己认为符合科学原理的一些东西。

尹烨：我们今天讲的是对的，也仅代表这一刻是对的。

樊登：就是此刻的论文、此刻的研究是这样的。

尹烨：所以在这个过程中，我们也高兴看到了去年出台的《科学技术进步法》，其中第十二条就强调了必须做科普，国家有义务来做科普。确实有人要写书，还得有人传播书，所以做了这个事情。**我就说荐书如传**

灯，你是一直在点灯，让更多人能够受引发，其实我们能引发思考就行了。

樊登：我们不是改变用户，而是我们给用户创造了一个机会，他们会改变自己，就是写书（这件事）就是这作用。我们的时间有限，所以今天只能讲一本书，就是《生命密码》第一本。但实际上尹烨已经写了三本，第二本叫作《人人都关心的基因科普》，第三本叫《瘟疫传》，我相信很多人可能很关心瘟疫的问题。他的目标是写十本。

尹烨：目前计划《生命密码》写十本，向叶永烈先生学习，向韩启德先生学习，看能不能有一套基因这个领域的书，不敢说十万个为什么，至少一千个为什么我们能解释，我觉得我们也没有白来这个地球一遭。

樊登：平均一年半才能写一本，这也是很不容易的，在那么忙的情况下。最后我还想讲一句，就是科学的这种传递所影响的绝不仅仅是你对自然界的认识。一个人有没有建立科学的思想，跟你对于社会的认识、对于身边人的态度、对于如何听到不同的意见做出反应都有着非常巨大的影响，所以科学是了不起的。虽然它不完美，但是依然是很了不起的。

尹烨：是。我做了生命科学这么多年，其实最大的感悟就是：艺术可以被学习，但不能被教授，生命的觉知也是这个样子，你只能是悟，你学不了我，所谓“学我者死，似我者生”。如果你问我生命的觉知是什么，

这也是送给大家的：我觉得首先要去探索自然的宏伟，真的在这种几千米的山下，在大海面前，或者看到几百米高的这些巨大的植物。**探索自然的宏伟，你会感受到人类的卑微。然后学一点生命科学的知识，你就会了解到造物的神奇，大象也很厉害，裸鼹鼠也很厉害，你就会有了一种众生其实是平等的觉知。**甚至有的时候，微生物比我们还厉害，你就会有一种悲天悯人的共情、超脱生死的达观。所以在这个过程中，我们就越来越可能会跟我们周围的人、我们周围的事物(按照樊老师所讲的) 形成了一种共鸣或者是和解，见天地，见众生，进而见自己。

樊登：太好了，非常感谢尹烨，感谢华大基因给我们提供这么好的场地。我相信大家听得都非常过瘾，希望以后经常来做客。

尹烨：谢谢樊老师，好的。

樊登：谢谢大家，我们下本书再见。

尹烨：再见。