

DNA 修复

DNA 修复（DNA repairing）是细胞对 DNA 受损伤后的一种反应，这种反应可能使 DNA 结构恢复原样，能重新执行它原来的功能；但有时并非能完全消除 DNA 的损伤，只是使细胞能够耐受这 DNA 的损伤而能继续生存。也许这未能完全修复而存留下来的损伤会在适合条件下显示出来（如细胞的癌变等），但如果细胞不具备修复功能，就无法对付经常发生的 DNA 损伤事件。所以研究 DNA 修复是探索生命的一个重要方面，而且与军事医学、肿瘤学等密切相关。

DNA 修复方式主要有错配修复、直接修复、切除修复、重组修复和应急响应（SOS）。

1. 错配修复

错配修复是指 DNA 分子在复制过程中，有碱基的插入/缺失而引起碱基错配时采用的一种修复方式。这种修复方式主要是依靠细胞中的 Dam 甲基化酶，它能在母链 GATC 序列上使腺苷酸 N6 位甲基化。在 DNA 分子复制时，复制叉只要通过复制的起始位点，在 DNA 合成前的数分钟，母链就会被甲基化。若 DNA 出现碱基错配，该系统就会通过辨别母链和子链（新合成时未被甲基化）来将子链切除，同时以母链作模板，再合成新的子链片段。

2. 直接修复

直接修复是指在不需切掉受损的碱基/核苷酸的条件下，就能使受损的部位回复至原先形态的一种修复方式。常见的直接修复的类型有：光复活修复和暗修复。

光复活作用只能修复因紫外线照射而导致 DNA 双螺旋结构上出现的嘧啶二聚体，是一种非常专一的修复方式。在其修复历程中需光复活酶的参与。这种修复方式对植物体而言特别重要，因为光复活酶广泛存在于低等单细胞生物或植物体中，而高等生物由于缺乏光复活酶，所以采用暗修复的方式，就是先把链上有嘧啶二聚体形成的部分切除掉，之后再修复合成。

3.切除修复

切除修复是指需要许多酶参与，将受到损伤的部位从 DNA 分子中切去，之后再以完整的那一条链作模板，合成出被切掉的那一部分，从而使 DNA 双螺旋恢复到正常的过程。在切除修复过程中会对 DNA 的多种损伤都能起到修复作用，因此这是一种比较普遍的修复方式，可分为以下两种方式进行。

碱基切除修复：通常是 DNA 分子中只有单个碱基发生损伤时所采用的方式，在细胞内有各种 DNA 糖苷酶时，它可以辨别 DNA 中不正确碱基，并切除损伤的 N-β糖苷键，而形成 AP 位点（无嘌呤/嘧啶位点）。只要 AP 位点在 DNA 分子中形成，受到损伤的糖苷键就会被 AP 核酸内切酶切开，并切去小片段 DNA。然后，由 DNA 聚合酶 I 再合成出新的 DNA 片段，合成后由 DNA 连接酶连接。

核苷酸切除修复：DNA 链上的核苷酸受到损伤时，使双链间的氢键不能产生，由此造成 DNA 结构产生较大变形（如嘧啶二聚体的形成），此时就由该系统进行修复。

4.重组修复

重组修复是在 DNA 复制完成之后再进行修复的一种方式。即当受到损伤的 DNA 未被修复时，仍能继续进行复制，只是在复制的过程中，遇到损伤部位时先越

过，在下一个相应正确的位置上，再重新合成引物和 DNA 链。这样在新合成的链中留下一个对应于损伤部位的缺口，此时这个缺口就由 DNA 重组来填补。重组修复在细胞处于减数分裂和有丝分裂（S 期）时起主要作用，如在减数分裂前期，四分体中的非姐妹染色单体之间会发生交叉互换，即遗传物质发生局部的互换，这可能会造成 DNA 结构的改变。

5.SOS 修复（应急反应）

SOS 修复是 DNA 受到严重损伤、细胞处于危急状态时所诱导的一种 DNA 修复方式，修复结果只能维持基因组的完整性，提高细胞的生成率，但留下较多错误，使细胞有较高的突变率。SOS 主要由 RecA（辅蛋白酶）和 LexA（基因的阻遏物）进行调控。RecA 是最初的发动因子，只要有 DNA 链和 ATP 就能被激活，进而使 LexA 的酶活性被激活。被激活的 LexA 会自行解体，从而让许多的基因得到表达。SOS 反应是细胞处于不利的环境时，为求得生存而诱导的一系列复杂反应。除此之外，它还可能会诱发突变产生新的基因，所以其在生物进化中可能也具有重要意义。

目前看来 DNA 修复的重大意义之一就是找到攻克癌症的突破口。

The end



· 一站式蛋白抗体发现服务

重组蛋白 · 抗体 · 噬菌体文库 · 诊断原料

—— 武汉国家生物产业基地 · 光谷抗体发现与筛选公共服务平台 ——

科学探索的世界充满挑战，AtaGenix致敬每一位拓荒者，
更致力于成为始终值得您信赖的科研合作伙伴！