



Рис. 32. Три «топологические реакции», катализируемые топоизомеразой II: *a* — изменение числа витков сверхспирали ($\Delta Lk = \pm 2$); *б* — развязывание и завязывание узлов; *в* — расщепление и образование катенанов

лирования. Топоизомеразы позволяют ДНК вести себя в клетке не менее странным образом.

Это как если бы вы, играя в теннис, попали мячом в сетку, а он взял и преспокойненько пролетел бы сквозь нее. Но, подбежав к сетке, вы не обнаруживаете дырки, сетка совершенно цела и невредима. Теперь ясно, как клетка решает топологические проблемы ДНК, и в частности проблему репликации заузленных молекул.

Можно ли на основе сказанного понять, как ДНК-гираза меняет сверхспирализацию ДНК? Оказывается, можно. На рис. 32 видно, что если протаскивать один участок ДНК сквозь другой, то возникает сверхспираль, так как меняется величина райзинга, причем Wr всегда меняется на ± 2 . Именно это и было обнаружено экспериментально. В отличие от топоизомераз I, меняющих Lk ДНК на любое целое число, топоизомеразы II меняют Lk только на четное число.

Дальнейшие исследования показали, что и работа топоизомераз типа I также идет путем образования разрывов и протаскивания цепи через образовавшуюся брешь. Только, в отличие от топоизомераз типа II, топоизомеразы I проделывают этот трюк не с двойной спиралью, а с одонитевой ДНК, так что, по-видимому,