

基因检测结果

临床遗传科医生或遗传咨询师将会向您解释重复了哪一块（或多块）遗传物质。亦会向您解释重复的位置和大小，其中包含的基因的重要性，以及以前有否在另一个人身上看到过相同或近似的变化。

染色体重复通常透过称为**晶片分析**（例如**晶片全基因组定量分析**，**array CGH**）的基因测试来识别。该测试的结果可能类似于下面例子：

arr[hg19] 16p11.2 (29653028-30190538)x3 dn

arr 是晶片的缩写，描述了所进行的检测。

hg19 是碱基对编号所指的参考DNA序列，在此例子中为人类基因组构建19

16p11.2 指发现CNV的位置是16号染色体p臂的11.2带（29653028-30190538）DNA变化通过其碱基对编号（发生染色体变化的点）来识别。在此例子中，DNA变化位于碱基对（**base pair · bp**）29653028和30190538之间。该区域覆盖537,510个碱基对（≈0.5 Mb）。

x3 指定的DNA片段有3个副本。由于16号染色体应该有2个副本，这表明DNA有一个重复的变化。

dn 是“*de novo*”的缩写，表示这个遗传变化是只有在被检验的人身上出现，而非遗传自其父母。

如果一个人的重复被确定为*de novo*，那么这种重复就不太可能发生在其兄弟姐妹中。如果检测结果后面有**mat**的描述，则代表该重复是从母亲遗传的（母系，**maternal**）；如果后面跟着**pat**的描述，则代表重复是从父亲继承的（父系，**paternal**）。

基因测试结果还可能包含重复内含有的**致病基因**的描述。这些基因如果在功能受损则可以引起症状。除非重复直接破坏基因序列，否则重复中的基因可能仍能够发挥其通常的作用，但由于拷贝数增加引起活性上的增加，则可能会引起症状。有些基因是铭印基因，这意味着通常只有其中一个副本的基因得以表达。这些基因和其他基因可能对拷贝数变化更敏感（即“**剂量敏感性**”）。

为什么会发生这种情况以及是否会再次发生？

重复可以遗传自未受影响或已受影响的父母，也可以作为偶然事件发生（*de novo*）。

染色体片段的重复可能发生在卵子或精子的形成时，或我们制造身体生长和发育所需的细胞期间。DNA在某些区域序列能导致许多没有血缘关系的人也有同样的重复。重要的是我们无法采取任何措施来阻止重复的发生。这是一个自然事件，不是由已知的生活方式、饮食或环境因素造成。任何人在怀孕前、怀孕期间或怀孕后所做的任何事情都不会导致重复的形成。

如果一个孩子的重复是遗传自父或母，那么另一个孩子有相同重复的概率约为50%。如果重复是*de novo*，则概率估计低于1%。您的遗传学中心应该能够为所有家庭成员（包括具有重复或微重复的个人）提供有关生育相关的风险评估。

网络资源支持



Rare Chromosome Disorder Support Group,
The Stables, Station Road West,
Oxted, Surrey. RH8 9EE. UK.
Tel +44(0)1883 723356
info@rarechromo.org
www.rarechromo.org

Join Unique for family links, information and support.

Unique是一个没有政府资助的慈善机构，完全依靠捐赠和资助。如有意向，可以通过我们的官方网站进行捐款 www.rarechromo.org/donate 请帮助我们帮助大家！

本手册不能代替个人医疗建议。家庭应就有基因诊断、管理和健康的所有事宜咨询有资质的临床医生。基因信息是一个变化非常快速的领域，本手册中提供的信息被认为是发布时可获得的最佳信息，有些信息可能之后会改变。Unique尽力跟上不断变化的信息并根据需要审查其已发布的指南。本手册由 *UniqUe (AP)* 编写，并由 **Division of Clinical and Metabolic Genetics, The Hospital for Sick Children, Toronto, Canada** 的 **Dr. Gregory Costain** 审阅。中文版由香港儿童医院医学遗传科陆浩明医生、郑斯颖医生、何嘉伦医生、区敏翻译。

Version 1 (AP)

Copyright © UniqUe 2020



Understanding Chromosome & Gene Disorders

重复与微重复

什么是重复和微重复？

染色体重复是指染色体上重复了某一段遗传物质。遗传物质的重复或有大小上的差异，而那些因为份量太小而无法在显微镜下看到的重复亦被称为微重复。

什么是染色体？

我们的身体由不同类型的细胞组成，大多数的细胞都包含染色体。染色体包含由DNA组成的各种基因。染色体通常成对出现，各有一条来自父或母。通常含有染色体的细胞都有23对染色体（总共46条）。除了卵子和精子细胞是例外的，它们的染色体只有一个副本。在受精时（卵子与精子结合成为受精卵的过程），染色体数目才会恢复为46条。

