细胞周期

Printed from https://www.cancerquest.org/zh-hans/aizhengshengwuxue/xibaozhouqi on 11/02/2026

本页包含的内容：

- 细胞分裂的阶段
- DNA复制
- 有丝分裂
- 有丝分裂的阶段
- 有丝分裂：后期
- 有丝分裂：末期
- 细胞周期总结

细胞分裂的阶段

- G1期和G2期的G代表的是间(Gap)。所指示的是在这两个阶段,细胞核 (nucleus)内没有明显的变化;实际上,这些细胞是非常活跃的,它们在生长,在为分裂做准备。
- S期的S代表合成(synthesis)。在这个阶段,DNA被复制。
- M期的M代表有丝分裂(mitosis),在这一阶段,一个细胞分裂为两个子细胞。

为了帮助你更加直观地了解细胞分裂，以下是这细胞分裂过程的动画，同样的动画也展示在页面结尾处。

Your browser does not support HTML5 embedded video.

许多抗肿瘤药物就是阻断细胞周期中的一个或多个环节而发挥作用。为了更好理解肿瘤细胞中出现的缺陷和用于阻断细胞分裂的抗肿瘤药物的作用机制,我们将更详尽地研究细胞周期。

DNA复制

DNA的复制(replication)发生在细胞周期的合成期(即S期)。在许多酶(enzymes)的参与下,每一条染色体 (chromosome)都以高度的精确性进行复制。在这个过程中,DNA的双螺旋结构松解,每一条单链都作为模板复制 出另外一条互补链。最后的结果是遗传物质形成了两个完全一样的“拷贝”。

以下动画展示了这一过程。

Your browser does not support HTML5 embedded video.

被复制出的染色体含有两条完全一样的DNA链。这两条链仍然附着在一起,直到有丝分裂(mitosis)后期才分开。 由于染色体的这种表现形式最容易识别,最为直观,所以大多数人比较熟悉。下图显示染色体的复制过程。



应该注意的是,上图中的X型结构实际是一条染色体复制出的两个“复制本”。

在复制过程中,可能出现错误,导致染色体的核苷酸(nucleotide)序列改变。如果这种改变发生在基因(genes) 内,则会影响到细胞的功能。人类的细胞已经进化出了好几种机制来纠正这种错误(errors),但是这些机制并不能 尽善尽美。DNA复制中出现的错误会导致变异基因细胞的出现,这些变异的积累就可能导致恶性肿瘤的发生。有几种恶性肿瘤的发生就与参与正常DNA复制的修复过程出现故障有关。关于产生变异的过程,将在“变异的原因”一节中讨论。

所有正在分裂的细胞都必须经过DNA的复制过程。既然恶性肿瘤细胞经常快速分裂,所以细胞周期中的这个阶段就成了许多化疗治疗(chemotherapy)的作用靶点。关于这一点,将在“癌症治疗"一章中讨论。这类化疗药物包括了阿霉素、环磷酰胺、卡铂、顺铂和足叶乙甙(VP-16®)。

染色体和基因的详细介绍

细胞内的大部分DNA是以染色体的形式存在于细胞核(nucleus)。人体有46条染色体,每两条 组成一对,共23对。父母分别通过配子(gametes)(精子和卵子)将23条染色体传递给下一 代。也就是说,父母分别把每一对染色体中的一条(如第1对中的一条、第2对中的一条、第3对中的一条、.....)传递给下 一代。这意味着每个人从父母处各获得23条染色体,所以一共是23对。每条染色体由一条DNA 链组成。在DNA链中,数以百万计的核苷酸(nucleotides)结合在几种不同的蛋白质 (proteins)上。基因伴随着大量功能尚不清楚的DNA分布在染色体上。

每一个基因总是出现在同一条染色体的同一个位置上,例如,如果决定眼睛颜色的基因位于一个人的第1号染色体,那么所有被检查的其他人的这个基因也都在第1号染色体上。既然我们拥有的染色体都是成对的,这就意味着每一个基因都有两个“复制本”。下图描述了这种关系。用“箭头”标记的染色体代表着来自于父亲的染色体,用“十”字标记的染色体代表着来自于母亲的染色体。重要的是要知道,每对染色体中的基因“版本”并不需要是相同的。继续讨论上面的例子。来自父亲的决定眼睛颜色的基因使眼睛呈现蓝色,而来自母亲的同一基因却使眼睛呈现褐色。那么,孩子眼睛 的颜色则是由这两个基因“复制本”的相互作用的结果来决定。

在以下画面中,颜色条带代表基因。对某些基因来说,来自父母双方的基因“版本”是相同的;但 是,对某些基因来说,则有轻微差别。不同颜色的条纹表示了不同的基因“版本”(即等位基因alleles)。下图所示的这对染色体代表的是来自于父母双方同一染色体两个“版本”(如第1对、第2对、第3对,.....)。

有丝分裂

细胞周期中研究得最多的是M期,即有丝分裂(mitosis)期。在有丝分裂期中,单个细胞分裂为两个子细胞。在正常细胞中,有丝分裂产生两个子细胞,其与母细胞一样含有相同的遗传物质。正如我们将观察到的那样,肿瘤细胞并非总是遵循这个规律。根据细胞内所发生的变化(特别是细胞核nucleus内的 变化),有丝分裂还可进一步分成几个阶段。

