



老化死亡是自然風度



老化與死亡是細胞無可避免的宿命，其內藏自毀程式早就寫在基因。

有性生殖以個體死亡來增進群體之生存優勢。

導致細胞老化的幾種基因：

(1) 免疫基因群的組合

(2) 防止癡呆症的基因

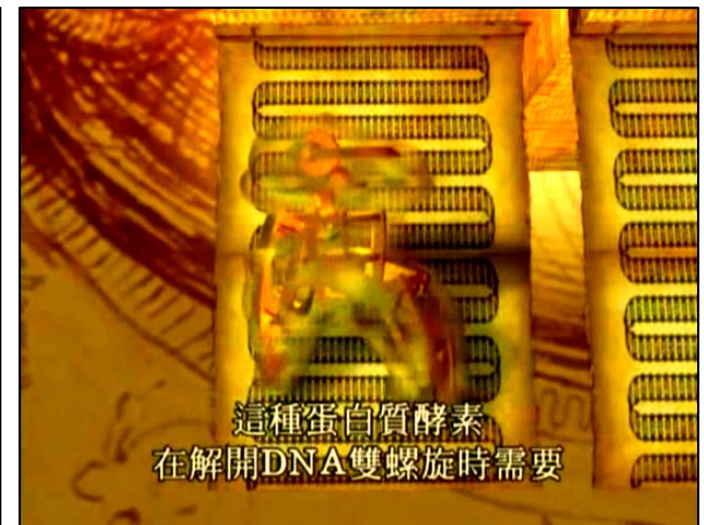
(3) 解開 DNA 的酵素



DR1 有助抵抗細菌入侵



E2 可阻止纖維黏住腦細胞



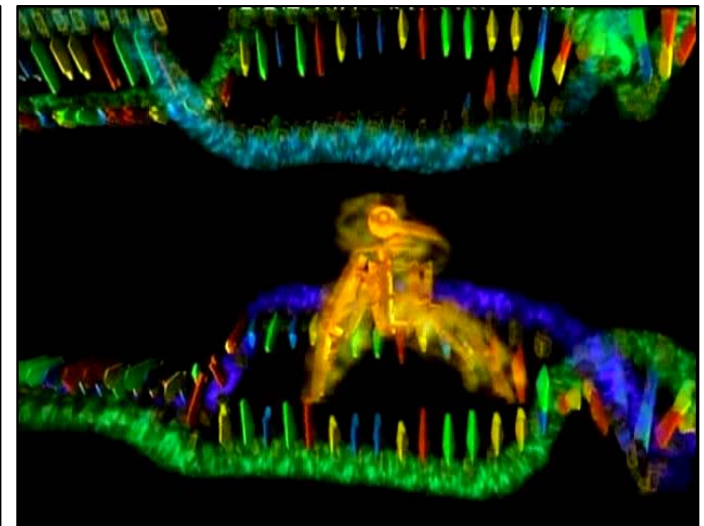
可修補 DNA 避免細胞死亡



