

Biologia quântica e origens moleculares da mutação: implicações do tautomerismo e da coerência quântica na carcinogênese

Autores: Gabriel da Cruz Simões, Mariana Tozzi Rodrigues, Matheus Correia Casotti, Karen Ruth Michio Barbosa, Debora Dummer Meira

Objetivos: Avaliar como fenômenos quânticos contribuem para a compreensão da origem molecular de mutações genéticas e de sua possível relação com a carcinogênese. **Material e métodos:** Realizou-se uma revisão narrativa por meio das bases Scopus, Web of Science e PubMed seguindo a estratégia de busca: ("quantum base selection" OR "quantum effects in DNA" OR "quantum biology") AND (mutation OR carcinogenesis OR evolution). Foram considerados trabalhos que abordavam a interlocução entre quântica e DNA. **Resultados:** A literatura revisada indica que o tunelamento de prótons através das ligações de hidrogênio entre bases nucleotídicas pode induzir deslocamentos tautoméricos espontâneos, gerando formas raras capazes de promover pareamentos incorretos. Nesse contexto, uma guanina em forma enol pode parear com timina, enquanto uma citosina em forma imino pode interagir com a adenina, favorecendo mutações durante a replicação. Esses eventos podem escapar ao reconhecimento da DNA polimerase e dos sistemas de reparo devido à semelhança estrutural entre tautômeros e bases canônicas. Além disso, os estudos discutidos sugerem que o microambiente tumoral, marcado por hipóxia flutuante, baixo pH e privação de nutrientes, pode atuar não apenas como indutor de instabilidade genômica, mas também como modulador do comportamento quântico das moléculas, afetando processos de coerência e decoerência. Assim, mutações potencialmente adaptativas deixam de ser interpretadas apenas como eventos totalmente aleatórios, passando a ser consideradas dentro de uma dinâmica dependente do ambiente molecular e celular. Esse conjunto de evidências fortalece a ideia de que os efeitos quânticos exercem uma influência mais significativa nos sistemas biológicos do que se acreditava até recentemente. **Relevância científica:** A relevância deste trabalho reside em seu potencial translacional para a oncologia, ao propor uma nova interpretação dos eventos moleculares iniciais envolvidos na carcinogênese. A compreensão de como fenômenos quânticos podem influenciar a instabilidade genômica e o surgimento de mutações pode, futuramente, subsidiar a busca por biomarcadores precoces, modelos de estratificação de risco e novas hipóteses terapêuticas voltadas à prevenção e ao manejo do câncer em fases iniciais. **Conclusões:** A biologia quântica oferece uma interpretação mecanística promissora para parte das mutações espontâneas do DNA. Fenômenos como tunelamento de prótons, tautomerismo e modulação ambiental de estados quânticos podem participar do surgimento de erros replicativos e da adaptação celular associada à carcinogênese. Dessa forma, a integração entre modelos quânticos e biologia do câncer amplia a compreensão dos mecanismos moleculares envolvidos no início do processo tumoral.