

EDICIÓN GENÉTICA EN HUMANOS: EL CASO DE LAS GEMELAS INMUNES AL VIH

Iram P. Rodríguez Sánchez^{1*}

¹Laboratorio de Fisiología Molecular y Estructural, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ave. Pedro de Alba s/n cruz con Ave. Manuel L. Barragán, San Nicolás de los Garza, 66455, México.

* Correspondencia: Dr. Iram Pablo Rodríguez-Sánchez, iramrodriguez@gmail.com (ORCID: 0000-0002-5988-4168)
Laboratorio de Fisiología Molecular y Estructural, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León
Ave. Pedro de Alba s/n cruz con Ave. Manuel L. Barragán. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 66455 México.
Conmutador 01 (81) 8329-4110 / Fax 01 (81) 8376-2813

Imagen ilustrativa / Fuente: Internet - Creada por IA.

Resumen

En 2018, He Jiankui, un científico chino, anunció el nacimiento de dos gemelas cuyos genomas habían sido modificados mediante la técnica CRISPR-Cas9, esto con el fin de hacerlas inmunes al VIH. Al replicar la mutación CCR5-Δ32 en los embriones buscaba protegerlas del virus transmitido por su padre. Este avance científico desató intensos debates éticos, científicos y legales, resaltando tanto el potencial de la edición genética como los riesgos asociados a su uso en humanos.

Este trabajo analiza los fundamentos científicos, el proceso experimental, las implicaciones éticas y el impacto futuro de esta intervención controvertida.

Introducción

La edición genética se erige como uno de los desarrollos más significativos en la biotecnología moderna, proporcionando herramientas para modificar secuencias específicas del ADN con una precisión sin precedentes. Sin embargo, su aplicación en humanos, especialmente en etapas embrionarias, plantea dilemas éticos complejos. El nacimiento de las gemelas Lulu y Nana, cuyos genomas fueron modificados por He Jiankui utilizando CRISPR-Cas9 para realizar una mutación protectora contra el VIH, marcó un hito en la historia de la ciencia. Aunque prometedor, este experimento generó una oleada de críticas debido a la falta de consenso ético y regulatorio, así como a sus potenciales implicaciones científicas y sociales.

Fundamentos científicos

El gen CCR5 codifica una proteína presente en la superficie de ciertas células del sistema inmunológico, como los linfocitos T. Esta proteína actúa como un receptor que el VIH utiliza para ingresar a las células y propagarse. En ciertas poblaciones, principalmente europeas, se ha identificado una mutación conocida como CCR5-Δ32. Esta alteración genética elimina 32 pares de bases en el gen CCR5, resultando en una proteína no funcional. Las personas con dos copias de esta mutación son resistentes al VIH, ya que el virus no puede utilizar esta “puerta de entrada” para infectar las células. Inspirado por este fenómeno, He Jiankui decidió replicar esta mutación en embriones humanos mediante CRISPR-Cas9, una herramienta molecular que permite cortar y editar secuencias específicas del ADN. Su intención era conferir a las gemelas una resistencia similar, protegiéndolas de la transmisión del VIH por parte de su padre.

El proceso de edición genética

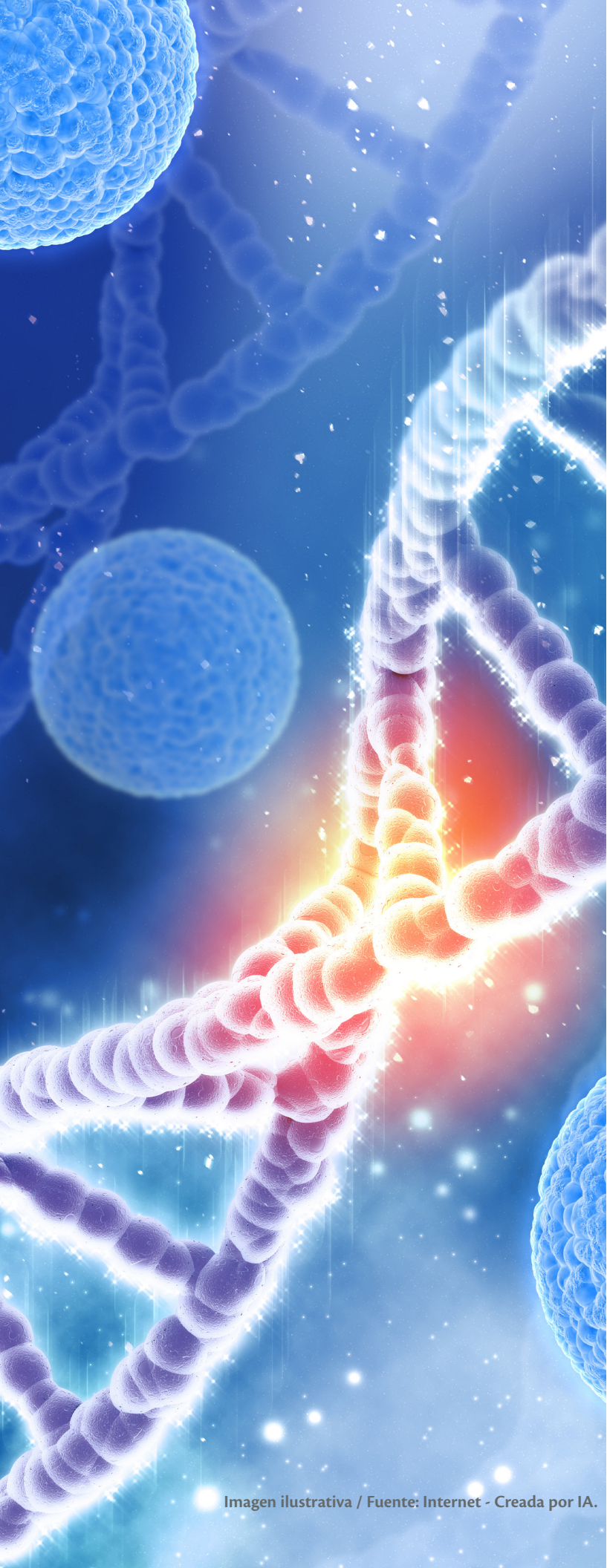
El experimento de He Jiankui comenzó con la fertilización in vitro de embriones que posteriormente fueron editados utilizando CRISPR-Cas9. Este sistema incluye una molécula guía de ARN que identifica la secuencia genética a modificar y una proteína Cas9 que corta el ADN en esa ubicación específica. En este caso, la herramienta fue dirigida al gen CCR5 para modificarlo, imitando la mutación CCR5-Δ32. Los embriones modificados se implantaron en el útero de la madre, culminando en el nacimiento de las gemelas. Según Jiankui, este procedimiento fue realizado para proteger a las niñas de una posible transmisión del VIH, aunque los detalles completos de su metodología y resultados permanecen en disputa.