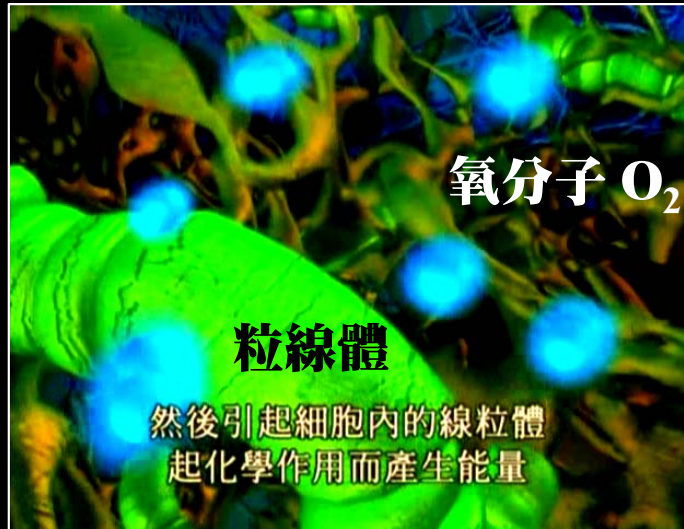
DR9 易導致免疫風溼症



但 **E4** 無法阻止腦細胞纖維化



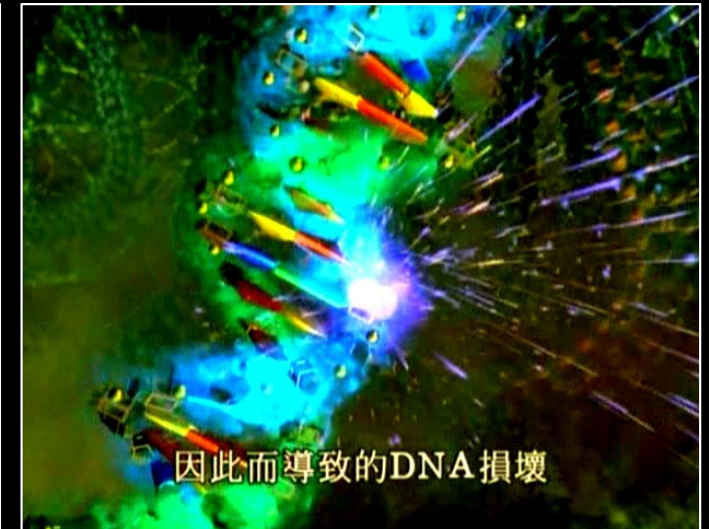
若此酵素突變則易老化



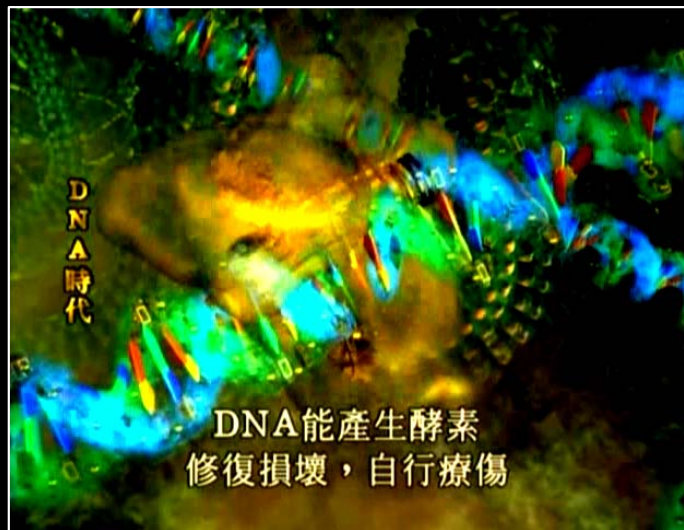
粒線體消耗氧分子，以便產生能量供細胞使用。



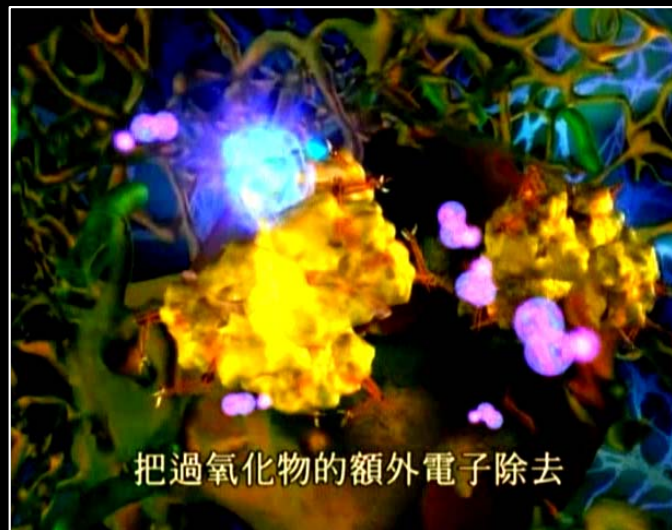
但是氧化很容易產生可怕的副產品：過氧化物。



