

格雷格-盖奇。用植物进行计数和交流的电气实验

神经科学家格雷格-盖奇将用于研究大脑的精密设备从研究生水平的实验室带入初中和高中的教室（有时也会带入TED舞台）。准备好惊讶吧，他将含羞草（一种一碰就闭叶的植物）和维纳斯捕蝇草与心电图相连接，向我们展示植物如何利用电信号来传递信息、促使运动甚至是计数。

我是一名神经科学家，我是“后院大脑”的联合创始人，我们的任务是通过使用研究生水平的神经科学研究设备，让初中和高中的孩子们可以使用，来培养下一代的神经科学家。

因此，当我们进入教室时，让他们思考非常复杂的大脑的一个方法是问他们一个关于神经科学的非常简单的问题，那就是，“什么有大脑？”当我们问这个问题时，学生会立即告诉你他们的猫或狗有大脑，大多数人会说老鼠或甚至小昆虫有大脑，但几乎没有人说植物或树木或灌木有大脑。因此，当你推动时--因为这实际上可以帮助描述一点大脑的实际功能--所以你推动并说：“那么，是什么让生物拥有大脑而不是没有？”他们往往会回到这样的分类：会动的东西往往有大脑。而这是完全正确的。我们的神经系统进化了，因为它是电的。它的速度很快，所以我们可以对世界上的刺激作出快速反应，并在需要时移动。但是，你可以回过头来反驳学生，说：“好吧，你知道，你说植物没有大脑，但植物确实会移动。”任何种植过植物的人都会注意到，植物会移动并面向太阳。但他们会说，“但那是一种缓慢的运动。你知道，那不算数。那可能是一个化学过程”。但是快速移动的植物呢？

现在，在1760年，北卡罗来纳州的皇家总督阿瑟-多布斯有了一个相当迷人的发现。在他家后面的沼泽地里，他发现了一种植物，每当有虫子落在它中间，它就会弹开。他把这种植物称为捕蝇草，在十年内，它被带到了欧洲，最终伟大的查尔斯-达尔文在那里研究了这种植物，这种植物绝对让他震惊。他称其为世界上最奇妙的植物。这种植物是一个进化的奇迹。这是一种能快速移动的植物，这很罕见，而且它是食肉的，这也很少见。而这是在同一种植物中。但我今天在这里要告诉你，这还不是这种植物最酷的地方。最酷的事情是，这种植物可以计数。

所以为了表明这一点，我们必须把一些词汇拿出来。所以我要做我们在课堂上对学生做的事情。我们要做一个关于电生理学的实验，也就是记录身体的电信号，要么来自神经元，要么来自肌肉。我在这里把一些电极放在我的手腕上。当我把它们连接起来时，我们将能够在屏幕上看到一个信号。这个信号可能对你来说很熟悉。它被称为EKG，或心电图。这来自于我心脏中的神经元，这些神经元正在发射所谓的动作电位，电位的意思是电压，动作的意思是它快速上下移动，这导致我的心脏发射，然后导致你在这里看到的信号。所以我希望你记住我们在这里要看的东西的形状，因为这将是重要的。这是大脑以动作电位的形式对信息进行编码的一种方式。

所以现在让我们转向一些植物。所以我首先要向你们介绍含羞草，不是饮料，而是含羞草，这是一种发现于中美洲和南美洲的植物，它有一些行为。我将向你们展示的第一个行为是，如果我触摸这里的叶子，你们可以看到叶子倾向于蜷缩起来。然后第二个行为是，如果我拍打叶子，整个树枝似乎会掉下来。那么它为什么会这样做呢？这在科学上并不十分清楚。其中一个原因可能是它吓跑了昆虫，或者它看起来对食草动物不太有吸引力。但它是如何做到这点的呢？现在，这很有趣。我们可以做一个实验来找出答案。

所以我们现在要做的，就像我记录我身体的电势一样，我们要记录这株植物的电势，这株含羞草。所以我们要做的是，我在茎上缠了一根电线，我把接地电极放在哪里？在地里。这是个电气工程笑话。好的。

(笑声)

