

几千万个精子追一个卵子,为何赢家只有一个? 因为只有会计算的高富帅才能赢

孩子:“妈妈,我是怎么来的?”
妈妈:“嗯,是这样的。有一天呀,妈妈肚子里有一个卵子,很可爱,后来爸爸带来了许多精子,他们都很喜欢卵子,于是就争先恐后地跑向卵子……”
孩子:“哈!我知道了,我跑赢了。”

Q

所有精子来到这个世界上只有一个目的——获得卵子的垂青,与卵子结合。所以,每个精子在被排出的时候,只能前进,不能停滞,更没有回头路。可事实是,能够突出重围修成正果的精子,通常只有一个。它的成功,意味着新生命的开始。

对话里的这个孩子,我们千万个普普通通的人,都是那个最后的赢家。可你知道吗,注定会成就我们的那个精子,它为什么会赢,它凭什么能赢?

几千万个精子一起出发 只有五分之一能找到正确方向

一名男子如果每次排出的精子数达不到2000万个,就很难有精子与卵子会合。所以,成千上万个精子即便拼尽了全力,每次也只有一个精子能修成正果。那么,如此惨烈的竞争不是在浪费其他的精子吗?其实,不完全是这样,因为自然不做徒劳之举,它的每一种行为都是合情合理的。

男性每次排出大量精子一则是形成竞争机制,二则是充分估计到可能有大多数精子因为各种原因达不到目的地,所以才在数量上让精子前仆后继,最终确保有精子与卵子结合。例如,有些精子会失去方向,因为一次射精之后,只有1/5的精子能向着卵子的方向游动。所以,为了赢得卵子的芳心,每个精子首先要方向正确,其次要有极强的竞争力。

精子实在是渺小得很,加上尾巴,长度才达55微米,仅仅是人的头发直径的一半。但是,有

的精子游动速度惊人,每分钟可游动4毫米;但有的则慢吞吞,半天挪动不了一毫米。游速快的精子向着输卵管中的卵子游动,游完输卵管全程可能只需45分钟,而游得慢的家伙则需要3天。这当然会产生不同的结果。游得快的家伙会捷足先登,率先向卵子进攻,从而赢得卵子的芳心。而游得慢的精子只能靠运气了,要看先到的家伙是否被卵子拒绝。

如果先到的精子被卵子拒绝,后到的精子还有机会向卵子献殷勤,以求卵子接纳自己。但是,这种好事的几率太小,因为先到者如果不是有什么特殊的原因,如质量不好的“矮矬穷”者,或外貌和内在品质都有明显缺陷的话,一般都会被卵子接受。在接受了先到的精子后,卵子就会关闭自己的爱情大门,专心致志地与精子经营未来的世界,创造一个优质的生命,而不再理睬后到的求爱者。

精子能“计算”钙离子浓度 采用蛇行和直行两种方式靠近卵子

研究人员推测,精子之所以能找到与卵子会合的正确方向,是因为自身有某种能力或有一些信号在指示它们。现在,这种猜测获得了一些证实。

德国哥廷根大学的卢易斯·阿尔瓦雷斯等人在对海洋生物的精子游动进行观察时发现,精子游向并找到卵子一是靠卵子释放的信号吸引,二是要靠精子自己计算钙离子信号的浓度,从而确定自己前进的方向。反之,那些迷失了方向的精子是不能感受钙离子浓度,并且是没有计算能力的精子。

精子的游动有两种方式,一种是像蛇行一样扭动前行,另一种是像人的自由泳一样靠腿(尾部)打水直线前进。

阿尔瓦雷斯等人用频闪显微照明技术来观察精子的游动,

这种技术不仅能精确地追踪精子的运动轨迹,还可以同时测定精子周围环境中钙离子浓度的变化情况。

结果发现,精子能“计算”周围的钙离子浓度和变化的时间关系,然后采取不同的前进方式。钙离子浓度高时低,精子就会以蜿蜒前行和直行两种方式交替前行。但是,研究人员对这种机制的细节还不太清楚,只是推测,精子有可能通过自身的两个蛋白结合到钙离子上,形成一种化学衍生物,以此来计算钙离子的浓度,从而决定自己前进的方式,并最终找到卵子。

面对千万个追求者 卵子释放诱导信号指示自己的位置

现在已经有研究表明,卵子是靠释放一种分子来让精子感受钙离子浓度。钙离子就是对如同在汪洋大海中行进的一叶扁舟——精子,提供的导航灯光。德国的研究人员对海洋生物海胆的研究发现,所谓的精子感知钙离子的浓度是由于某种化学物质或分子引起精子尾部离子通道的变化,从而让精子感受到钙离子的变化而实现的。