過氧化物是恐怖份子，尤其很輕易可破壞DNA。



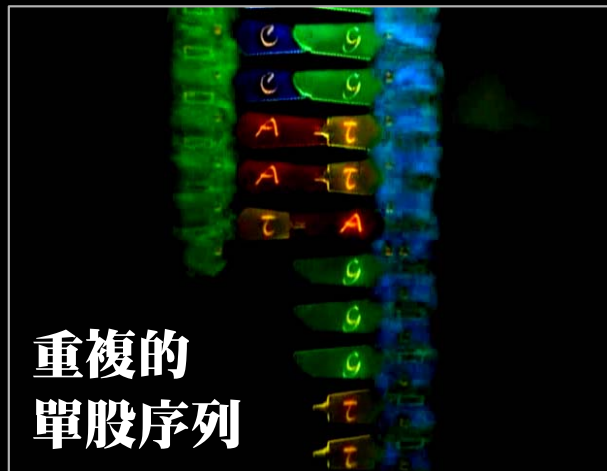
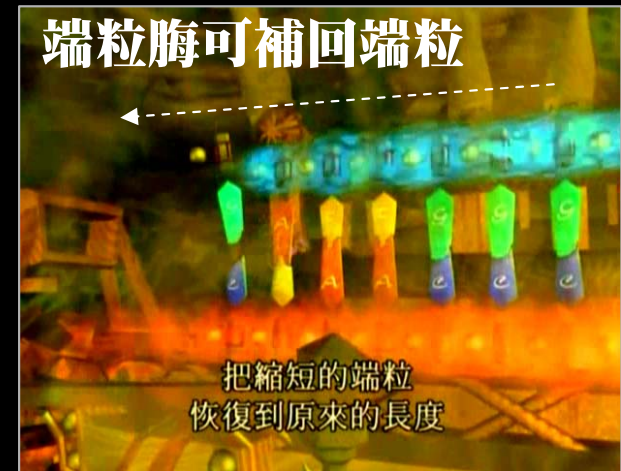
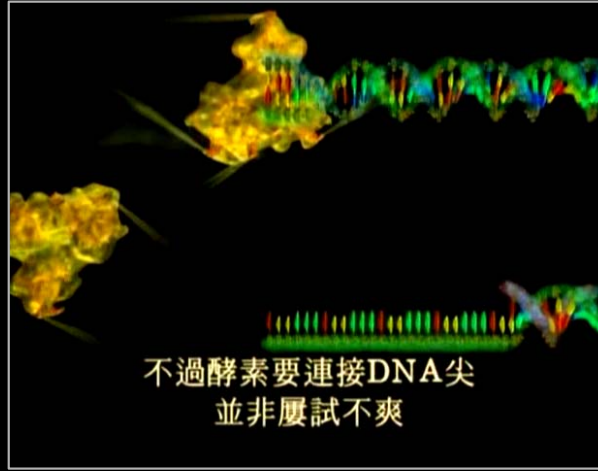
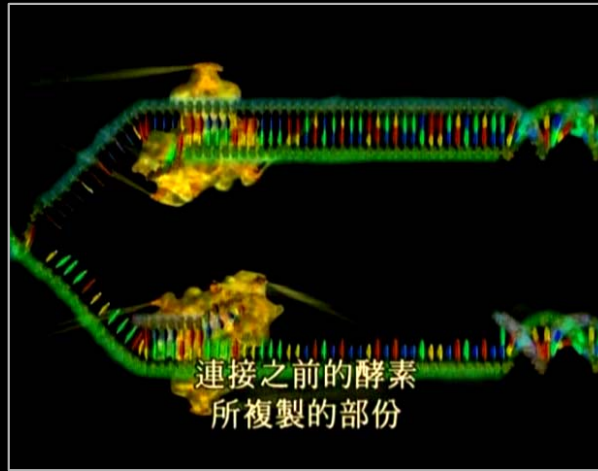
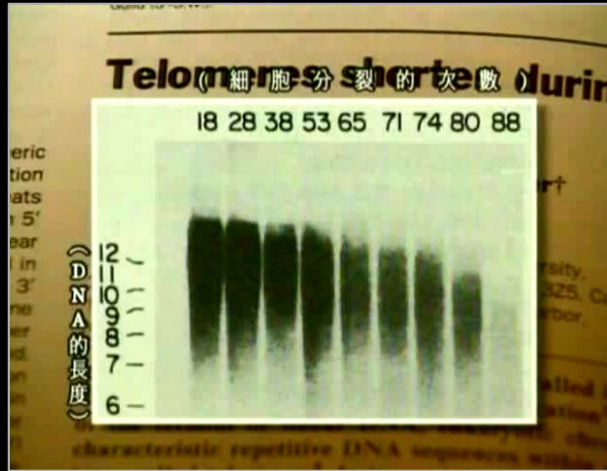
DNA 損害可以在細胞內利用前述之酵素系統修復。



