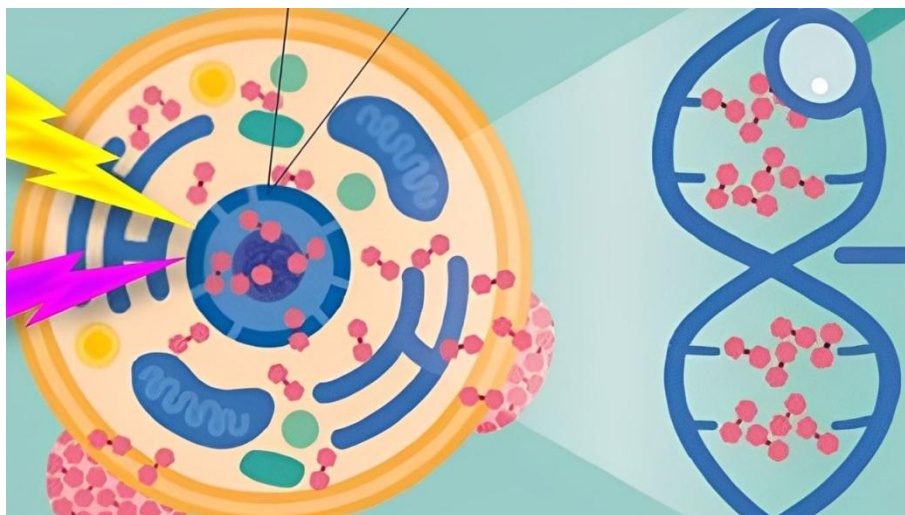


Un contraintuïu comportament molecular obre noves possibilitats per a la radioteràpia del càncer

Investigadors de l'ICMAB han descobert com una molècula basada en bor pot inserir-se dins l'ADN i ajudar a millorar les tècniques de radioteràpia existents



Els metal·locarborans estables poden convertir-se en una alternativa als tractaments actuals del càncer amb menys efectes secundaris
| UAB Divulga

BELLATERRA, 13 d'abril de 2026 – Dos nous estudis liderats per investigadors de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC) revelen per què una molècula rica en bor, anomenada o-FESAN, es comporta d'una manera inusualment favorable per combatre el càncer: es manté intercalada dins l'ADN, tot i que teòricament haurien de repel·lir-se.

El bor és un element clau per al futur de la radioteràpia, principalment mitjançant dues tècniques: la Teràpia de Captura de Neutrons per Bor (BNCT, per les seves sigles en anglès) i la Teràpia de Fusió Protó-Bor (PBFT). De forma simplificada, ambdues consisteixen a portar compostos enriquits amb bor a dins del tumor i "bombardejar-los" amb partícules (neutrons o protons), provocant microexplosions que destrueixen selectivament les cèl·lules canceroses. El gran repte consisteix a dirigir aquests compostos al tumor i enlloc més. És en aquest desafiament que treballa l'equip dirigit per la investigadora de l'ICMAB Clara Viñas.

"Hem estudiat principalment dues molècules: o-COSAN i o-FESAN", explica Viñas. "La primera conté cobalt i la segona incorpora ferro." Totes dues tenen una estructura en forma similar a la del 8, formada per dos clústers de bor i carboni envoltats d'una capa d'hidrogen i units al centre entre sí per ferro o cobalt. Aquestes estructures tenen càrrega negativa, així que s'haurien de repel·lir. Sorprenentment, s'associen entre sí.

L'equip va investigar detalladament l'o-FESAN per entendre per què aquestes molècules tendeixen a unir-se. Van descobrir que les capes externes d'hidrogen formen molts enllaços febles, anomenats enllaços dihidrogen. Tot i ser febles individualment, la seva gran quantitat compensa la repulsió elèctrica. És un efecte similar al del *velcro*: moltes unions petites que, sumades, mantenen dues peces juntes tot i patir forces oposades.

Aquesta observació va portar a una altra pregunta clau per a futures teràpies contra el càncer: si l'ADN també té càrrega negativa... podria l'o-FESAN enganxar-s'hi? "La intercalació amb l'ADN és un mecanisme essencial en qualsevol fàrmac anticàncer", assenyala Viñas. I, en efecte, van descobrir que o-FESAN s'intercala dins l'ADN: "això significa que el dany que pot generar a la cèl·lula és molt elevat."

Com ajuda o-FESAN a combatre el càncer?

o-FESAN s'intercala a les molècules d'ADN com una cremallera, i ho fa sense provocar toxicitat immediata ni dany a l'àcid nucleic i cèl·lules. Això significa que podria ser transportada fins als tumors sense danyar res més abans d'activar aquests clústers mitjançant radioteràpia.

Quan l'equip de Viñas va començar aquesta línia d'investigació fa anys, l'objectiu era aplicar-la a la BNCT. Tanmateix, "la BNCT depèn del bor-10, un isòtop que representa només aproximadament el 20% del bor natural, mentre que el 80% restant és bor-11." En canvi, la PBFT utilitza aquest darrer isòtop. Per aquest motiu, l'equip treballa ara per combinar tots dos enfocaments, amb l'objectiu d'aprofitar tot el contingut de bor que es fa arribar als tumors.

"Però això no és tot", destaca Clara Viñas: quan s'incorpora ferro a o-FESAN, l'isòtop ferro-57 pot activar-se mitjançant una radiació gamma molt específica, obrint la porta a un mecanisme terapèutic addicional basat en l'efecte Mössbauer. Aquest efecte excita l'àtom i expulsa electrons, produint un dany de molt curt abast.

Tal i com afirma Viñas, "aquesta troballa permet aconseguir el mateix efecte terapèutic amb dosis molt més petites de compost i radiació, reduint dràsticament els efectes secundaris i oferint als pacients un futur més segur, més saludable i més esperançador."

o-FESAN, una molècula prometedora i multimodal per a la teràpia del càncer

Clara Viñas, sobre el potencial de l'o-FESAN en futures radioteràpies, declara:

"o-FESAN destaca com un candidat prometedor per a la teràpia multimodal del càncer. Travessa ràpidament les membranes cel·lulars sense necessitat de cap transportador i s'acumula al nucli, on s'intercala amb l'ADN de doble cadena mitjançant enllaços d'hidrogen (C-H...O, C-H...N) i enllaços dihidrogen (H...H) entre les seves bases.

La seva composició química, que inclou ferro i quantitats significatives de ¹¹B i ¹⁰B, la fa activa sota irradiació amb tres modalitats diferents: BNCT, PBFT i irradiació Mössbauer. Tot i que hem investigat els efectes de cada irradiació per separat, si tot l'equipament fos disponible en una mateixa instal·lació, les cèl·lules podrien exposar-se successivament a cada font en un sol flux de treball."

Articles de referència

Compelling DNA intercalation through ‘anion–anion’ anti-coulombic interactions: boron cluster self-vehicles as promising anticancer agents

Gutiérrez-Gálvez, L., García-Mendiola, T., Lorenzo, E., Nuez-Martinez, M., Ocal, C., Yan, S., Teixidor, F., Pinheiro, T., Marques, F., & Viñas, C.

Journal Of Materials Chemistry B, 2024

DOI: [10.1039/d4tb01177e](https://doi.org/10.1039/d4tb01177e)

Stabilizing Anion–Anion Aggregates via Dihydrogen Bonds in Non-Classical Inorganic Molecules

Zaulet, A., Nuez-Martinez, M., Hirva, P., Sillanpää, R., Teixidor, F., & Viñas, C.

Aggregate, 2026

DOI: [10.1002/agt2.70228](https://doi.org/10.1002/agt2.70228)