海胆是一种棘皮动物,它们不进行交配而是通过雄性海胆把大量精子排到水中,雌性把大量精子排入海里,让精子在水中去追逐卵子,完成受精,受精卵最后生长发育成为小海胆。海胆的卵子可以分泌一种叫做呼吸活化肽的物质,这些物质会随着海水逐渐扩散开来,离卵子距离越近,呼吸活化肽的浓度越高;离卵子越远,呼吸活化肽浓度越低。海胆精子尾部有一种称为呼吸活化肽受体的蛋白,能够与海水中的呼吸活化肽结合,并在结合以后促使精子细胞内部钙离子通道打开,结果导致精子细胞内涌入大量钙离子。这种钙离子浓度的变化就是一种信号,诱导精子向着卵子游动。

强化自我打压对手 精细胞通过这种方式获得动力

不少研究人员认为,除了钙离子外,机体中可能还有其他物质可以充当诱导精子前行的信号,而且,精子也可以通过感知其他的信号物质或计算它们的浓度来指引自己前进的方向和指导自己游动的方式,以求尽快地与卵子结合。

对动物精子的研究发现,精子的前身是精细胞,是不会游动的。但是,精细胞经过活化之后可以从圆形的不能游动的精细胞变成可以用伪足爬行(游动)并与卵子结合的精子。这个过程是通过胞吐完成的。未活化的精细胞体内有大量的叫膜细胞器的小泡。小泡的内容物在精子活化过程中通过胞吐释放到细胞外,形成精子的伪足,因此精子可以游动。但是,如果胞吐被抑制,精细胞则不能活化变成精子,也就失去了运动的功能,也无法找到卵子并与其结合。

北京生命科学研究所的董梦秋研究小组与中国科学院生物物理研究所的苗龙研究小组用猪蛔虫精细胞进行实验,发现了精细

海胆精子感受不同的呼吸活化肽浓度时会有不同的游动方式。当附近水中呼吸活化肽的浓度非常低或者非常高的时候,海胆精子会以一种螺旋形的方式游动。但是,最终是会向呼吸活化肽浓度较高的方向游去,而这个方向正是指向卵子所在之处。

无独有偶,日本筑波大学的研究人员对海鞘的研究发现,海鞘的卵子也能向海水中释放一种引诱精子的物质,以此来告知精子自己所处的位置,从而指导精子游向卵子。

当精子循着卵子发出的信号游动时,它们会采用直线前行的方式游动。但是,如果精子不慎游向偏离或远离卵子的方向,卵子释放的信号浓度就会降低。此时,由于难以感知卵子发出的信号,精子的鞭毛中就会产生某种生物化学变化。精子的鞭毛中有一种名为calaxin的钙结合蛋白会向精子发出指令,不要直线前进。于是,精子便尝试改变运动方向。一旦精子找到了指向卵子的方向后,又改为直线运动。



一个精子进入卵子的瞬间

RABL2基因突变 精子尾巴变短活力下降

无论卵子使用何种信号诱导精子,如果没有精子自身的努力和具有如长跑运动员一般强健的体魄,也不可能修成正果,获得卵子的青睐。一项新的研究从另一个方面说明了问题,如果精子的基因有缺陷,那么,它们就如同长跑不能达标的运动员,跑不到卵子的所在地就会出局。

精子寻找卵子是靠其不停地向着卵子的方向游动,而这取决于精子尾巴的摆动。如果精子尾巴长,而且摆动有力,就可以让精子快速游动。但是澳大利亚莫纳什大学的莫伊拉等人对小鼠的精子进行研究发现,如果小鼠的一个特定基因副本突变,会导致小鼠产生的精子的尾巴短17%,这样的精子游动的能力就会大大下降,从而导致它们无法游到卵子之处与卵子结合。

这个导致精子尾巴变短的基因称为RABL2,它不仅会使精子的尾巴缩短,而且会让小鼠的产精量比正常小鼠减少50%。事实上,无论是人还是动物,雄性一次排出数以千万计的精子是有着特别的作用的。一是很多精子会在游向卵子的中途迷失方向而到不了目的地,二是众多的精子会形成一种竞争的局面,从而让卵子有机会选择更好的精子。所以,精子保持其自身的优势才可能让卵子青睐。

RABL2基因编码产生精子鞭毛内一种特殊的蛋白,这种蛋白与其他分子相互作用,可以不断加长精子的尾部以携带遗传信息。如果RABL2基因突变,就意味着它编码产生的蛋白有功能障碍,因而精子尾部会缩短,其携带的遗传信息就有缺陷,或者精子尾部携带的信息会减少,最终导致精子的存活和活力异常。

这个结果对于人类有两方面的作用。一是可以针对这种缺陷进行治疗不育,二是运用这个原理进行避孕。当然,这两种目标需要更深入的研究才能达到。

刘卫/文 摘编自《百科知识》