細胞也有『超氧歧化酶』可以把過氧化物去除。

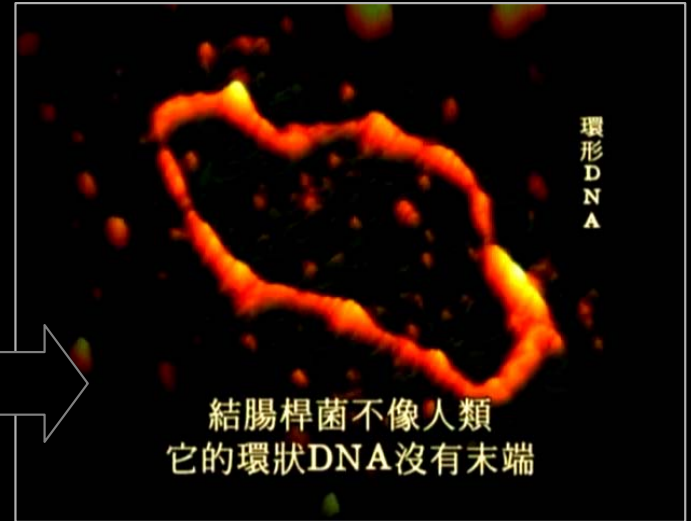
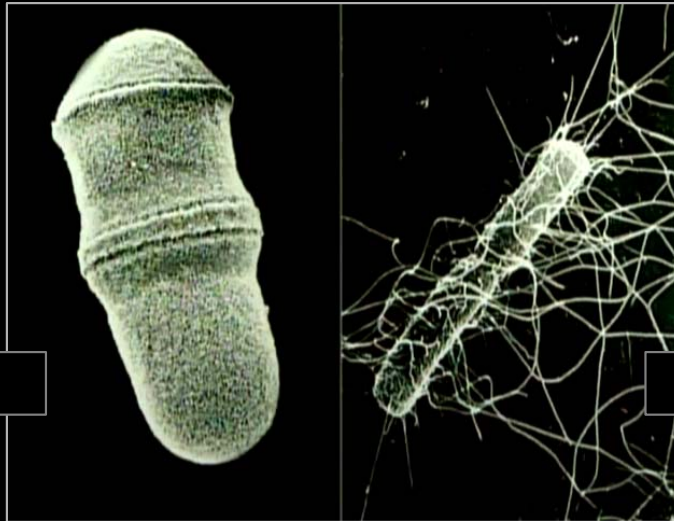