Controversias éticas y legales

El experimento de He Jiankui desató una ola de críticas en la comunidad científica y la sociedad en general. En 2019, el científico fue condenado por practicar medicina ilegal y sentenciado a tres años de prisión.

Las principales preocupaciones éticas incluyeron:

- **Falta de consenso regulatorio:** La edición genética en humanos, especialmente en embriones, carece de un marco ético y legal universal.
- **Riesgos científicos:** La edición genética puede causar efectos fuera del objetivo, conocidos como “off-target effects”, que podrían resultar en mutaciones no deseadas o consecuencias desconocidas a largo plazo.
- **Implicaciones sociales:** Existe el temor de que estas tecnologías puedan ser utilizadas para crear desigualdades sociales, como el acceso a “mejoras” genéticas que solo estarían disponibles para sectores privilegiados.
- **Impacto en generaciones futuras:** Las modificaciones genéticas realizadas en embriones son hereditarias, lo que significa que los cambios introducidos podrían transmitirse a las próximas generaciones sin conocimiento de sus efectos completos.



Impacto potencial y futuro

Aunque el caso de las gemelas se llevó a cabo de manera cuestionable, subraya el enorme potencial de la edición genética para transformar la medicina. Entre los posibles beneficios de esta tecnología se encuentran:

- **Prevención de enfermedades hereditarias:** La edición genética podría eliminar mutaciones causantes de enfermedades como fibrosis quística, distrofia muscular o talasemia.
- **Aumento de la resistencia a infecciones:** Como en el caso del VIH, otras enfermedades infecciosas podrían ser prevenidas mediante modificaciones genéticas.
- **Medicina personalizada:** La edición genética tiene el potencial de personalizar tratamientos para adaptarse a las necesidades genéticas únicas de cada individuo.


Sin embargo, para alcanzar estos beneficios, es crucial desarrollar regulaciones claras que garanticen la seguridad y equidad en su uso. Además, se requiere un diálogo global que involucre a científicos, gobiernos y sociedad civil para definir los límites éticos de estas intervenciones.

Conclusión

El caso de las gemelas inmunes al VIH ilustra tanto las posibilidades como los peligros de la edición genética en humanos. Aunque CRISPR-Cas9 representa una herramienta poderosa con el potencial de transformar la medicina, su uso debe ser cuidadosamente regulado para evitar riesgos innecesarios y garantizar que los avances científicos beneficien a la humanidad de manera ética y equitativa. Este caso es un recordatorio de la responsabilidad que tienen los científicos al utilizar tecnologías disruptivas y de la necesidad de un enfoque global para abordar los desafíos éticos, legales y sociales que estas plantean.

Implicaciones adicionales

1. **Consideraciones económicas:** La aplicación de la edición genética podría tener un impacto significativo en el sistema de salud y la economía global. La accesibilidad y los costos asociados con estos tratamientos deben ser considerados para evitar desigualdades.

- 
2. **Educación y concienciación:** Es fundamental aumentar la educación y la concienciación pública sobre la edición genética, sus beneficios y riesgos, para fomentar un debate informado y ético.
 3. **Cooperación internacional:** La creación de un marco regulatorio global requiere la cooperación entre países y organizaciones internacionales para garantizar que los avances en edición genética se utilicen de manera responsable y beneficiosa para toda la humanidad.

Referencias

Doudna, J., & Sternberg, S. (2017). *A Crack in Creation: Gene Editing and the Unthinkable Power to Control Evolution*.

Nekadi, P. (2024). Can we use CRISPR-Cas9 to shape the humans of tomorrow? The case of genetically edited HIV-resistant twins. *O ČEM TAKÉ*, 75.

Santillán-Doherty, P., et al. (2020). Considerations on genetic engineering: regarding the birth of twins subjected to gene edition. *Gac Med Mex*, 156(1), 53-59.