我们有22条常染色体，根据其长度，大致能从1到22进行编号，以及两条性染色体X和Y，性染色体决定了与生物性别相关的特征。男性通常有1条X染色体和1条Y染色体（XY），女性通常有2条X染色体（XX）。

染色体无法用肉眼看到，但如果以特定方式处理细胞，则可以通过染色在显微镜下被放大观察。右图显示了典型男性细胞中存在的染色体。



染色体对1-22，X和Y（男性）

重复对我或我的孩子有何影响？

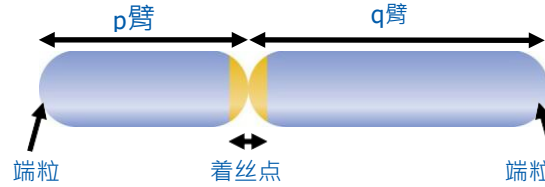
染色体重复的影响在个体之间能有很大的差异，并取决于受影响的染色体以及重复的遗传物质。遗传物质的重复可影响智力，亦能影响我们身体的功能。会引起症状的重复被形容为**有致病性**，而那些被认为没有不良影响的被称为**良性**。还有许多在**临床意义上为不明**的重复，当我们对它们了解更多时，它们可能会被重新分类为良性或有致病性。

重复的位置

通常重复能通过特定染色体上的位置来描述；它们在哪个“臂”上，在哪个“带”中。

什么是染色体的臂？

每条染色体都由两条“臂”组成，这两条“臂”由被称为**着丝点**（染色体收缩部分）连接在一起。较短的臂称为“p”臂，较长的臂称为“q”臂。



臂的尖端被称为**端粒**。如果染色体末端重复了一部分染色体，则称为**末端重复**。如果其中一条臂中间重复一部分遗传物质，则称为**中间重复**，靠近着丝粒的称为**近端重复**，靠近臂尖的称为**远端重复**。

什么是染色体的带？

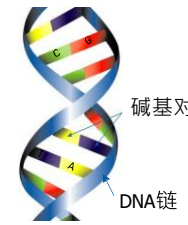
我们能通过特定的实验室染色技术，每条染色体都能展现出不同的光暗条纹图案——亦称之为带。每个染色体臂上的条纹均从着丝点（编号为10）开始向着端粒编号。

我们能通过染色体臂上的带的位置来描述重复。从**染色体编号**开始，例如**20号染色体**（如下图所示）。后面紧接着是代表臂的字母p或q。然后是**区域的编号**（例如1），及**带的编号**（例如3），最后是由**亚带**（例如.2）甚至更小的次亚带划分（例如.33）。



重复包含什么？

染色体由非常长的DNA（脱氧核糖核酸）片段透过双链结构存在（称为**双螺旋结构**，如下图所示）。



单链DNA由称为**核苷酸**的结构单元组成，每个结构单元包含四种**碱基**之一：**G**（鸟嘌呤）、**A**（腺嘌呤）、**T**（胸腺嘧啶）或**C**（胞嘧啶）。两条DNA链相互缠绕，并通过碱基对**A和T**或**G和C**之间的化学键结合在一起。

DNA可以被认为是字母（碱基）序列，但与字母表不同的是，该序列仅包含4个字母（**G、A、T、C**）。在这些DNA序列中，有一些区域负责了**基因**的编码，这些区域包含了我们身体发挥功能、生长和发育的“指令”。我们有超过**20,000**个基因，每一个基因在各个身体部位的不同发育阶段都有独特的作用。

随着遗传技术的进步，现在我们可以轻松识别重复的DNA片段以及它们的大小、位置，以及包含的基因。当我们评估重复可能产生的影响时，我们会查看重复内包含了哪些基因（或控制基因活性的DNA序列）。

重复的大小

重复的大小以**碱基**或**碱基对**（bp）为单位进行测量。每条染色体的第一个碱基对位于p臂的尖端（端粒），最后一个碱基对位于q臂的尖端。由于DNA序列很长，因此通常以兆碱基（Mb；1 Mb = 100 万 bp）或千碱基（kb；1 kb = 1000 bp）为单位进行描述。小于5 Mb（即5,000,000个碱基对）的重复有时被称为微重复。

重复的范围可以小至一个碱基对（称为**序列变异**）到整个染色体（称为**染色体多倍体**）也受影响。但目前使用标准技术识别的大多数重复都在几百kb到几Mb之间。这种重复通常被称为**拷贝数变异**（CNV），因为重复的DNA片段的通常拷贝数与一般比较会有所增加。重复可以包括特定DNA序列的一个或多个额外拷贝。