但若過氧化物太多，無法應付，細胞會啟動自殺。



細胞分裂時，DNA 複製到端粒時，會有無法複製的小段，因此新的 DNA 會變短。





真核細胞
有性生殖

原核細胞
無性生殖

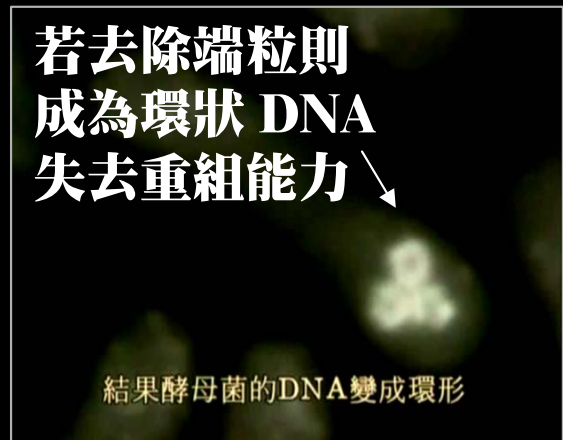
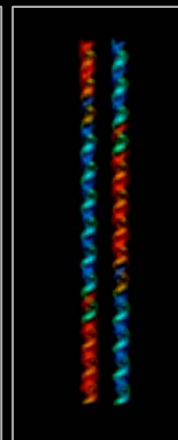
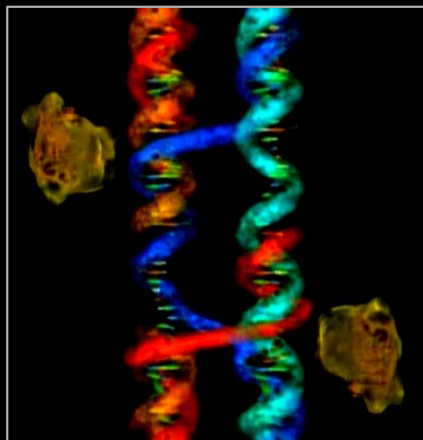
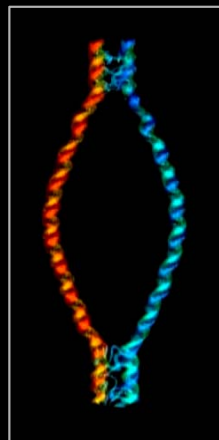
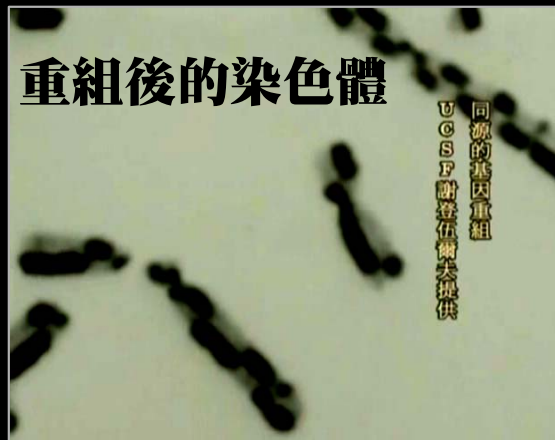
細菌的環形 DNA 就沒有端粒，主要靠突變增加變異。

線狀 DNA 行有性生殖，雙方 DNA 會合後，端粒促使 DNA 重組而互換基因，因此增加遺傳之多樣性。

端粒組合

DNA 重組

基因交換



線狀 DNA 的抉擇

選擇線狀DNA的物種
放棄了長生不老

大核

小核

大核等於我們的體細胞
小核等於生殖細胞



只有生殖細胞免於死亡



草履蟲在交配

宮木大學
三上一由提供

傳給了下一代

我們的祖先刻意
選擇死亡之路

生物細胞的老化是如何造成的？

『細胞老化是許多基因集體表現結果』

氧化為何會加速細胞老化？

『所產生的過氧化物對細胞造成傷害』

端粒 telomere 是什麼？

『線狀染色體端點呈單股會影響壽命』

有性生殖如何以端粒控制世代交替？

『細胞分裂後端粒越來越短終至死亡』

『線狀染色體以基因重組增加多樣性』

關鍵名詞

老化基因

免疫基因群

癡呆症

基因修補

粒線體

氧化反應

過氧化物

超氧歧化酶

端粒

telomere

細胞分裂

死亡程式

生殖細胞

端粒酶

桃莉羊

環狀基因

分裂生殖

線狀基因

有性生殖

基因重組

基因多樣性

老化與死亡

生命演化

何種因素有助於避免細胞死亡？

- (1) 增加細胞中的自由基**
- (2) 減短染色體上的端粒**
- (3) 降低基因的修補功能**
- (4) 增強 P53 基因之表現**
- (5) 避免粒線體太過活躍**