

真核細胞如何確保在細胞分裂後， 其每個子細胞均可獲取全套染色體？

由香港中文大學生物系導師

招志明博士提供

細胞周期指一個真核細胞在分裂為兩個子細胞前，須要完成的一定過程。細胞周期分為多個階段： G_1 、 S 、 G_2 及 M 。在每個階段中，細胞都須要完成特定工作。舉例而言，在 S 階段中，細胞會把原本的去氧核糖核酸 (DNA) 複製一份，使細胞於 M 階段進行有絲分裂 (mitosis) 和胞質分裂 (cytokinesis) 時，可把基因物質平均地分配到不同的子細胞。在整個細胞周期中有多個監察點，用作監察細胞有否完成某階段的所有工作，才決定細胞可否進入下一階段。倘若細胞在開始進行有絲分裂前未能完整複製本身的DNA，便會帶來嚴重後果。細胞周期的進展和各監察點的運作情況均由基因調節。在 M 階段發生的有絲分裂可再細分為前期、中期、後期和末期。已複製的DNA此時已成為染色分體，須要於中期板 (equatorial plate) 順序排列，並在紡錘絲 (microtubule) 牽引下，附於有絲分裂紡錘體 (mitotic spindle apparatus) 的兩極。現今科技已發現染色單體 (chromatids) 的着絲點 (centromere) 含有一種名為着絲粒 (kinetochore) 的蛋白質複合物，其中一種名為Mad2 的蛋白質會抑制連繫染色分體的“蛋白質膠”的分解過程，並避免細胞進入有絲分裂的後期。不過，在所有子染色分體正確附於兩極後，着絲粒中的Mad2 便會消失，令“蛋白質膠”分解，細胞就可進入有絲分裂的後期。由此可見，Mad2 消失是一個明確的信號，相等於交通燈由黃色轉為綠色，表示所有染色分體已正確附於兩極，從而令細胞進入有絲分裂的後期。這種分子機制確保在細胞分裂後，每個子細胞均能獲取全套染色體。