第一个阶段是有丝分裂早期(prophase)。在这个阶段中,核膜(nuclear envelope)溶解,染色体 (chromosomes)浓缩为细胞分裂做准备。就像在线轴上缠线一样,这样的浓缩使染色体变得更为致 密,使染色体更容易分配到两个正在形成的子细胞中。同样,在有丝分裂早期,蛋白(protein)纤维 (即纺锤丝spindle fibers)形成并连接细胞的两极。这种纤维束充当分裂中细胞的支架,细胞需要这种支 架来推、拉细胞成分以形成两个子细胞。

连接细胞两极的蛋白纤维束叫做微管(microtubules)。在细胞分裂过程中,这些蛋白质出现聚集和解聚现象。它们成为多种化疗的作用靶点。紫杉醇（Taxol®）是一种从紫杉树中提取出来的化学物质,其与微管结合,使微管无法解聚。这样,使细胞无法完成有丝分裂而死亡。另一类化疗药物 是以长春碱(vinblastine)为代表,其作用刚好相反,即阻断纺锤丝的聚集。但最后作用与紫杉醇类药物相同,都是使细胞分裂受到抑制。要想了解更多内容,请参阅恶性肿瘤的治疗一章。

人类染色体的详细介绍

下图显示人类细胞的全部染色体(chromosomes)。用这种方式描述全部染色体的方法叫做染色体组型(即核型)。核型常用于检测孕妇体内胎儿的染色体有无异常。这些染色体经过与荧光染料的结合而被染色。应该注意的是,所有染色体都是成对的。染色体的大小有明显差异。生 物学家按照从大到小的顺序为它们编号。第 1 号染色体最大,第 21 和 22 号的染色体最小。下图显示的核型来自一名男性,包括一条X染色体和一条更小的Y染色体。即使是最小的染色体,里面的 DNA 也含有数以百万计的碱基对。



在许多恶性肿瘤细胞中,染色体的数目受到影响,表现为数目过多或过少。含染色体数目过多或过少的细胞叫做非整倍体细胞。若要获得更多信息,请参阅基因变异与肿瘤。

图片使用获得 Santa Clara, CA. 授权。

有丝分裂的阶段

下图显示的是处于有丝分裂早期(prophase)的细胞。图中可见浓缩的，X形染色体。



每个染色体实际上是由两个相同的DNA 链组成。这些 DNA的数目早在细胞分裂的S期就增加了一倍。我们很快将继续讨论细胞分裂的S期。

在有丝分裂(mitosis)期的下一阶段,染色体排列于细胞中部的赤道板,以相等的量分配到两个子细胞中。



有丝分裂：后期

染色体的均等两部分被拖拉到细胞的两端,以形成两个子细胞;这两个子细胞和母细胞完全一样。在有丝分裂期的以下两个阶段(即后期和末期)中,细胞将完成染色体的分离和细胞的分裂。



下图显示的是鼠袋鼠的正在分裂的上皮细胞中的染色体。这是有丝分裂后期被拖拉到细胞两极的染色体图像。



以上图片获得版权所有者 Molecular Probes® 授权。

有丝分裂：末期



在有丝分裂的末期,核膜重新形成,这标志着细胞分裂的完成。下图显示的是具有周期性的细胞分裂过程。“间期”是两次细胞分裂之间的间隔时间,在这一期间,细胞在机体内发挥其生理作用。大部分时间,细胞处于“间期”。

以下是细胞分裂过程的动画示意:

Your browser does not support HTML5 embedded video.

细胞周期总结

简介

- 随着时间推移，很多构成身体的细胞逐渐老化和死亡，并需要新的细胞取代它们。
- 细胞分裂而产生两个相同的副本的过程称为有丝分裂。
- 有丝分裂产生的细胞被称为子细胞。
- 细胞分裂过程是一个4个阶段有序的过程，统称为细胞周期。
- 很多癌细胞的异常形状都是由于控制细胞分裂的基因有缺陷。

细胞周期

- 细胞周期包含了四个阶段：G1, S, G2, 和M
- G1和G2期是间隔期（Gap)，处在间隔期的细胞生长并准备分裂。
- S期（synthesis）中染色体（DNA）被复制。
- M期（mitosis）是细胞分裂的阶段，其间细胞分裂成为两个子细胞。
- 大多数细胞不会主动分裂，这些细胞处于休息状态(G期)。

有丝分裂 (M期)

- 在一般细胞中，有丝分裂形成两个拥有完全相同基因信息的细胞
- 有丝分裂有四个子阶段：
    - 前期 - 染色体凝集，染色体核膜分解，纺锤丝形成
    - 中期 - 被复制过的染色体排列于细胞中线（赤道板）
    - 后期 - 染色体分离并，细胞变长并形成两段（两极）
    - 末期 - 核膜在两端重新形成，因新的细胞膜形成分为两个独立的细胞

DNA合成 (S期)

- 人类有46条染色体，父母各提供23对。
- 每条染色体都由一个DNA链组成，DNA链由数以百万计的核苷酸组成。
- 同源染色体有相同的基因，但基因的“版本”不同。
- 在很多癌症细胞中，染色体的数量改变了，导致细胞中有过多或者过少的染色体。这些细胞被称为非整倍体。
- 在DNA复制过程中可能产生错误，导致可能致癌的基因变异。
- 细胞拥有修改DNA复制错误的机制。
- 很多化疗药物针对细胞周期的S期进行治疗。