好的。因此，我将继续前进，敲击这里的叶子，我想让你看看我们将在植物内部看到的电记录。哇。它是如此之大，我得把它缩小。好的。那是什么？这是发生在植物内部的一个动作电位。它为什么会发生？因为它想要移动。对吗？因此，当我击中触摸受体时，它发出的电压一直到茎的末端，这导致它移动。现在，在我们的手

臂上，我们会移动我们的肌肉，但植物没有肌肉。它有的只是细胞内的水，当电压击中它时，它就会打开，释放在出水，改变细胞的形状，叶子就会掉下来。

好的。因此，在这里我们看到了一个动作电位编码的信息来移动。好吗？但它能做更多吗？所以让我们去看看。我们要去看看我们的好朋友，维纳斯捕蝇草，我们要去看看当一只苍蝇落在这里时，叶子里面会发生什么。所以我现在要假装是一只苍蝇。现在这是我的维纳斯捕蝇草，在叶子里面，你会注意到这里有三根小毛，那些是触发毛。因此，当苍蝇落地时 -- 我现在就去触摸其中一根毛。准备好了吗？一、二、三。我们会得到什么？我们得到一个美丽的动作电位。然而，捕蝇器并没有关闭。为了理解这一点，我们需要对捕蝇器的行为有更多的了解。首先，它需要很长的时间来重新打开捕蝇器 -- 你知道，如果里面没有苍蝇，大约24至48小时。因此，它需要大量的能量。第二，它一年中不需要吃那么多苍蝇。只有少数几只。它的大部分能量来自太阳。它只是想用苍蝇来替代地面上的一些营养物质。而第三件事是，它只打开然后关闭陷阱一把，直到那个陷阱死亡。因此，它要确保在捕蝇器关闭之前，里面有一顿饭。那么它是如何做到这一点的呢？它计算连续接触这些毛发之间的秒数。因此，它的想法是，如果里面有一只苍蝇，它们很可能会快速地在一起，所以当它得到第一个动作电位时，它开始计数，1，2，如果它到了20，而且没有再次发射，那么它就不会关闭，但如果它在那里做，那么捕蝇器就会关闭。

所以我们现在要回去了。我再去摸摸维纳斯捕蝇草。我已经说了20多秒了。所以我们可以看看当我第二次触摸毛发时会发生什么。那么我们得到了什么？我们得到了第二个动作电位，但同样，叶子并没有关闭。因此，现在如果我回到那里，如果我是一只苍蝇在周围移动，我将会接触到叶子好几次。我要去刷它几次。然后马上，捕蝇器就关闭了。所以在这里，我们看到捕蝇器实际上在进行计算。它在判断陷阱里是否有一只苍蝇，然后它就关闭了。

因此，让我们回到我们最初的问题上。植物有大脑吗？嗯，答案是没有。这里没有大脑。没有轴突，没有神经元。它不会感到沮丧。它不想知道老虎队的得分是多少。它没有自我实现的问题。但它确实拥有与我们非常相似的东西，那就是用电进行交流的能力。它只是使用的离子与我们稍有不同，但它实际上是在做同样的事情。因此，只是为了向你展示这些动作电位的普遍性，我们在金星捕蝇草中看到了它，我们在含羞草中看到了动作电位。我们甚至在人类身上看到过动作电位。

现在，这就是大脑的欧元。它是所有信息的传递方式。因此我们可以做的是，我们可以利用这些动作电位在植物物种之间传递信息。因此，这是我们的种间植物交流器，我们所做的是我们创造了一个全新的实验，我们将记录金星捕蝇草的动作电位，并将其发送到敏感的含羞草中。

所以我想让你回忆一下，当我们触摸含羞草的叶子时，会发生什么。它有触摸受体，以动作电位的形式将信息传回。那么，如果我们从金星捕蝇草中提取动作电位，并将其发送到含羞草的所有茎上，会发生什么？我们应该能够创造出含羞草的行为，而不需要自己实际接触它。

所以，如果你允许的话，我现在要去触发这株含羞草，通过触摸维纳斯捕蝇草的毛发。因此，我们将把有关触摸的信息从一种植物发送到另一种植物。

所以你看到了。那么 --

(鼓掌)

所以我希望你今天学到了一点，关于植物的东西，而且不仅如此。你了解到，植物可以用来帮助教授神经科学，并带来神经革命的发展。

谢谢你。

(鼓掌)